



Ympäristöministeriö
Miljöministeriet
Ministry of the Environment

Reparation av fukt- och mikrobskadade byggnader



Reparation av fukt- och mikrobskadade byggnader

Inari Weijo, Jukka Lahdensivu, Timo Turunen, Susanna Ahola, Esko Sistonen, Camilla Vornanen-Winqvist, Petri Annila



Ympäristöministeriö
Miljöministeriet
Ministry of the Environment

MILJÖMINISTERIETS PUBLIKATIONER 2019:21
Miljöministeriet
Avdelningen för den byggda miljön

© Miljöministeriet och Ab Bygginfo
Utgivare: Miljöministeriet
Förläggare: Ab Bygginfo

Den finska originaltiteln: Kosteus- ja mikrobivaurioituneiden rakennusten korjaus

Layout: Laura Lehtinen
Pärmbild: Jukka Lahdensivu, Ramboll Finland AB

Publikationen är tillgänglig på Internet:
<http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/>

Den tryckta publikationen är till salu:
www.rakennustietokauppa.fi

Tryckeri: Hansaprint Oy, Turengi 2020

ISBN: 978-952-361-028-6 (pub)
ISBN: 978-952-361-027-9 (PDF)
ISSN: 2490-0648 (pub)
ISSN: 2490-1024 (PDF)

FÖRORD

Fukt- och mikrobskador i byggnader orsakar ofta problem med inneluften, men problem orsakas också av andra faktorer som är oberoende av fukt. Därför bör problemen och orsakerna till dem klarläggas för att man ska kunna försäkra sig om att reparationsarbetena planeras och genomförs så bra som möjligt och att den reparerade byggnaden är sund och säker för användarna. Som stöd för utredningar av behov av att reparera konstruktioner publicerade miljöministeriet 2016 en handbok om utredning av inneluftens kvalitet (Rakennuksen kosteus- ja sisäilmatekninen tutkimus). Denna handbok, Reparation av fukt- och mikrobskadade byggnader, handlar om projektering efter en konditionsundersökning. Handböckerna kompletterar således varandra.

Den nya handboken innehåller praktisk information för dem som planerar reparationer i fukt- och mikrobskadade byggnader. Handboken kan också användas som läromedel i branschen. Den ersätter handboken om reparation av en fukt- och mögelskadad byggnad från 1997 (Miljöhandbok 29, Kosteus- ja homevaurioituneen rakennuksen korjaus). Innehållet i handboken har avgränsats till reparation av fukt- och mikrobskadade byggnader. Det har utarbetats med tanke på offentliga servicebyggnader som uppförts efter 1940-talet och sedvanliga konstruktioner som förekommer i dem. Reparationsprinciperna kan emellertid tillämpas även på det övriga byggnadsbeståndet.

I början av handboken behandlas de olika faserna i ett reparationsprojekt och lagstiftning som gäller ämnet. I kapitlet som behandlar projektering beskrivs hur ett reparationsprojekt förlöper och innehållet i planerna. Tillgängliga reparationsmetoder och faktorer som påverkar valet av metod granskas närmare i kapitel 3, och mer detaljerade reparationsprinciper i de principiella lösningarna som läggs fram i bilaga 2. Vidare innehåller handboken en genomgång av kvalitetssäkringsmetoder samt verktyg och metoder som kan användas för uppföljningen av resultaten av reparationerna. I handbokens sista kapitel behandlas energieffektivitet och klimatförändringens konsekvenser för byggnadsbeståndet. I samband med projekt för att reparera fukt- och mikrobskador kan man också förbättra byggnadens energieffektivitet. I sådana fall är det viktigt att säkerställa att en konstruktion som repareras och eventuellt också försetts med extra värmeisolering fungerar bra med hänsyn till byggnadsfysiken även efter åtgärderna.

De lösningar som presenteras i handboken är principlösningar som syftar till att hjälpa reparationsplanerare upprätta detaljerade planer för enskilda reparationsprojekt. Principlösningarna är inte avsedda att användas som sådana för reparationsplanering. Det egentliga reparationsarbetet bör projekteras och genomföras med beaktande av helheten och de specifika lösningarna och förhållandena.

Reparationshandboken har uppdaterats av Ramboll Finland Ab i samarbete med byggtkniska institutionen vid Högskolan för ingenjörsvetenskaper, Aalto-universitetet, och byggtkniska forsknings- och undervisningsområdet vid Tampereen yliopisto.

*Ledning och koordinering av projektet/Ramboll Finland AB
Inari Weijo, DI*

Texter/Ramboll Finland AB

Jukka Lahdensivu, tekn. dr., docent
Timo Turunen, tekn.lic., expert på hälsoriktigt byggande
Inari Weijo, DI
Susanna Ahola, DI, expert på hälsoriktigt byggande

Texter/Aalto-universitetet

Esko Sistonen, tekn. dr.
Camilla Vornanen-Winqvist, DI

Texter/Tampereen yliopisto

Petri Annila, DI

Ritningar och scheman:

Mikko Ala-Hakuni, ing. (YH), Ramboll Finland AB
Janina Hakanen, TkK, Ramboll Finland AB
Tyko Härkönen, planeringsassistent, Ramboll Finland AB

Petri Annila, DI, Tampereen yliopisto
Niina Kempainen, TkK, Tampereen yliopisto

Uppdateringen av handboken leddes av en styrgrupp som bestod av följande sakkunniga:

Ilkka Jerkku, enhetschef	Sweco Asiantuntijapalvelut Oy
Jyrki Kauppinen, byggnadsråd	Miljöministeriet
Hannu Kääriäinen, lektor	Oulun seudun ammattikorkeakoulu Oy
Pekka Laamanen, verkställande direktör	Vahanen Rakennusfysiikka Oy
Katja Outinen, överingenjör	Miljöministeriet
Hannu Pekkarinen, chef för garantiarbeten	Lujatalo Oy
Vesa Pekkola, konsultativ tjänsteman	Social- och hälsovårdsministeriet
Juhani Pirinen, sektordirektör, TkT	FCG Design och planering Ab
Jukka Riikonen, specialsakkunnig	Senatfastigheter
Virpi Sandström, sakkunnig	Vahanen Rakennusfysiikka Oy
Antti Souto, specialsakkunnig	A-Insinöörit Oy
Kirsi Torikka-Jalkanen, specialsakkunnig	Helsingfors stad, Stadsmiljösektorn

Helsingfors, augusti 2019

*Katja Outinen, överingenjör
Miljöministeriet*

INNEHÅLL

FÖRORD	3
INLEDNING	7
I Från projektering till lyckade reparationer	10
1.1 Allmänt om projekt för reparation av fuktskador	10
1.2 Lagstiftning	13
1.3 Svårighetsklasser för projekteringsuppgifter vid reparation av en fuktskada.....	17
1.4 Behörighetskrav som ställs på projekterare.....	18
2 Projektering av reparation av en fukt- och mikrobskadad byggnad	20
2.1 Reparationsprojektets förlopp.....	20
2.1.1 Parter i projektet.....	20
2.1.2 Hantering av helheten.....	21
2.1.3 Beställarens uppgifter	21
2.1.4 Skeden i ett reparationsprojekt	22
2.2 Reparationsplaner	24
2.2.1 Översiktsplaner	24
2.2.2 Planer för genomförandet.....	26
2.2.3 Fukthantering.....	30
2.2.4 Damm- och renhethantering.....	31
2.2.5 Plan för kvalitetssäkringen av reparationsarbetena	31
2.2.6 Bruks- och underhållsanvisning för en byggnad	32
2.2.7 Uppföljningsplan	32
3 Reparationsmetoder	34
3.1 Val av reparationsmetod	34
3.1.1 Allmänna grunder för valet av reparationsmetod	36
3.1.2 Hur reparationsmetoderna lämpar sig för olika situationer.....	39
3.2 Metoder för reparation av specifika byggnadsdelar.....	39
3.2.1 Dräneringskonstruktioner i en byggnad	42
3.2.2 Bottenbjälklag mot mark	44
3.2.3 Bottenbjälklag med kryppgrund	45
3.2.4 Väggar mot mark.....	46
3.2.5 Socklar	47
3.2.6 Ytterväggar.....	48
3.2.7 Vindsbjälklag och vattentak.....	50
3.2.8 Mellanbjälklag.....	52
3.2.9 Våtrum	52
3.2.10 Anslutningsdetaljer och genomföringar.....	53
3.3 Tillämpliga reparationsmetoder	56
3.3.1 Torkning av konstruktioner	57
3.3.2 Avlägsnande av skadade byggnadsmaterial	59
3.3.3 Förbättring av lufttätheten i konstruktioner	60
3.3.4 Inkapsling.....	61
3.3.5 Strukturell inkapsling.....	62
3.3.6 Hantering av tryckförhållandena i byggnaden.....	63
3.3.7 Reparationsmetoder som begränsar överföring av fukt och föroreningar	65

3.4	Hantering av förhållandena på arbetsplatsen	69
3.4.1	Damm- och renhetshantering.....	69
3.4.2	Fukthantering.....	71
3.4.3	Rengöring av ytor som inte åtgärdas.....	72
4	Kvalitetssäkringsmetoder	74
4.1	Damm- och renhetshantering.....	77
4.2	Fukthantering	78
4.3	Förbättring av lufttätheten i konstruktioner	78
4.4	Inkapsling.....	80
4.5	Fastighetstekniska system	80
5	Uppföljning av reparationerna	83
5.1	Uppföljning av användarnas välbefinnande	84
5.2	Uppföljning av utrymmen och konstruktioner under användningen.....	84
5.3	Uppföljning av kvaliteten på inneluften	87
5.4	Uppföljning av de fastighetstekniska systemens funktion.....	90
6	Energieffektivitet och klimatförändringen	92
6.1	Förbättring av energieffektiviteten.....	92
6.2	Förordningen om förbättring av byggnaders energiprestanda	94
6.3	Beaktande av byggnadsdelars fukttekniska funktion	94
6.4	Beaktande av klimatförändringen	96
	KÄLLOR	98
	BILAGAR.....	104
Bilaga 1	Termförklaringar	104
Bilaga 2	Metoder för reparation av olika byggnadsdelar	108
Bilaga 2.1	Metoder för reparation av bottenbjälklag mot mark.....	110
Bilaga 2.2	Metoder för reparation av bottenbjälklag med krypgrund	128
Bilaga 2.3	Metoder för reparation av väggar mot mark.....	144
Bilaga 2.4	Metoder för reparation av socklar.....	156
Bilaga 2.5	Metoder för reparation av ytterväggar.....	164
Bilaga 2.6	Metoder för reparation av vindsbjälklag och vattentak	192
Bilaga 2.7	Metoder för reparation av mellanbjälklag	214
Bilaga 2.8	Metoder för reparation av våtrum.....	234
Bilaga 2.9	Anslutningsdetaljer och genomföringar.....	242
	PRESENTATIONSBLAD.....	284
	KUVAILULEHTI	285
	DOCUMENTATION PAGE	286

INLEDNING

I Finlands byggnadsbestånd förekommer rikligt med fukt- och mikrobskador samt olika problem som förorsakas av föroreningar i inneluften. Alla problem beror emellertid inte på en exceptionellt hög fukthalt i byggnadsdelarna, även om just dessa problem är vanliga. Det är viktigt att identifiera orsakerna till problemen och åtgärda bristerna för att kunna säkerställa att byggnaden är sund och säker för användarna.

Om det råder misstankar om problem med inneluften startas en beredning av en undersökning för att utreda kvaliteten och därefter den egentliga undersökningen. Anvisningar för hur man planerar och genomför en konditionsundersökning finns i miljöministeriets handbok om utredning av inneluftens kvalitet (Rakennuksen kosteus- ja sisäilmatekninen tutkimus).

En grundläggande förutsättning för att projekteringen och reparationsprojektet ska lyckas är att det görs en grundlig utredning om inneluftens kvalitet.

Att man gör en heltäckande och tillräckligt grundlig konditionsundersökning och samlar tillräcklig information inför reparationsplaneringen är en grundläggande förutsättning för ett lyckat reparationsprojekt. Utan dem är risken stor att reparationsprojektet misslyckas på grund av bristande förberedelser. Reparationsplaneraren kritiskt bedöma huruvida den erhållna basinformationen är tillräcklig och tillförlitlig. Samarbetet mellan konditionsundersökaren och reparationsplaneraren är viktigt eftersom väsentlig information måste förmedlas till reparationsplaneraren. Det rekom-

menderas att konditionsundersökaren medverkar i planeringen och genomförandet av projektet även efter att konditionsundersökningen har färdigställts.

När konditionsundersökaren medverkar i projekteringen kan man vara säker på att tillräckliga basuppgifter förmedlas till reparationsplaneraren.

När problemen har identifierats och basuppgifterna samlats in börjar planeringen av reparationen. Vid reparationsprojekteringen är det viktigt att planerna utarbetas just för den aktuella byggnaden med beaktande av detaljerna och särdragen i byggnaden, byggnadsdelarna och fastighetstekniken. Problem med inneluften och hälsolägenheter som orsakas av problemen är ofta en komplicerad helhet. Därför bör man vid projektering av reparationer se till att hantera situationen som en helhet. Reparationer behöver inte alltid göras i hela byggnaden eller i alla byggnadsdelar, men trots det bör man säkerställa att byggnadsdelarna och de fastighetstekniska systemen fungerar ihop som en helhet även efter delreparationerna.

Förutom hanteringen av helheten är det viktigt att ritningarna läggs fram tillräckligt detaljerade. Det gäller särskilt olika slags fogar och detaljer: en välplanerad konstruktion fungerar inte om det brister i fogarna, detaljerna och gränsytorerna.

Reparationsplaner ska alltid utarbetas med beaktande av detaljerna i byggnaden och konstruktionen.

Det främsta målet med reparationerna är att eliminera de hälsoolägenheter som orsakas av fukt- och mikrobskador eller andra föroreningar i inneluften. Ur nationalekonomisk synvinkel är det inte hållbart att över- eller underrenovera byggnader. Därför är det vid planeringen av reparationen viktigt att specifikt från fall till fall bestämma vilka reparations sätt som är lämpliga och hur omfattande och grundliga reparationer ska göras. I vissa fall måste den skadade konstruktionen rivs och förnyas för att en sanitär olägenhet ska kunna elimineras. I andra fall räcker det med att man genom att eliminera orsaken till skadorna och genom tätning och inkapsling av konstruktionerna förhindrar att föroreningarna förflyttas till inneluften.

Det främsta målet med reparationerna är att eliminera den sanitära olägenhet som beror på fukt- och mikrobskador.

När man bestämmer hur grundliga renoveringar ska göras är det också viktigt att tänka på den planerade livslängden för den reparerade byggnadsdelen och hur detta förhåller sig till övriga byggnadsdelars och tekniska systems livslängd. På det sättet undviker man att en fukt- och mikrobskada under- eller överrepareras i förhållande till det normala behovet av grundlig renovering som beror på att byggnadsdelarna och fastighetstekniken blir äldre.

För att säkerställa resultatet av reparationerna är det viktigt att inom ramen för reparationsplaneringen fastställa vilka kvalitetssäkringsmetoder och verktyg som ska användas för verifieringen och uppföljningen. En del av en byggnad kan vara i användning under reparationsarbetena, och då är hanteringen av damm och smuts av största vikt när det gäller att förhindra exponering. Damm- och renhetshantering är viktig också av den anledningen att föroreningar ofta blir kvar under de nya materialen eller i de renoverade utrymmena, där de kan medföra nya problem efter slutförda reparationer

Genom att planera kvalitetssäkringsåtgärderna och uppföljningen av reparationsresultaten säkerställer man ett lyckat reparationsprojekt.

Liksom i allt byggande, får man inte heller i reparationsprojekt som handlar om fukt- och mikrobskador försumma fukthanteringen. I dessa reparationsprojekt har byggnadsdelarna ofta en avvikande fukthalt i utgångsläget, och då bör man möjliggöra och säkerställa en tillräcklig uttorkning av konstruktionerna både under arbetets gång och innan nya material appliceras.

Innehållet i handboken

Som framgår av rubriken har innehållet i handboken avgränsats till reparation av fukt- och mikrobskadade byggnader. Det har utarbetats med tanke på offentliga servicebyggnader som uppförts efter 1940-talet och sedvanliga konstruktioner som förekommer i dem. Reparationsprinciperna kan emellertid tillämpas även på det övriga byggnadsbeståndet.

I det första kapitlet av handboken behandlas de olika faserna av ett reparationsprojekt och lagstiftningen i anslutning till reparation av fukt- och mikrobskador. I Finland har reparationsplaneringen av fuktskador lyfts fram som ett eget projekteringsområde i lagstiftningen. Därför behandlas projekteringsuppgifternas svårighetsklasser och behörighetsvillkoren för projekterare i handboken. Vi rekommenderar läsarna att ta del av termerna i bilaga 1.

I det andra kapitlet behandlas reparationsplaneringen med avseende på projektets gång och innehållet i planerna. Utöver de planer där man fastställer innehållet i det egentliga reparationsarbetet bör man utarbeta en kvalitetssäkringsplan och en plan för verifiering och uppföljning av resultaten. Med hjälp av en bruks- och underhållsanvisning som upprättas i samband med reparationsplaneringen kan man säkerställa att byggnaden används, sköts och underhålls rätt under de utförda reparationernas livscykel.

Reparationsmetoderna i kapitel 3 är det mest centrala innehållet i handboken. Ett viktigt komplement till kapitlet utgörs av bilagorna 2.1–2.9, som visar reparationsprinciperna för olika bygg-

nadsdelar. Kapitel 3 redogör också för de faktorer som påverkar valet av reparationsmetod. Som reparationsmetoder ges inga färdiga reparations sätt som skulle lämpa sig för varje byggnad och fall, utan det handlar om principer som hjälper planerare att anpassa planerna till enskilda byggnader. I kapitlet framhävs vikten av att olika reparationsmetoder passar ihop och att man beaktar helheten.

Handboken visar principerna för olika metoder att reparera fukt- och mikroskador. Reparationsplaneraren väljer och anpassar reparations sätten så att de lämpar sig för det aktuella fallet.

Kapitel 4 är en mer detaljerad genomgång av tillgängliga kvalitetssäkringsmetoder. Även beträffande dem är det viktigt att man vid reparationsplaneringen alltid väljer tillämpliga kvalitetssäkringsmetoder och fastställer detaljerna i dem i enlighet med behoven i respektive projekt. Det är viktigt att kontrollera förhållandena under arbetet, både med hänsyn till damm, allmän renlighet och fukt.

Efter kvalitetssäkringsmetoderna behandlas verktyg och metoder för verifiering och uppföljning av resultatet. Det är viktigt att som en del av reparationsplaneringen fastställa hur man efter genomförda reparationer i byggnaden ska kunna försäkra sig om att reparationen lyckats och att de sanitära olägenheterna därmed har eliminerats.

I handbokens sista kapitel behandlas energieffektivitet och hur klimatförändringen påverkar byggnadsbeståndet och valet av reparations sätt. Att förbättra energieffektiviteten blir ofta aktuellt också i reparationsprojekt som gäller fukt- och mikroskador. Vid reparationsplaneringen är det viktigt att säkerställa att en reparerad konstruktion som eventuellt också försetts med extra värmeisolering fungerar bra med hänsyn till värme- och fukttekniken. Det förutspås att klimatförändringen kommer att öka fuktbelastningen särskilt på mantelkonstruktioner. Det bör särskilt beaktas vid planeringen av reparationer som förväntas ha en lång livslängd.

1 Från projektering till lyckade reparationer

1.1

Allmänt om projekt för reparation av fuktskador

Målet med reparationen är att göra byggnaden sund och säker.

Målet för reparationsarbetet är att reparera konstruktionerna så att de fungerar byggnadsfysikaliskt, minska eventuella faktorer som orsakar hälsoproblem samt få byggnaden i sådant tekniskt skick att den tjänar sitt ändamål. Avsikten är inte att ge en gammal byggnad egenskaper som motsvarar en ny byggnad. Den grundläggande principen i reparationsarbetet är att man antingen avlägsnar material och andra källor till föroreningar eller förhindrar att föroreningarna når inneluften. Utöver de byggtekniska reparationerna bör man undersöka behovet av att reparera och reglera inställningarna i fastighetstekniska system.

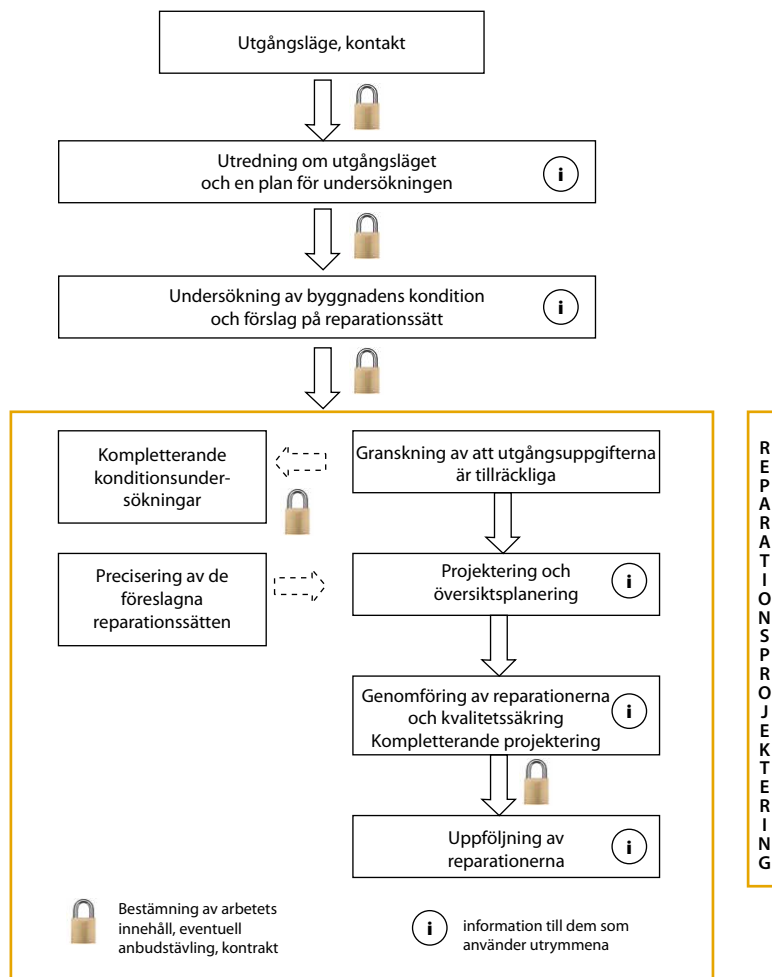
Först är det viktigt att fastställa om det handlar om reparation av en lokal skada som klart kan avgränsas, en normal grundlig reovering som görs utifrån byggnadens livscykel eller en reparation av ett omfattande problem med inneluften, och därefter bestämma vilka åtgärder som behöver vidtas.

Förloppet i ett projekt för att reparera en fukt- och mikroskadad byggnad presenteras i figur 1.1. Särskild uppmärksamhet bör fästas vid arbetets innehåll och behovet av bygglov. Den övergripande processen för att lösa problem med inneluften beskrivs närmare i en handbok som publicerats av Arbetshälsoinstitutet (*Tilaaian ohje sisäilmasto-ongelman selvittämiseen* (Tähtinen K. ja Lappalainen S., 2016)).

En rapport från en utredning om inneluftens kvalitet ger viktig information för planeringen av reparationen.

Planeringen av en reparation av en fukt- och mikroskada startar med att man samlar tillräcklig information för projekteringen. Det viktigaste dokumentet i det här sammanhanget är en utredning om skicket på byggnaden, dvs. **en rapport om utförd undersökning av inneluftens kvalitet**. Konstruktions-, arkitekt- och ventilationsritningar i original eller som eventuellt uppdaterats efter grundliga och andra reoveringar, arbetsbeskrivningar och rapporter från tidigare konditionsundersökningar samt rapporter från asbestundersökningar och undersökningar av skadliga ämnen är andra dokument som vanligtvis behövs vid reparation av gamla objekt. Eventuella bedömningar av exponeringsförhållandena som gjorts vid undersökningarna och bedömningarna av betydelsen för hälsan är också till hjälp vid avgörandet hur brådskande reparationerna är. För utredning av problem i nya objekt behövs dessutom kvalitetssäkringsdokument från byggskedet, som en fuktsäkerhetsplan (fukthanteringsplan) och fuktmätningsprotokoll samt vid behov protokoll över mätning och inställning av ventilationssystemet.

I allmänhet har konditionsundersökaren skaffat dessa dokument redan när konditionsundersökningsplanen upprättades, men om de inte finns att få ska reparationsplaneraren begära dem av beställaren eller komma överens med beställaren om hur de ska skaffas fram. När det gäller gamla objekt kan det vara svårt att få tag på ritningarna i original och beställaren har inte nödvändigtvis



Figur 1.1 Förloppet i ett projekt för att reparera en fukt- och mikrobskadad byggnad.

tillgång till dem direkt. Då kan man söka ritningar till exempel i de arkiv som upprätthålls av byggnadstillsynen i kommunerna och städerna eller hos Riksarkivets verksamhetsställen (f.d. landskapsarkiven). Om byggnader som är skyddade kan det finnas en mycket grundlig redogörelse över byggnadens historia.

Konditionsundersökaren och reparationsplaneraren går igenom resultaten från undersökningen i början av reparationsplaneringen och vid behov på nytt under planeringens gång. Det rekommenderas att konditionsundersökaren medverkar även under reparationsarbetena (till exempel vid de granskningar som ska hållas när konstruktioner rivs).

Enligt markanvändnings- och bygglagen ansvarar projekteraren för att han eller hon har tillgång till de utgångsuppgifter som behövs vid plane-

ringen. Därför bör den som planerar reparationen granska de gamla planerna för att säkerställa att alla riskfyllda konstruktioner har identifierats och ställena i fråga har undersökts samt göra en framställan om eventuella behov av ytterligare undersökningar.

Reparationsalternativen bör granskas ur teknisk, hälsomässig och ekonomisk synvinkel samt med hänsyn till livscykeln.

I början av planeringen fastställs vilka reparationsalternativ som bör tas i beaktande i de olika delarna av byggnaden (byggnadens yttre delar, bottenbjälklag, väggar mot mark, mellanbjälklag, våtrum samt vindsbjälklag och vattentak). De ska

prövas utifrån tekniska och ekonomiska aspekter samt med hänsyn till hälsan (riskerna). I det här sammanhanget ska man också beakta den förväntade livscykeln. Behoven av att förbättra energieffektiviteten och se över ventilationssystemet undersöks vid behov. Reparationsmetoderna och de risker som förknippas med dem samt omsorgsfullt formulerade motiveringar till metoderna bör beskrivas på allmänspråk och gås i genom med beställaren (fastighetsägaren) och i allmänhet också med konditionsundersökaren.

Om hälsoskyddsmyndighetens utlåtande om en eventuell sanitär olägenhet är utgångspunkten för reparationen bör man diskutera med hälsoskyddsmyndigheten i planeringsskedet. Diskussionen säkerställer att reparationsåtgärden riktas till den konstaterade sanitära olägenheten och att myndigheterna får de dokument som behövs för bedömningen av huruvida den sanitära olägenheten har avlägsnats.

Reparationsplanen ska visa hur olägenheten eller konsekvenserna av den kommer att elimineras.

I reparationsplanen ska reparationsplaneraren visa att man med reparationerna åtgärdar de problem som kommit fram i undersökningarna. Över de reparationsmetoder som ska tillämpas utarbetas ett sammandrag som specifikt för varje byggnadsdel beskriver hur olägenheten eller konsekvensen av den för inneluften och användarna kommer att elimineras genom de planerade reparationerna. Av sammandraget ska det framgå hur alla problem och brister som observerats i undersökningarna har behandlats i reparationsplanen. De byggnadstekniska reparationerna påverkar i många fall de fastighetstekniska systemen. Därför är det viktigt att projekterare och experter inom ventilation och byggnadsautomation kommer med i projektet i ett tillräckligt tidigt skede.

Efter att man har bestämt vilka reparationsmetoder som ska tillämpas, utarbetas tillräckligt detaljerade ritningar och arbetsbeskrivningar som innehåller information om de konstruktioner som rivs, repareras och förnyas samt vilka material och metoder som ska användas vid reparationerna. I ritningarna ska tillräcklig uppmärksamhet fästas vid detaljerna i de olika byggnadsdelarna. Att

konstruktionerna fungerar byggnadsfysikaliskt ska utredas och vid behov påvisas med kalkyler. I arbetsbeskrivningarna ges anvisningar om genomförandet på byggplatsen, t.ex. om fukthanteringen, damm- och renhetshanteringen samt kvalitetssäkring av byggarbetena.

Hanteringen av förhållandena och kvalitets-säkringsåtgärderna under arbetets gång samt dokumenteringen av resultaten har en mycket stor betydelse för ett lyckat genomförande av reparationerna. Därför bör anvisningar och krav som gäller nämnda uppgifter inkluderas i reparationsplanen. Redan i planeringsskedet bör man tänka på hur resultatet av reparationerna och byggnadens funktion ska följas upp efter att reparationsarbetena har slutförts och byggnaden tagits i bruk. Av positioneringsscheman som fogas till byggnadens bruks- och underhållsanvisning bör det framgå vilka byggnadsdelar och fastighetstekniska system det rekommenderas att man ska följa upp för att säkerställa att de fungerar.

Vid mycket krävande projekt kan man tillämpa ett särskilt förfarande.

Vid mycket krävande projekt kan man tillämpa ett särskilt förfarande, även om byggnadstillsynsmyndigheten inte skulle kräva det. Då handlar det i allmänhet i första hand om en extern granskning av planerna. Som ett mycket krävande projekt kan man betrakta en reparation där planerings- eller arbetsledningssuppgiften är exceptionellt krävande eller nära den kravnivån. Hur man tillämpar ett särskilt förfarande vid planeringen av ett reparationsarbete beskrivs i en handbok som publicerats av Finlands Byggnadsingenjörersförbund RIL rf (*RIL 241-2016 Rakennuksen turvallisuuden ja terveellisyyden varmistaminen – erityismenettelyn soveltamisohje*).

Man måste vara beredd att ändra planerna under reparationsarbetet.

Särskilt vid reparation av stora, mångformiga byggnader som har en lång reparationshistoria bör man räkna med att det under byggnadsarbetet kommer överraskningar trots heltäckande konditionsundersökningar. I sådana situationer

förutsätts vanligen ytterligare undersökningar samt ändringar i eller kompletteringar till reparationsplanerna, vilket återigen har effekter både för tidtabellen och för kostnaderna för undersökningarna, planeringen och reparationsarbetet.

Hur reparationerna lyckas kan följas upp på många olika sätt.

Om man på ett tillförlitligt sätt kunnat reda ut fukt- och mikrobskadorna och andra källor till föroreningar, kan man anta att rätt utförda åtgärder minskar eller eliminerar problemen med inneluften i byggnaden. Under rivnings- och reparationsarbetena ska man noga övervaka att arbetena utförs enligt planen och granska alla etapper samt upprätta promemorior eller lokalbestämda rumskort över granskningarna. Det är bra att bifoga fotografier som stärker tillförlitligheten. Resultatet av genomförandet utvärderas med hjälp av kvalitetssäkringsåtgärder som fastställts i reparationsplanerna.

Efter reparationsarbetet utses en ansvarig som ser till att tillbörliga inspektioner och underhållsåtgärder görs regelbundet under byggnadens fortsatta användning. **Genom rätt underhåll kan man säkerställa att byggnaden är funktionsduglig under den planerade livslängden, undvika stora och dyra reparationer samt förutse kommande reparationsbehov.** Som ett verktyg för uppföljningen av reparationsresultatet kan man tillämpa en enkät om inneluften som gjorts i början av undersökningsskedet och upprepas efter att reparationerna slutförts. Mätningar av inneluften kan användas som riktgivande verktyg för verifiering av förbättringar i luftkvaliteten. Det bör emellertid märkas att mätresultat ensamma inte på ett tillförlitligt sätt kan påvisa eller utesluta förekomsten av olägenheter i inneluften. Det rekommenderas att både mätningar och enkäter för jämförbarhetens skull görs samma årstid som de utredningar som gjordes före reparationen.

Informationen till användarna får inte glömmas bort under reparationsprojektet och en separat plan ska upprättas för denna uppgift.

Man bör komma ihåg att informera byggnadens användare om hur reparationsplaneringen och reparationsarbetena fortskrider enligt samma principer som i undersökningsskedet. Anvisningar och praktiska exempel om hur man hanterar kommunikationen ges i en handbok som publicerats av Arbetshälsoinstitutet (*Selätä sisäilmastokiista – viesti viisaasti* (Lahtinen et al., 2010)).

1.2

Lagstiftning

Om sundheten i byggnader samt bostads- och arbetsutrymmen, planeringen av byggnader och uppförandet av byggnader föreskrivs i *markanvändnings- och bygglagen* (132/1999, MBL), *hälsoskyddslagen* (763/1994) och *arbetarskyddslagen* (738/2002) samt i förordningar som getts med stöd av lagarna och i anvisningar som förtydligar dem. Vid reparations- och ändringsarbeten på en skyddad byggnad ska man även beakta *lagen om skyddande av byggnadsarvet* (498/2010).

Uppdaterade versioner av de finska lagarna kan läsas på Finlex (www.finlex.fi/sv/). Anvisningar och bakgrundsmaterial som förtydligar lagstiftningen finns på miljöministeriets webbplats (https://www.ym.fi/sv-FI/Markanvandning_och_byggande/Lagstiftning_och_anvisningar/Byggbestammelser).

Markanvändnings- och bygglag

Om byggnaders allmänna sundhet, säkerhet och användbarhet föreskrivs 12 § (Målen för styrningen av byggandet), 117 § (Krav beträffande byggande), 117 a–g § (väsentliga tekniska krav) och 166 § (Underhåll av byggnader) i markanvändnings- och bygglagen. Enligt MBL 166 § ska en byggnad och dess omgivning hållas i sådant skick att den hela tiden uppfyller de sanitära kraven, kraven på säkerhet och användbarhet.

I MBL 119 § bestäms om omsorgsplikten för den som påbörjar ett byggprojekt (oftast fastighetsägaren). Den som påbörjar ett byggprojekt ska se till att byggnaden planeras och byggs i enlighet med de bestämmelser och föreskrifter som gäller byggande samt i enlighet med det beviljade bygglovet.

Vid reparationer och ändringar skall beaktas byggnadens egenskaper och särdrag samt byggnadens lämplighet för den planerade användningen. Ändringarna får inte leda till att säkerheten för

dem som använder byggnaden äventyras eller till att deras hälsomässiga förhållanden försämras. (MBL 117 §)

Behovet av tillstånd för att reparera en fuktskada ska förhandlas om i förväg med kommunens byggnadstillsynsmyndighet.

För reparationer och ändringar i en byggnad krävs **bygglov**, om det är uppenbart att arbetet kan inverka på säkerheten för dem som använder byggnaden eller på deras hälsomässiga förhållanden (MBL 125 §). Kommunens byggtillsynsmyndighet avgör om det behövs ett bygglov eller inte, och därför är det anledning att behandla frågan i ett så tidigt skede som möjligt vid en förhandsöverläggning. En reparation av en klart specificerad och avgränsad fukt- och mikroskada förutsätter i allmänhet inget bygglov.

Om bygglov behövs kan byggnadstillsynsmyndigheten förutsätta att en **utredning om byggnadens skick** som utarbetats av en kompetent person bifogas ansökan om bygglov (MBL 131 §). Om innehållet i en sådan utredning föreskrivs i *miljöministeriets förordning om planer och utredningar som gäller byggande* (MMf 216/2015) och i *miljöministeriets anvisning om planer och utredningar som gäller byggande* (MM3/601/2015), vilken förtydligar förordningen. Planering och genomförande av konditionsundersökningar i fukt- och mikroskadade byggnader och i andra byggnader där det finns problem med inneluften samt analys och rapportering av undersökningsresultaten behandlas i miljöministeriets handbok om utredning av inneluftens kvalitet (*Rakennuksen kosteus- ja sisäilmatekninen tutkimus*).

I markanvändnings- och bygglagen fastställs de **väsentliga tekniska kraven** beträffande byggande. Dessa krav handlar om konstruktioners hållfasthet och stabilitet, brandsäkerhet, sundhet, säkerhet vid användning, tillgänglighet, bullerskydd och ljudförhållanden, energiprestanda samt skyldighet att upprätta bruks- och underhållsanvisningar för byggnader.

Närmare föreskrifter om byggande och miljöministeriets anvisningar med motiveringspromemorior och annat bakgrundsmaterial har samlats till **Finlands byggbestämmelsesamling**. Utöver dem har organisationer och föreningar i byggbranschen

utarbetat anvisningar för planering och byggande vilka generellt anses företräda god byggnadssed.

Vid planeringen av byggande ska det finnas en **huvudprojekterare** som ansvarar för planeringen som helhet och planeringens kvalitet. Huvudprojekterarens uppgifter har preciserats i *statsrådets förordning om ändring av markanvändnings- och byggförordningen* (SRf 215/2015). Enligt förordningen ska huvudprojekteraren i samarbete med den som påbörjar ett byggprojekt bland annat se till att tidtabellen för projektet och projekteringen är tillräckliga, att utgångsuppgifterna för planeringen är omfattande och uppdaterade, att planerna är tillräckliga, att tillståndshandlingar utarbetas och sköta om ansvarsfördelningen och samarbetet mellan projekterarna och förfarandena för samordning av planeringen.

Vid ett reparations- och ändringsarbete ska huvudprojekteraren dessutom, så som projektets karaktär och omfattning förutsätter, utreda byggnadens byggnadshistoria, byggnadens särdrag och skick, tidigare utförda undersökningar, reparationer och ändringar och vilka konsekvenser för planeringen sådana omständigheter har som kommer fram under byggnadsarbetet då konstruktioner öppnas eller rivs.

Vid planeringen av byggande ska det finnas en **byggprojekterare** och behövliga **specialprojekterare** som ansvarar för projektbeskrivningen (MBL 120 b och 120 c §). Projekterarna ska se till att de har tillgång till de utgångsuppgifter som behövs vid planeringen och att beskrivningarna uppfyller kraven i de bestämmelser och föreskrifter som gäller byggande och kraven på god byggnadssed.

Uppgiften att projektera en reparation av en fuktskada räknas som specialprojektering.

Den specialprojekterare som behövs för reparation av en fukt- och mikroskadad byggnad kallas **projekterare av reparation av fuktskada**. Om denna specialprojekteringsuppgift bestäms i *statsrådets förordning om bestämmande av svårighetsklassen för projekteringsuppgifter vid byggande* (SRf 214/2015) och med stöd av den har miljöministeriet gett ut sin *anvisning om svårighetsklasser för arbetsledningsuppgifter* (YM1/601/2015). Att beakta omständigheterna i anslutning till sundheten för att förbättra kvaliteten på planeringen av reparationerna och

därigenom säkerställa kvaliteten på byggnadsarbetet framhävs i uppgiften som specialprojekterare. **I denna handbok används "reparationsplanerare" som allmän beteckning på dem som projekterar reparationer av fuktskador.**

Enligt *miljöministeriets förordning om byggnaders fukttekniska funktion* (MMf 782/2017) ska huvudprojekteraren, byggprojekteraren och specialprojekteraren i enlighet med sina respektive uppgifter sörja för projekteringen av en byggnad så att byggnaden i enlighet med sitt användningsändamål uppfyller de väsentliga tekniska kraven på fuktteknisk funktion. Projekteraren ska klarlägga **det ursprungliga byggsättet och konstruktionens fukttekniska funktion**. I förordningen föreskrivs vidare hur man vid reparations- och ändringsarbeten i en byggnad kan förfara i fråga om konstruktionernas fukttekniska funktion.

Reparationsplanen för en fuktskada ska innehålla uppgifter om åtgärder med hjälp av vilka de olägenheter som förorsakas av en fuktskada eller dess verkningar på inneluften och användarna undanröjs samt uppgifter om reparerade konstruktioners eller systems funktion under deras planerade livslängd (MMf 216/2015, 16 §). Konstruktionsritningarna för reparations- eller ändringsarbeten ska dessutom innehålla uppgifter om de konstruktioner som förblir i bruk och deras funktion samt konstruktioner som eventuellt rivs (MMf 216/2015, 11 §).

Energieffektiviteten ska förbättras i anslutning till tillståndspliktiga reparations- och ändringsarbeten eller när användningsändamålet för en byggnad ändras, om det är tekniskt, funktionellt och ekonomiskt möjligt. Om åtgärder för att förbättra energieffektiviteten föreskrivs i *miljöministeriets förordning om förbättring av byggnaders energiprestanda vid reparations- och ändringsarbeten* (MMf 4/2013).

Enligt 120 d § i markanvändnings- och bygglagen uppdelas **projekteringsuppgifterna** i allmänhet upp i fyra olika **svårighetsklasser**, för att man ska kunna fastställa behörigheten hos den projekterare som behövs för en uppgift. Ju mer krävande projekteringsuppgift det handlar om, desto högre utbildning och längre arbetslivserfarenhet förutsätter projekteringen. De allmänna svårighetsklasserna är följande: ringa, sedvanlig, krävande och exceptionellt krävande. **En uppgift att planera en reparation av en fuktskada omfattar inga projekteringsuppgifter som kan klassificeras som ringa.** Byggnadstillsynsmyndigheten fastställer svårig-

hetsklassen för projekterings- och arbetsledningsuppgifterna utifrån de utredningar som gjorts om byggnadens skick.

Om **behörighetsvillkoren för projekterare** (utbildning och erfarenhet) bestäms i 120 e § i markanvändnings- och bygglagen. Enligt bestämmelsen ska en projekterare av ett reparations- eller ändringsarbete ha erfarenhet av projektering av reparationer eller ändringsarbeten. Behörighetskraven klarläggs i *miljöministeriets anvisning om byggnadsprojekterares behörighet* (MM2/601/2015). Byggnadstillsynsmyndigheten ska bedöma om den anmälda projekteraren har behörighet för uppgiften i fråga (MBL 120 f §).

Med stöd av MBL 150 d § kan byggnadstillsynsmyndigheten vid ett reparations- eller ändringsarbete, om det handlar om ett särskilt krävande projekt, även förutsätta ett **särskilt förfarande**, om objektet är förknippat med en särskild risk för att de krav som ställs på sundhet eller byggnadsfysikalisk funktion inte kommer att uppfyllas. Ett särskilt förfarande är vanligtvis en oberoende och kvalificerad sakkunnigs utlåtande om specialplanerna, eventuellt i kombination med en extern granskning av genomförandet på byggplatsen (MBL 150 c §).

Vid byggnadsarbete som kräver bygglov ska det finnas en **ansvarig arbetsledare** som leder byggnadsarbetet. Om ett byggnadsarbete som förutsätter bygglov eller en del av det är krävande, kan byggnadstillsynsmyndigheten bestämma att det vid byggnadsarbetet också ska finnas **arbetsledare för andra specialområden** (MBL 122 a §).

Arbetsledningsuppgifterna inom ett byggnadsarbete uppdelas i samma **svårighetsklasser** (MBL 122 b §) som projekteringsuppgifterna. Om behörighetsvillkoren för arbetsledare och arbetsledare för specialområden bestäms i 122 c § i markanvändnings- och bygglagen. För dessa redogörs i *miljöministeriets anvisning om svårighetsklassen för arbetsledaruppgifter vid byggande och om arbetsledares behörighet* (MM4/601/2015).

Vid reparations- och ändringsarbeten på en byggnad behövs en rivnings- och en skyddsplan samt beskrivningar och planer för fukt-hanteringen.

Om innehållet i rivnings- och skyddsplaner bestäms i *miljöministeriets förordning om planer och*

utredningar som gäller byggande (14 §). En plan ska innehålla uppgifter om vilka byggnadsdelar som rivs, rivningsåtgärder och förhindrande av olägenheter av sådana, åtgärder genom vilka byggnadsdelar och ytorna skyddas samt åtgärder genom vilka det område där reparationen utförs avskiljs från den del av byggnaden som är i bruk.

Om innehållet i **fuktsäkerhetsbeskrivningar och fuktsäkerhetsplaner** bestäms i *miljöministeriets förordning om byggnaders fukttekniska funktion* (12 och 13 §) och i *miljöministeriets förordning om planer och utredningar som gäller byggande* (15 §). Planen ska innehålla uppgifter om åtgärder genom vilka byggnadsmaterial och byggprodukter samt byggnadsdelar skyddas från olägenheter förorsakade av väder eller förhållanden på byggplatsen samt åtgärder med hjälp av vilka byggnadsmaterial och byggprodukter samt byggnadsdelar skyddas mot fukt samt säkerställande av att konstruktionerna är tillräckligt torra.

Den som påbörjar ett byggprojekt ska se till att det på byggplatsen förs ett **inspektionsprotokoll för bygget** (MBL 150 f §). Anteckningarna i det bildar en beskrivning av hur hela byggnadsarbetet förlöper. Om detta har miljöministeriet gett ut en *anvisning om utförande av och tillsyn över byggnadsarbete* (MM5/601/2015).

Den som påbörjar ett byggprojekt ansvarar för att det utarbetas **anvisningar för bruk och underhåll** av byggnaden, om åtgärden förutsätter bygglov (MBL 117 i §). De ska innehålla uppgifter som med beaktande av byggnadens användningsändamål och egenskaper samt byggnadsdelarnas och anordningars planerade livslängd behövs för att byggnaden ska kunna användas och underhållsskyldigheten ska kunna fullgöras. Bruks- och underhållsanvisningarna ska vara tillräckligt klara vid slutsynen (MBL 153 §).

Hälsoskyddslag

Enligt 26 och 27 § i *hälsoskyddslagen* ska inneluften i bostäder och andra utrymmen inomhus vara sådant att det inte förorsakar sanitär olägenhet. Om inneluften kan ge upphov till en sanitär olägenhet för den som vistas i bostaden eller utrymmet, ska åtgärder för att utreda, avhjälpa eller begränsa olägenheten och de faktorer som föranlett den vidtas utan dröjsmål. Om kraven på sunda förhållanden på arbetsplatser och om arbetsgivarens ansvar för beskrivs i arbetarskyddslagen.

Arbetarskyddslag

Enligt *statsrådets förordning om säkerheten vid byggarbeten* (SRf 205/2009), som stiftats med stöd av arbetarskyddslagen (738/2002), ska byggherren (= den som påbörjar ett byggprojekt enligt markanvändnings- och bygglagen) för varje byggprojekt utse en kompetent säkerhetskoordinator som motsvarar byggprojektets kravnivå. Säkerhetskoordinatoren ska sörja för de åtgärder angående säkerhet och hälsa som avses i 5–9 § i förordningen.

Vid projekteringen och planeringen av ett byggprojekt ska byggherren se till att utförandet av byggnadsarbetet beaktas i den arkitektoniska och byggnadstekniska planeringen och planeringen av tekniska system samt vid planering som ansluter sig till arrangemangen vid genomförandet av byggprojektet, så att arbetet kan utföras säkert och utan att arbetstagarnas hälsa äventyras. Byggherren ska i projekteringsuppdraget kräva av planeraren att arbetarskyddet beaktas vid byggarbetet. Vid rivning av byggnadsdelar och byggmaterial som innehåller asbest ska bestämmelserna i *statsrådets förordning om säkerheten vid asbestarbeten* (SRf 798/2015) iakttas.

Lag om skyddande av byggnadsarvet

Vid reparation av skyddade byggnader ska man ta fasta på byggnadernas särdrag. Byggnader kan skyddas genom planläggning, med stöd av *lagen om skyddande av byggnadsarvet* (498/2010) och beträffande kyrkliga byggnader med stöd av *kyrkolagen* (1054/1993). För bevarande av byggnadsarvet kan man skydda byggnader, konstruktioner, byggnadsgrupper eller bebyggda områden som är av betydelse med avseende på byggnadshistoria, byggnadskonst, byggnadsteknik eller särskilda miljövärden eller med avseende på en byggnads användning eller händelser som är förknippade med den.

I skyddsbestämmelserna i en plan eller i ett skyddsbeslut som baserar på byggnadsarvslagen fastställs vilka delar eller egenskaper skyddet av en byggnad gäller. Sådana delar eller egenskaper är till exempel fasader, fast inredning och miljö kring byggnaden. I praktiken innebär skyddet att byggnaden och/eller miljön ska bevaras i det skick som skyddet förutsätter och att reparationer och ändringar ska göras utan att äventyra det kulturhistoriska värdet.

När man börjar planera en reparation av ett skyddat objekt är det mycket bra att kontrollera vad skyddet omfattar och vilka konsekvenser det har hos den myndighet som har hand om byggnadsskyddet (beroende på regionen antingen landskapsmuseet eller Museiverket). Av myndigheten behövs i allmänhet också ett utlåtande som underlag för byggnadstillsynens, närings-, trafik- och miljöcentralens (NTM), Kyrkostyrelsens eller undervisnings- och kulturministeriets beslut om tillstånd.

1.3

Svårighetsklasser för projekteringsuppgifter vid reparation av en fuktskada

Vid revideringen av markanvändnings- och bygglagen togs projektering av reparation av fuktskador in som ett nytt projekteringsområde. Sådan projektering behövs i allmänhet i byggnader där fukt- och mikrobskador orsakar eller kan orsaka sanitära olägenheter.

Svårighetsklassen för en projekteringsuppgift vid reparation av en fuktskada kan vara sedvanlig, krävande eller exceptionellt krävande.

Grunderna för bestämmandet av svårighetsklasserna för projekteringsuppgifter behandlas i promemorian för *statsrådets förordning om bestämmande av svårighetsklassen för projekteringsuppgifter vid byggande*. I samma byggnad kan det för olika projekteringsområden eller byggnadsdelar finnas projekteringsuppgifter av olika svårighetsklass.

En projekteringsuppgift är **sedvanlig**, när fukt- och mikrobskadorna kan definieras och avgränsas klart, och byggnadens användningsändamål eller andra egenskaper inte ställer några särskilda krav på projekteringen. I en sådan situation förekommer skadorna i huvudsak på konstruktionernas ytor eller skadorna inuti konstruktionerna finns i ett klart avgränsat område och kan upptäckas med enkla metoder.

En projekteringsuppgift är **krävande**, om det i projekteringsobjektet finns omfattande fukt- eller mikrobskador eller reparationen av skadorna förutsätter en betydande ändring av konstruktionens fukttekniska funktion. En sådan uppgift är till exempel projekteringen av en reparation av en omfattande fuktskada, där fasaden och andra konstruktioner samt värmeisoleringen måste förnyas. Om reparationen av en fuktskada gäller en skyddad byggnad, men inte påverkar de skyddade särdragen, hör projekteringsuppgiften i allmänhet till den krävande svårighetsklassen.

En projekteringsuppgift är **exceptionellt krävande** i följande fall:

- Byggnadens konstruktioner har omfattande fukt- eller mikrobskador trots att fuktskador har reparerats tidigare.
- Konstruktionernas fukttekniska funktion bör säkras med särskilda tekniska system (till exempel undertrycksreglering) eller andra specialmetoder, om de skadade materialen inte kan tas bort till exempel av orsaker som hör samman med byggnadsskyddet.
- Byggnadens användningsändamål, målnivå för inneluften eller egenskap medför exceptionella krav (till exempel reparation av en fuktskada i ett sjukhus där man förutsätter exceptionellt ren inneluft samt värme- och fuktkontroll).
- Konstruktionerna i den byggnad som ska repareras innehåller rikliga halter av skadliga ämnen som härrör från byggmaterialen eller som trängt in i konstruktionerna under byggnadens användning, och som måste tas i beaktande vid planeringen.
- En fuktskada ska repareras i en skyddad byggnad och reparationen påverkar de skyddade särdragen (till exempel reparation av en svår fuktskada inuti en skyddad byggnad som förutsätter samordnande av en byggnadshistorisk undersökning, byggnads- och konstruktionsprojektering samt fastighetsteknisk projektering).

Behörighetskrav som ställs på projekterare

Mångsidig kunskap och erfarenhet samt samarbete med konditionsundersökaren förutsätts av den som projekterar en reparation av en fuktskada.

Projekteringen av ett reparations- och ändringsarbete på en fukt- och mikrobskadad byggnad kräver specialkunskap och nära samarbete med den konditionsundersökare som genomfört undersökningen av inneluftens kvalitet. Reparationen av skador och brister som försämrar inneluften förutsätter att reparationsplaneraren känner till konstruktionslösningar och -typer, fastighetstekniska systemen, byggnadsmaterial och riskfyllda konstruktioner från olika tidsperioder. Vid analysen av utgångsuppgifterna framhävs reparationsplanerarens förmåga att tolka gamla ritningar och beskrivningar. Planeraren bör dessutom kunna hantera gamla konstruktioners och byggnadsdelars byggnadsfysikaliska funktion, särskilt när det gäller olika former av värme- och fuktöverföring, för att kunna förstå enligt vilka mekanismer fukt- och mikrobskadan har uppkommit och kunna ta dem i beaktande vid projekteringen av reparationerna. Det är också väsentligt att planeraren känner till de arbetsmetoder som ska tillämpas vid rivnings- och reparationsarbetena, bestämmelserna om arbets säkerhet och kvalitetssäkringsmetoderna som gäller arbetena samt det allmänna projektförloppet och de olika parternas uppgifter i det.

Planeraren förutsätts vidare känna till de normala halterna av skadliga ämnen och av mikrobiologiska och kemiska källor till föroreningar i inneluften samt metoderna för att mäta och undersöka dem, för att kunna bedöma resultaten i konditionsundersökningsrapporten och vilka åtgärder de kräver. För att förstå effekten av föroreningars exponeringsvägar måste planeraren känna till principerna för hur olika ventilationssystem fungerar samt vilken betydelse läckagevägar och tryckförhållandena i byggnaden har. I objekt med svåra och komplexa problem ökar vikten av samarbete och kommunikation mellan de olika parterna. Reparationsplaneraren måste kunna motivera de

valda reparationslösningarna både för byggnadens ägare och för dem som använder utrymmena.

Projekterarnas behörighet kan verifieras genom ett behörighetsförfarande som genomförs av en oberoende part.

För närvarande har de som projekterar reparationer av fukt- och mikrobskador mycket olika utbildningsbakgrund och kompetens och det finns mycket stora variationer i tolkningen av typen av och svårighetsklassen för projekteringsuppgifter vid reparations- och ändringsarbeten. På senare år har projekterarnas utbildning, kompetensnivå och systemen för att verifiera behörigheten utvecklats och förenhetligats. I *miljöministeriets anvisning om byggnadsprojekterares behörighet* fastställs hurdana examina, studier och projekteringserfarenheter som förutsätts i olika svårighetsklasser. I krävande och exceptionellt krävande projekteringsuppgifter ska studierna förutom studier i byggnadsfysik och konstruktionsteknik även ha omfattat studieprestationer inom fastighetstekniska system, inomhusmiljöförhållanden och metoder för analys av byggnadens skick.

Behörigheten hos personer som projekterar reparationer av fuktskador verifieras av FISE Ab. Bolaget har fastställt lägsta möjliga studiepoäng inom olika ämnesområden samt minsta möjliga projekteringserfarenhet för behörigheten. Övergällande behörigheter upprätthåller FISE Ab ett register som är förenligt med personuppgiftslagen. Registret finns på FISE:s webbplats (www.fise.fi). En behörighet kan också påvisas specifikt för ett projekt med utgångspunkt i personens examen, fortbildning, kompletterande utbildning och erfarenhet.

Arbetserfarenheten är en viktig del av behörigheten.

Att samla praktisk erfarenhet är viktigt för den som vill bli behörig. Planeraren bör skaffa sig arbetserfarenhet genom att tillsammans med en erfaren planerare utarbeta reparationsplaner för reparations- och ändringsarbeten på byggnader av olika typer och från olika tidsåldrar. Den erfarna plane-

raren är ansvarig planerare vid valet av reparationsmetoder i början av projekteringen. Senare är den erfarna planeraren den som granskar reparationsplanerna och arbetsbeskrivningarna. Erfarenhet av att ha arbetat som konditionsundersökare av fukt- och mikrobskador är till nytta särskilt när det gäller att granska gamla ritningar och analysera orsakerna till skadorna.

2 Projektering av reparation av en fukt- och mikrobskadad byggnad

2.1

Reparationsprojektets förlopp

2.1.1

Parter i projektet

Ett reparationsprojekt omfattar flera olika parter och deras uppgifter kan grupperas i byggherreuppgifter, projekteringsuppgifter, byggnadsuppgifter och myndighetsuppgifter.

Den som påbörjar ett byggprojekt är i de flesta fall fastighetsägaren. Till vardags brukar man kalla den som påbörjar ett byggprojekt för bygg-

herre eller beställare. **Beställaren** kan ha hjälp av en separat **byggherrekonsult** för skötseln av sina uppgifter.

Den för projektet utsedda **huvudprojekteraren** ansvarar för projekteringen som helhet och kvaliteten på den samt för samordnandet av arbetet i projekteringsgruppen. Till projekteringsgruppen hör en byggprojekterare och följande specialprojekterare: konstruktionsplanerare, fastighetstekniska planerare (inom VVS, el och byggnadsautomation och även till exempel en geoteknisk planerare och en livscykelplanerare.

Byggprojekteraren (arkitekten) har till uppgift att utveckla en arkitektonisk helhetslösning för slutprodukten med utgångspunkt i målsättningarna för projektet. **Konstruktionsprojekteraren** ansvarar för de byggtekniska projekteringsuppgifterna och har till uppgift att förutom sedvanlig konstruktionsplanering fungera som planerare för reparationen av fuktskadan, dvs. som **reparationsplanerare**. **Planeringen av uppvärmnings-, el-, byggnadsautomations- samt vatten -och avloppssystemen** utgör egna projekteringsområden.

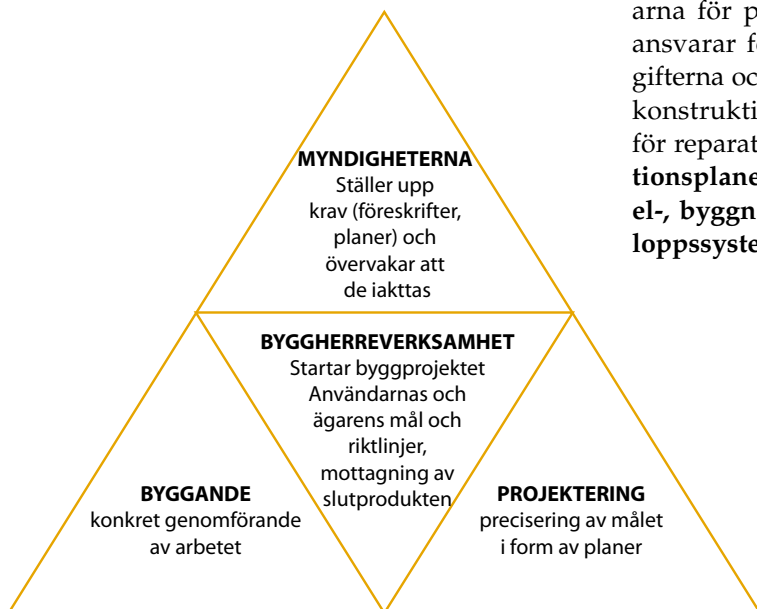


Bild 2.1. Uppgifter som parterna har i olika skeden av ett reparationsprojekt (byggherreverksamhet, projektering, byggande, fastställande av myndigheternas krav och tillsyn över att kraven uppfylls). (RT 10-11222)

De förekommer i någon form och från fall till fall även vid reparationer av fukt- och mikroskador, och särskilt planeringen av ventilationen kan ha en mycket stor betydelse för slutresultatet.

Byggprojektet kan förutom projekterarna också omfatta **speciale experter** inom olika delområden av projekteringen. Uppgifter i anslutning till fukt- och renhetshandlingarna, brandtekniska projekteringsuppgifter, akustiska planeringsuppgifter samt expertuppgifter i anslutning till inneluften är exempel på specialuppgifter. Experter kan kopplas till byggprojektet separat, eller så kan deras uppgifter inkluderas i uppdragen inom de olika projekteringsområdena. Experter kan också anlitas för skötseln av byggherreuppgifterna och därtill som stöd för entreprenörerna i byggskedet, då de t.ex. kan ge handbok i utförandet och kvalitetskontrollen av reparationsmetoder som förutsätter särskilda kunskaper.

Entreprenörerna ser till att slutprodukten enligt projekteringshandlingarna, i det här fallet reparationsarbetet, utförs i enlighet med god byggnads sed. Ett byggnadsprojekt omfattar i regel entreprenörer från flera olika branscher. Därför är det viktigt att fästa uppmärksamhet vid gränserna mellan olika entreprenörers arbeten.

Byggnadstillsynsmyndigheten har till uppgift att övervaka byggverksamheten med hänsyn till det allmänna intresset och för sin del se till att lagar, förordningar och föreskrifter iakttas vid tillståndspliktigt byggande. Särskild uppmärksamhet fästs vid behörigheten och förpliktelserna i fråga om parterna i byggprojektet.

Byggnadens användare har en viktig roll särskilt vid reparation av en fukt- och mikroskadad byggnad, eftersom målet med reparationsarbetena är att förbättra kvaliteten på inneluften och de sanitära förhållandena. Användarna återvänder oftast till samma byggnad efter reparationen.

2.1.2

Hantering av helheten

I projekteringen av en reparation på en fukt- och mikroskadad byggnad bör särskild uppmärksamhet fästas vid hanteringen av helheten. Effekterna

av reparationen och av de ändringar som görs i anslutning till reparationen ska granskas i förhållande till hela byggnadens byggnadsfysikaliska funktion, även om reparationsarbetet bara skulle beröra en del av byggnaden. Flera delreparationer som görs i olika utrymmen och byggnadsdelar vid olika tidpunkter kan rubba helheten, ifall de projekteras och genomförs som fristående reparationer.

Hantering av helheten förutsätter att de olika parterna i projektet sätter sig in i byggnadens särdrag och i de utredningar som gjorts om byggnadens skick, eventuellt också om byggnadens historia. Dessa utgör viktigt material för reparationsprojekteringen parallellt med de planer och beskrivningar som har upprättats ursprungligen eller vid eventuella tidigare reparationer.

Huvudprojekteraren förutsätts ha förmåga att förstå hur de kommande reparationerna förutom interiören och exteriören kommer att påverka byggnadens tekniska funktion. Därtill bör huvudprojekteraren ha beredskap att samordna dessa mål för att man ska åstadkomma en säker och sund byggnad.

Att säkerställa att byggnadsdelarna och de fastighetstekniska systemen är kompatibla med varandra är i nyckelposition när man eftersträvar en förbättrad kvalitet på inneluften. Därför bör specialprojekterarna, särskilt de som planerar reparationen och ventilationen, samarbeta intensivt till exempel vid planeringen av de frågor som påverkar tryckförhållandena i byggnaden.

När en fukt- och mikroskadad byggnad ska repareras är det mycket viktigt att involvera användarna av byggnaden från första början. På det sättet kan man säkerställa ett lyckat slutresultat. Användarna är hela tiden medvetna om vad projektet inbegriper och hur det fortskrider, och de kan bindas till processen med hjälp av arbetet i inneluftsgruppen.

2.1.3

Beställarens uppgifter

Beställaren ska sörja för att reparationsarbetet projekteras och genomförs i enlighet med byggbestämmelserna och -föreskrifterna. Beställaren

förutsätts ha tillräcklig beredskap att genomföra projektet, med beaktande av projektets svårighetsklass. Dessutom förutsätts beställaren anlita projekterare och arbetsledare som uppfyller behörighetsvillkoren samt projektledare som är insatta i reparation av fuktskador. Beställaren ska i förväg fastställa svårighetsklasserna (se kapitel 1.3) för projekteringsuppgifterna (vid behov genom att fråga efter byggnadstillsynsmyndighetens åsikt i förväg), behörighetsvillkoren för projekterarna (se kapitel 1.4.) samt behovet av specialprojekterare och speciale experter och deras uppgifter. Uppgifter från den konditionsundersökare som utrett skicket på byggnaden och dennes sakkunskap behövs under både projekteringen och genomförandet på byggplatsen. Därför bör tillräckligt med arbetstid reserveras för konditionsundersökaren med beaktande av reparationsprojektets omfattning och svårighetsklass.

Ett projekt för att reparera en fukt- och mikrob-skada, liksom andra husbyggnadsprojekt, genomförs i etapper. De uppgiftshelheter som ingår i ett projekt har fastställts i en uppgiftslista som ingår i RT-kortet RT 10-11284 (*Hankkeen johtamisen ja rakennuttamisen tehtäväluelletelo HJR18*).

Beställaren ska definiera projekterarna och experternas uppgifter i det inledande skedet av projektet.

Enligt uppgiftsförteckningen HJR18 är de egentliga projekterarna inte med ännu i det skede när man planerar projektet, utan de utses först efter att projektplanen har godkänts. Det rekommenderas emellertid starkt att man för utarbetandet av projektplanen anlitar projekterare som är inriktade på reparation av fukt- och mikrob-skador och drar fördel av deras sakkunskap när man väljer reparationsmetoder och bedömer riskerna och uppskattar kostnaderna i anslutning till metoderna.

Genast i början av projektet bör beställaren göra klart för sig vilka ritningar och beskrivningar som behövs för genomförandet av reparationsarbetet och i anbudsinfördran detaljerat ange vem som ansvarar för utarbetandet av ritningarna och beskrivningarna. Vid reparationer av fukt- och mikrob-skador behöver man – utöver de planer som behövs vid sedvanliga grundliga renoveringar – även vissa specialplaner och -beskrivningar, som

till exempel planer för undertrycksreglering, detaljer kring förbättring av lufttätheten i fogar mellan byggnadsdelar och plan för uppföljning av resultatet av reparationsarbetet samt anvisningar för fukt-, damm- och renhethantering och kvalitetskontrollen på byggplatsen.

De krav som ställs på innehållet i reparationsplaner grundar sig på en uppgiftsförteckning i RT-kortet RT 103087 (*Rakennesuunnittelun tehtäväluelletelo RAK18*). I förteckningen har de ansvariga specialplanernas uppgifter indelats i grunduppgifter som ingår i samtliga projekt, uppgifter som ingår i reparationsprojekt och uppgifter som beställs separat. Uppgifter som ska beställas separat är sådana som man alltid kommer överens om specifikt för varje projekt. Det bör märkas att uppgiftsförteckningar inom olika projekteringsbranscher inte behandlar alla planer och beskrivningar som behövs vid reparationer av fukt- och mikrob-skador. Därför bör beställaren vid sammanställandet av anbudsbegäranden fästa särskild uppmärksamhet vid innehållet i projekteringsuppgifterna och sakkunniguppgifterna.

2.1.4

Skeden i ett reparationsprojekt

En omfattande reparation av en fukt- och mikrob-skada eller en grundlig sanering startar i allmänhet med **projektplanering**, men när det gäller lokala skador i mindre omfattning som ska repareras med enkla metoder kan man gå direkt till planeringen av genomförandet. Då är antalet projekterare och experter som medverkar i projektet och mängden behövliga planeringsdokument självfallet mindre än vid en grundlig sanering eller ett omfattande arbete för att reparera en fukt- och mikrob-skada.

Att utreda byggnadens skick, till exempel att göra en utredning om inneluftens kvalitet, anses ingå i projektplaneringsskedet. När det gäller skyddade objekt ska byggnadshistorian utredas. Vid projektplaneringen bestäms reparationsåtgärderna och graden av reparation som fukt- och mikrob-skadorna förutsätter i varje byggnadsdel (se kapitel 3.3.2 *Avlägsnande av skadat byggmaterial*) genom jämförelser av olika alternativ. Dessutom fastställs målen för energieffektiviteten, kvalitetsmålen för inneluften, fukthanteringen samt damm- och renhethantering och beaktas effekterna av bestämmelserna om en skyddad byggnad. Den här processen behandlas närmare i kapitel 4 i denna

handbok, Kvalitetssäkringsmetoder. I det här skedet är det dessutom bra att planera informationen och kommunikationen om projektet: när det gäller objekt som lider av mycket svåra problem med inneluften kan bra kommunikation inte framhävas till övermått.

Efter att projektplanen godkänts vidtar **förslags- och översiktsplaneringen**. Det här skedet kallades tidigare utkastplanering. Översiktsplaneringen resulterar i byggnadsdelsspecifika planer, utredningar och beslut om reparationsmetoderna som behövs för bygglovsansökan.

Vid **genomförandeplaneringen** förädlas översiktsplanen till dimensionerade planer och materialspecifikationer som behövs för byggandet. Under **beredningen av byggandet** fastställs kraven på genomförandet av byggnadsarbetena och metoderna för kvalitetssäkring, till exempel beträffande fukthantering, renhetshantering och lufttäthet. Under dessa två skeden är det viktigt att se till att projekteringen resulterar i planer som är förenliga med målen och som kan godtas med hänsyn till kraven på teknik, funktionalitet, ekonomi, arkitektur osv. Om en entreprenör valts för reparationen redan i planeringsskedet, är det bra att höra entreprenörens syn på de planerade lösningarnas genomförbarhet. I det här skedet är det mycket viktigt att styra planeringen och under huvudplanerarens ledning samordna planerna, för att det inte ska finnas några motstridigheter mellan planerna inför byggskedet. När det gäller säkerställandet av sundheten i byggnaden kan man ha stöd av en expert på hälsoriktigt byggande eller en reparationsprojekterare som är insatt i byggnadshälsa.

I **byggskedet** ska man se till att genomförandet är förenligt med planerna och säkerställa att slutresultatet uppfyller målen. Vidare ska man sörja för behövlig beredskap för användningen och underhållet. Trots heltäckande undersökningar av inneluftens kvalitet och undersökningar av farliga ämnen samt omsorgsfull planering bör man förbereda sig på att planerna måste kompletteras och ändras på grund av ny information som framkom-

mer under rivnings- och reparationsarbetet. Under byggnadsskedet ska man sörja för övervakningen av byggnadsarbetet, granskningen av arbetet och verifieringen av resultatet samt kontrollen av att byggnadsprodukterna uppfyller kraven. Vid reparationsbyggnad är det nödvändigt och motiverat att anlita en konditionsundersökare och en reparationsplanerarens sakkunskap, t.ex. när man synar konstruktioner i samband med rivning samt som stöd för den normala byggplatsövervakningen. Det rekommenderas att de även kallas till byggplatsmöten och möten med entreprenörerna. Den behövliga bruks- och underhållsberedskapen uppkommer genom att man utarbetar anvisningar för användningen av och underhållet på byggnaden samt en plan för uppföljningen av reparationsarbetena.

Vid mottagandet kontrollerar man att reparationsarbetet har utförts enligt planerna och att byggnaden efter reparationsarbetet fungerar som planerat. Dessutom ska man se till att entreprenörernas överlåtelsehandlingar (t.ex. kvalitetssäkringsdokumenten), bruks- och underhållsanvisningen samt planen för uppföljning av reparationsarbetena har upprättats på tillbörligt sätt. Byggnadstillsynsmyndigheten godkänner **ibruktagandet** av byggnaden vid slutsynen.

De egentliga byggnadsarbetena upphör vid **ibruktagandet**, när man säkerställer att systemen fungerar och ger handbok i användningen av dem.

Under garantitiden och även därefter ska man följa upp byggnadens funktion, göra justeringar i de fastighetstekniska systemen under garantitiden, hålla behövliga inspektioner och åtgärda eventuella brister. Vid projekt för att reparera fukt- och mikrobskador fortsätter man i allmänhet uppföljningen även efter garantitiden. I uppföljningen deltar oftast också företrädare för fastighetsskötseln.

Bild 2.2 visar de viktigaste uppgifterna som kommer an på reparationsprojektören, beställaren och en särskild expert på inomhusluft i de olika skedena av reparationsprojektet.



Bild 2.2. De viktigaste uppgifterna som kommer an på reparationsprojektören, beställaren och en särskild expert på inneluft i de olika skedena av reparationsprojektet.

2.2

Reparationsplaner

2.2.1

Översiktsplaner

Efter att en konditionsundersökning har gjorts och resultaten rapporterats följer nästa skede i projektet – reparationsprojekteringen. Vid reparationsprojekteringen är det ytterst viktigt att handlingarna från konditionsundersökningen har lämnats till reparationsplaneraren genast när projekteringen startade. För att reparationsarbetet ska leda till ett gott resultat är det särskilt viktigt att reparationsplaneraren och konditionsundersökaren samarbetar tätt under såväl projekteringen som byggskedet.

Reparationsplaneraren ska säkerställa att det finns tillräckligt med utgångsuppgifter och vid behov föreslå ytterligare undersökningar.

Reparationsplanerarens första uppgift är att sätta sig in i rapporten från undersökningen om luftens kvalitet, en eventuell utredning om byggnadshis-

torian och de handlingar som finns tillhanda om objektet samt skapa sig en uppfattning om konstruktionerna i objektet, deras byggnadsfysikaliska funktion och hurdana reparationer som behövs.

Av den undersökningsrapport som ger utgångsuppgifter för reparationsprojekteringen ska det klart framgå vilka avvikelser och skador som behöver åtgärdas, var de finns, deras omfattning och vad de beror på. Rapporten ska också innehålla en bedömning av om användarna på grund av bristerna och skadorna kan exponeras för avvikande halter av föroreningar som härrör från konstruktionerna, ventilationssystemet eller ytmaterialen. Det rekommenderas också att man utifrån exponeringsstyrka och varaktighet bedömer hur betydande risker det kan vara fråga om. Undersökningarna av objektet ska göras i sådan omfattning och med sådan exakthet att man i åtgärdsförslagen inte längre behöver hänvisa till fortsatta undersökningar för att kunna fastställa vilka åtgärder som eliminerar olägenheten. Rapporten ska visa de alternativa reparationsätten i huvuddrag, i den mån det är möjligt i prioritetsordning, samt de rekommenderade materialen.

Reparationsplaneraren och konditionsundersökaren ska tillsammans granska skadorna och behoven av reparation även genom att besöka byggnaden på ort och ställe.

Efter att reparationsplaneraren och konditionsundersökaren satt sig in i utgångsmaterialet ska de gå igenom orsakerna till de skador som behöver åtgärdas, vilka reparationsmetoder som bör användas i de olika delarna av byggnaden jämte alternativa lösningar, vilka anslutningsdetaljer i byggnadsdelarna som bör betraktas som kritiska samt vilka väsentliga kvalitetssäkringsåtgärder som bör vidtas för ett lyckat slutresultat. Vid omfattande och krävande objekt är det anledning att ordna fler än ett möte för att säkerställa informationsutbytet.

Största delen av reparationerna av fukt- och mikroskador gäller konstruktionerna i byggnadens mantel samt mellanbjälklag och mellanväggar. Reparationerna förutsätter i allmänhet inte ändringar i byggnadsgrunden och stomkonstruktionerna, bortsett från eventuella reparationer i mellanbjälklaget. I byggnader med trästomme ska man emellertid också granska vilka följder eventuella röt- och mikroskador har för konstruktionernas bärförmåga och reparationens omfattning.

Vid reparationsplaneringen ska man vidare tänka på om fastighetstekniska system repareras samtidigt, eftersom de rivnings- och byggarbeten som sådana förutsätter liksom de anslutningar och fästen i konstruktionerna som installationerna kräver kommer att påverka de byggtkniska reparationerna. Dessutom ska man kontrollera att installationerna i de fastighetstekniska systemen görs så att de inte medför risker för konstruktionernas funktion och ljudisoleringen, till exempel genom att försämra tätheten i någon byggnadsdel. Det är också anledning att beakta kraven på brandsektionering och utrymningsvägar och planera behövliga reparationer i dem, eftersom det kan förekomma betydande brister i brandsektioneringen och arrangemangen för utrymning i gamla byggnader.

Vid reparationsprojekt behövs i allmänhet också ventilationsprojekterare och projektörer inom byggnadsautomation.

Byggnadstekniska reparationer förbättrar i allmänhet avsevärt lufttätheten i byggnadens mantel. Vilken effekt det har för ventilationen ska tas i beaktande. Ändringar i ventilationssystemet ska planeras och systemet regleras så att lufttrycket inomhus följer lufttrycket utomhus och tryckförhållandena hålls under kontroll vid alla olika driftinställningar. För dessa uppgifter är det nödvändigt att anlita projekterare inom ventilation och byggnadsautomation. Samarbete mellan reparationsplaneraren och ventilationsplaneraren behövs också vid planering av mekaniska system för ventilering och undertryckreglering som behövs för att säkerställa konstruktionernas byggnadsfysikaliska funktion.

Reparationsplaneraren gör ett sammandrag av reparationsmetoderna för respektive byggnadsdel och vad metoderna resulterar i.

Reparationsplaneraren ska göra ett **sammandrag över reparationsalternativen för olika byggnadsdelar. För varje alternativ ska livslängden och riskerna beskrivas.** Med hjälp av sammandraget ska reparationsplaneraren visa att reparationerna riktar sig till de problem som konstaterats vid undersökningarna och hur de eliminerar problemen. Det rekommenderas att reparationsplaneraren som stöd för sammandraget sammanställer ritningar över de viktigaste konstruktionstyperna och de mest kritiska anslutningarna mellan byggnadsdelarna samt en utredning om vilka ändringar som ska göras i ventilationssystemet. Sammandraget fungerar redan vid ansökan om bygglov som ett dokument över hur den olägenhet som fukt- och mikroskadan medför eller hur konsekvenserna av olägenheten för inneluften eller användarna kommer att elimineras samt hur de reparerade konstruktionerna eller systemen kommer att fungera under byggnadens planerade livslängd.

Sammandraget är utgångsmaterial för planeringen av genomförandet och utifrån det kan man preliminärt bedöma kostnaderna för reparationerna, hur länge reparationsarbetena pågår samt eventuella behov av tillfälliga, ersättande utrymnen. Sammandraget ska godkännas hos beställaren innan planeringen av genomförandet startar, men det är vanligt att man blir tvungen att komplettera det allteftersom projekteringen framskrider.

I särskilt krävande reparationsobjekt rekommenderas en riskbedömning och en riskanalys gällande byggnadsfysik och byggnadshälsa.

Under förutsättning att planeraren är insatt i byggnadshälsa kan reparationsplanerarens sammandrag i särskilt krävande projekt för det mesta fungera som en riskbedömning och riskanalys i anslutning till byggnadsfysik och byggnadshälsa. I annat fall ska en särskild expert på hälsoriktigt byggande, som har gedigen kompetens inom byggnadsfysik och reparation av fukt- och mikrobskador, ansvara för utarbetandet av en hälsomässig riskbedömning och riskanalys. Vid riskbedömningen har man nytta av bedömningarna av exponeringsförhållandena och hälsoeffekterna som gjordes i undersökningskedet, särskilt i fråga om möjligheterna att eliminera de förhållanden som är skadliga för hälsan. I en handbok som publicerats av Arbetshälsoinstitutets (*Tilaaian ohje työpaikkojen sisäilmasto-ongelmien selvittämiseen* (Lappalainen, S., Tähtinen, K., 2016)) ingår en beskrivning av processen för att bedöma exponeringsförhållandena. Bedömningen av den hälsomässiga betydelsen görs av en företagsläkare som är insatt i frågor som gäller inneluften (i objekt som omfattas av hälsoskyddslagen tillsammans med hälsoskyddsmyndigheten).

Åtminstone följande ska behandlas i riskbedömningen (genom tillämpning av RIL 241-2016):

- hur stora och svåra de byggnadsfysikaliska belastningarna är (fukt, värme, buller osv.)
- förhållandena i fråga om sundheten i byggnaden och faktorer som påverkar dem (fysikalisk, kemisk eller biologisk belastning och eventuella andra riskfaktorer i anslutning till inneluften)
- krav på inneluften i utrymmena
- svårighetsgraden i projekteringen och genomförandet av reparationsprojektet, sannolikheten för skador vid planeringen och genomförandet
- skadepåföljder och storleken på dem
- svårighetsgraden i att använda och underhålla byggnaden
- behovet av särskilt förfarande och innehållet i ett sådant.

Riskanalysen syftar till att precisera de risker i förhållandena som enligt riskbedömningen påverkar sundheten i byggnaden och lägga fram sätt

att kontrollera riskerna. Dessutom bör det säkerställas att det som observerats vid konditionsundersökningen tagits tillräckligt väl i beaktande i reparationsplanerna. Riskanalysen av sundheten i byggnaden är delvis en förlängning av den byggnadsfysikaliska riskanalysen där de fukttekniska lösningarna och övriga tekniska lösningar som påverkar inneluftens kvalitet har behandlats. I den hälsomässiga riskanalysen behandlas mer ingående vilka riskobjekt som påverkar inneluftens kvalitet och sundheten i utrymmena, som t.ex. föroreningar i materialen och konstruktionerna, utsläpp från material och åtgärder för att hantera renheten på byggplatsen.

En extern granskning är ett exempel på ett typiskt särskilt förfarande.

En extern granskning syftar till att med hänsyn till byggnadshälsan och byggnadsfysiken säkerställa att de upprättade planerna är tillräckligt omfattande med tanke på projektets svårighetsgrad och att de inte innehåller brister eller fel. Allmänna principer för externa granskningar, indelning av granskningar i faser och granskningarnas innehåll behandlas mer ingående i en handbok som publicerats av Finlands Byggnadsingenjörsförbund RIL rf (*Eriyisimenettelyn soveltaminen – rakennuksen turvallisuus, terveellisyys ja kulttuurihistorialliset arvot*, RIL 241-2016).

2.2.2

Planer för genomförandet

I reparationsplanerna redogörs för vilka konstruktioner som rivs, repareras och förnyas samt vilka metoder och material som ska användas i reparationsarbetet. I planerna ska tillräcklig uppmärksamhet fästas vid en detaljerad presentation av anslutningarna mellan de olika byggnadsdelarna. I ritningarna är det viktigt att klart visa vilka ursprungliga konstruktioner och material som ska bevaras, och vilka som ska förnyas. Dessutom ska planeraren noggrant uppskatta genomförbarheten hos de lösningar som föreslagits i planen, dvs. hur reparationsarbetena ska utföras i praktiken på byggplatsen.

Vid behov ska konstruktionernas fukt- och värmetekniska funktion påvisas (t.ex. i exceptionellt krävande objekt eller om man tillämpar konstruktionslösningar som man inte har tidigare erfarenhet av) med hjälp av byggnadsfysikaliska kalkyler. På det sättet säkerställs att byggnadsdelarna fungerar byggnadsfysikaliskt som en helhet.

I reparationsprojekt kan man inte undgå överraskningar.

I alla reparationsprojekt, men särskilt i omfattande och komplicerade projekt och i reparationsprojekt där objektet har en brokig ändrings- och reparationshistoria sedan tidigare, bör man förbereda sig på att det kommer överraskningar i rivningsskedet, även om heltäckande konditionsundersökningar har utförts. Dessa för reparationsprojekt typiska situationer förutsätter att konditionsundersökaren och reparationsprojektören utför arbetsplatsinspektioner särskilt under rivningsarbetena, ytterligare undersökningar samt ändringar eller kompletteringar i reparationsplanerna. Detta bör således beaktas såväl i undersöknings- och planeringsresurserna som i tidtabellen på byggplatsen.

Anvisningar om innehållet i reparationsplaner ingår i RT-kortet RT 103087 (Rakennesuunnittelun tehtävälueetelo RAK18). Handlingarna kan grupperas enligt följande:

- konstruktionstyper (i allmänhet i skala 1:10)
- måttritningar eller positioneringsscheman (i allmänhet i skala 1:50) för varje våning/plan
- sektionsritningar (i allmänhet i skala 1:20)
- detaljritningar (i allmänhet i skala 1:5 eller 1:10, i vissa fall 1:2 eller till och med 1:1)
- arbetsbeskrivningar.

Rivningsplaner

I ett reparationsobjekt blir man alltid tvungen att riva material och konstruktioner och oftast även fastighetstekniska system. Därför ska reparationsplaneraren bestämma i vilken omfattning konstruktionerna rivs, upprätta eventuella preliminära planer för stöttande samt ge anvisningar om arbets säkerheten och valet av metoder vid rivningsarbetena.

I ett reparationsprojekt ska man alltid utarbeta arbetsbeskrivningar och planer för rivningen.

Följande planer och beskrivningar behövs (enligt tillämpning av RT 103087)

- preliminära rivningsplaner (konstruktionstyper; nivådiagram som visar omfattningen av de konstruktioner som rivs och de som ska bevaras; översiktliga sektionsritningar över de konstruktioner som rivs; anslutningsdetaljer vid gränssytor)
- eventuella, tillräckligt detaljerade planer för hur konstruktionerna ska stötts vid rivningen (till exempel stöd för trästomme i yttervägg när man ska reparera konstruktionen i en falssockelkonstruktion)
- beskrivning av rivningsarbetet.

De **konstruktionstyper som utarbetas för rivningsarbetet** visar vilka konstruktionslager och -material som rivs och vilka som ska bevaras i varje byggnadsdel. Av konstruktionstyperna ska framgå hur tjocka konstruktionslagren är. Vidare rekommenderas det att man för säkerhets skull nämner vilka material som enligt undersökningen innehåller skadliga ämnen.

Vid utarbetandet av planer för de byggnadsdelar som rivs har man nytta förutom av gamla ritningar även av resultaten i undersökningen om inneluftens kvalitet. Man bör dock märka att utarbetandet av scheman över konstruktionstyperna inte nödvändigtvis ingått i konditionsundersökarens uppgifter, om det inte beställts separat. Då ska projekteraren även utarbeta konstruktionstypensritningar över de gamla konstruktionerna.

Beskrivningen av rivningsarbetet är en allmän beskrivning och med hjälp av den rivningsentreprenören planerar arbetet utifrån den egna utrustningen och erfarenheten. Beskrivningen av rivningsarbetet innehåller utöver ovan nämnda preliminära planer för rivning och stöttning i allmänhet även följande uppgifter och dokument (*tillämpat enligt RunkoRYL 2010, KorjausRYL 2016*):

- uppgifter om objektet
- gamla planer

- utredningar om byggnadens skick (utredningar om konstruktionerna, undersökningar om luftens kvalitet, utredningar om markens föroreningsgrad, undersökningar av skadliga ämnen)
- utredningar om byggnadens eller konstruktionernas avsträvning och stabilitet samt högsta tillåtna nyttolast på konstruktionerna
- anvisningar om ordningsföljden på rivningsarbetena och om transporten av rivningsavfallet
- tillåtna vikter på arbetsmaskinerna och annan påfrestning samt en redogörelse för möjligheterna att fälla och lagra avfall ovanpå bärande konstruktioner
- anvisningar om val av rivningsmetod, skydd av de ytor som ska bli kvar, val av rengöringsmetod för mikroskadade ytor samt dammbekämpning (se kapitel 3.1.6 och 3.1.7)
- skydd av omgivande byggnader och konstruktioner, inbegripet gårds- och gatuområden
- bortledning av regn- och ytvatten från omgivande områden, inbegripet vattentak.

Utifrån den beskrivning av rivningsarbetet som reparationsplaneraren utarbetat och dennes besök på objektet som rivs upprättar rivningsentreprenören en mer detaljerad plan för genomförandet, dvs. en rivningsplan. Den ska godkännas av en företrädare för beställaren och vid behov även hos myndigheterna. Reparationsplaneraren ska gå igenom rivningsplanen så att man kan försäkra sig om att den konstruktionsmässiga helheten fungerar.

Konstruktionstyper

De konstruktionstyper som utarbetas för reparationsarbetet innehåller förutom de kvarstående konstruktionslagren även de nya konstruktionslagren med detaljerade materialuppgifter. I allmänhet strävar man efter att ge detaljerade anvisningar om arbetsprestationen och arbetssäkerheten i separata arbetsbeskrivningar.

Positioneringsscheman

Måttritningar eller positioneringsscheman som sammanställs för reparationsarbetet visar positionsbeteckningarna för konstruktionstyperna i de kvarstående och de nya byggnadsdelarna samt sektionsritningarna och detaljritningarna

Höjdpositionerna och lutningarna i marken som omger byggnaden visas i en ritning för ytavjämning

och dräneringen av byggnaden i en dräneringsritning. Att utarbeta dessa planer kan också höras till den som planerar gårdsplanen, grundläggningen eller VVS-systemen. Man bör se till att samordna planerna från de olika projekteringsområdena.

Sektionsritningar

Sektionsritningarna visar värme-, vatten- och fuktisoleringarna i olika byggnadsdelar samt luft- och ångspärrar med anslutningar, fogar och genomföringspunkter. Dessutom visar de ventileringsarrangemangen i byggnadsdelarna, hur det förhindras att vatten och fukt tränger in i konstruktionerna samt hur vatten och fukt som trängt in bakom ytterbeklädnaden kommer ut utan att skada konstruktionerna.

Detaljritningar

För att säkerställa att anslutningar, fogar och genomföringar utförs på ett tillförlitligt sätt och för att planerna ska vara lättare att läsa och förstå bör sektionsritningarna kompletteras med detaljritningar. Reparationsplaneraren utarbetar dem i samarbete med byggplaneraren (arkitekten), för att de föreslagna lösningarna utöver de tekniska kraven också ska uppfylla de mål som ställts för byggnadens arkitektur. Som stöd för sedvanliga detaljritningar i höjddled är det i vissa fall anledning att även rita upp detaljer i horisontalld, t.ex. över fönstrens och ytterväggs anslutningar. I planeringen kan man dra fördel t.ex. av en checklista som ingår i modellen Kuivaketju10 (www.kuivaketju10.fi). Listan tar upp de frågor som åtminstone ska läggas fram i planerna.

I reparationsprojekt är det särskilt viktigt att planera detaljerna.

När det gäller **bottenbjälklag** är det viktigt att visa hur konstruktionen fungerar värme- och fukttekniskt samt hur man undviker att föroreningar och radon i marken överförs till inneluften. I bottenbjälklag med kryppgrund ska uppmärksamhet fästas även vid ventilationen av krypprummet. Det rekommenderas att detaljritningar utarbetas över åtminstone följande:

- anslutningar mellan bottenbjälklag och ytterväggar/vägar mot mark
- anslutningar mellan bottenbjälklag och bärande konstruktioner (pelare och mellanväggar)
- anslutningar mellan bottenbjälklag och icke-bärande mellanväggar
- arbets- och krympfogar, dilatationsfogar och genomföringspunkter i bottenbjälklaget (t.ex. ledningar, rör och brunnar).

För att visa att eventuella föroreningar som blir kvar i **mellanbjälklaget** förhindras från att komma in i inneluften ska åtminstone följande detaljritningar sammanställas (särskilt vid mellanbjälklag i flera lager och mellanbjälklag som innehåller fyllningar och mineralull):

- anslutningar mellan mellanbjälklag och ytterväggar/vägar mot mark
- anslutningar mellan mellanbjälklag och bärande upprätta konstruktioner och icke-bärande mellanväggar
- dilatationsfogar och genomföringspunkter i mellanbjälklaget (t.ex. ledningar, rör och brunnar).

Det viktigaste beträffande **ytterväggarna** är att se till ventileringen i konstruktionen och att vatten inte tränger in i konstruktionerna utifrån vid drivande regn eller snöyra. Dessutom bör man säkerställa att inga skadliga mängder fukt kommer in i konstruktionerna på grund av diffusion eller konvektion av vattenånga i inneluften och att föroreningarna i konstruktionerna inte överförs till inneluften. De viktigaste detaljerna är

- nedre och övre ändan av ytterväggen samt anslutningar och diskontinuitet i ytterbeklädningen (skydds- och stormplåtar på takfoten, uppdragna membraner och plåtar mot fasaden, ventileringsmekanismer, avlägsnande av vatten som trängt in bakom ytterbeklädningen)
- anslutningar mellan fönster, dörrar och genomföringar och de omgivande konstruktionerna (fönsterbleck, fogar, ventilering, anslutningar till vindskyddslagret, avlägsnande av vatten som trängt in bakom ytterbeklädningen); över dessa behövs detaljritningar både i höjddled och horisontalled

- anslutningar i skyddstak, balkonger, stuprännor och fastighetstekniska anordningar som är kopplade till ytterväggen
- anslutningar i ytterväggen och vindsbjälklaget (inbegripet där luft- och ångspärren i ytterväggen ansluter sig till den stödskonstruktion för vindsbjälklaget som går igenom konstruktionen i fråga)
- anslutningar mellan yttervägg och mellanvägg (detaljritning i horisontalled)
- hörnanslutningar vid ytterväggen (detaljritning i horisontalled)
- element- och dilatationsfogar i ytterväggen (detaljritning i horisontalled).

Detaljritningen över **vindsbjälklaget** visar hur konstruktionen vädras, hur man förhindrar skadlig transport av vattenånga i inneluften på grund av diffusion eller konvektion och hur man undviker att regnvatten, snö och smältvatten med skadliga följder tränger in i vattentaks- och vindsbjälklagskonstruktionerna, väggarna och utrymmena in i byggnaden. Detaljritningar ska utarbetas över följande:

- takkanter och takbrott (underlagstakets och tätskiktets räckvidd på ytterväggen samt uppdragen)
- genomföringspunkter för ledningar, rör, kanaler och skorstenar som går igenom konstruktionen (luft- och ångspärr, underlagstak och tätskikt)
- takbrunnar
- ställen där man fäst utrustning som hör till vattentaket.

För **våtrum** ska åtminstone följande ritningar utarbetas:

- golvritning som visar golvytans höjdnivåer åtminstone i varje hörn, vid golvbrunnen och tröskeln
- detaljer över hur fukt- och vattenskyddet drags upp i alla omgivande konstruktioner
- detaljer över hur fukt- och vattenskyddet anslutits till golvbrunnen, kranvinkeldosor och andra genomföringar samt tröskeln.

Arbetsbeskrivningar

Byggnads- eller reparationsarbetsbeskrivning och fristående arbetsbeskrivningar kompletterar planerna, och med hjälp av dem samt den helhet som bildas av de allmänna kvalitetskraven för byggnadsarbeten (RYL) fastställs byggnadens kvalitativa egenskaper. De kompletterar varandra så att RYL lägger fram kvalitetskrav som gäller projekt efter projekt i samma form, medan byggnads- och arbetsbeskrivningarna behandlar de projektspecifika kvalitetskraven. Om det i beskrivningarna hänvisas till RYL, gäller de bestämmelser och anvisningar som hänvisas till i nämnda publikationer (SisäRYL 2013).

Det rekommenderas att separata arbetsbeskrivningar utarbetas t.ex. för rivningsarbetena, krävande tätskiktsarbeten och reparationer som syftar till att förbättra lufttätheten i konstruktionerna.

2.2.3

Fukthantering

Den fuktsäkerhetsbeskrivning (fukthanteringsutredning) för byggprojektet som utarbetas inför bygglovsskedet ska omfatta allmän information om byggprojektet, krav på fuktsäkerhet under projektets olika faser, förfaranden och åtgärder för att verifiera att kraven på fuktsäkerhet uppfylls samt information om de personresurser som anvisats för fuktsäkerheten och information om den som ansvarar för övervakningen av fuktsäkerheten (MM förordning om byggnaders fukttekniska funktion). Den ansvariga benämns också fuktkoordinator och fuktsäkerhetskoordinator.

En fuktsäkerhetsplan för byggplatsen utarbetas med utgångspunkt i fuktsäkerhetsbeskrivningen för byggprojektet. Planen ska innehålla information om de personer på byggplatsen som ansvarar för fuktsäkerheten under de olika byggfaserna. Dessutom ska den innehålla uppgifter om hur byggprodukter och byggnadsdelar som är under konstruktion skyddas mot väta och smuts under lagringen på byggplatsen och under byggarbetet, samt hur man säkerställer att konstruktionerna har torkat tillräckligt innan de täcks med ett materialskikt, en beläggning eller en konstruktion som fördröjer uttorkningen utan att orsaka skada (MM förordning om byggnaders fukttekniska funktion 782/2017)

Följande bör behandlas i fuktsäkerhetsbeskrivningen och -planen (*Betonirakentamisen laatuohjeet 2019/ BY 47, RIL 250-2011 Kosteudenhallinta ja homevaurioiden estäminen*):

- organiseringen av fuktsäkerheten (olika parterers uppgifter och ansvar samt introduktion på byggplatsen)
- kartläggning av fukttekniskt kritiska byggnadsdelar, dvs. en förteckning över de konstruktioner vars planering och genomförande på arbetsplatsen kan beröras av fukttekniska problem
- maximivärden för (den relativa) fukthalten i underlaget som gäller för beläggnings- och ytmaterialen på golv och väggar
- planering av tidtabellen: uppskattning av hur länge betongkonstruktioner som ska beläggas med fuktkänsliga material ska torka i olika förhållanden, förfaringssätt för att hålla tidtabellen (val av material, konstruktionslösningar, arbetsordning, anordnande av tillräckligt bra torkningsförhållanden och vid behov förbättra förhållandena, mekanisk uttorkning) samt beaktande av uttorkningstiderna i den övergripande tidsplanen för byggplatsen
- skydd för att material, tillbehör och byggnadsdelar som anländer till byggplatsen inte blir våta
- skydd för att stomkonstruktioner och isoleringsskikt inte blir våta av regn och smältvatten
- förebyggande av vattenskadorna under arbetet (utrustning, praxis för rapportering av skador)
- fuktmättningsplan (mätningar för att följa upp torkningsförhållandena, för att följa upp hur konstruktionerna torkar och för att mäta om konstruktionerna kan beläggas)
- dokumentering av fukthanteringen (fuktmättningsprotokoll, dokument som visar att vattenskadorna har åtgärdats).

Anvisningar om fuktsäkerheten på byggplatsen finns t.ex. på kort om byggskedet som ingår i modellen Kuivaketju10 (www.kuivaketju10.fi). Webbplatsen *Rakentamisen kosteudenhallinta (på finska)* (www.kosteudenhallinta.fi) innehåller samlad information om vad man bör tänka på i fråga om fuktsäkerhet i olika skeden av ett byggprojekt, vad olika parter bör göra, vad man bör tänka på beträffande olika konstruktioner samt vilka åtgärder som bör vidtas för fukthanteringen.

Damm- och renhetshantering

Syftet med hanteringen av dammet och renheten är att säkerställa att bl.a. utrymmena i byggnaderna är rena när de överläts till användaren och att inga föroreningar från byggnadsskedet transporteras till inneluften efter att byggnaden tagits i bruk. Ett syfte är också att minska arbetstagarnas exponering för föroreningar, som damm, och att minska arbetssäkerhetsriskerna på byggplatsen. Mängden föroreningar kan minskas genom att man tillämpar reparationsmetoder som alstrar bara lite damm. Nuförtiden strävar man allmänt efter att efterfölja renhetsklass P1 i klassificeringen av inomhusklimat (Sisäilmastoluokitus 2018).

I projekteringsskedet bör reparationsprojektererna tillsammans med de andra projekterarna och experterna fastställa krav och uppräta anvisningar som gäller damm- och renhetshanteringen på byggplatsen. Dessa kan också gemensamt nämnas damm- och renhetshanteringsdokument. Entreprenören utarbetar en damm- och renhetshanteringsplan utifrån dessa krav och anvisningar. Åtminstone följande ska tas upp i kraven, anvisningarna och planen:

- Hur damm- och renhetshanteringen organiseras på byggplatsen (olika parterers uppgifter och ansvar samt introduktion på byggplatsen)?
- Hur man minskar arbetstagarnas exponering för föroreningar, särskilt damm och mikrober (t.ex. arbetsmaskiner och -metoder, mekanisk dammhantering, personliga skydd och städning)?
- Hur de konstruktioner, byggnadsdelar och ytorna som blir kvar ska skyddas under rivningen och byggandet?
- Hur man ser till dammhanteringen och förhindrar att damm sprids till omgivande utrymmen, särskilt under rivningsarbetet (= plan för sektionering och undertrycksreglering)?
- Om bara en del av byggnaden ska repareras, hur man säkerställer att brandsektioneringen och evakueringsvägarna fungerar under rivningen och byggandet samt att ventilationen fungerar oberoende av det område som är föremål för reparation?
- Hur nya byggnadsmaterial, tillbehör och anordningar transporteras, lagras och skyddas så

att de inte blir smutsiga, våta eller annars skadade före, under eller efter monteringen?

- Hur avfallshanteringen sköts på byggplatsen?
- Hur byggplatsen städas under byggnadsarbetet?
- Hur arbetsskeden som dammar och smutsar kan slutföras innan de slutliga ytorna beläggs och ventilationsanordningarna funktionsprovas och deras inställningar justeras?
- Hur ventilationskanaler och delar av kanalerna kan monteras och skyddas mellan de arbetsskeden som alstrar damm?
- Hur slutstädningen genomförs i två faser (före funktionsproven och före mottagningen) och hur man verifierar att den är förenlig med kraven (nivån på renheten) i båda faserna?
- Hur de utrymmen där man uppnått renhetsnivå P1 hålls rena från att anordningarna är klara för funktionsprov fram till mottagandet?
- Hur lösöre som använts i byggnaden före reparationerna ska rengöras innan det eventuellt tas in tillbaka i de reparerade utrymmena?
- Hur den uppnådda renhetsnivån upprätthålls under de första månaderna byggnaden är i bruk och även senare?

Plan för kvalitetssäkringen av reparationsarbetena

Kvalitetssäkring under arbetets gång är en av hörnstenarna för en lyckad reparation. Reparationsplaneraren ska ge anvisningar om hur man ska säkerställa och verifiera att byggnadsarbetet utförs enligt planerna. I mycket krävande projekt kan byggnadstillsynsmyndigheten förutsätta att en redogörelse för kvalitetssäkringen utarbetas som en åtgärd inom ett särskilt förfarande.

Anvisningar och krav som gäller kvalitetssäkringen ingår vanligtvis i byggnads- eller reparationsarbetsbeskrivningen, i fristående arbetsbeskrivningar samt i kraven och anvisningarna om fuktssäkerheten samt damm- och renhetshanteringen. VVS-planeraren utarbetar separata anvisningar beträffande de fastighetstekniska systemen. Det rekommenderas att man, i synnerhet i mycket krävande projekt, samlar alla kvalitetssäkringsåtgärder som krävs till ett dokument (en kvalitetssäkringsplan), där man redogör för vilka beskrivningar och utredningar som innehåller närmare anvisningar om sätten att genomföra kvalitetssäkringen.

ringen och om hur resultaten ska godkännas och dokumenteras.

Entreprenörens projektspecifika kvalitetssäkringsåtgärder (bl.a. att man använder ett inspektionsprotokoll) syftar till att säkerställa och påvisa att genomförandet följer planerna och uppfyller myndighetskraven både med hänsyn till processen och slutresultatet. Inspektionsprotokollet för bygget är ett verktyg som definieras i markanvändnings- och bygglagen. De ansvariga för olika byggnadsskederna samt de som inspekterat arbetskedena ska verifiera inspektionerna i inspektionsprotokollet för bygget.

Hur man använder ett inspektionsprotokoll för bygget och vad det ska innehålla beskrivs i *miljöministeriets anvisning om utförande av och tillsyn över byggnadsarbete* (MM5/601/2015). Inspektionsprotokoll eller mättningsrapporter med fotografier ska upprättas över alla kvalitetssäkringsåtgärder och överlämnas till beställaren före mottagningen. Protokollen och rapporterna fogas till bruks- och underhållsanvisningen för byggnaden.

Metoder som ska tillämpas vid kvalitetssäkring av reparationsarbetena behandlas i kapitel 4 i denna handbok, *Kvalitetssäkringsmetoder*.

2.2.6

Bruks- och underhållsanvisning för en byggnad

Utarbetandet av en bruks- och underhållsanvisning för en byggnad (en servicebok) förutsätter tätt samarbete mellan de olika parterna i projektet för att anvisningen ska innehålla alla uppgifter som behövs för ett systematiskt underhåll av fastigheten. Det rekommenderas att man utser en särskild servicebokskoordinator som ser till att de uppgifter som lämnats av planerare och entreprenörer samlas in och dokumenteras i en servicebok. Vid reparationsprojekt som pågår längre kan detta arbete inkluderas i byggherrekonsultens eller en planerares uppgifter. Serviceboken ska vara klar före mottagningen av projektet.

Serviceboken är ett verktyg för hanteringen av byggnadens hela livscykel.

Reparationsplaneraren har till uppgift att sörja för följande åtgärder:

- att utarbeta en allmän beskrivning av byggnadsdelarna och de utförda reparationerna med sådan exakthet att en fackman som inte känner fastigheten från förut får en allmän bild av fastigheten
- att göra positioneringsscheman där man visar var det finns byggnadsfysikaliska risker och riskkonstruktioner, vid behov tillsammans med en expert på inomhusklimat; ritningarna ska t.ex. visa var det finns skadliga ämnen, var det finns sådana byggnadsdelars ytor och anslutningar vars täthet har förbättrats, byggnadsdelar som kräver särskild observation och ventilationssystem som säkerställer att de fungerar (t.ex. system för undertrycksreglering); det är också väsentligt att utarbeta en lokaliseringsskiss över täckdikningen
- att fastställa service- och inspektionsintervall, underhållsperioder och planerade livslängder för olika byggnadsdelar; information om detta finns t.ex. på RT-kortet RT 18-10922 (*Kiinteistöjen tekniset käyttöiät ja kunnossapitajaksot*)
- att uppdatera reparationsplanerna (slutdokumenten) med de ändringar som gjorts i planerna under arbetets gång.

De byggnads- och fastighetstekniska projekterarna producerar uppgifterna för serviceboken över sina egna ansvarsområden.

Om serviceproducenten som ansvarar för fastighetsskötseln av byggnaden byts ska man se till att den nya serviceproducenten får uppgifterna i serviceboken.

2.2.7

Uppföljningsplan

Med hjälp av en uppföljningsplan kan man utvärdera hur reparationsarbetet lyckades, verifiera att de mål som hade satts för arbetet har uppnåtts samt säkerställa att de reparerade utrymna eller hela byggnaden tas i bruk under kontrollerade former efter mottagningen av reparationsarbetet. Att kvaliteten på inneluften består följs i allmänhet upp under de fem första åren enligt en uppföljningsplan. Uppföljningen kan indelas i uppföljning under garantitiden, vanligtvis två år, och uppföljning efter garantitiden.

En uppföljningsplan utarbetas för verifieringen av resultatet av reparationsarbetet.

Uppföljningsplanen är en redogörelse för hur man avser utreda hur reparationsarbetet utfallit beträffande kvaliteten på inneluften. I planen anges också tidtabellen för uppföljningsmätningarna. Uppföljningen omfattar i allmänhet en sinnesmässig bedömning av utrymmena (t.ex. en utvärdering av renhetsnivån), mätningar av fysikaliska, kemiska och mikrobiologiska faktorer i inneluften, granskning av ventilationssystemets funktion och verifiering av byggnadsdelarnas funktion. Särskild uppmärksamhet ska fästas vid uppföljningen av hur riskkonstruktioner fungerar. Vid uppföljningen av förhållandena i inneluften kan man dra fördel av de mätdata som fås från byggnadsautomationssystemet och vid behov fastställa varningsgränser för mätbara storheter. Parallellt med mätningarna är det viktigt att höra användarnas erfarenheter, t.ex. med hjälp av enkäter.

Det rekommenderas att man börjar utarbeta uppföljningsplanen i god tid redan under reparationsarbetet, så att den är klar senast när reparationsarbetet överläts. Baserat på beställarens anvisningar ska reparationsplaneraren och den expert på inomhusklimat som ansvarar för det praktiska genomförandet av uppföljningen utarbeta planen tillsammans. Vilka metoder som ska användas vid uppföljningen behandlas närmare i kapitel 5, *Uppföljning av reparationer*. De som använder byggnaden ska informeras om åtgärder i anslutning till uppföljningen och om resultaten av åtgärderna.

3 Reparationsmetoder

3.1

Val av reparationsmetod

Det främsta målet med reparationerna är att eliminera de hälsoolägenheter som orsakas av fukt- och mikrobskador eller andra föroreningar i inneluften. Ur nationalekonomisk synvinkel är det inte hållbart att över- eller underrenovera byggnader. Därför är det vid planeringen av reparationer viktigt att specifikt från fall till fall bestämma vilka reparationssätt som är lämpliga och hur grundliga reparationer ska göras. Ett reparationsprojekt kan startas av mycket olika anledningar, som till exempel en vattenskada, behov av en grundlig reparation, behov av att ändra byggnadens användningsändamål, reparation av ett byggfel eller reparation som syftar till att eliminera ett problem med inneluften. Alla situationer, till exempel när man startar ett projekt för att eliminera problem med inneluften, behöver inte nödvändigtvis vara förorsakade av fukt- eller mikrobskador. De reparationsmetoder som läggs fram i denna handbok kan delvis tillämpas även i sådana reparationsprojekt som inte handlar om fukt- eller mikrobskador.

I vissa fall måste en skadad byggnadsdel rivas och ersättas för att en sanitär olägenhet ska kunna elimineras. I andra fall räcker det med att man genom att eliminera orsaken till skadorna och genom tätning och inkapsling av byggnadsdelar förhindrar att föroreningarna förflyttas till inneluften. **I en situation där skadan är aktiv och progressiv ska den skadade byggnadsdelen emellertid förnyas.** Om riskkonstruktioner blir kvar i byggnaden ska man följa upp deras funktion och styra de omgivande förhållandena mycket systematiskt.

Ett projekt för att reparera fukt- och mikrobskador kan omfatta reparation av en enskild byggnadsdel eller reparation av alla byggnadsdelar och fastighetstekniska system. Olika byggnadsdelar kan repareras enligt olika principer. Dessutom är många andra skademekanismer som försämrar konstruktionernas livslängd också förorsakade av fukt. Detta leder till att man ofta i samband med reparation av mikrobskador åtgärdar även andra skador, såsom korrosion av armeringen i en fuktskadad mantelkonstruktion. Hanteringen av helheten är i alla situationer avgörande för ett lyckat resultat.

Reparationsmetoderna och avgränsningen av det område som ska repareras beror på skademekanismen, hur allvarliga skadorna är, var de finns och vilken livslängd som eftersträvas för reparationerna. Om man i en grundlig konditionsundersökning entydigt kan fastställa vad som orsakat problemen, kan åtgärderna avgränsas mycket klart till en reparation av enbart de skadade ställena (till exempel skadade konstruktioner i badrummet och lokala skador till följd av vattenläckage). Det finns ingen anledning att reparera hela byggnaden på grund av en enskild, skadad byggnadsdel, men å andra sidan kan en granskning av bara en enskild faktor, utan övergripande undersökningar, leda till att skadorna upprepas eller att reparationer görs i onödan. Varje skada har egna särdrag som måste tas i beaktande i projekteringen av reparationslösningarna. Konditionsundersökningar görs oftast som stickprov. För att man med säkerhet skall kunna avgränsa skadorna till en specifik del av byggnaden kan det krävas ytterligare undersökningar. Ibland blir man tvungen att fastställa omfattningen på reparationerna först i samband med det egentliga reparationsarbetet.

Ett beslut om att riva en byggnad eller byggnadsdelar helt och hållet tas i allmänhet om reparationsgraden är över 70 procent och det inte finns några skyddsrelaterade grunder att bevara byggnaden eller konstruktionerna (Hahtela & Kiiras, 2016). Ett beslut om rivning påverkas också av hur utrymmena i byggnaden lämpar sig funktionellt för det önskade användningsändamålet. Det bör emellertid tas i beaktande att reparationsgraden kan uppfyllas särskilt i äldre, för en viss tidsperiod typiska byggnader utan att det föreligger grunder för rivning. Om en byggnad närmar sig slutet av sin livscykel kan man å andra sidan fatta ett rivningsbeslut också vid en lägre reparationsgrad, och om en byggnad ska moderniseras funktionellt kan det hända att det blir billigare att uppföra en ny byggnad. I sådana situationer kan den reparationsgrad som rivningen grundar sig på variera stort.

Förutsättningar för ett lyckat reparationsprojekt är att

- fastställa rätt omfattning på reparationerna
- välja rätt reparationsmetod
- hantera den tekniska helheten
- fastställa den eftersträlvade livslängden
- genomföra arbetsprestationen på rätt sätt.

Innan projekteringen påbörjas ska reparationsprojekteraren känna till alla faktorer som orsakat skadan. Förutom att skadorna åtgärdas ska orsakerna till skadorna elimineras. Byggnadens fukttekniska funktion ska förbättras så att skadan inte upprepas.

Vid planeringen och utförandet av reparationerna ska hela byggnadens byggnadsfysikaliska funktion tas i beaktande. Vid planeringen av reparationsarbetena bör man utreda bristerna i den fukttekniska funktionen i den skadade byggnadsdelen och välja sådana metoder som åtgärdar dessa brister. Utgångspunkten är att nya konstruktioner ska planeras så att de fungerar byggnadsfysikaliskt enligt gällande bestämmelser och anvisningar (se kapitel 1 och 2) och att man därmed kan förhindra att skadorna upprepas i fortsättningen. Att konstruktioner förnyas kan emellertid förutsätta stora ändringar i byggnaden. Vid ändringar av användningsändamålet för en fuktteknisk funktionell byggnadsdel eller vid förbättringar av en

byggnads fukttekniska funktion ska man sträva efter att iaktta en ursprungliga konstruktionens funktion (MMf 782/2017). **I samband med reparationsarbetet behöver inga ändringar göras i en fuktteknisk funktionerande byggnadsdel, utan en konstruktion vars livslängd har löpt ut kan repareras enligt den ursprungliga lösningen.** Även om konstruktionen inte skulle motsvara nuvarande bestämmelser, bör byggnaden uppfylla gällande krav på inneluften.

Reparationer av våtrum, golvbeläggningar och konstruktioner mot mark är betydelsefulla reparationer med tanke på konstruktionernas fukttekniska funktion. Sådana reparationer kan omfatta fuktbehandling med specialmurbruk eller injektioner, utvändigt vatten- och värmeisolering, åtgärder för att återställa eller öka antalet dräneringsrör samt förnyelse av konstruktionerna.

I stora projekt, som vid grundliga renoveringar av byggnader, ändringar av användningsändamålet eller omfattande reparationer av fukt- och mikroskador, ska de befintliga förhållandena i byggnaden och de förhållandena som eftersträvas efter reparationen samt den planerade livslängden tas i beaktande på ett övergripande sätt. Det är vanligt att man i det sammanhanget bygger ut eller ändrar fastighetstekniska system och höjer energieffektiviteten till exempel genom reparationer som förbättrar värmeisoleringen och lufttätheten, såsom reparationer av yttermanteln. Efter åtgärder som förbättrar värmeisoleringen kan lufttätheten motsvara den nivå som uppnås vid nybyggnad. Bättre värmeisolering påverkar också behovet av uppvärmning. I första hand ska man dock ta i beaktande att förhållandena i inneluften förändras till följd av ändringar i tätheten, ventilationen och uppvärmningsbehovet. Inneluftens kvalitet får inte försämrats pga. de nya förhållandena. Problem med inneluften beror ofta på flera olika faktorer, såsom felaktiga konstruktionsanslutningar, inneluften (fysikaliska faktorer, partikel- och gasformiga föroreningar) och problem med ventilationen. Felaktiga materialval och otäta konstruktionslösningar kan leda till att föroreningar transporteras till inneluften med läckluft.

I ett reparationsprojekt skall man ta i beaktande fukt- och brandtekniska aspekter och frågor som gäller värme- och ljudisolering samt stabilitet.

En byggnad ska alltid granskas som en helhet av olika byggnadsdelar och fastighetstekniska system (VVS, byggnadsautomation, el). Man ska bland annat bedöma hur reparationerna påverkar lufttätheten och tryckförhållandena i byggnaden, ventilationens betydelse för inneluften, hur ventilationssystemen är kopplade till varandra samt behovet av en separat VVS-projekterare. Vidare ska man beakta fastighetsteknikens livscykel, vilken är kortare än byggnadsdelarnas livscykel. Om nya fastighetstekniska system läggs till i samband med reparationsprojektet ska tillräckliga utrymmen reserveras för dem (till exempel vid en övergång från självdragsventilation till fläktventilation). Ändringar i ventilationssystemet förändrar också byggnadens byggnadsfysikaliska funktion. Vid ett reparationsprojekt är det ofta motiverat att bevara självdragsventilationen, särskilt om förnyelser skulle förutsätta omfattande rivningar av konstruktionerna eller om ett byte av ventilationssystemet skulle göra de gamla konstruktionerna till riskkonstruktioner. Dessutom får hål för nya ventilationskanaler och för ny eldragning inte försämra konstruktionens bärförmåga, lufttäthet, brandsäkerhet eller ljudisolerings. Ett byte av eller en ändring i ventilationssystemet får inte leda till att föroreningar överförs till inneluften på grund av ett ökat undertryck.

Det bör kontrolleras att ventileringen fungerar och den bör justeras vid behov i samband med en reparationsåtgärd.

I samband med ett reparationsprojekt ska en övergripande granskning göras av ventilationssystemets funktion och ventilationen balanseras. Det förutsätter i allmänhet att en ny regleringsplan utarbetas. VVS-projekteraren ansvarar för att ventilationen justeras så nära en jämvikt som möjligt efter reparationerna. Förbättringar i tätheten kan medföra ett stort undertryck med de ursprungliga inställningarna. Åtgärderna kan ha medfört ändringar i ventilationens serviceområden eller antalet ventilationsapparater kan ha ändrats.

Alla konstruktioner och byggnadsmaterial har en begränsad teknisk livslängd och alla byggnadsdelar och fastighetstekniska system kräver regelbundet underhåll.

3.1.1

Allmänna grunder för valet av reparationsmetod

Valet av reparationsmetod påverkas av fastighetsstrategin, konstruktionernas fukttekniska funktion, föroreningar och skadliga ämnen i konstruktionerna, hur täta konstruktionerna är, skadornas omfattning och art, särskilda mål för reparationsprojektet samt funktionella och ekonomiska aspekter.

Valet av reparationsmetod grundar sig också på byggnadens underhållsplan, dvs. en långsiktplan. Den innehåller tidsplaner och kostnads kalkyler för underhålls- och reparationsåtgärder som ska vidtas i en byggnad. I långsiktplanen ingår också principbeslut om huruvida byggnadsdelarna och de fastighetstekniska systemen ska användas till slutet av livscykeln och förnyas först när det blir absolut nödvändigt. I sådana fall strävar man efter att förlänga deras livscykel med riktade, lokala reparationer.

Bild 3.1 visar faktorer som påverkar valet av metod för att reparera en fukt- och mikrobskadad byggnad.

Om man ser på valet av reparationer ur fastighetsägarens, dvs. beställarens synvinkel, är de ekonomiska resurserna, byggnadens uppskattade livslängd, förbättringar i energieffektiviteten samt eventuella ändringar i användningsändamålet vanliga faktorer som styr valet av reparationsmetod. I behovsutrednings- och projektplaneringskedet bör man utreda utrymmenas lämplighet för användarna med hänsyn till det nuvarande och det planerade användningsändamålet. En övergripande bedömning av byggnadens skick och behovet av reparation är viktig även för att man ska kunna säkerställa att de ekonomiska resurserna räcker ända tills projektet har slutförts. Reparationerna inom ett projekt är inte alltid enbart reparationer av fukt- och mikrobskadorna, utan ett projekt omfattar ofta grundliga reparationer och ändringar i utrymmena, vilket har kostnadseffekter. Stora reparationsprojekt där konstruktionerna måste

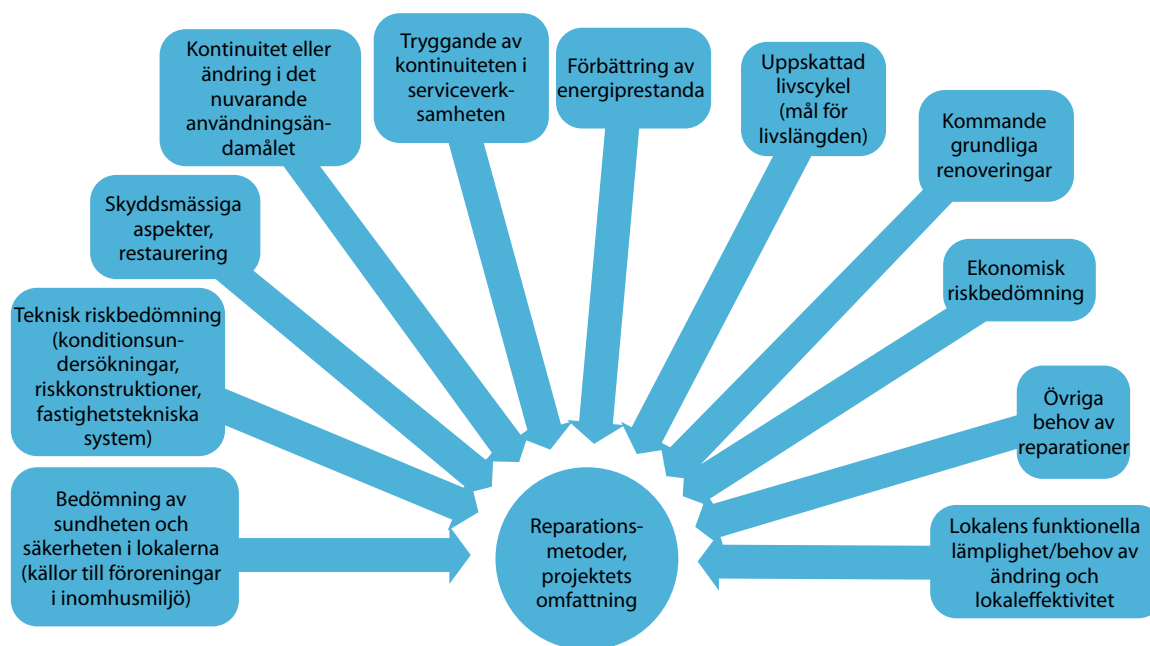


Bild 3.1. Faktorer som påverkar valet av metoder för reparation av en fukt- och mikroskadad byggnad.

förnyas helt på grund av skadornas omfattning är oftast dyrast att genomföra. Grundliga reparationer kan lång sikt dock vara det mest bestående och mest förmånliga alternativet jämfört med tillfälliga lösningar där man till exempel lämnar skadat material kvar i byggnaden.

Ur **användarnas synvinkel** utgör grunden för valet av reparationsmetod byggnadens säkerhet, hälsoaspekterna och trivseln samt projektets varaktighet. Bedömningen av inverkan på hälsa och trivsel och säkerhet omfattar en bedömning av exponeringsförhållandena (fukt- och mikroskadors och andra exponeringsfaktorerers effekter för inneluften) samt en bedömning av förhållandenas betydelse för hälsan (exponeringstiden, andra faktorer som påverkar exponeringen). Om man anser att det inte behövs några ersättande utrymmen under reparationsarbetet, ska en sund och säker arbetsmiljö för personer vars arbetsplats finns i byggnaden tryggas under hela den tid arbetet pågår. Dessa arrangemang ska fastställas redan i projektplaneringsskedet. Behovet av ersättande utrymmen kan återigen påverka tajmningen av reparationsåtgärderna eller en etappvis indelning av genomförandet.

Bedömningen av utrymmenas hälsoeffekter påverkar reparationsprojektets omfattning och prioritering. Experter på arbets- och miljöhälsa och myndigheterna ger hjälp med bedömningen. Om

det är osannolikt att skadorna har konsekvenser för inneluften eller om exponeringstiden är tillfällig eller kort, ges i allmänhet inga hälsomässiga rekommendationer. Då kan man komma fram till snävare reparationsåtgärder utifrån den ekonomiska och tekniska riskbedömningen. På basis av bedömningen av exponeringsförhållandena och de andra förhållandenas betydelse för hälsan kan man å andra sidan komma fram till att det behövs mer omfattande reparationer än vad den tekniska riskbedömningen eller byggnadens uppskattade livslängd skulle förutsätta.

Beställarens krav och ekonomiska resurser är grunder som styr valet av reparationsmetod **ur projekterarnas och entreprenörens synvinkel**. Bristfälliga utgångsuppgifter och knappa resurser kan leda till lösningar som inte är lämpliga eller tillräckliga för att eliminera skadan och orsakerna till den. På motsvarande sätt kan stora resurser leda till överreparationer. Grundliga konditionsundersökningar och heltäckande utgångsuppgifter är hörnstenar för reparationsprojekteringen. På basis av dem kan eventuella reparationsalternativ och kostnaderna för dem motiveras för beställaren. Skadegraden hos en byggnadsdel är en viktig utgångspunkt för projekteringen. Vid bedömningen av exponeringsförhållandena kan skadegraden indelas i fyra klasser utifrån mikroskadornas omfattning

1. Konstruktionen har inga mikrobskador.
2. Konstruktionen har mikrobskador som enkelt kan avgränsas och repareras.
3. Konstruktionen har omfattande mikrobskador.
4. Byggnaden har flera mikrobskadade konstruktioner och omfattande reparationer behövs på flera byggnadsdelar.

Reparationsprojekteraren kan inkludera till exempel följande åtgärder i reparationsarbetet (beroende bland annat på skadegraden hos konstruktionen, skadans omfattning och läge, den eftersträvade livslängden för reparationen och de ekonomiska aspekterna):

- Orsaken till fuktskadan eller problemet med inneluften avlägsnas.
- Mikrobskadat material avlägsnas enligt behov.
- Vått material torkas eller avlägsnas om torkning inte är tillräckligt.
- Konstruktionernas lufttäthet förbättras enligt behov. Särskilt luftläckage från marken som eventuellt har en mikrobiell lukt ska förhindras.
- Konstruktionernas fukt- och värmetekniska funktion säkerställs.
- Skadade stomkonstruktioner som blir kvar i byggnaden rengörs mekaniskt eller kapslas in. (RT 18-11238)
- I exceptionella fall (till exempel vid skador på avloppet) kan det bli aktuellt med luktborttagning. Biocider bör inte användas i anslutning till reparationer av mikrobskador. Efter rengöring ska konstruktionerna torkas och vädras omsorgsfullt.
- Lösöre tas ut eller skyddas, och rengörs vid behov innan det tas i bruk på nytt.
- Mängden kemikalier i inneluften minimeras under och efter reparationen (till exempel M1-klassificerade material).
- Gjutna och murade konstruktioner torkas tillräckligt innan de beläggs.
- Man bör säkerställa, att ventilationssystemet är i skick och fungerar. Dessutom bör tryckförhållandena mätas. Systemet rengörs och justeras i samband med reparationerna. Efter reparationsarbetena bör man kontrollera att ventilationssystemet fungerar även utanför normal användningstid.

Val av material för reparationerna

Produkter som är fukttekniskt kompatibla ska väljas för reparationerna. Vid valet av material ska man även ta fasta på följande:

- att material har låga utsläpp, att de är hållbara
- hur tjocka konstruktioner som kan användas
- effekterna av extern belastning
- effekterna av intern belastning (till exempel torkkrympning)
- den byggnadsfysiska funktionen hos skiktade konstruktioner
- hur konstruktioner och olika materialskikt torkar
- den gamla konstruktionens materialegenskaper och funktion i anslutning till 4 § i *miljöministeriets förordning om byggnaders fukttekniska funktion* (eventuell avsikt att ändra en gammal konstruktions funktion)
- den nya konstruktionens materialegenskaper (som brandtekniska och byggnadsakustiska egenskaper)
- värmeisoleringens egenskaper (tjocklek, isolerbarhet, monteringsätt, fukttekniska egenskaper)
- behovet av separat ång- eller luftspärr.

Valet av material framhävs i gränssytor, konstruktionsdetaljer och anslutningar och också när konstruktionens funktion är direkt beroende av materialets fukttekniska egenskaper. Exempelvis ska ångspärrsmaterialet vara så hållbart att det inte rivs sönder vid montering av fästdon. En eventuell hög fukthalt i den gamla konstruktionen eller nya materialskikt som blivit våta under byggnadsarbetet utgör risker för de nya materialen. Materialen ska vara torra och/eller kunna torka. Byggnadsfysiska egenskaper, som vattenångans permeabilitet, bör bedömas skilt för sig. Material som inte är känsliga för mikrobskador ökar funktionssäkerheten i de reparerade konstruktionerna. Å andra sidan kan väl planerade och genomförda träbaserade material och isoleringar jämna ut fuktigheten.

Vid reparationer av golvbeläggning påverkas materialvalet av vattenångans genomträngningsförmåga (viktigt särskilt om den fukttekniska funktionen grundar sig på hur ytmaterialet släpper igenom vattenånga) hållbarhet mot slitage, elasticitet, ljudisolering, stegljudisolering, lätt att städa och underhåll (vattenånga tränger inte så bra igenom material som är bra med hänsyn till städning),

krav på hygien i utrymmen som används inom hälsovården samt mjukningsmedel som använts i produkterna.

Lukt och utsläpp från materialen, slitstyrka och städbarhet är betydande faktorer som påverkar inneluften. Lukt fria material rekommenderas vid reparationer. I fråga om klassificerade material rekommenderas utsläppsklasserna M1 och EC1plus. Det bör märkas att alla fungerande och allmänt använda material inte omfattas av klassificeringen på grund av sina egenskaper. Föreningar i gasform som bundits i byggnadsmaterial avlägsnas långsamt. Det påverkar till exempel planeringen av ventilationen efter att nya material har monterats eller skador reparerats. Ökad ventilation dygnet runt rekommenderas i ett år efter reparationsarbetena.

3.1.2

Hur reparationsmetoderna lämpar sig för olika situationer

Tabell 3.1 (på sidan 40) visar vilka situationer de viktigaste reparationsmetoderna lämpar sig för samt förutsättningarna att lyckas och riskerna i samband med dem. I samtliga fall skall man kontrollera att ventilationssystemet fungerar.

3.2

Metoder för reparation av specifika byggnadsdelar

I denna handbok behandlas reparationsmetoderna för olika byggnadsdelar och konstruktionstyper. I det här kapitlet och i bilagorna behandlas de vanligaste byggnadsdelarna av byggnadsbeståndet där det förekommit fukt- och mikrobskador. De vanligaste anslutningsdetaljerna i olika konstruktioner behandlas i kapitel 3.2.10 *Anslutningsdetaljer*. I kapitlen 3.2.1–3.2.9 redogörs för principerna för reparation av olika byggnadsdelar, och i bilagorna 2.1–2.9 visas ett antal fungerande lösningar för reparation av byggnadsdelar med olika reparationsalternativ. Utöver alternativen i bilagorna finns det också andra fungerande lösningar som man bör sätta sig in i. Reparationsprojekteraren ska alltid göra specifika planer för varje fall. Ritningarna i bilagorna ska inte betraktas som färdiga detaljer, utan de visar principerna för reparationerna.

Orsakerna till skador på konstruktioner och skadornas omfattning ska utredas tillräckligt till-

förlitligt i en för varje byggnad specifik utredning om inneluftens kvalitet.

För varje reparationsmetod presenteras tre olika alternativ. Med hjälp av alternativen kan man jämföra följderna av olika reparations sätt för den konstruktion som blir kvar och för genomförandet av reparationsarbetet. Reparationssätten tas inte upp i prioritetsordning, utan sätten att reparera olika byggnadsdelar bestäms utifrån konditionsundersökningen.

A) Grundlig renovering av konstruktionen och förbättring av dess funktionalitet, där betydande reparationer även kan göras på en bärande konstruktion eller den förnyas. Till detta reparations sätt hänvisas med rubriken **”Förnyelse av konstruktion”**.

Vid en grundlig reparation eftersträvas en livslängd på ≥ 50 år. Faktorer som sänker den eftersträvade livslängden är bl.a.

- otäta anslutningar
- skada i en anslutande konstruktion
- en reparerad konstruktion blir våt på grund av att en anslutande byggnadsdel inte fungerar fukttekniskt.

B) Delvis förnyelse av en konstruktion, där de skadade materialen avlägsnas från stora områden ända fram till oskadad, ofta bärande, konstruktion. Samtidigt förbättras konstruktionens lufttäthet och fukttekniska egenskaper genom tätning av anslutningar och genomföringar.

Vid en delvis förnyelse av en konstruktion eftersträvas en livslängd på 30–50 år. Faktorer som sänker den eftersträvade livslängden är bl.a.

- otäta anslutningar
- materialval (betydande skillnader i hållbarheten hos olika material)
- fukthalten i den konstruktion som ska repareras och hur man lyckas med torkningen
- skada i en anslutande konstruktion
- en reparerad konstruktion blir våt på grund av att en anslutande byggnadsdel inte fungerar fukttekniskt
- de tekniska systemens livslängd och funktionalitet i allmänhet
- luftspalterna täpps till och blir smutsiga
- försummelse av underhåll.

Tabell 3.1. Åtgärder för renovering av fukt- och mikroskadade byggnader.

Reparationsmetod	Lämplighet	Centrala förutsättningar för ett lyckat resultat	Risker för ett lyckat resultat
Förbättring av den fukttekniska funktionaliteten	I alla fall, om inte fungerande från förut.	Övergripande granskning av byggnadens och konstruktionernas fukttekniska funktionalitet. Val av reparationsmetoder som gör det möjligt att förbättra funktionen.	Den fukttekniska funktionen granskas inte eller förstås inte med avseende på byggnaden som en helhet. Brister i en gammal byggnadsdels fukttekniska funktion eller de gamla konstruktionerna har utretts dåligt.
Förnyande av en byggnadsdel	Det är möjligt att förnya med hänsyn till byggnadstekniken och skyddsaspekter, det är nödvändigt för reparationen och det finns resurser för förnyandet.	Ändamålsenlig avgränsning av den del som ska förnyas. Övergripande hantering av projektet, tillräckliga resurser. Den nya konstruktionens byggnadsfysikaliska funktion.	Otillräckligt beaktande av de omgivande konstruktionerna, stabiliteten, brandsäkerheten, de fastighetstekniska systemen och ljudisoleringen. Anslutningar till omgivande konstruktioner. Dammhantering. Man blir tvungen att på samma gång riva fungerande byggnadsdelar.
Torkning	När man påträffar fuktigt material som det inte lönar sig att avlägsna. Räcker enbart som åtgärd, om skadan är lokal och inte har hunnit orsaka mikroväxt på materialen och om det är möjligt att torka alla konstruktioner som drabbats av fukt.	Det kontrolleras att (1) alla fuktiga konstruktioner är torra innan de täcks, (2) det inte hunnit börja växa mikrober, (3) materialen inte har skadats.	Vårdslös kartläggning av de fuktiga konstruktionerna och otillräcklig torkning. Konstruktionerna täcks innan de torkat tillräckligt. Man har inte märkt att mikroskador blir kvar i konstruktionen eller torkningsprocessen är så långsam att det hinner uppkomma mikroskador på konstruktionen.
Ändring av tryckförhållandena i byggnaden	Kontroll av hur föroreningar som orsakats av tryckskillnader överförs till inneluften i väntan på eller efter en mer omfattande reparation. Att kontrollera tryckförhållandena och reglera ventilationen hör till alla reparationsåtgärder.	Hantering av fastighetstekniska system, luftströmmar, tryckförhållanden och luftläckage, hantering av konstruktionernas fukttekniska beteende.	Byggnadens fastighetstekniska och byggnadsfysikaliska funktion granskas inte som en helhet. Effekter av vind och termisk tryckskillnad som inte kan hanteras enbart med ventilationen (blåsigt byggplats, hög byggnad, höga schakt eller otäta mantelkonstruktioner).
Förbättring av lufttätheten i konstruktioner	Skadan är inte progressiv, skadan är liten och den kan inte avlägsnas helt t.ex. av konstruktionstekniska orsaker. Det finns starka grunder för att avlägsna hälsoolägenheten genom reparationer.	Genom reparationen kan man förhindra att föroreningar sprids till inneluften. Dessutom vidtas åtgärder för att reparera en framåtskridande skada. Övergripande hantering av reparationerna (bland annat ventilationen).	Källan till orenheterna har fortsatt kontakt med inneluften, användarna eller underhållet gör att det uppkommer hål i tätningen. Inga åtgärder vidtas för att reparera en framåtskridande skada. Läckaget ökar via någon annan byggnadsdel till följd av tätningen. Ingen erfarenhet av långvarig användning med nuvarande metoder, användningstiden osäker.
Inkapsling			

C) I huvudsak förbättring av ytkonstruktionernas lufttäthet och ventilering. Därtill repareras lokala, klart avgränsbara skador. På samma gång förbättras konstruktionens fukttekniska funktion. I det här alternativet blir skadat material kvar i konstruktionen.

Vid reparationer som syftar till att förbättra lufttätheten eftersträvas en livslängd på 15–20 år. Faktorer som sänker den eftersträvade livslängden är bl.a.

- otäta ställen i anslutningar (tätningen måste genomföras som en helhet)
- materialval (betydande skillnader i hållbarheten hos olika material)
- rörelser i det underlag som ska tätas (olika värme- och fuktrörelser i konstruktioner som ska tätas, deformation av konstruktioner, t.ex. en anslutning mellan trä och ett material i betong eller murverk rör sig mer än en anslutning mellan två material i betong eller murverk)
- det underlag som ska tätas är inte tätt (t.ex. trägolv)
- slarvigt/misslyckat utförande av reparationsarbetet.

Som reparationsåtgärd kan man välja en behovsanpassad kombination av metoder. Att eliminera orsaken till skadan ska vara den främsta reparationsåtgärden i alla situationer. Därtill bör man sträva efter att antingen avlägsna de skadade materialen eller förhindra att skadan medför olägenheter för inneluften.

Åtgärder för kvalitetssäkring och uppföljning som har särskild anknytning till en konstruktionstyp behandlas kort i samband med de olika reparationsätten. Kvalitetssäkringsmetoderna behandlas allmänt i kapitel 4 *Kvalitetssäkringsmetoder*.

De konstruktionstyper som presenteras som reparationsobjekt är principiella, och vid projekteringen ska man alltid beakta objektets särdrag och detaljer. Tjockleken på konstruktionstyperna i bilagorna 2.1–2.9 är riktgivande men tidstypiska. Det är alltid reparationsprojekteraren som väljer den slutliga reparationsmetoden.

Reparationernas livslängd

Med reparationernas livslängd avses den period under vilken konstruktionen eller en del av den uppfyller eller överträffar den uppsatta kravnivån

med normalt underhåll (ISO 15686-1:2011). Som utgångsuppgifter för planeringen av livslängden behövs förutom material- och konstruktionsuppgifterna även uppgifter om förhållandena som belastar den reparerade konstruktionen samt den period som reparationen förutsätts hålla (planerad livslängd).

Som planerad livslängd fastställs den period under vilken reparationslösningen med vald sannolikhet och vid normalt underhåll kommer att bevara sina tekniska egenskaper på den nivå som krävs. Den planerade livslängden uppskattas vanligtvis med 95 % säkerhet enligt en log-normal fördelning. Med det avses att 5 % av reparationerna uppnår inte den eftersträvade livslängden, men 95 % överskrider den (bild 3.2). (Punkki 2016)

Utöver de ovan nämnda finns det olika aspekter på frågan om livslängd, som till exempel:

- Hur länge den reparerade lösningen förhindrar att det uppkommer nya skador?
- Hur själva reparationsprodukterna kommer att hålla?
- Vad är utseendemässig livslängd, som att färger bleknar och hur ytor slits och blir smutsiga?

Vid granskningen av livslängden kan man också ta upp garantitider som beviljats produkterna. Sådana bör dock behandlas produktspecifikt eller till och med som projektvisa garantitider.

I frågor om livslängden vad gäller sätten att reparera fukt- och mikrobskadade konstruktioner borde man i första hand behandla den tekniska livslängden, som i praktiken avser att lösningen i reparationen fungerar och materialen håller. Lösningen bör alltid bedömas som en helhet, inte så att man uppskattar livslängden för en enskild

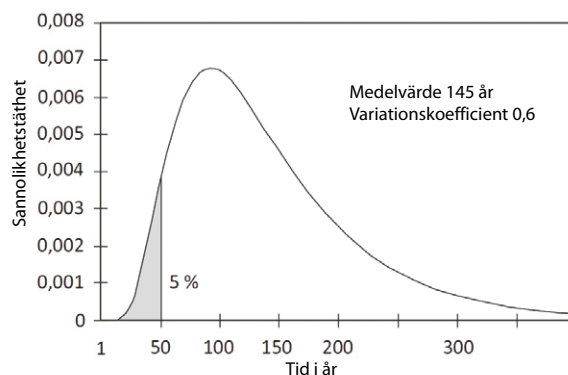


Bild 3.2. Exempel på en graf som visar livslängdsfördelningen med en planerad livslängd på 50 år. (Punkki 2016)

produkt eller ett enskilt material. Livslängden för lösningen som en helhet påverkas förutom materialegenskaperna även av kvaliteten på planerna och hur omsorgsfullt arbetet utförs, bland annat med hänsyn till olika detaljer. Vidare är ett regelbundet och rätt dimensionerat underhåll en förutsättning för en lång livslängd.

I en hel byggnad kan det finnas flera byggnadsdelar, konstruktioner och tekniska system som ska repareras. Det rekommenderas att man vid valet av alternativa reparationsätt för de olika delarna och tekniska systemen väljer lösningar som har ungefär motsvarande livslängd. Sett till livslängden för hela reparationen är det den byggnadsdel eller det tekniska system som har den kortaste livslängden som avgör livslängden för reparationen av hela byggnaden.

3.2.1

Dräneringskonstruktioner i en byggnad

Fukt- och mikrobskador beror ofta på bristfälliga dräneringskonstruktioner och på bristfällig bortledning av regnvatten. Regn-, smält- och grundvatten som når olika konstruktioner möjliggör fuktskador i de konstruktioner som är i kontakt med marken. Vid reparation av en byggnadsgrund och konstruktioner mot marken bör man också fästa uppmärksamhet vid behovet av att reparera dränerings- och regnvattensystemen.

Vanliga brister i dräneringskonstruktionerna är att regnvatten rinner mot byggnaden (markytan på byggplatsen sluttar mot byggnaden), kapillärl stigning från marken till bottenbjälklag och väggkonstruktioner mot mark samt ett bristfälligt system för bortledning av regnvatten (vatten från takrännor och stuprör leds bort direkt mot ytterväggkonstruktionerna och byggnadsgrunden). Det förekommer ofta brister även i dräneringen på byggplatsen: Dränering saknas, dräneringsrören har lagts fel i förhållande till byggnadsgrunden, de fungerar inte som planerat eller så har systemet täppts till. Rören täpps vanligen till av växtrötter som trängt in i rören eller av att fyllningarna runt byggnaden har gjorts med alltför fint jordmaterial. Vatten som rinner längs berggrunden eller sipprar ut från sprickor i berggrunden medför ytterligare utmaningar när det gäller fuktkällor och konstruktioner mot mark. Sådant vatten kan också vara

trycksatt. Vid planeringen av dräneringen har man ofta försummat att beakta bergets vattengenomsläpplighet, som är av samma klass som siltets.

Hur regnvatten leds bort från vattentak

Regnvatten leds bort från vattentak antingen utvändigt eller invändigt. På branta tak med breda takfötter leds vattnet lämpligast bort utvändigt. Från takrännorna leds regnvatten bort till stuprör och till dagvattenbrunnar eller skvalprännor. Stupröret och dagvattenbrunnen ska placeras i förhållande till varandra så att vatten inte stänker över rännbrunnens kant vid hårt regn.

Vid invändiga regnvattensystem bortleds takvatten till takbrunnar och därifrån till regnvattenavlopp. Med tanke på risken för att takbrunnarna blir täppta kan man installera en ränna eller ett rör för bräddvatten i takfotskonstruktionen utanför vägglinjen (en s.k. utkastare) som säkerställer att regnvattnet leds kontrollerat bort från taket ifall en takbrunn proppas igen. I ett invändigt system för bortledning av vatten är det viktigt att takbrunnen har fogats tätt till regnvattenavloppet och att avloppsnätet håller mot vattentrycket. Dessutom ska avloppsanslutningen eller -genomföringen vara tätt ansluten till ångspärrkonstruktionen i vindsbjälklaget. Det är inte tillåtet att installera horisontella regnvattenrör utanpå bärande konstruktioner.

Hur regnvatten leds bort från områden intill byggnadsgrunden

Regn- och smältvatten ska ledas bort byggnadsgrunden. Markytan som omger byggnaden ska formas så att den sluttar i riktning bort från byggnaden så att marken har en lutning på minst 150 mm på en sträcka på 3 meter från byggnaden. Om byggnaden gränsar till en gata eller ligger vid tomtgränsen ska lutningarna kontrolleras från fall till fall. Om det på tomten finns en sluttning som vetter mot byggnaden ska regnvatten från de högre belägna delarna av tomten ledas bort förbi byggnaden.

Bredvid byggnaden ska marken vara minst 300 mm lägre än den färdiga golvytan, bortsett från golvet i källarvåningen. Om övre ytan av golvet av särskild anledning (till exempel vid entrén) är lägre än så, bör man säkerställa att inget regn- eller smältvatten kan tränga in i och överföras till golv- och väggkonstruktionerna.

Utvändig dränering

Byggnadsgrunden bör dräneras för att förhindra kapillär stigning från marken till grundkonstruktionerna. Man kan låta bli att dränera byggnadsgrunden om separata utredningar visar att marken har en tillräckligt bra förmåga att släppa igenom vatten och det högsta grundvattenståndet inte har bidragit till att skada konstruktionerna.

Dräneringsrören borde i regel finnas utanför byggnadsgrunden och nedanför sulans nedre yta. Vid pelarfundament eller grundmurar som går djupt bör det finnas ett dräneringsrör nedanför sockelbalken mellan pelarna eller tillräckligt djupt för att skydda övre delen av grundmuren från fukten nedanför. Dräneringskonstruktioner i en byggnadsgrund visas på bild 3.3.

Om det finns brister i delar av eller hela dräneringssystemet, bör det repareras i enlighet med en dräneringsplan som utarbetas av reparationsprojektören eller en projekterare som är inriktad på byggnadsgrunder. I allmänhet gräver man bort all jord kring byggnaden och bygger upp hela systemet på nytt. Då kan man också granska i vilket skick sockeln, väggarna mot mark och byggnadsgrunden är samt deras fukt- och värmetekniska funktionalitet och göra behövliga reparationer. Cellplastisoleringen som används som värmeisolering fästs på vattenisoleringen (tätskiktet) av en vägg mot mark. På det sättet skyddar värmeisoleringen även tätskiktet mot mekanisk belastning.

En byggnads dräneringssystem består av dräneringsrör, dräneringsskikt, dräneringsbrunnar, inspektionsrör/-brunnar och en uppsamlingsbrunn (dagvattenbrunn). Vatten leds i allmänhet bort från dagvattenbrunnar till dagvattenavlopp, men i vissa fall är bortledning tillåten antingen till en infiltrationsbädd eller ett öppet dike. Syftet med dräneringsskiktet är att leda vattnet till dräneringsrören. Dräneringsskiktet görs av grovkornigt jordmaterial kring och under byggnaden. Med tanke på systemets funktion är det viktigt att dräneringsskiktet bildar ett materialskikt som är i direkt kontakt med dräneringsrören.

Dräneringsrören läggs i regel raka mellan inspektionsbrunnarna. En krök kan emellertid tillåtas mellan varje brunn. Brunnarna borde placeras nära byggnadens hörn och vid dräneringsrörens anslutningspunkter och samt där det förekommer höjdskillnader. Lutningen på dräneringsrören bör vara minst 1:200; den vanliga lutningen är 1:100.

Dagvatten får inte rinna in i dräneringssystemet.

Intill byggnaden, mot sockeln eller en vägg mot mark bör det finnas ett minst 200 mm tjockt dräneringsskikt. Materialet i fyllnaden bör uppfylla gällande rekommendationer om genomsläpplighet hos kapillärbrytande skikt. (RIL 126-2009) Dräneringsskiktet kan också göras med industriellt tillverkade produkter.

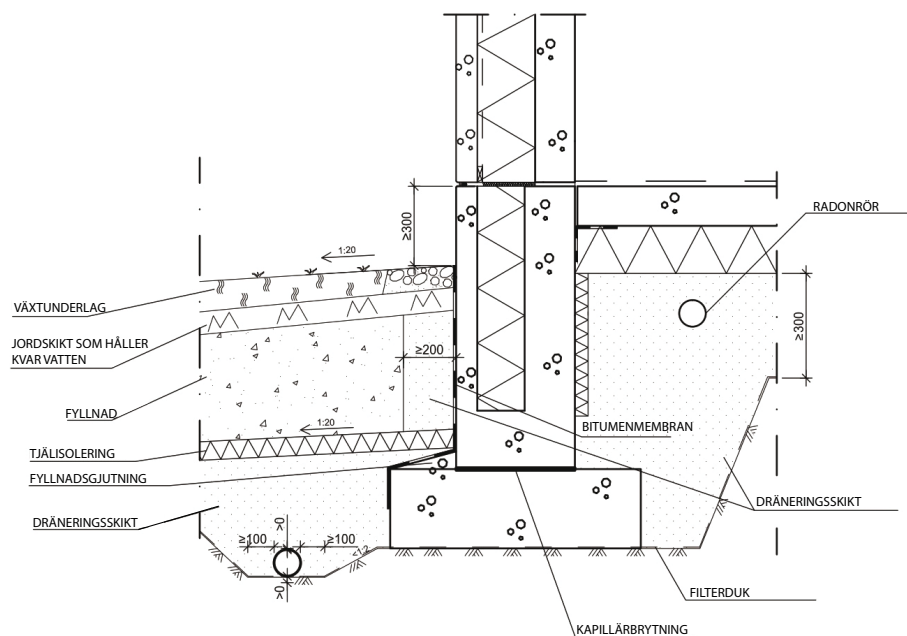


Bild 3.3. Dräneringskonstruktioner i byggnadsgrund

Aspekter på projektering i anslutning till dränering av byggnadsgrunder behandlas bland annat i Finlands Byggnadsingenjörskyröförbund RIL rf:s publikationer (*RIL 126-2009 Rakennuspohjan ja tonttialueen kuivatus* och *RIL 107-2012 Rakennusten veden- ja kosteudeneristysohjeet*)

Invändig dränering

I regel ska dräneringen göras utanför byggnaden. Vid reparationsobjekt där sockeln gränsar till en gata blir man i bland tvungen att bygga dränering inuti byggnaden. Invändig dränering rekommenderas också i situationer där bottenbjälklagets konstruktioner förnyas men byggnadens yttre konstruktioner lämnas orörda.

Vid bottenbjälklag mot mark förutsätter invändig dränering ofta en pumpstation inuti byggnaden med vilken man leder vattnet till avloppsnätet. VVS-projekteraren dimensionerar pumpstationen och rören från fall till fall. Vid bottenbjälklag med krypgrund kan det hända att avrinningsrör för ett invändigt dräneringssystem måste dras genom sockeln eller under sulan.

3.2.2

Bottenbjälklag mot mark

Allmänt om skador på bottenbjälklag mot mark
Fukt- och mikroskador kan uppkomma på bottenbjälklag mot mark till följd av fukt som stiger kapillärt eller förflyttar sig genom diffusion (vattenångan). Rörläckor ovanför eller inuti en konstruktion, fuktkällor i marken och fukt under byggnadstiden är andra faktorer som kan orsaka fuktskador på golvkonstruktioner mot mark. (Pitkäranta (red.), 2016) En hög fukthalt i konstruktioner mot mark orsakar skador på golvets ytkonstruktioner och i anslutande konstruktioner. Att golvbeläggningen eller lim som använts för golvbeläggningen tar skada, att golvbeläggningen lossnar från underlaget, färgskiftningar och mikroskador är exempel på skador på golvets ytkonstruktioner (Asikainen och Peltola (red.), 2008).

Förhållandena under konstruktioner mot mark (hög fukthalt och temperatur) är vanligtvis ypperliga för mikrotillväxt. Föroreningar kan nå inneluften via otäta anslutningar, genomföringar och sprickor i plattan. En hel betongplatta är i sig lufttät. Betongplattor har dock ofta olika slags sprickor som uppkommit av krympning, vilket försämrar tätheten.

Ännu till och med på 2010-talet var det vanligt att man använde för finkornigt fyllnadsmaterial under bottenplattor. Detta möjliggjorde att fukt kunde stiga kapillärt till bottenbjälklaget. Stenmaterial som används som fyllning i bottenbjälklag har vanligtvis stora regionala variationer, bl.a. tillgången till material varierar. Dessutom finns det nästan utan undantag mikrober i fyllnaden. Ingen av ovan nämnda orsaker är i sig en tillräcklig orsak för att riva bottenplattan, utan först måste man påvisa att de medför olägenheter. Det kan också hända att olika slags byggmaterial, som murbruk, tegel eller formvirke har blivit kvar i bottenbjälklaget. I bottenbjälklaget har man kanske även använt mineralull som värmeisolering. Mineralullen mister sin värmeisoleringsförmåga då den blir våt. I stora byggnader finns det i allmänhet inte någon värmeisolering alls i golvets mittparti och under golvet i källarvåningen. När marken blir varmare riktar sig diffusionen till konstruktionerna. Ibland har man använt plastfolie som ett diffusionstätt skikt under betongplattan.

Allmänt om reparation av bottenbjälklag mot mark

Vid reparationer av bottenbjälklag mot mark är det vanligt att orsaken till skadan inte kan elimineras utan oskäligt omfattande rivningsåtgärder. Vid reparationer där man bara förnyar delar av en konstruktion bör man sträva efter att förhindra att skadat material inverkar negativt på de andra konstruktionerna och inneluften. Man bör försäkra sig om att fukt som stiger kapillärt från marken eller förflyttas genom diffusion inte skadar konstruktionerna. Vid reparationerna ska man dessutom försäkra sig om att föroreningar i konstruktionerna, föroreningar i marken eller radon inte överförs till inneluften. Vid radonreparationer ska man iaktta Strålsäkerhetscentralens (STUK) anvisningar, enligt vilka en radonbrunn eller en radonsugare är de effektivaste metoderna. Radonreparationer förutsätter ofta att stora delar av bottenbjälklaget rivs.

Vid reparationerna bör uppmärksamhet även fästas vid ventilationen i byggnaden. Den ska ställas in så att trycket i rummen är så nära trycket i marken under plattan som möjligt. Det är vanligt att man vid reparationer av bottenbjälklag mot mark även förbättrar tätheten i konstruktionerna. Att åtgärda ett radonproblem genom tätning förutsätter att bottenbjälklagets konstruktioner och

deras anslutningar är mycket täta. Detta kan vara mycket svårt eller till och med omöjligt att uppnå. Vid grundliga reparationer där ett bottenbjälklag mot mark förnyas helt eller delvis kan man minska fuktbelastningen genom invändig dränering, se punkt 3.2.1 *Dräneringskonstruktioner i en byggnad*. Metoder för att reparera bottenbjälklag mot mark behandlas mer ingående i bilaga 2.1 *Metoder för reparation av bottenbjälklag mot mark* och bilaga 2.9 *Anslutningsdetaljer och genomföringar*.

3.2.3

Bottenbjälklag med kryppgrund

Allmänt om skador på bottenbjälklag med kryppgrund

Årstiderna, dvs. förändringarna i uteluftens temperatur- och fukthalt, påverkar väsentligt värme- och fuktförhållandena i kryppgrunden. Om kryppgrunden bara har lite ventilering och golvkonstruktionen har bra värmeisolering, är värme- och fuktförhållandena i kryppgrunden desamma som i marken.

De vanligaste skadorna på bjälklag med kryppgrund beror på att ytvatten kommit in utifrån, marken avger rikligt med fukt, hög luftfuktighet på sensommaren och hösten, material och byggavfall som bryts ned eller murknar av fukt i botten av kryppgrunden samt brister i ventilationen.

Dessa faktorer kan få fukthalten i kryppgrunden att stiga för högt, vilket leder till fukt-, mikrob- och korrosionsskador i skadlig omfattning på bottenbjälklagets konstruktioner och deras ytor. Fukt- och mikrobsskador i kombination med otäta anslutningar och genomföringar i bottenbjälklaget och för stort undertryck i byggnaden försämrar ineluftens kvalitet. En långt framskriden fuktskada åstadkommer röta på bottenbjälklag i trä och kan i värsta fall leda till att konstruktionen förlorar sin bärförmåga.

Allmänt om reparation av bottenbjälklag med kryppgrund

På grund av förhållandena i kryppgrunden (fukt, temperatur) och jordmaterialet förekommer det i praktiken alltid mikroväxt på marken i kryppgrunden. Det kan också finnas mikroväxt i liten omfattning på ytkonstruktionerna i kryppgrunden, men det väsentliga är att inga skadliga mängder av eventuella orenheter överförs till inneluften via otätheter i bottenbjälklagskonstruktionerna.

I kryppgrundens konstruktioner och i byggavfall som blivit kvar i kryppgrunden kan det förekomma olika skadliga ämnen, som asbest och PAH-föreningar, vilka förekommer bl.a. i olika isoleringsmaterial. Ändamålsenliga arbetsätt och material bör väljas för att avlägsna eller kapsla in de skadliga ämnena.

Minskning av fuktbelastningen

I allmänhet bör man förbättra de fukttekniska förhållandena i kryppgrunden i samband med en reparation av bottenbjälklaget. Förbättringar uppnås bland annat genom att minska fuktbelastningen från marken, avlägsna material som bryts ned eller murknar av fukt och förbättra ventilationen. Fuktbelastningen kan också minskas genom att reparera tilltäppta dräneringsrör eller med att täckdika. Genom att ventilerera kryppgrunden avlägsnas också radon.

I kryppgrunden får det inte finnas organiskt material som bryts ned eller börjar murkna av fukt. Byggavfall och yttjord som innehåller synlig mikrotillväxt ska avlägsnas från kryppgrunden. Ett tillräckligt tjockt lager av jord ska avlägsnas (minst 200 mm). Om trä måste lämnas kvar i grunden av konstruktionsskäl får det inte vara i direkt kontakt med marken, betong eller liknande utan tätskikt.

I allmänhet bör man förbättra de fukttekniska förhållandena i kryppgrunden i samband med en reparation av bottenbjälklaget.

För att minska fuktflödet från marken till kryppgrunden kan man använda följande metoder:

- en pumpbrunn installeras i fördjupningar i berggrunden som eventuellt samlar vatten, eller så fylls fördjupningarna med betong så att det inte längre bildas pölar
- marken i kryppgrunden formas så att den sluttar mot dräneringsdikena
- täckdikning
- marken värmeisoleras med t.ex. lättklinker (fungerar samtidigt som kapillärbrytning) eller cellplastisolering.

Värmeisolering på markytan förhindrar att värme tränger ner i marken och på det sättet kyls inte luften i kryppgrunden ner. På samma gång hålls

marken svalare och avger mindre fukt till luften i krypgrunden.

Fuktbelastningen utifrån kan minskas genom att marken runt byggnaden lutar bort från byggnaden, rätt höjdnivå på krypgrundens botten, system för bortledning av regn- och smältvatten samt dränering. Särskild uppmärksamhet bör fästas vid att leda bort vatten som rinner ner från en sluttning eller längs en eventuell bergsyta. Vatten kan rinna in i krypgrunden också via bergsprickor.

Förbättring av ventilationen i krypgrunden

Krypgrundens ventilation är tillräcklig när fukt från mark, uteluft eller inneluft, inte försämrar krypgrundens konstruktioners funktionalitet, deras bärförmåga eller inneluftens kvalitet. Vid förbättringar av ventilationen i krypgrunden bör man ta i beaktande att alla betydande fukt- och mikroskadade konstruktioner samt eventuella korrosionsskadade rör och deras fästen också måste repareras. Utifrån en reparationsprojekterarens (och eventuellt också konditionsundersökarens) bedömning kan man låta bli att reparera lindriga skador på konstruktionernas ytor, om man för övrigt försäkras om att bottenbjälklaget är lufttätt.

Självdragsventilationen i krypgrunden kan förbättras genom att öka antalet öppningar och fördela dem jämt så att hela krypgrunden ventileras. Av erfarenhet vet man att den effektiva sammanlagda ytan av vädringshål i en grundmur på en vanlig byggplats borde utgöra 1 ‰ av bottenbjälklagets totala yta (RIL 107-2012, 2012). Vid självdragsventilation ska ventilationshålen eller -rören ledas ut. Galler, nät och krökar som minskar luftströmmarna ska tas i beaktande vid beräkningen av ett håls effektiva yta. Självdragsventilationen kan effektiveras genom att utnyttja skorstenseffekten och installera ett ventilationsrör som leder ut genom taket.

Det går också att installera mekanisk ventilation (en fläkt) i krypgrunden. Då bildas det undertryck i krypgrunden i förhållande till inneluften. Från luften leds ut direkt (i allmänhet till vattentaket), dvs. den förenas inte med den övriga ventilationen i byggnaden. För fläktventilation rekommenderas en luftomsättning på 0,5–2 luftbyten per timme beroende på krypgrundens areal (Kurnitski & Matilainen). Om krypgrunden ligger djupt nere i marken minskar tryckskillnaderna pga. krökar i ventilationsrören, vilket medför att självdragsventilationen inte fungerar tillräckligt effektivt.

Om krypgrunden ventileras mekaniskt är det bra att installera en larmanordning som meddelar om driftstopp och förändringar i tryckskillnaden. Dessutom borde ventilationssystemet förses med en termostat som reglerar ventilationseffekten enligt krypgrundens temperatur. Detta säkerställer att temperaturen inte sjunker för lågt. Vid fläktventilation bör man beakta att tilluft utifrån kommer att ytterligare höja den relativa fuktigheten i krypgrunden sommartid. Därför kan man också installera fuktgivare som styr ventilationen enligt den relativa fuktigheten. Fuktgivarna bör underhållas och kalibreras regelbundet i samband med byggnadens övriga underhållsåtgärder. Uppföljningen av reparationerna behandlas närmare i kapitel 5 *Uppföljning av reparationer*.

Bottenbjälklagets och krypgrundens reparationer bör planeras som en helhet.

Reparationer av bjälklag och krypgrunder bör planeras som en helhet där man även beaktar anvisningarna om utvändiga dräneringskonstruktioner och regnvattenbortledning i kapitel 3.2.1 *Dräneringskonstruktioner i en byggnad*. En förbättring av värmeisoleringen i bottenbjälklaget och ventilationen i krypgrunden kan utgöra en förhöjd risk för att marken går i tjäle när temperaturen sjunker i krypgrunden. Likaså kan risken öka för att rören i krypgrunden tillfrysar. Även dessa faktorer ska tas i beaktande.

Metoder för att reparera bottenbjälklag med krypgrund behandlas mer ingående i bilaga 2.2 *Metoder för reparation av bottenbjälklag med krypgrund* och bilaga 2.9 *Anslutningsdetaljer och genomföringar*. **Vid varje reparationssätt som beskrivs i denna handbok bör man kontrollera ventilationen i krypgrunden och fuktbelastningen på marken. Om brister förekommer är det väsentligt att förbättra förhållandena i krypgrunden med tanke på ett lyckat resultat av reparationerna.**

3.2.4

Väggar mot mark

Allmänt om skador på väggar mot mark

Dag- och grundvatten, fukt i inneluften, byggfukt och fukt som överförs från marken genom diffusion är källor till fukt i väggar mot mark. En typisk

skada beror på brister i tätskiktet som gör att fukt tränger in i konstruktionen från marken genom diffusion och på grund av kapillaritet i jorden. Dessutom förekommer det ofta brister i avjämnings- och systemet för bortledning av dagvatten som ökar fuktbelastningen på väggen och byggnadsgrunden. Den ursprungliga värmeisoleringen som fästs på insidan av en vägg mot mark (som cementbundna träullskivor och mineralull), murad beklädnad och tilläggsvärmeisoleringar som gjorts senare får vanligtvis mikroskador på gränssytan mellan betongen eller murverket och isoleringen. Dessutom kan beläggning på insidan börja flagna bort och lossna på grund av fuktbelastningen.

Skademekanismerna i fråga om konstruktioner mot mark har behandlats heltäckande i handboken *Rakennuksen kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus*.

Om reparation av väggar mot mark

Den byggnadsfysikaliskt bäst fungerande lösningen för en vägg mot mark är en omvänd konstruktion där tätskiktet är på den bärande väggens utsida och värmeisoleringen utgör det yttersta skiktet. Tätskiktet fungerar också som konstruktionens luftspärr.

Förstahandsalternativet är att reparera väggen mot mark från utsidan. Det är emellertid inte alltid möjligt och ibland kan man bli tvungen att förbättra den byggnadsfysikaliska funktionen för väggar mot mark genom invändiga reparationer. Principen vid projekteringen av reparationer på vägg mot mark är att inga material som är känsliga för mikroskador, såsom trä eller icke-fukttålig värmeisolering, får monteras mot väggen mot mark.

Vid valet av reparationsmetod för en vägg mot mark bör man förutom tätskiktet och värmeisoleringen beakta skicket på dränerings- och regnvattensystemen och eventuella brister i dem. Lösningar som förbättrar lufttäteten lämpar sig närmast i situationer där fukt från marken förflyttas genom diffusion till konstruktionen och systemet för bortledning av regnvatten är i skick och fungerar. Lösningar som förbättrar lufttäteten kompletterar ofta grundligare reparationer med vilka man strävar efter att säkerställa konstruktionens täthet visavi föroreningar. Om en byggnad inte har några dränerings- och regnvattensystem över huvudet eller om de är i dåligt skick, bör också de inställas eller förnyas i samband med reparationen

av väggar mot mark. Regnvatten får under inga omständigheter avledas till täckdiken eftersom det finns risk för att vattnet utifrån tränger in i byggnadsgrunden och väter konstruktionerna.

En lyckad dränering av en vägg mot mark förutsätter dessutom att marken jämnas ut på rätt sätt kring byggnaden. Detta har behandlats i kapitel 3.2.1 *Dräneringskonstruktioner i en byggnad*.

Väggar mot mark ligger ofta delvis ovanför markytan, och då påverkar förhållandena utomhus de delar som ligger ovanför marken. Den del av väggen som ligger ovanför marken bör vara värmeisolerade. Värmeisolering av den del som ligger ovanför marknivån i efterhand medför ofta att delen görs tjockare på utsidan. Den bör vara tillräckligt vattentät och fuktbeständig för att yt- och regnvatten inte ska rinna från sockeln till väggkonstruktionen mot mark.

En vägg mot mark kan finnas till exempel i en slutning, eller en innervägg mot mark under byggnader vid tomtgränsen eller golvet i en våning högre upp. En innervägg som finns mitt i en byggnadsmassa av det här slaget är ofta mer problematisk, eftersom fuktströmmen som den varmare markgrunden avger in till byggnaden är större. En sådan vägg kan inte repareras från utsidan utan att bottenbjälklaget i våningen ovanför rivs.

Ventilationen i utrymmen i källarvåningen är vanligtvis bristfällig, vilket bidrar till att höja fukthalten i ineluften på samma sätt som luftfuktigheten stiger i utrymmen som inte värms upp under sommarsäsongen. Möjligheten att förbättra ventilationen ska tas i beaktande vid alla reparationer av väggar mot mark. Man bör också undvika att placera skrymmande möbler eller fuktkänsliga föremål intill väggar mot mark.

Metoder för att reparera väggar mot mark behandlas mer ingående i bilaga 2.3 *Metoder för reparation av väggar mot mark* och bilaga 2.9 *Anslutningsdetaljer och genomföringar*. Vidare görs reparationer ofta också i bottenbjälklag mot mark. Metoderna för det behandlas i bilaga 2.1 *Metoder för reparation av bottenbjälklag mot mark*.

3.2.5

Socklar

Allmänt om skador på sockelkonstruktioner

Dagvatten, fukt i ineluften, byggfukt och fukt som överförs från marken genom diffusion är källor till fukt i sockelkonstruktioner. Dessutom brister

det ofta i avjämningen av ytan intill bygganden, dräneringssystemet och systemet för bortledning av dagvatten som ökar fuktbelastningen på väggar, sockeln och byggnadsgrunden (FISE byggsbank).

Delvis isolerade socklar som innehåller fukt-känsliga material och andra falssocklar är exempel på problematiska konstruktioner. I sådana kan syllen och golvytan finnas på samma nivå som den omgivande markytan eller till och med nedanför. Syllen och konstruktionerna i väggens nedre del utsätts lätt för mikroskador. Fukt- och mikroskador i sockelkonstruktionen och i ytterväggens nedre delar syns knappt någonsin på konstruktionernas inre eller yttre ytor, utan de framkommer vanligtvis som avvikande lukt och kan medföra hälsoolägenheter. Då sockelkonstruktioner repareras ska man förutom fukt- och mikroskadorna också granska skicket på betongkonstruktionerna, särskilt i äldre byggnader, och vidta behövliga reparationsåtgärder.

Ungefär fram till slutet av 1960-talet använde man ofta mineralull eller kork- och cementbundna träullskivor som värmeisolering i delvis isolerade falssocklar. Värmeisoleringen i sockeln spalt är vanligtvis i förbindelse med värmeisoleringsskiktet i en oventilerad väggkonstruktion. Exempelvis i en yttervägg i tegel med luftspalt kan värmeisoleringen i falssockeln bli våt av regn som tränger genom väggen. Värmeisoleringen i en delvis isolerad falssockel kan också bli våt av vatten som rinner längs markytan eller t.ex. av vatten från stuprännan, om regnvatten inte leds kontrollerat bort från området intill byggnaden eller om ett regnvattensystem eller en taktärna saknas helt och hållet. Fukt kan tränga in i värmeisoleringen även via gjutformars mellanstycken. Särskilt mellanstycken i trä suger upp kapillär fukt och när de murknar lämnar de ett öppet hål i betongsockeln. Skademekanismerna i fråga om konstruktioner mot mark har behandlats heltäckande i handboken *Rakennuksen kosteus- ja sisäilmatekninen kuntutkimus*.

Allmänt om reparation av sockelkonstruktioner

Vid reparationer av sockelkonstruktioner bör man fästa uppmärksamhet vid hur marken som omger byggnaden är formad och markytans höjd i förhållande till golvnivån och väggstommens underkant. Markytan bör formas så att den sluttar i riktning bort från sockelkonstruktionen. Dessutom bör

markytans höjd åtgärdas så att syllen i ytterväggen och golvytan ligger ovanför markytan. Höjdskillnaden bör vara minst 300 mm.

I samband med sockelreparationer bör man också försäkra sig om att det finns ett fungerande dräneringssystem. Likaså bör man försäkra sig om att det finns ett fungerande dagvattenavlopp. Om nämnda system saknas bör de byggas på samma gång som sockelkonstruktionerna repareras.

Behovet av tätskikt på utsidan av sockelkonstruktionerna bör klargöras i samband med reparationen. Om bortledningen av dagvattnet, de skikt som håller vatten från markytan, dräneringsskikten intill byggnaden, kapillärbrytningarna och dräneringen genomförs på samma sätt som vid väggar mot mark, behöver sockelkonstruktionen i allmänhet inget egentligt tätskikt. Om den utvändiga fuktbelastningen är betydande kan man använda en grundmursplatta som tätskikt. (RIL 255-1-2014)

I praktiken är det omöjligt att avlägsna skadat material från en sockel med isoleringsspalt utan att riva ytterväggen. En allmän princip som gäller vid reparationer av sockelkonstruktioner är att ytterväggs- och sockelkonstruktionen ska förnyas i det skadade området och skadat material byts ut. Reparationsprojekteraren ska granska helheten med hänsyn till skadans grad och omfattning samt övriga reparationer på byggnaden.

Metoder för att reparera socklar behandlas mer ingående i bilaga 2.4 *Metoder för reparation av socklar* och bilaga 2.9 *Anslutningsdetaljer och genomföringar*. Till sockelreparationer kan det ofta också höra att reparera bottenbjälklag mot mark. Metoderna för det behandlas i bilaga 2.1 *Metoder för reparation av bottenbjälklag mot mark*.

3.2.6

Ytterväggar

Allmänt om skador på ytterväggar

Drivande regn och snö som tränger in i konstruktionen är den största källan till fukt i ytterväggskonstruktioner. Ju högre byggnad, desto mer belastar drivande nederbörd ytterväggarna. Dessutom påverkar byggnadens geografiska läge belastningens omfattning: i kustregionen belastas byggnaderna av mer drivande regn eftersom vindtrycket är hårdare vid nederbörd och nederbörden ofta är rikligare än i inlandet. (Pakkala et al., 2016). Dessutom har drivande regn en större inverkan på

horisontella och lutande ytor jämfört med vertikala ytor. Horisontella ytor är till exempel balkonger, vattentak, skyddstak och lutande väggar. (Pentti et al., 1999).

Drivande regn väter ytterväggskonstruktionerna av två anledningar: Regnvatten tränger in genom fasadytan antingen direkt till värmeisoleringarna eller till luftspalterna. Därifrån transporteras det in i väggkonstruktionen och/eller rinner det in i väggkonstruktionen via bristfälligt monterade fönsterbleck eller takfotsplåtar. Om vatten som kommit in i ytterväggskonstruktionen inte kommer åt att torka effektivt, kan det hända att fukt orsakar mikroväxt i väggkonstruktionerna. Värmeisolering som skadats av fukt i väggen eller i en delvis isolerad falssockel, fönsterreglar, fönsterkarmar och fönsterbågar är exempel på ställen där det kan uppkomma mikroskador. Om fasadmaterialet som våt inte tål återkommande växling mellan frost och tö, kan det hända att den höga fukthalten i ytterbeklädnaden leder till frostvitrering. (Asikainen och Peltola (red.), 2008). När utemotemperaturen stiger till exempel vid solsken kan det hända att fukt leds genom diffusion från den våta fasadbeklädnaden in i väggkonstruktionen. Då kan värmeisoleringen i ytterväggen bli våt och få mikroskador. Risken är särskilt stor i tegelväggar och vid de L-balkar i betong som bär upp ytterskalet.

Överflödigt fukt kan tränga in i väggkonstruktionen också från inneluften genom diffusion och konvektion. Om en skiktad ytterväggskonstruktion saknar ångspärr som ligger nära insidan av väggkonstruktionen, kan vattenånga som tränger in i konstruktionen från inneluften kondenseras i sådana skadliga mängder i ytterväggens yttre delar. Detta kan också ske på insidan av ångspärren, om ångspärren ligger för djupt inne i väggkonstruktionen. Om ångspärr saknas eller om ångspärrens fogar, kanter och genomföringar inte är täta på alla ställen kan fukt tränga in i konstruktionen även med luftströmmarna (konvektion). Därför bör insidan av ytterväggen i regel alltid förses med ett ångspärrsskikt. Ett undantag till detta utgörs av massiva ytterväggskonstruktioner som bara består av ett material och där konstruktionen alltigenom har samma vattenånggenomsläpplighet.

Skademekanismer i ytterväggar har behandlats mer ingående till exempel i följande publikationer: *Rakennuksen kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus* och Finska Betongföreningens publikatio-

ner by 42 *Betonijulkisivun kuntotutkimus 2013* och by 44 *Rapatun julkisivun kuntotutkimus 1998*.

I denna handbok behandlas inte reparationer av skador på fasader. De behandlas i ett flertal andra anvisningar, som by 57 *Eriste- ja levyrappaus 2016*, by 64 *Tuulettuvat julkisivut 2016*, och *Julkisivuyhdistys ry:s anvisningar (JUKO ohjeistokansio)*.

Allmänt om reparation av ytterväggar

Ytterväggskonstruktionerna strävar efter en jämviktsfukthalt med inneluften. Därför ska alla former av fuktöverföring (kapillaritet, konvektion, diffusion, gravitation och överföring på grund av vind) tas i beaktande när man projekterar reparationer av ytterväggskonstruktioner.

Då fukt- och mikroskador i en yttervägg repareras ska man säkerställa fasadens vattentäthet och byggnadsfysikaliska funktionalitet. Projekteringen av reparationerna utgår från antagandet att vatten i vissa situationer tränger in bakom ytterbeklädnaden. I första hand ska man genom byggnadstekniska lösningar sträva efter att hindra vatten från att komma in i konstruktionerna, men vid projekteringen bör man också säkerställa att ytterväggskonstruktionen kan torka. (Pentti et al., 1999). Vid reparationer av ytterväggskonstruktioner ska man förutom fukt- och mikroskadorna också granska det övriga tekniska skicket på väggkonstruktionen, särskilt i äldre byggnader, och vidta nödvändiga åtgärder för att reparera skadorna.

Skadliga konsekvenser av drivande regn kan minskas genom att man planerar breda takfötter och formar fasadens detaljer så att vatten leds bort från fasaden. I allmänhet bör till exempel lutande och horisontella delar av väggen bekläs med plåt på grund av den stora belastningen som regnet förorsakar. I ytterväggskonstruktioner som består av flera skikt bör man ta i beaktande fuktbalansen mellan de olika skikten. Vid putsade eller ytbelagda fasader bör man välja fuktpermeabiliteten för olika skikt så att fukt inte kommer åt att samlas i konstruktionen och å andra sidan att fukten kan torka utan att orsaka mikroskador eller andra skador på konstruktionen (till exempel frostvitrering). (Pentti et al., 1999).

Genom att säkerställa att de olika konstruktions-skikten har tillräckligt med vattenångpermeabilitet och -motstånd och att de är tillräckligt lufttäta kan man förhindra att fukt samlas i ytterväggskonstruktionen genom diffusion och konvektion. Det innebär i praktiken att ytan på den konstruktion

av ytterväggen som finns på insidan av byggnaden ska vara tätare mot vattenånga än den som finns på utsidan (Pitkäranta (red.), 2016, RIL 107). Dessutom ska anslutningarna till de byggnadsdelar som är förenade med ytterväggskonstruktionen, fogarna på fasaden samt olika genomföringar vara täta mot regnvatten, vattenånga och luft (Pentti et al., 1999). För att fukt från inneluften inte ska vandra till ytterväggskonstruktionen genom konvektion bör man se till att den inre ytan är lufttät. Enligt gällande bestämmelser ska ventilationen i nya byggnader planeras så att tryckförhållandena är i jämvikt med uteluften. Bestämmelsen kan också tillämpas på reparationsbyggnad. Av detta följer att tryckförhållandena inuti byggnaden varierar från undertryck till övertryck beroende på förhållandena utomhus. Tidigare strävade man efter att planera byggnaderna så att de hade ett litet undertryck. På det sättet förhindrar ett enhetligt, tätt ångspärrskikt på den inre ytan av en konstruktion att föroreningar överförs till inneluften från konstruktionen via luftläckage. (Pitkäranta (red.), 2016).

Metoder för att reparera ytterväggar behandlas mer ingående i bilaga 2.5 *Metoder för reparation av ytterväggar* och bilaga 2.9 *Anslutningsdetaljer och genomföringar*. Vidare görs reparationer ofta också i mellanbjälklag. Metoderna för det behandlas i bilaga 2.7 *Metoder för reparation av mellanbjälklag*.

3.2.7

Vindsbjälklag och vattentak

Allmänt om skador på vindsbjälklag

Fukt- och mikroskadorna på vindsbjälklag beror ofta antingen på att vattentaket inte är tätt eller på att själva konstruktionen inte är tätt, men också fel i de fastighetstekniska systemen eller föråldrad teknik och material kan leda till skador.

Otäta anslutningar, fogar eller genomföringar leder ofta till att vatten tränger in i vindsbjälklaget. Vissa takmaterial, som t.ex. traditionella tegelpannor utan underlagstak, är inte heller vattentäta. Om underlagstaket saknas kan riskerna för fuktproblem öka även vid andra takmaterial. Om underlagstaket saknas kan fukt som kondenseras på undre ytan av takmaterialet leda till fukt- och mikroskadorna. Vindtrycket kan också få vatten och i synnerhet snö att tränga in i konstruktionerna via olika anslutningar. Det leder till att överflödigt fukt från regn- och smältvatten kan tränga in i vindsbjälklaget. Ju äldre tak, desto större är risken.

En annan vanlig orsak till skador på vindsbjälklag utgörs av brister i luft- och vattenånggenomsläppligheten. Om konstruktionens luft- och ångspärrskikt inte är hel på insidan eller om det saknas helt och hållet kan fukt tränga in i vindsbjälklaget med inneluften. Fukten kan kondenseras inuti konstruktionen och ge upphov till fukt- och mikroskadorna särskilt i vindsbjälklag som saknar ventilation eller som är dåligt ventilerade. Risken för skador ökar i höga utrymmen och i utrymmen där mycket fukt avges till inneluften, som i tvätt- rum och storkök. Om brandbottnen har en ångspärr på den kalla sidan av konstruktionen kan det medföra att fukt samlas under ångspärren och skadar vindsbjälklaget. Det kan hända att luft- och ångspärrskiktet ursprungligen varit tätt, men om anslutningarna inte tillåtit rörelser i konstruktionerna kan det hända att tätheten försämrats under de senare faserna av byggnadens livscykel, till exempel på grund av att konstruktioner sjunkit ihop eller böjts eller av fukt- och värmerörelser.

Om de fastighetstekniska systemen har bidragit till skadorna på vindsbjälklaget beror de ofta på genomföringar, antingen på grund av brister i tätheten som nämndes ovan eller på grund av bristande värmeisoleringar i genomföringarna, som kanaler och rör. Som exempel kan nämnas otillräcklig värmeisolering i golvbrunnar av gjutjärn och ventilationsrör för avlopp. I dessa har värmeisoleringen inte nödvändigtvis förverkligats med sådant material vars vattenånggenomsläpplighet är tillräckligt liten, och då kan fukt i luften kondenseras på rörets yta och leda till fukt- och mikroskadorna. När det gäller golvbrunnar kan problem dessutom uppkomma i sättningar i taket, och då avleder lutningarna inte nödvändigtvis längre regnvatten till takbrunnarna.

Skademekanismerna i vindsbjälklag och vattentak har behandlats mer ingående bl.a. i handboken *Rakennuksen kosteus- ja sisäilmatekninen kunto- tutkimus*.

Om reparationer av vindsbjälklag och vattentaks- konstruktioner

Ett byggnadsfysikaliskt välfungerande vindsbjälklag är en konstruktion vars yta mot utrymmena inomhus har ett tillräckligt luft- och ångtätt materialskikt. Det förhindrar att fukt i inneluften tränger in i konstruktionen och att eventuella föroreningar sprider sig från konstruktionen till inneluften. Särskild uppmärksamhet bör fästas vid luft- och ångtätheten i olika anslutningar och skarvar, så-

som vid genomföringar och vid anslutningar till väggar (anslutningar mellan vindsbjälklaget och inner- respektive ytterväggarna). Anvisningar om lufttäta anslutningar ges bl.a. i följande handböcker och publikationer: *Ilmanpitävien rakenteiden ja liitosten toteutus asuinrakennuksissa* (Aho & Korpi 2009), *Matalaenergia- ja passiivitalojen rakenteiden ja liitosten suunnittelu- ja toteutusohjeita* (Lahdensivu et al., 2012) och *Asuinrakennusten ilmanpitävyys, si-säilmasto ja energiatalous* (Vinha et al., 2010).

På marknaden finns det produkter och system med vilka man kan uppnå tillräckligt täta genomföringar. Då lufttäta anslutningar planeras är det viktigt att beakta fukt- och värmerörelserna i konstruktionen, att konstruktionerna böjs och att slutresultatet ska ha en lång livslängd. Om en genomföring tätas med en elastisk massa eller polyuretanskum, bör produkten ha tillräckligt bra deformationsförmåga och vidhäftning till genomföringen och det omgivande luft- och ångspärrskiktet. Anslutningen kan ytterligare förstärkas t.ex. med genomföring av gummi eller tejp. Detta tätnings-sätt lämpar sig bra när man använder lamellära produkter i luft- och ångspärrskiktet.

När man använder en ångspärr av plast bör man lämna extra material i anslutningarna. Då rivs plasten inte sönder av rörelser i konstruktionerna. Ångspärren ska läggas tillräckligt överlappande och fogarna placeras vid täta stödsnitt, till exempel mellan trälistor som skruvas fast. Därtill kan man använda tejp för att säkerställa täta anslutningar. Alternativt kan man vid överlappningarna använda tätnings- eller fogband som fästs med dubbelsidig vidhäftning. Ångspärren får inte utsättas för belastning, till exempel får vikten av värmeisoleringen inte vila enbart på plasten.

En annan viktig faktor i en byggnadsfysikaliskt fungerande vindsbjälklagskonstruktion är att takmaterialet är tillräckligt tätt mot regn. Det förhindrar att fuktbelastning utifrån når värmeisoleringen i konstruktionen och de bärande byggnadsdelarna. Vattentätheten kan grunda sig på det egentliga takmaterialet, underlagstaket under takmaterialet eller en kombination av dessa två materialsnitt. Underlagstaket ska läggas tätt. Skarvar och fogar skall läggas i omlott, underlagstakets genomföringar isoleras, underlagstaket fästs tillräckligt och dras (minst 250 mm) över ytterväggens yttre kant så att vatten inte leds in i ytterväggskonstruktionen.

I ventilerade vindsbjälklag är den tredje viktiga faktorn för den byggnadsfysikaliska funktionen att luftspalten mellan vattentaket och värmeisoleringen har tillräcklig ventilation. Fukten i luften som finns på vinden och i luften i luftspalten kan tidvis kondenseras till exempel på den nedre ytan av vattentaksstrukturen. Med hjälp av en tillräcklig luftspalt och ett diffusionsöppet underlagstak kan man minska kondenseringen av fukt och de därpå följande riskerna och olägenheterna.

I fall av inverterade tak och vindsbjälklag som saknar ventilation eller har dålig ventilation bör planeraren granska undersökningen om inneluftens kvalitet. I nämnda tre typer av vindsbjälklag är det vanligt att det inte går att göra någon omfattande visuell granskning av hela konstruktionens skick, och därför finns det risk för att punktmässiga eller dolda behov av reparationer förbises.

I ett vindsbjälklag som byggts av element, till exempel håldäck, fås ett luft- och ångspärrskikt med lång livslängd med en bitumenmembran eller någon annan tätningsprodukt som läggs åtminstone ovanpå fogarna. Tätningen kan också göras över hela konstruktionen. I den mån det är möjligt kan tätningen utnyttjas som väderskydd i byggnadskedet. Enbart gjutna elementfogar säkerställer inte nödvändigtvis att lufttätheten bevaras under byggnadens hela livscykel.

I ett vindsbjälklag med bra ventilation är det i allmänhet lättare att upptäcka brister i vattentakets vattentäthet och andra skador på vindsbjälklaget eller vattentaksstrukturen. Därmed är det också lättare att följa upp skicket på konstruktionen och bedöma behoven av reparation under byggnadens livscykel. Vid planeringen av reparationer på vindsbjälklags- och vattentaksstrukturen kan man också evaluera möjligheten att göra ändringar i taktypen med hänsyn till arkitektoniska, byggnadstekniska och andra aspekter.

Beroende på skadorna i vindsbjälklaget eller vattentaket behöver man ofta också göra reparationer i anslutande byggnadsdelar, som de övre delarna av ytter- eller mellanväggarna. Behovet av att reparera dem bör tas i beaktande i samband med reparationer i vindsbjälklags- och vattentaksstrukturen på det sätt som beskrivs specifikt för varje byggnadsdel i denna handbok.

Metoder för att reparera vindsbjälklag behandlas mer ingående i bilaga 2.6 *Metoder för reparation av vindsbjälklag* och bilaga 2.9 *Anslutningsdetaljer och genomföringar*.

Mellanbjälklag

Allmänt om skador på mellanbjälklag

Fukt- och mikrobskador på mellanbjälklaget beror ofta på att bjälklaget blivit vått under byggnadstiden, byggfukt, rörläckor, läckage i fuktiga och våta utrymmen, rengöring av golv med rikligt vatten samt fukt i inneluften som kondenserats på kalla ytor (vid köldbryggor). För stora tryckskillnader mellan våningarna i en byggnad ger upphov till luftströmmar som kan sprida föroreningar från det skadade stället till inneluften via otäta anslutningar och genomföringar i byggnadsdelarna. Skadorna kan orsaka betydande problem med inneluften och kräva omfattande reparationsåtgärder.

Mellanbjälklag i gamla byggnader kan grovt indelas i mellanbjälklag i armerad betong och mellanbjälklag i trä enligt den bärande konstruktionen. I mellanbjälklag i trä är olika organiska fyllnadsmaterial som torv, mossa, halm, sågspån och kutterspån känsliga för fuktskador. I mellanbjälklag i armerad betong utgörs den största risken av formvirke och fyllnader som blivit kvar inuti konstruktionen samt av fyllnads- eller isoleringsskikt mellan den bärande plattan och ytplattan (till exempel mineralullsmatta, träullskiva eller sand).

I mellanbjälklag i trä kan fuktskador förutom i fyllningarna även förekomma i ändarna av bärande balkar, eftersom de fällt in i en murad yttervägg.

Allmänt om reparation av mellanbjälklag

I konditionsundersökningar är det ytterst viktigt att med tillräcklig säkerhet utreda vilka konstruktionslösningar som tillämpats samt orsakerna till skadorna och skadornas omfattning. En tillförlitlig utredning av konstruktionerna och särskilt deras anslutningar förutsätter i allmänhet att man gör tillräckligt stora öppningar. Vid projekteringen av reparationerna ska ta i beaktande att skadorna kan avlägsnas från konstruktionen eller om det inte är möjligt, att deras konsekvenser för inneluften elimineras. Vid reparationer av mellanbjälklag bör man beakta eventuella förändringar i konstruktionens fukt- och värmetekniska funktionalitet, den ursprungliga konstruktionens bärförmåga och eventuella behov av förstärkning samt eventuell brandsektionering och ljudisolering, till exempel mellan bostäder som ligger ovanpå varandra. Då ska mellanbjälklagen i allmänhet göras lufttäta

oavsett vilket reparationssätt som tillämpas. Som krav på täthetsnivå räcker det då med en normal nivå för nybyggnad, medan en egentlig tätning-reparation skulle förutsätta avsevärt tätare konstruktioner.

Vid reparationer av mellanbjälklag bör uppmärksamhet även fästas vid ventilationen i byggnaden. Det bör råda ett jämviktsläge över mellanbjälklaget. I vissa situationer kan man skapa undertryck i mellanbjälklaget för att säkerställa att föroreningar inte förflyttas från mellanbjälklaget till inneluften. Metoder för att reparera mellanbjälklag behandlas mer ingående i bilaga 2.7 *Metoder för reparation av mellanbjälklag* och bilaga 2.9 *Anslutningsdetaljer och genomföringar*. Vidare görs reparationer ofta också i ytterväggarna. Metoderna för det behandlas i bilaga 2.5 *Metoder för reparation av ytterväggar*.

Våtrum

Det här kapitlet fokuserar i första hand på åtgärder för att reparera tätskiktet eller förnya det så att det blir heltäckande. En reparation av tätskiktet räcker emellertid i allmänhet inte till vid reparationer av fukt- och mikrobskador i våtrum, utan de konstruktioner som omger våtrummet bör också repareras enligt principer som lagts fram i de övriga kapitlen i denna handbok.

Allmänt om skador på konstruktioner i våtrum

Skador i våtrum beror ofta på brister i tätskiktet. Fel kan ha uppkommit till exempel om tätskiktet nått slutet av sin livslängd eller om det uppstått sprickor, rörelser och andra skador i konstruktionerna. Även fel som begåtts i byggskedet, som till exempel att genomföringarna inte tätats tillräckligt, kan leda till skador på konstruktionerna i ett våtrum. Ändringar, genomföringar och fästen som gjorts senare under våtrummet livscykel kan också ha lett till att tätskiktet skadats och det uppkommit läckage. Bild 3.4 visar ett exempel på ett våtrum där det saknas tätskikt. Om tätskiktet saknas så saknas den ofta under den keramiska golvbeläggningen och då upptäcker man det inte lika enkelt som i exemplet på bilden.

Vid allvarliga fukt- och mikrobskador är det vanligt att skadorna även medfört fuktskador på konstruktionerna kring och nedanför våtrummet.

I konstruktioner i gamla våtrum har man ofta använt material som innehåller skadliga ämnen

(fixativ och fogmassa, lim, byggskivor, spackel och tätskikt). Före reparationsprojekteringen bör man göra en kartläggning av skadliga ämnen för att ta reda på eventuella förekomster av dem. Hur man gör en undersökning av skadliga ämnen beskrivs bland annat i RT-kortet RT 18-11245.

Om reparation av konstruktioner i våtrum

Principerna för att reparera konstruktioner som omger ett våtrum behandlas i andra kapitel i denna handbok. I det här kapitlet ligger fokus på reparation av tätskiktet så att det är enhetligt efter reparationen. I allmänhet räcker det inte enbart med att reparera tätskiktet utan de omgivande konstruktionerna, golven och väggarna bör också åtgärdas i tillräcklig utsträckning.

I och med uppdateringen 1998 av del C2 i byggbestämmelsesamlingen infördes ett krav på att tätskiktet bör vara tillräckligt hållbart och ha en tillräcklig flexibilitet. I tvättrum som är äldre än så kan det hända att tätskiktet utgörs av en fuktspärr som inte är lika flexibel som tätskiktet. Tätskiktets typ och placering bör tas i beaktande vid projekteringen av reparationer.

Det är ofta nödvändigt att torka de konstruktioner som ska repareras, särskilt om de är i betong eller murverk. Den tid som torkningen behöver ska tas i beaktande vid projekteringen och genomförandet av reparationerna.

Vid en grundlig reparation av ett våtrum förnyas konstruktionerna så att de blir fukttekniskt fungerande. Konstruktioner som lämpar sig för



Bild 3.4. I gamla våtrum kan tätskiktet saknas helt och hållet. (Foto: P. Annila, Rakennusinsinööri Petri Annila)

våtrum har behandlats bl.a. i RT-kortet RT 84-11166. Reparation av våtrum har också behandlats bl.a. i RT-kortet 84-11093. Vid valet av material för den nya konstruktionen bör man beakta fuktbelastningen i våtrummen och om förhållandena är svåra lönar det sig att välja material som har bättre fuktbeständighet och konstruktionslösningar som har längre livslängd.

Metoder för att reparera våtrum behandlas mer ingående i bilaga 2.8 *Metoder för reparation av våtrum* och bilaga 2.9 *Anslutningsdetaljer och genomföringar*. Utöver dessa blir man ofta tvungen att reparera mellan- och bottenbjälklagskonstruktionerna. Metoder för reparation av sådana behandlas i bilaga 2.1 *Metoder för reparation av bottenbjälklag mot mark*, bilaga 2.2 *Metoder för reparation av bottenbjälklag med kryppgrund* och bilaga 2.7 *Metoder för reparation av mellanbjälklag*.

3.2.10

Anslutningsdetaljer och genomföringar

Allmänt om hur man bygger lufttäta konstruktioner och anslutningar

Att konstruktionerna är lufttäta har en stor betydelse för byggnadens fukttekniska funktionalitet. Konvektion kan göra att fukt från inneluften rör sig utåt via ställen som läcker luft. Skadliga mängder av fukt kan kondenseras inuti konstruktionen och leda till fuktskador. Risken för fuktskador föreligger också om kall luft läcker utifrån och kyler ned konstruktionerna och därigenom ökar risken för att fukten i inneluften kondenseras.

Vid reparation av fukt- och mikrobskadade konstruktioner hindrar man med lufttäteten dessutom att eventuella föroreningar förflyttas med luftströmmar via läcker till inneluften.

Att konstruktionerna är lufttäta har också en indirekt effekt för byggnadens totala energiförbrukning: behovet av uppvärmning minskar ofta när man åtgärdar läckande konstruktioner. Då möjliggörs en sänkning av temperaturen, eftersom man har kunnat eliminera dragigheten som inverkar negativt på trivseln. Ju sämre utgångsläget varit beträffande läckande luft, desto större effekt har tätningen av konstruktionerna för energiförbrukningen.

Lufttäteten i en byggnad grundar sig vanligtvis antingen på ett separat luftspärrskikt, på avjämningen av innerväggarna eller på lufttäteten i byggmaterialet. I skiktade konstruktioner behövs

alltid en ångspärr som samtidigt fungerar även som luftspärr. I murade konstruktioner är det vanligtvis ett lager avjämningsmassa som fungerar som luftspärr. I massiva tegelmurar och i betongkonstruktioner är själva väggen tillräckligt lufttät, förutsatt att det inte finns sprickor som går genom hela konstruktionen. Konstruktionens lufttätethet är beroende av att det lufttäta skiktet fortsätter sammanhängande runt hela manteln. Därför ska luftspärrarna i olika byggnadsdelar vara tätt anslutna till varandra.

I bilaga 2.9 *Anslutningsdetaljer och genomföringar* visas olika lösningar där särskild uppmärksamhet har fästs vid lufttätetheten. Ställen där lufttätetheten är särskilt viktig beskrivs i detaljritningar. För varje konstruktionslösning presenteras två alternativ:

1. säkerställande av lufttätetheten i en konstruktion där inga reparations- eller förnyelseåtgärder ska vidtas i stomkonstruktionerna
2. återställande av lufttätetheten i en konstruktion där rivnings- och reparationsåtgärder ska vidtas även i stomkonstruktionerna.

Principer som ska tillämpas specifikt från fall till fall visas i detaljerna. Ett omsorgsfullt utförande av arbetet har en stor betydelse för hur lufttät anslutningen sist och slutligen blir. Lösningarna bör samordnas med reparationerna av de anslutande konstruktionerna.

I avsnittet i bilaga 2.9 behandlas följande konstruktionsdetaljer, vars principiella ställen visas på bild 3.5. Nedan visas de kombinationer av konstruktioner som behandlas i exemplen i bilagan.

1. Vattentak – yttervägg
 - Vattentak med underlagstak – yttervägg
2. Vindsbjälklag – yttervägg
 - Vindsbjälklag i trä – yttervägg av trä
 - Vindsbjälklag i betong – yttervägg av trä
 - Vindsbjälklag i betong – yttervägg i betong eller murverk
 - Vindsbjälklag i trä – yttervägg i betong eller murverk
 - Elementyttervägg – vindsbjälklag i byggplåt
3. Fönster – yttervägg
 - Fönster – yttervägg i trä
 - Fönster – yttervägg i betong eller murverk
4. Mellanbjälklag – yttervägg
 - Mellanbjälklag av trä – yttervägg i betong eller murverk
 - Mellanbjälklag av trä – yttervägg av trä
 - Mellanbjälklag i betong – yttervägg i betong eller murverk
 - Mellanbjälklag i betong – yttervägg av trä
 - Tak i skyddsrum – omgivande konstruktioner
5. Plan utomhus – yttervägg
 - Takterrass – yttervägg i betong eller murverk
6. Bottenbjälklag med kryppgrund – yttervägg
 - Bottenbjälklag av trä med kryppgrund – yttervägg av trä
 - Bottenbjälklag av trä med kryppgrund – yttervägg i betong eller murverk
7. Väg mot mark – bottenbjälklag mot mark
 - Bottenbjälklag i betong – yttervägg i betong eller murverk
8. Bottenbjälklag mot mark – mellanvägg
 - Bottenbjälklag i betong mot mark – mellanvägg i betong
 - Bottenbjälklag i betong – bärande mellanvägg av trä
 - Bottenbjälklag i betong – icke-bärande mellanvägg av trä
9. Sockel – bottenbjälklag
 - Sockel i betong eller murverk – bottenbjälklag i betong mot mark (förnyas)
 - Sockel i betong eller murverk – bottenbjälklag i betong mot mark (tätas)
 - Väg av trästomme och falssockel – bottenbjälklag i betong på mark
10. Dilatationsfogar
11. Rörkanaler
12. Utrymme mellan trappa och mark.

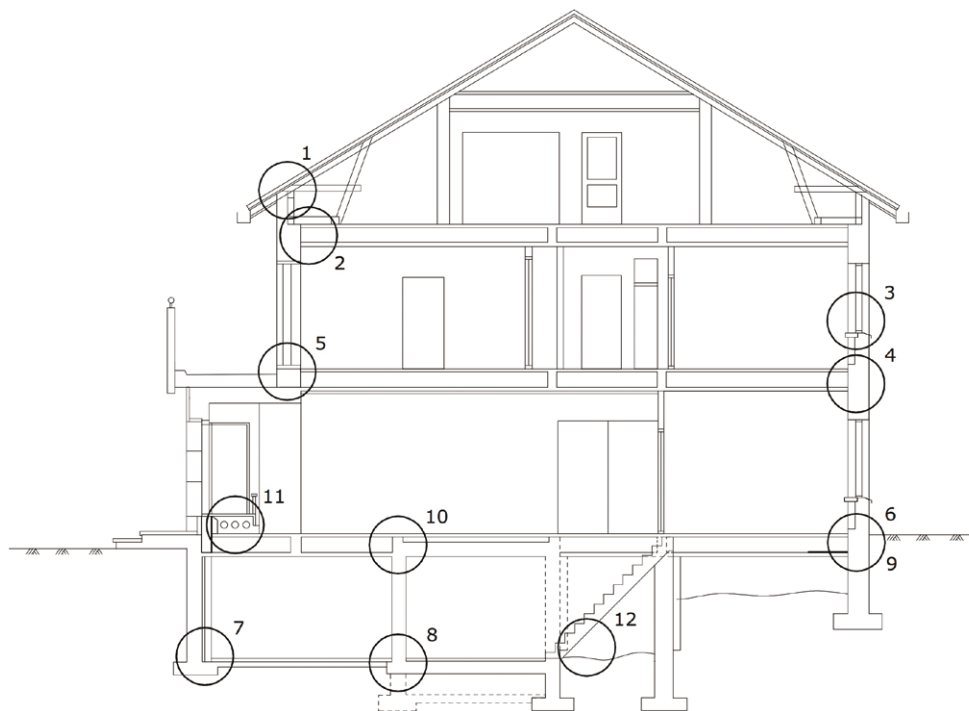


Bild 3.5. Allmänna principer för detaljer i anslutningar och genomföringar.

Tillämpliga reparationsmetoder

Reparationen av en fukt- och mikrobskadad byggnad omfattar i allmänhet följande åtgärder

- torkning (kapitel 3.3.1) eller rivning (kapitel 3.3.2) eller både och (reparationsmetoderna kan vid behov kombineras med åtgärder som förbättrar tätheten i byggnadsdelarna)
- säkerställande av byggnadsdelarnas byggnadsfysikaliska funktionalitet
- rengöring av ytor som inte åtgärdas
- städning under arbete och slutstädning med beaktande av eventuella föroreningar
- justering av de fastighetstekniska systemen efter reparationerna, särskilt för att säkerställa att ventilationen fungerar
- andra reparationsmetoder enligt behov, såsom förbättring av lufttätheten i byggnadsdelarna, inkapsling av skadliga ämnen, under- och övertrycksreglering i utrymmen eller konstruktioner, reparationsmetoder som begränsar förflyttning av fukt och föroreningar (kapitel 3.3.3–3.3.7).

Utgångspunkten är att en fukt- och mikrobskadad byggnadsdel ska förnyas i behövlig omfattning. Om en bedömning av helhetssituationen visar att det inte är lönsamt eller möjligt att grundligt förnya den fukt- och mikrobskadade konstruktionen, till exempel på grund av byggnadens återstående livslängd eller en ringa mängd föroreningar, bör man sträva efter att förhindra att föroreningar eller skadliga ämnen sprider sig från konstruktionerna till inneluften. Sådana metoder kan också utnyttjas som stödåtgärd i samband med torkning och/eller förnyande av konstruktioner i ett reparationsprojekt. Att lämna kvar föroreningar eller skadliga ämnen i konstruktionerna förutsätter projektering med specialkunskaper.

Till de övriga reparationsmetoderna hör att enligt behov och beroende på situationen vidta åtgärder för att tätta konstruktionerna och förhindra spridning av föroreningar samt metoder för att påverka tryckförhållandena (mellan olika utrymmen och över byggnadens yttermantel). Att föroreningarna når inneluften kan förhindras enligt två grundläggande principer. **Den första** principen är att eliminera luftströmmar som transporterar för-

oreningar till inneluften genom konvektion eller diffusion. **Den andra** principen är att skapa sådana tryckförhållanden i utrymmena att överföringen av föroreningar minskar. Luftflöden som innehåller föroreningar minimeras eller stoppas helt med bättre lufttäthet i konstruktionerna eller inkapsling. Själva källan till föroreningarna blir emellertid kvar i konstruktionerna.

Om bara konvektionsströmmar via konstruktionernas fogar, kanter och genomföringar ska tätas, handlar det om att förbättra lufttätheten i konstruktionerna. Om hela konstruktionens yta ska isoleras och man även beaktar effekten av diffusion, handlar det om inkapsling. I praktiken tillämpas dessa metoder flexibelt och specifikt för varje fall för att uppnå den eftersträfvade tätningsnivån. Planeraren bör ha en övergripande förståelse för de mekanismer som överför föroreningar samt om konstruktionernas värme- och fukttekniska funktion före och efter reparationsåtgärderna. Övriga anslutningar, såsom dörrar och fönster, beaktas vid valet av metod.

Ventilationssystemet är ofta i obalans och orsakar betydande över- eller undertryck i utrymmena. Även om avvikelserna i luftflödet skulle vara inom tillåtna gränser, kan tryckskillnaderna mellan olika utrymmen eller över byggnadens yttermantel vara stora. Ett undertryck som orsakas av ventilationen kan få luft som innehåller föroreningar att strömma in i utrymmena från konstruktionerna. Ett undertryck inomhus kan avsevärt eller till och med i avgörande omfattning öka de olägenheter som föroreningarna medför. Ventilationssystemet borde alltid vara i balans för att stora tryckskillnader ska förhindras. I en fukt- och mikrobskadad byggnad bör man särskilt omsorgsfullt överväga hur stor avvikelse som kan tillåtas med hänsyn till sundheten och säkerheten i utrymmena. Ventilationssystemets funktionalitet ska kontrolleras och regleras efter alla reparationsåtgärder. I det sammanhanget ska man också bedöma vilken effekt specialutrustning, som huvor i storkök och dragskåp i laboratorier, har för helheten.

Fastighetsägaren ansvarar därtill för ett flertal åtgärder som ska vidtas regelbundet vad gäller de fastighetstekniska systemens livscykel och förebyggande fastighetsunderhåll. Sådana åtgärder har också betydelse för hur reparationsmetoderna lyckas. Bild 3.6 visar exempel på detaljer i anslutning till underhållsåtgärder på fastighetstekniska system.

Hur olika reparationsmetoder lämpar sig för konstruktioner betong och murverk respektive trä beskrivs med exempel i tabellerna 3.2 och 3.3 (på sidan 58). En metod eller en kombination av flera metoder kan vara ett lämpligt alternativ. Olika byggnadsdelar i samma byggnad kan repareras på olika sätt.

3.3.1

Torkning av konstruktioner

Torkningen av konstruktionerna bör påbörjas genast efter att en akut fuktskada (**vattenskada**) har upptäckts. På det sättet kan man förhindra att skadan breder ut sig ytterligare och avgränsa det skadade området. De lämpliga reparationsmetoderna beror på hur snabbt skadan har upptäckts och vilka torkningsåtgärder som har påbörjats. Före torkningen bör man kartlägga vilka konstruktioner det lönar sig att torka och vilka som måste bytas ut.

Om skadan är liten och tillfällig, kan konstruktionerna öppnas ordentligt och orsaken till skadan avlägsnas. Om inga mikrobskador har hunnit uppkomma och skadan har orsakats av vatten från en vattenledning eller av vatten som annars är rent kan det räcka med att de konstruktioner som blivit våta torkas och/eller material som skadats av vatten tas bort och ersätts med nytt. Om skadan har hunnit påverka konstruktionerna under en längre tid, kan reparationen förutsätta mer omfattande materialbyten eller rengöring av materialen. Ett övertänt byte av material kan avsevärt påskynda torkningen av de övriga konstruktionerna. Med fuktmätningar kontrollerar man att torkningen lyckats.

Vid skador på avlopp ska orsaken till skadan åtgärdas och de fuktiga konstruktionerna torkas. Kontaminerat material avlägsnas och smutsiga ytor rengörs. Vid behov kan man dessutom tillämpa tätningsreparationer eller inkapsling.



Bild 3.6. Torrisblåsning av fettkäpa (till vänster). Utloppsslang för kondensvatten som kopplats till pannans avrinningsrör (till höger).

En mikroskada försvinner inte genom torkning.

Innan man torkar konstruktioner mekaniskt bör man kontrollera att inget mikroskadat material blivit kvar i konstruktionerna, eftersom torkning av skadat material kan medföra att föroreningar sprids till ett stort område. För att förhindra mikroskador bör torkningen inledas och också genomföras tillräckligt snabbt. Till exempel i trämaterial börjar mikrober växa redan inom några dagar (Rantamäki et al., 2000). Det bör märkas att torkningstiden kan bli mycket lång ifall torkningen genomförs med naturlig luftcirkulation utan effek-

tiviseringsåtgärder. Därför är torkning utan effektiviseringsåtgärder sällan tillräcklig. Torkningen kan effektiviseras genom att man (Asikainen och Peltola (red.), 2008)

1. skapar undertryck över konstruktionerna
2. värmer luft som leds genom konstruktionerna
3. värmer konstruktionen lokalt
4. sänker den relativa luftfuktigheten kring konstruktionen.

Torkningen påverkar de andra arbetsmetoderna, tidtabellen för reparationsarbetena samt de material som används vid reparationerna. En expert väljer torkningssätt från fall till fall. Förhållandena i inneluften påverkar torkningen. Om den relati-

Tabell 3.2. Bedömning av lämpligheten hos olika metoder för reparation av byggnadsdelar i betong eller murverk.

	Förbättring av lufttätheten i konstruktionerna ⁴	Inkapsling	Kontroll av tryckskillnader ¹	Rivning av en byggnadsdel
Föroreningar överförs med luftläckage via sprickor eller anslutningar	x	x	x	
Konstruktionen har fukt- eller mikroskador, eller innehåller skadliga ämnen ³	x ²	x ²	x	x
Mikroskada eller skadliga ämnen under ett konstruktionsskikt/i en rörkanal ³	x ²	x ²	x	x

¹ Tryckförhållandena i hela byggnaden bör beaktas vid åtgärder för under- och övertrycksreglering.

² Ifall det inte är lönsamt eller möjligt att avlägsna skadliga ämnen/skadat material.

³ På samma gång ändras byggnaden så att den börjar fungera byggnadsfysikaliskt på ett rätt sätt.

⁴ Hur förbättringen av lufttätheten i byggnadsdelarna påverkar luftläckage i andra utrymmen/byggnadsdelar bör uppskattas som en helhet.

Tabell 3.3. Bedömning av lämpligheten hos olika metoder för reparation av byggnadsdelar i trä eller lätta konstruktioner.

	Förbättring av lufttätheten i konstruktionerna ⁴	Inkapsling	Kontroll av tryckskillnader ¹	Rivning av en byggnadsdel
Föroreningar överförs med luftläckage via sprickor eller anslutningar	x		x	
Konstruktionen har fukt- eller mikroskador, eller innehåller skadliga ämnen ³		x ²	x	x
Mikroskada eller skadliga ämnen under ett konstruktionsskikt/i en rörkanal ³			x	x

¹ Över- och undertrycksreglering i träkonstruktioner är besvärligt på grund av träets dåliga tätningförmåga.

² Ifall det inte är lönsamt eller möjligt att avlägsna skadliga ämnen/skadat material.

³ På samma gång ändras byggnaden så att den börjar fungera byggnadsfysikaliskt på rätt sätt.

⁴ Hur förbättringen av lufttätheten i byggnadsdelarna påverkar luftläckage i andra utrymmen/byggnadsdelar bör uppskattas som en helhet.

va luftfuktigheten kring konstruktionen är så hög att fukt inte avdunstar från konstruktionen, måste luftfuktigheten sänkas. En relativ luftfuktighet kring ca 50 % är i allmänhet tillräckligt låg. Att torra luften blir i allmänhet aktuellt under de fuktiga perioderna på sommaren. Då bör man vid behov säkerställa med hjälp av sektionering att torkningen avgränsas i behövlig omfattning inomhus och att uteluft inte tränger in i utrymmena som torkas. Under de kalla årstiderna ska man vara mån om att temperaturen är tillräckligt hög samt att ventilationen är effektiv. Det bör säkerställas att luften kan cirkulera fritt kring konstruktionen. Det kan vara besvärligt att genomföra torkningen särskilt inuti skiktade konstruktioner.

Maskinell torkning kan indelas torkning av utrymmen, torkning av värmeisoleringen och torkning med förhöjd temperatur. I allmänhet kräver till exempel betonggolvs mekanisk torkning eftersom de annars torkar så långsamt. Kvaliteten på betongen påverkar torkningshastigheten. Den vanligaste torkningsmetoden är utrymmestorkning, där torkningen grundar sig på att man sänker fukthalten i luften som omger den skadade konstruktionen med adsorptions- eller kondensavfuktare. Adsorptionsavfuktare blåser ut fuktig luft, och kondensavfuktare samlar fukten till en behållare eller leder bort den till avloppet.

Vid torkning av värmeisoleringen kan tre olika metoder tillämpas: undertryckstorkning, blåstorkning och undertrycks-blåstorkning. Luft antingen blåses eller sugas ut med lämplig utrustning via hål som borrats i konstruktionen. Undertrycks-blåstorkning innebär att man blåser in torr luft och suger ut fuktig luft samtidigt.

Torkningsmetoden med värme och infraröd värme går ut på att konstruktionen värms med torkstavar, en värmematta eller en mikrovågstorkare till en tillräckligt hög temperatur. Därefter ventileras den fukt som ångar ut från konstruktionen bort med hjälp av blåsare och fuktsamlare. Metoden används för torkning av massiva konstruktioner, som tegel- och betongväggar. I det här sammanhanget bör man tänka på att åtgärden överför fukt också längre in i konstruktionen. För att minska det görs torkningen ofta i flera omgångar.

Man ska följa upp hur torkningen fortskrider och kontrollera slutresultatet med mätningar av byggfukten.

Särskilt om konstruktionerna är tjocka bör man omsorgsfullt säkerställa att torkningen lyckats innan reparationerna fortsätter. I vissa fall bör man möjliggöra en långsam torkning på andra sätt, t.ex. med lämpliga ytbeläggningslösningar. Fukthalten ska mätas på tillräckligt många ställen och på tillräckligt många olika djup. Man måste också förstå i vilken riktning fukten i konstruktionen rör sig, så att det inte till exempel till följd av uppvärmning tränger in i en annan konstruktion. Planeringen av torkningen, mätningen av fukten i konstruktionerna och tolkningen av resultaten ska alltid utföras av en expert.

3.3.2

Avlägsnande av skadade byggnadsmaterial

Den tekniska livslängden, underhållsåtgärderna och förhållandena påverkar behovet av att förnya byggnadsmaterialen och deras beständighet. Det är ofta mest lönsamt att förnya konstruktionerna och byggnadsdelarna när de närmar sig slutet av sin livslängd och/eller om de skadats så allvarligt att det inte längre är tekniskt möjligt eller ekonomiskt lönsamt att reparera dem. I byggnadsdelar som inte underhållits och som närmar sig slutet av sin livslängd kan skadorna avancera snabbt och sprida sig till omgivande konstruktioner. Reparationsarbetets omfattning, hur allvarliga skadorna är och kostnaderna för reparationerna kan mångfaldigas om åtgärderna fördröjs. I regel ska mikroskadade byggnadsdelar avlägsnas så att inget skadat eller fuktigt material blir kvar i konstruktionerna. Behovet av att förnya materialen ska emellertid bedömas från fall till fall som en helhet. Man ska till exempel uppskatta huruvida ett avgränsat mikroskadat område medför olägenheter för konstruktionerna eller för användarna (faktorer som påverkar bedömningen beskrivs i kapitel 3.1.1 och i kapitel 3.2).

Förekomster av skadliga ämnen och mikrobiltillväxt påverkar rivningsmetoderna. Om en mikroskada som orsakar olägenheter finns i en bärande konstruktion eller i en annan konstruktion som det inte är möjligt eller förnuftigt att avlägsna av tekniska skäl eller kostnadsskäl, måste man slipa eller fräsa konstruktionens yta så djupt att det skadade materialet kan avlägsnas. Åtgärderna ska planeras tillsammans med projekteraren av de bärande konstruktionerna. I allmänhet finns mikroskadorna

dock på ytan av olika material, bortsett från porösa material. Material som har mycket tunna skikt eller som är särskilt porösa bör i allmänhet tas bort, eftersom det är svårt eller till och med omöjligt att få bort mikrotillväxt eller föroreningar inuti materialet. Det är också möjligt att flytande ämnen kommit in i en konstruktion, som spillolja, bensen eller brännolja, och det inte går att få bort dem utan att riva konstruktionen. Alla skadade material som medför problem och som är i kontakt med inneluften ska förnyas eller så ska de isoleras från inneluften.

Utifrån en övergripande bedömning kan det i vissa fall vara förnuftigare att lämna kvar material som har skadats eller innehåller föroreningar i konstruktionen (till exempel föroreningar inuti en massiv konstruktion eller föroreningar som inte medför olägenheter) än att starta omfattande rivningsåtgärder. Skadornas omfattning kan också vara delvis oklar och klarna först under reparationserna, eller så kan en grundlig reparation av skadorna bli orimligt dyr i förhållande till byggnadens värde. Då ska man med andra reparationsmetoder och kontinuerlig uppföljning se till att skadan inte breder ut sig och att föroreningar inte medför olägenheter för användarna. Om orsaken till skadan har eliminerats och man kontrollerat att konstruktionen har torkat kan man genom förbättringar av lufttätheten eller inkapsling förhindra att små mängder föroreningar som eventuellt blivit kvar i konstruktionen överförs till inneluften. Dessutom ska luftströmmarna styras med hjälp av reglering av ventilationen.

3.3.3

Förbättring av lufttätheten i konstruktioner

Det främsta målet med förbättringar av lufttätheten i fukt- och mikrobskadade byggnadsdelar är att begränsa konvektionsluftströmmar och förhindra att föroreningar överförs med strömmarna från konstruktionerna till inneluften, dvs. minskar den skadliga exponering som användarna utsätts för.

Förbättringar i byggnadsdelarnas lufttäthet är en vanlig åtgärd även i oskadade byggnader och syftar då till att säkerställa att insidan av konstruktionerna är tillräckligt lufttät. Genom förbättringar i lufttätheten kan man minska energiförbrukningen.

Om man väljer att tät konstruktioner bör man säkerställa att alla ställen där läckage förekommer har kartlagts omsorgsfullt och att det är möjligt att tät dem. Man bör också beakta att läckage kan uppkomma på nya ställen till följd av tätningen. Samtidigt bör man komma ihåg att en byggnad aldrig kan göras helt tät. Om sådana otäta ställen blir kvar i konstruktionen via vilka föroreningar fortsättningsvis kan överföras från konstruktionerna till inneluften, kommer tätningsreparationen inte att ge det önskade slutresultatet. Dessutom ska man känna till hur reparationerna påverkar konstruktionens fukttekniska funktionalitet. Åtgärder som förbättrar lufttätheten minskar samtidigt de luftströmmar som torkar konstruktionerna och fördröjer torkningen av fukten under byggnadstiden. Exempelvis kommer en förbättrad lufttäthet i byggnaden efter att fönster- och dörranslutningar tätats att även påverka ventilationen och flödet av tilluft.

Mindre mängder föroreningar kan också avlägsnas med fungerande ventilation. Reparationsprojekteraren och konditionsundersökaren fastställer hurdan risk källan till föroreningarna medför och väljer lämpliga åtgärder. Inställningarna och balansen i ett mekaniskt till- och frånluftsventilationssystem ska alltid ses över efter utförd tätningsarbete.

Särskild uppmärksamhet ska fästas vid **valet av material**. Utifrån produktgrupperna kan materialen indelas i tätskikt, fogband och beläggningar. Om entreprenören vill byta ut ett material som beskrivits i planerna, ska man begära projekterarens godkännande. Materialen bör vara testade och långlivade med tanke på användningsändamålet, och de bör ha en bra överbryggningsförmåga. I anslutningar och konstruktioner där det kan förekomma rörelser ska materialen vara elastiska och också bevara sin elasticitet på lång sikt eller under den planerade livslängden för reparationen. Hur materialvalen påverkar konstruktionens täthet och beständighet tas i beaktande i reparationsplanen.

Att underlaget är rent, hållfast och jämnt är avgörande för ett lyckat reparationsarbete.

Tätning görs i regel på tunga byggnadsdelar som i sig är täta för att dämpa konvektionsströmningarna via fogar och anslutningar. Tätning kan användas på betongkonstruktioner med dubbel platta, skiktade betongkonstruktioner och konstruktioner med plattbärlag. En hel betongvägg är i regel så tät att en tillräcklig lufttätning kan uppnås genom att enbart täta konstruktionernas anslutningar. Det bör dock märkas att till exempel oljefraktioner tränger igenom betong och att kvaliteten på tätheten kan variera särskilt i gamla platsgjutna betongkonstruktioner. I betongkonstruktioner blir man ofta tvungen att förutom anslutningarna och fogarna även täta fästen för värmeelement och andra anordningar.

Vid en **reparation av tätheten av en betongkonstruktion** ska underlaget var helt och fast. Vid tätning av dilatationsfogar och sprickor använder man ofta fogband. I bottenbjälklag och i ytterväggar mot mark tätas alla genomföringar. Behandlingen av underlaget och renheten är av största vikt. Till exempel vid ytbehandlingen av fönster- och dörrkarmar ska man ta i beaktande vilka diffusions- och lufttäta fogband som kan fästas på insidan av karmen (Koskivuori, 2016).

På **väggar av tegel** kan tätningen göras genomgående med tätskikt. Sådan kan också strykas på en renmurad yta. Tunna skikt, som avjämningsmassa och målfärg, avlägsnas från ytan. Tätskiktet ska vara kompatibelt med tätningssystemet. Om det behövs särskilt bra överbryggningsförmåga mot sprickor i underlaget kan man därtill fästa en armeringsmatta på väggytan med hjälp av tätskiktet. Då bör den renmurade väggytan i allmänhet avjämnas innan man fäster tätskiktet och mattan. Täckplattor och -lister ska fästas så att tätningen inte skadas, till exempel med monteringslim. För tätning av tegelkonstruktioner lämpar sig också den så kallade våtrumsmetoden, där man på väggen limmar en förstärkning av fiberduk som målas med grund- och ytfärger som ingår i systemet. (Suomen Yliopistokiinteistö Oy, 2015) Tätningen kan också förbättras med fiberförstärkt avjämningsmassa som bestryks med färg som har överbryggningsförmåga.

Innan tätningsarbetet inleds ska man säkerställa att konstruktionerna har rivits och öppnats tillräckligt, att ytorna är rena och lämpliga för de följande arbetsskedena. De som utför tätningen ska vara

insatta i tätningsmetoderna och ha genomfört tillbörliga utbildningar som ordnats av materialtillverkaren eller ha personcertifikat. **Tätningen ska vara enhetlig över hela den byggnadsdel som ska tätas.** Den bör sträcka sig tillräckligt långt ut över en intilliggande konstruktion. Tätningen ska inte göras till exempel enbart på ytan av ett hölje eller en fast inredning, eller försummas vid en tvärgående mellanvägg som gränsar till ytterväggen, utan konstruktionen rivs i den omfattning som tätningen kräver. Tätningen ska också alltid göras vid lätta mellanväggar och undertak som ansluter sig till väggen. De ställen som behöver tätning ska repareras så att den färdiga, reparerade ytan är på samma nivå som de befintliga ytorna och är osynlig. Då man använder tillfälliga lösningar väljs metoden från fall till fall. När ytorna beläggs ska man se till att den nya tätningen hålls hel.

Konstruktionslösningar med anknytning till tätning beskrivs specifikt för olika byggnadsdelar i bilagorna 2.1–2.8. Dessutom visas detaljer i bilaga 2.9.

3.3.4

Inkapsling

Inkapsling syftar till att förhindra att skadliga ämnen eller andra föroreningar överförs genom konvektion och/eller diffusion från en konstruktion till inneluften. Med hjälp av inkapsling kan man bland annat begränsa avgivningen av flyktiga organiska föreningar (VOC) och polycykliska aromatiska kolväten (PAH).

De produkter som används för inkapsling av farliga ämnen förhindrar eller begränsar diffusionen av gaser genom ett material. Inkapslingsmaterialet är också lufttätt och förhindrar således luftströmmar genom konstruktionerna.

Genom inkapsling strävar man inte i första hand efter att förhindra eller minska luftflöden via läckage, utan att isolera en konstruktion som innehåller skadliga ämnen från den omgivande luften. De skadliga ämnena överförs inte till luften och med luften till utrymmen där man vistas. Vid inkapsling ska det isolerande materialskiktet täcka konstruktionens hela yta. Vid inkapsling bör man beakta det nya materialets vattenång- och luftgenomsläpp-

lighet för föroreningen i fråga och i den mån det är möjligt använda material som är lämpliga på basis av tidigare erfarenhet. Reparationerna kan medföra att konstruktionernas förmåga att torka försämras allteftersom okontrollerade läckage försvinner och nya lager material läggs till.

Vid inkapsling är reparationernas omfattning ofta större än vid tätning, och det kan hända att man blir tvungen att öppna och riva konstruktioner i större utsträckning. Inkapsling är emellertid i många fall en oundviklig åtgärd om man vill uppnå målen. Följande material och metoder kan användas:

- beläggningar (epoxiharts, akrylharts, polymerbaserad enkomponentsbeläggning, växtolja-baserad elastisk beläggning)
- ångspärr (polyamid, aluminiumlaminerad plast och bitumen).

Beläggningarna och ångspärren ska ha ett bra motstånd mot vattenånga. När man använder ångspärr kan fukt i konstruktionen torka både inåt och utåt. Motståndet mot vattenånga i en så kallad hygrofilm minskar när den relativa fuktigheten ökar. Särskilt problematiska är anslutningar och gränssytor där fuktbelastningen kan förändras väsentligt. Om det förekommer kapillär fuktstigning i konstruktioner mot mark är inkapsling med epoxi inte att rekommendera, eftersom det osmotiska trycket i konstruktionen (kristallisationsstrycket hos salt under beläggningen) överträffar epoxins vidhäftningshållfasthet, varvid inkapslingsskiktet lossar från underlaget. Då måste man överväga andra metoder, som strukturell inkapsling och ventilation. (Suomen Yliopistokiinteistö Oy, 2015)

Inkapslingsämnena innehåller kemikalier som är skadliga för hälsan. Deras eventuella konsekvenser för kvaliteten på inneluften bör bedömas omsorgsfullt. Dessutom kan exponeringen under arbetstiden vara betydande och därför bör man särskilt se till arbetssäkerheten. (Aalto-Korte et al., 2015)

För **inkapsling av betongytor** används till exempel epoxi med låg vattenånggenomsläpplighet. Endast testade typer av epoxi som lämpar sig för inkapsling av skadliga ämnen bör användas. Oljehaltiga betong- och tegelkonstruktioner kan inte inkapslas (Mod, 2014). Om en betongyta har impregnerats av olja, blir vidhäftningen antagligen inte tillräcklig utan de oljiga skikten måste först

tas bort omsorgsfullt genom fräsning eller bilning. Betongytan ska vara grov, hållfast, fast och ren från ämnen som försämrar vidhäftningen. På golvytan strös fin sand, oftast kvartssand, på det senaste applicerade lagret, vilket förbättrar vidhäftningen och avjämningsmassan. Alternativt kan man applicera en primer efter det att epoxin har härdat. För inkapsling kan man också använda en epoxihartsbaserad primer som beträffande sammansättningen och behandlingsegenskaperna påminner starkt om epoxi med låg vattenånggenomsläpplighet, samt epoxilack. Epoxihartsen appliceras med en rulle direkt på den rengjorda konstruktionens yta. På ytan av bitumenstrukna betongkonstruktioner som innehåller skadliga ämnen gör man i allmänhet ett avjämningslager, eftersom epoxi inte kan appliceras direkt på en yta som man har behandlat med bitumen. Efter inkapslingen ska konstruktionens anslutningar och genomföringar tätas. Om man använder plastbeläggning med stort diffusionsmotstånd ska avjämningslagret vara tillräckligt tjockt och torrt. Då kan den fukt som ingår i fästlimmet jämna ut sig och det uppkommer ingen risk för att beläggningen eller limmet skadas.

Epoxi som används för **inkapsling av tegelytor** är mycket hård och orsakar spänning i underlaget. Mjukare puts har antagligen tillräcklig vidhäftning till underlaget, men det finns risk för att epoxin lossar från putsen. Fiberförstärkt sprutbetong kommer med större sannolikhet att lossa från underlag, men erbjuder ett hårdare underlag för inkapslande epoxi. I bägge alternativen bör man tänka på att puts- och betongskiktet kan lossa från underlaget och vilka problem det kan medföra. Tjocka putslager ska avlägsnas försiktigt utan att skada underlaget. Ett varmförzinkat armeringsnät fästs mekaniskt på det rengjorda underlaget. Väggytan putsas med kalkbruk eller täcks med sprutbetong, med beaktande av vidhäftningen.

3.3.5

Strukturell inkapsling

Vid **strukturell inkapsling** rekommenderas det att man bygger en separat innervägg med luftspalt som kan kläs med skivor, block eller tegel. Utrymmet mellan den befintliga konstruktionen och den nya väggen ventileras mekaniskt för att förhindra att skadliga ämnen når inneluften. Vid ventilation av golvytor används en räfflad eller knotttrig gummimatta under golvbeläggningen. Den tilluft

som systemet behöver tas från rumsluften i det rum som ska ventileras och sugas upp mekaniskt från en uppsamlingskanal. Problemet med bågge systemen är att damm i den tilluft som tas från rummet överförs till ventilationsutrymmet, vilket gör att luftströmmen med tiden blir svagare eller avtar helt och hållet. Dessutom kan föroreningar förorsaka mikrotillväxt. För att fungera behöver systemet ett mekaniskt frånluftssystem som ska vara i drift hela tiden. Filtren i tilluftsventiler förutsätter också regelbundet underhåll. I första hand rekommenderas mekanisk till- och frånluftsventilation med utbytbara filter. (Suomen Yliopisto-kiinteistö Oy, 2015) Därtill bör det märkas att en skivkonstruktion i praktiken inte utgör ett sådant fullständigt tätt skikt som inkapsling förutsätter. Metoden lämpar sig inte i situationer där kapillär fukt samtidigt kommer in i luftspalten.

3.3.6

Hantering av tryckförhållandena i byggnaden

Självdraagsventilation, mekanisk frånluftsventilation och mekanisk till- och frånluftsventilation är olika principer för hur ett ventilationssystem kan fungera. Ventilationssystemets inställningar och underhållet av det har stor betydelse för ineluften. Genom att reglera till- och frånluftsfloden kan man påverka uppkomsten av tryckskillnader mellan inomhus- och utomhusluften samt mellan rummen inuti byggnaden. En tryckskillnad över en konstruktion kan få luftströmmarna att gå i oönskad riktning och eventuella föroreningar att sprida sig med luftströmmarna.

Tryckskillnader över byggnadens yttermantel ska regleras.

Ventilation som grundar sig på mekaniska till- och frånluftsfloden planeras i dagens läge så att tryckskillnaden mellan inomhus- och utomhusluften ~ 0 Pa, eller högst med ett svagt undertryck. Målet med undertrycket är att förhindra att varm och fuktig ineluft tränger in i konstruktionerna, där den kan kondenseras och ge upphov till överflödigt fuktbelastning. Å andra sidan drar ett undertryck i byggnaden in luft utifrån via ställen där konstruktionerna inte är täta, vilket vintertid även

har en torkande effekt på konstruktionerna. I en fukt- och mikroskadad byggnad kan föroreningar spridas till ineluften via läckande konstruktioner på grund av undertrycket. Detta kan vara en betydande orsak till att ineluftens kvalitet försämras. Därför bör tryckskillnaderna minimeras. En minimering av tryckskillnaderna minskar även på mängden luft som strömmar genom konstruktionen. Vid behov bör konstruktionerna tätas enligt principerna i kapitel 3.3.3. Det bör märkas att hanteringen av tryckförhållandena bara utgör ett stöd för de andra reparationsåtgärderna.

I praktiken är **hanteringen av tryckförhållandena en komplicerad helhet**. Förutom ventilationen påverkas tryckförhållandena även av förhållandena utomhus, särskilt av vind och temperaturskillnaden inomhus/utomhus (den så kallade skorstenseffekten) samt användningen av byggnaden (att dörrar och fönster hålls öppna, hur ofta man byter filter i ventilationsenheten och andra faktorer som påverkar luftströmmarnas rörelser). På grund av vinden och den termiska tryckskillnaden går det inte att få fullständig kontroll över tryckförhållandena med hjälp av ventilationen. Hanteringen av tryckförhållandena förutsätter att konstruktionerna är tillräckligt täta och att ventilationssystemet gör det möjligt att hantera luftströmmarna. En tumregel är att ifall man vill reglera tryckförhållandena rumsspecifikt, bör rummen vara utrustade med reglering av både tilluften och frånluften. Det bör också tas i beaktande att till exempel kontorsbyggnader ofta har flera ventilationsanordningar för olika delar av byggnaden, och de påverkar den övergripande ventilationen i byggnaden.

Vid reparationsprojektering bör ventilationens funktion beaktas även när den drivs med deffekt och med full effekt med beaktande av slutliga användningen (olika användningssätt). I offentliga byggnader, till exempel, där ventilationen går med avsevärt mindre effekt nattetid och under veckoslut, bör tryckförhållandena uppskattas **även utanför användningstiden**. Vid projekteringen bör man ta hänsyn till hur olika reparationsalternativ påverkar tryckförhållandena. Rengöringen av ventilationskanalerna och rumsspecifika inställningar av luftflödena bör vid behov planeras separat. I dagens läge är byggnadsautomationen en viktig del av ventilationssystemets drift och därigenom av styrningen av tryckförhållandena. Därför bör automationen tas i beaktande även vid projekteringen av reparationer. Användningen av auto-

mationen förutsätter att underhållspersonalen får utbildning i den.

Vid projekteringen av en reparation är det viktigt att granska byggnadens tryckförhållanden under alla årstider och tider på dygnet. Tryckförhållandena ska kunna styras vid all normal användning av byggnaden.

Tryckskillnader mellan konstruktionerna och yttermanteln i byggnadsdelar som har självdragsventilation är vanligtvis mindre än i byggnader som har mekanisk ventilation. Det är svårare att kontrollera luftströmmarna men å andra sidan är de mindre och det finns inte så stor risk för kraftiga luftströmmar som för med sig föroreningar, även om tryckförhållandena inte vore i balans. Om tätheten förbättras i byggnader med självdragsventilation, kan ventilationen förbättras till exempel med ventiler för tilluft som monteras genom yttermanteln och drivs av vindtrycket, samt med frånluftsblåsare som förses med filter och vindrotorer som monteras på skorstenen (till exempel vinddrivna ventilatorer). På det sättet kan man också undvika att övergå till mekanisk ventilation. Vid tätning av en byggnad som har självdragsventilation bör man alltid kontrollera att tilluftsvägarna och -ventilerna fungerar. Om sådana saknas bör nya monteras.

Undertrycksreglering i byggnadsdelar

Föroreningar som strömmar in på grund av tryckskillnader ska i regel hanteras så att man skapar undertryck i den konstruktion där källan till föroreningarna, varvid luftströmmen går mot konstruktionen. För undertrycksreglering i byggnadsdelar och konstruktioner behövs tätning av konstruktionerna, en automatisk, mekanisk frånluftsblåsare som är i drift hela tiden samt ett tillräckligt kanalsystem. Undertryck till exempel i krypgrunden eller en rörtunnel i förhållande till rumsluften vänder riktningen på luftströmmarna mellan dem så att ineluft strömmar till krypgrunden eller rörtunneln och inte tvärtom. (Lammi, 2016; Rakentajain kalenteri 2017)

Om ett rum eller en byggnadsdel försätts i undertryck påverkar det även tryckförhållandena i de andra rummen och därigenom hur luften strömmar ut. Enstaka rum som ska försättas i un-

dertryck får inte kopplas till byggnadens normala ventilationssystem. Vid undertrycksreglering bör man alltid i tillräcklig utsträckning kontrollera hur tryckskillnaden påverkar övriga konstruktioner och deras byggnadsfysikaliska egenskaper. Vid ett reparationsprojekt bör man säkerställa att den konstruktion som försätts i undertryck också håller ett tillräckligt undertryck och att det inte uppstår några längre perioder av övertryck. Det rekommenderas att man använder ett larmsystem.

Undertrycksreglering av konstruktioner tillämpas vanligtvis i bottenbjälklag, väggar mot mark, tekniktunnlar- och kanaler under bottenbjälklaget samt i mellanbjälklag. Konstruktionerna, testning av undertrycksregleringen, verkningsområde, sugpunkter, rörstorlekar, blåsare och faktiska luftflöden är faktorer som bör tas i beaktande.

Övertrycksreglering i byggnadsdelar

Man kan få luftströmmar att riktas mot källor till föroreningar också genom att försätta oskadade utrymmen i övertryck. Principen för övertrycksreglering är således densamma som vid undertrycksreglering, men luftströmmarna går i motsatt riktning. Övertrycksreglering inomhus rekommenderas emellertid inte i finländska förhållanden förutom som en kortvarig åtgärd, eftersom eventuell skadlig fuktbelastning på konstruktionerna alltid bör undvikas. En övertrycksreglering förutsätter goda kunskaper i konstruktionernas värme- och fukttekniska funktionalitet samt uppföljning både under och efter reparationerna. Fukthalten i ineluften bör mätas. Vid övertrycksreglering råder det övertryck över alla konstruktioner som ansluter sig till lokalen. Det bör tas i beaktande i planeringen, särskilt när det gäller konstruktioner som konstaterats fungera. Ett exempel på mätningar av tryckskillnaden i ett läge där ventilationssystemet förutsätter balansering och i ett läge där utrymmena inomhusmed hjälp av ventilationen försätts i ett svagt undertryck visas på bild 3.7.

Övertrycksreglering kan vara en lämplig metod i byggnader som närmar sig slutet av sin livslängd och där man inte uppnått önskat resultat med andra åtgärder och källan till föroreningarna delvis är okänd. Då fungerar övertrycksregleringen som en åtgärd som tryggar användningen av byggnaden. Dessutom lämpar sig övertrycksreglering som tillfällig lösning i väntan på egentliga reparationsåtgärder i byggnader där inga nämnvärda mängder

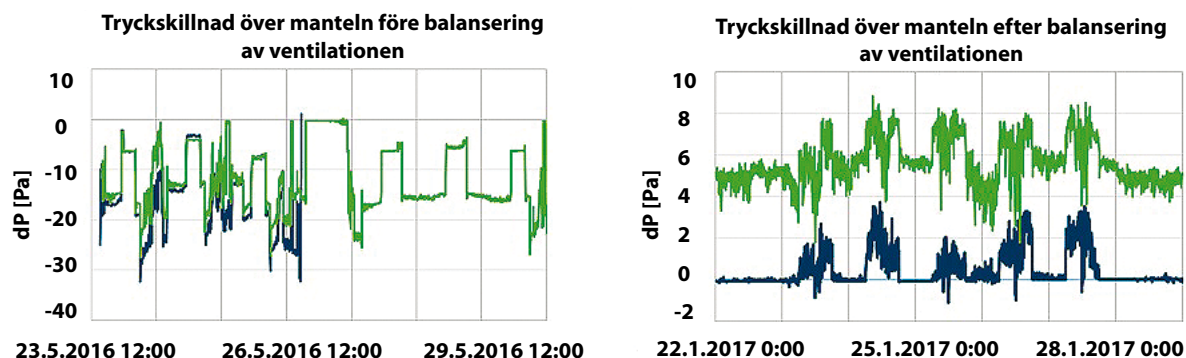


Bild 3.7. Variationer i tryckskillnaden mellan två klassrum i en skola över byggnadens yttremantel före och efter balanseringen av ventilationen. På grund av undersökningens uppställning skapades tryckskillnaden som ett svagt undertryck även efter balanseringen. (Vornanen-Winqvist, 2017)

fukt avges till inneluften. Ett exempel på sådana är byggnader som används för utbildningsändamål: utrymmena används inte dygnet runt och den mekaniska ventilationen avlägsnar effektivt överflödigt fukt i inneluften.

Stora punktutsugningar utan automatik kan vara mest problematiska med tanke på övertrycksreglering. Mängden tilluft hinner inte öka när punktutsugningen kopplas på och tryckförhållandena uppvisar stora variationer. Kombinerade kontors- och laborietrymmen är exempel på sådana.

3.3.7

Reparationsmetoder som begränsar överföring av fukt och föroreningar

En del av reparationsmetoderna i detta kapitel tillämpas tillsvidare mer sällan och/eller förutsätter särskild sakkunskap. Reparationsplaneraren bör ta hjälp av en expert som är insatt i metoden, om metoden inte är bekant sedan tidigare, för att man ska kunna säkerställa att metoden lämpar sig för det aktuella objektet.

Specialmurbruk och beläggningslösningar

Med hjälp av olika murbruk och beläggningar kan man sänka nivån på fuktbelastningen (Palviainen, 2009). Metoden lämpar sig för väggar mot mark men också för mellanväggar där det förekommer kapillär fuktstigning. Exempelvis kan murbruk som samlar upp salt användas i det här samman-

hanget. Kalkbaserat specialmurbruk kan användas för att avlägsna saltutfällning och minska fuktbelastningen i massiva byggnader, som skyddade värdefulla byggnader av tegel och natursten. På basis av mikroproportioneringen kan murbrukets avdunstningsyta öka och få fuktbelastningen att minska i konstruktionen. Livslängden hos skyddande specialmurbruk begränsas av att nätverket av porer fylls, vilket bör tas i beaktande när man uppskattar tidpunkten för följande reparation och reparationens livslängd.

Som vattentättningsbruk används tätningsputs (tjockt putsbruk med spärrande egenskaper), tätningsbruk (tätningsbeläggningar) och tätningsmedel som tränger in i porösa material (jfr impregneringsmedel och inhibitorer). Som beläggning kan man använda såväl material och lösningar som släpper igenom vattenånga (Käyhkö, 2017) som material som höjer yttemperaturen på konstruktionen och därigenom torkar den. En kalciumsilikatskiva på insidan kan också klassificeras som en beläggning som minskar fuktbelastningen. Till samma klass hör även keramiska plattor och stenplattor. Deras funktion grundar sig på vattenånggenomsläppligheten i plattorna och fogarna som gör att fukt i bottenbjälklag och väggar mot mark småningom avdunstar till inneluften.

Kapillärbrytning som görs mekaniskt eller genom injektering

Syftet med reparationerna är att genom tätningsåtgärder minska till exempel kapillärstigning från

marken. En injektion för att reparera ett kapillärbrytande skikt kan göras med eller utan tryck. Det bör säkerställas att de injekterade ämnena sprider sig jämnt i konstruktionen. Eventuella utsläpp som ämnena avger ska också tas i beaktande (Palviainen, 2009; Sievola, 2012). Exempel på metoden visas i bild 3.8.

En mekanisk kapillärbrytning görs genom att såga skårar snett nedåt på båda sidorna av väggen, i V-form. För att konstruktionen ska bevara sin hållbarhet ska reparationen göras i korta avsnitt på ungefär en meter (Palviainen, 2009). Konstruktionen kan brytas av även med att söndra den genom att borra hål i den med tillräckligt korta mellanrum och sedan söndra den kvarvarande delen mekaniskt.

Elektroosmos

Elektrisk torkning av konstruktioner går ut på att man utnyttjar ett anod-katodpar, där till exempel marken fungerar som katod (McInerney et al., 2002). Grundprinciperna för metoden kan tillämpas med utgångspunkt i de vanligaste metoderna för att förhindra korrosion. I en aktiv elektroosmos placeras elektroder i konstruktionen och i marken. Mellan dem skapar man spänning med hjälp av



Bild 3.8. Kapillärbrytning som gjorts mekaniskt och genom injektering. (Foto: Tiina Palviainen, Vahanen Oy)

en generator. Storleken på spänningen ställs in så att den motsvarar polariteten i konstruktionen. Vid dynamisk elektroosmos monteras positiva elektroder i en betongvägg eller i fåror som bilats i golvet, och negativa elektroder i marken utanför. (Palviainen, 2009). Metoden är dyr om man ser till energiförbrukningen och används mer sällan.

Uppvärmning av konstruktioner

Metoden går ut på att man värmer upp väggkonstruktioner och därigenom utrymmen med hjälp av uppvärmningsrör som monterats i konstruktionerna (Sorassalmi, 2017). Uppvärmningen kan också göras med elkablar som monteras på ytan av konstruktionen, till exempel i skyddade byggnader. Uppvärmning lämpar sig särskilt som åtgärd för att förbättra den fukttekniska funktionen i massiva byggnader, i källarväggar, kring fönster och andra köldbryggor. Dessutom kan uppvärmning tillämpas för tillfällig torkning av konstruktioner eller för att öka trivseln för användarna. Vid uppvärmning av kalla konstruktioner (som kyrktorn) kan man också dra fördel av fjärrvärme (förutsätter en värmexväxlare, till exempel en vattencirkulationsapparat som kopplats till en växlare i fjärrvärmenätet) samt av eluppvärmning med hjälp av värmekablar som lagts in i konstruktionerna. Vattencirkulation ska inte placeras i kritiska konstruktioner. Metoderna är dyra vad gäller energiförbrukningen.

Reparation som torkar konstruktionerna

Konstruktioner mot mark (bottenbjälklag och ytterväggar mot mark) och andra konstruktioner som ansluter till dem (mellanväggar och ytterväggar) kan repareras genom avfuktning. Reparationsmetoden lämpar sig till exempel i situationer där den fuktbelastning från marken som påverkar konstruktionerna inte kan avlägsnas med rimliga kostnader med andra metoder från byggnadens utsida eller underifrån. I samband med reparationen bör man se till att den fuktskadade konstruktionen till andra delar repareras enligt principerna i denna handbok. Med avfuktning av en konstruktion kan man säkerställa att samma problem med fuktbelastning från marken inte upprepas i framtiden.

Vid torkning monteras luftkanaler i konstruktionen för upptagning av fukt (bilderna 3.9 och 3.10). Förutom luftcirkulationen kan torkningen effektiviseras genom uppvärmning eller med en

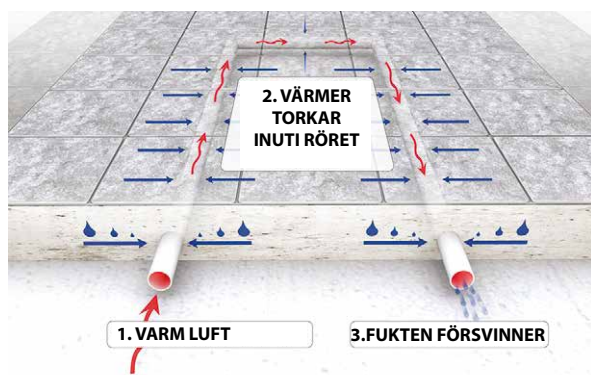


Bild 3.9. Principiell beskrivning av hur ett bottenbjälklag mot mark kan torkas med hjälp av luftkanaler inuti konstruktionen. (Bild: Safedrying)

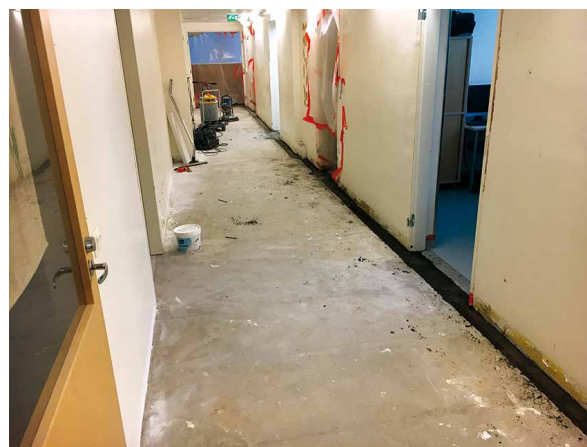


Bild 3.10. Luftkanaler intill väggen torkar kapillär fukt som stiger från marken till konstruktionen. Fukthalten i mellanväggen i betong eller murverk hålls på den nivå som ytbeläggningarna förutsätter och inga skador uppkommer i fortsättningen. (Foto: Safedrying)

absorptionstorkare som torkar luften som cirkulerar i kanalerna. Den bästa torkningseffekten uppnås genom att man kombinerar uppvärmning och lufttorkning.

I början av reparationsprocessen kan konstruktionen torkas effektiviserat till den fuktnivå som konstruktionens beläggning förutsätter. Då behöver man inte använda separata konstruktionstorkare i samband med reparationen. När den önskade fuktnivån har uppnåtts bör torkningen fortsätta under konstruktionens hela livscykel. Fortlöpande torkning genomförs, beroende på fuktbelastningen och hurdan konstruktion som ska torkas, genom att dimensionera kanaldistributionen samt torkningen eller uppvärmningen av den luft som cirkulerar i kanalerna (eller en kombination av nämnda).

Som kvalitetssäkring tillämpas fuktmätningar av konstruktioner där man säkerställer att fuktnivån uppfyller de krav som ställs av ytbeläggningen eller materialen i de anslutande konstruktionerna och att konstruktionen hålls tillräckligt torr under återstoden av livscykeln.

Reducering av kapillär fukt med hjälp av magnetfält

Anordningar som minskar den kapillära fukten med hjälp av ett magnetfält fungerar elcybernetiskt och påverkar fukten som stiger upp från marken med långa, dynamiska elmagnetiska pulser (EcoDry, 2017). Magnetfältspulserna går igenom

väggkonstruktionerna, och då antas det att vattens molekylstruktur bryts ned och fukten i väggen mister förmågan att stiga uppåt. Den relativa fuktigheten mäts på basis av jämviktsfukthalten i tillräckligt djupa borrhål längs konstruktionens mittlinje (DARR-metoden). På grund av olika material i väggen kan den absoluta fukthalten inte bestämmas heltäckande, utan därtill rekommenderas att man borrar och monterar mätgivare i konstruktionen och ordnar långtidsuppföljning. Jämförelser med förhållandena ute bör också tas i beaktande. Alternativt kan man som långtidsmätning tillämpa konduktansmätning med borstgivare som fästs på väggkonstruktionerna (Bild 3.11). Den här metoden kan bli aktuell i situationer där fukt stiger från konstruktioner som ligger nedanför grundvattennivån. Den tillämpas tillsvidare inte allmänt och på det nationella planet finns det mycket lite forskning att tillgå. Det finns inget etablerat arbetssätt och inga planeringsanvisningar för metoden. Metoden kommer på fråga bara om ingen annan vanlig metod lämpar sig för objektet. Det finns dock i viss mån erfarenhet av hur metoden kan tillämpas (Jurvanen, 2018).

Minskning av utsläpp med hjälp av en matta av aktivt kol

En svensk uppfinning som bygger på material som förebygger och binder ytutsläpp. Materialet är lufttätt men släpper igenom vattenånga. Mattan



Bild 3.11. Avfuktare och konduktansmätning med borstgivare (uppe till vänster). Exempel på en konstruktion som ska torkas (uppe till höger). Processord avfuktare, masteranordning (EcoDry Zeta III) (nere till vänster). Slaveapparat (INPOINT) (nere till höger). (Foto: Esko Sistonen)

kan monteras på golv och väggar eller i tak. Med hjälp av mattan kan man förhindra avgivning av flyktiga föreningar från ytskikt. Från mattan frigörs inga kemikalier till konstruktionen eller inneluften. Mattor har monterats till exempel i byggnader där dåligt inomhusklimat orsakat symptom eller olägenheter för dem som använder utrymmena. Det finns inga praktiska erfarenheter av hur lång livslängd materialet har. (Larsson, 2016)

Förhindrande av spridning av fibrer

Metoden förhindrar att industriell mineralull och andra fiber sprider sig till inneluften. Fiber i inneluften hör inte egentligen samman med reparationer av fukt- och mikrobskadade byggnader, men ska på samma sätt som radon tas i beaktande som faktorer som påverkar inneluften. Ventilationsystem, ljudisoleringsmaterial på ytor, isolering av vatten- och avloppsrör samt andra isoleringsmaterial är potentiella fiberkällor. Vid reparationer

av det här slaget ersätts gamla material med bättre, och onödiga byggnadsdelar som utgjort fiberkällor tas bort. Mineralullsytor kan också beläggas eller behandlas med medel som binder fiber eller täckas med material som inte släpper igenom fiber. Att avlägsna öppna fiberklädda ytor är dock att rekommendera. Fiber som lagt sig över ytorna avlägsnas genom att man städar och rengör ventilationskanalerna och -anordningarna. Att städa bort fiber förutsätter särskilda kunskaper för att man ska åtgärda problemet med en gång och städningen inte ska sprida ut fibrerna ännu mer. Att fiber från ventilationssystemet sprider sig till inneluften kan man förhindra även med filtrerande tilluftsanordningar. (Kollanen, 2016; Pitkäranta (red.), 2016; Markkanen et al., 2017) De reparerade konstruktionernas byggnadsfysikaliska funktion, de fastighetstekniska systemens funktion och eventuella utsläpp från material som använts vid reparationerna ska tas i beaktande.

Hantering av förhållandena på arbetsplatsen

Damm- och renhetshantering

Att riva och rengöra en fukt- och mikroskadad byggnad förutsätter alltid specialkunskaper. I alla skeden på byggplatsen ska man ta hänsyn till arbetet för att skydda de omgivande konstruktionerna och behoven av sektionering, undertrycksreglering och rengöring. Endast de byggnadsdelar som oundvikligen kräver rivning rivs. Rivningsarbetet omfattar rivning och städning, flyttning, transport och behandling av avfall, dammhantering, skydd av omgivningen och skydd för arbetstagarna. Det är i huvudsak entreprenören som utarbetar arbetsplanerna. I planen för damm- och renhetshantering beskrivs städningen av arbetsplatsen under byggprojektet. Vid reparationsobjekt ska man följa upp att de arbetsskeden som ingår i damm- och renhetsplanen också utförs. Arbetsskeden som alstrar damm ska schemaläggas till andra tider än de andra arbetena. Om målet för byggandet är att uppnå klass S1 eller S2 för inneluften, omfattas arbetssätten av renhetsklass P1. Då är det särskilt viktigt att med entreprenören gå igenom även de särskilda krav som gäller den förhöjda renhetsnivån (Manninen, 2017). För klarhetens och tydlighetens skull är det bra att bifoga anvisningarna om behandling av avfallet och städning på arbetsplatsen till entreprenörsavtalet.

Rivningen ska utföras så att så lite damm som möjligt uppkommer. Det område som rivs ska tömmas på möbler och inredning som rengörs i enlighet med städanvisningen (Arbetshälsoinstitutet, 2016). Särskilt under rivningsarbetet frigörs mikrobhaltiga föroreningar i rikliga mängder från konstruktionerna och materialen. De förorenar också alla material som är i kontakt via luften. Delar av fastighetstekniska system som ska avlägsnas bör i den mån det är möjligt rivas före det egentliga rivningsarbetet. Bärande konstruktioner rivs i den ordningsföljd som anges i rivningsplanen med beaktande av konstruktionernas beständighet, stabilitet (stöd) och säkerheten för arbetstagarna.

Det ska förhindras att arbetstagarna exponeras för mikrober och andra föroreningar som frigörs ur konstruktionerna under rivnings- och reparations-

arbetena, och även för övrigt säkerställas att arbetsmiljön är trygg. (Suomen Yliopistokiinteistöt Oy, 2015) Bestämmelserna om arbetssäkerhet ska iakttagas i fråga om andningsskydd, skyddsutrustning och städning (RT 18-11238, Ratu 82-0383, KorjausRYL). Verktyg och arbetskläder ska förvaras i ett separat förråd. Säkerheten ska beaktas även i fråga om andra som använder byggnaden, till exempel i en skola där reparationer görs under läsåret. Möjligheterna att använda de rum som gränsar till det område som ska repareras bör bedömas från fall till fall. Om utrymmena i byggnaden är i användning under reparationsarbetet, är det av största vikt att byggnaden hålls ren under arbetets gång. Olika skydd och sektionering förhindrar att dammet sprider sig (Bild 3.12). Om man eftersträvar renhetsklass P1 kan man minska mängden damm på arbetsplatsen till exempel genom att använda våtbruk och olika dammsamlare samt genom att väta eller fukta luften.

Vid reparationer av fukt- och mikroskadade byggnader ska särskild uppmärksamhet fästas vid arbetssäkerheten eftersom arbetstagarna exponeras för föroreningar och skadliga ämnen som sprids med dammet.

Mekanisk dammhantering och sektionering är väsentliga metoder för att minska föroreningarna.



Bild 3.12. Skydd är en väsentlig del av dammhanteringen. Om man använder tejp ska man kontrollera varje dag att den inte lossnat. (Bild: Esko Sistonen)

De rum där man arbetar ska försättas i undertryck och isoleras från de andra rummen (sektionering). **Sektionering betyder att man stänger gångar och tätar områden kring anslutningar och fogar gentemot andra utrymmen i det område som ska repareras eller vid behov reser tillfälliga väggar.** Arbetsområdet indelas i mindre sektioner för att förhindra dammspridning. Avgränsandet av det område som rivs och undertrycksregleringen gentemot den övriga byggnaden under rivningsarbetet ska göras särskilt omsorgsfullt med iakttagande av anvisningen för rivning av fukt- och mikrobskadade konstruktioner (Ratu 82-0383), för att föroreningarna inte ska spridas med människor, maskiner och föremål. Ventilationsgaller kan tätas till exempel med skydd som monteras på ventilkragen. Undertak och armaturer behöver inte omfattas av det huvudsakliga skyddet utan kan rengöras i efterhand i samband med slutstädningen. En skyddskonstruktion som används som vindfång framför ingångar mellan olika sektioner förhindrar att damm sprider sig från ett rum till ett annat. Man kan mäta tryckskillnaden över en sektionerande vägg kontinuerligt. Varningsgränser bör ställas in

för tryckförhållandena. I en byggnad som är i bruk bör man undvika alltför stora undertryck och följa upp att undertrycket upprätthålls när man går genom dörren till ett skyddat område, eftersom ett undertryck alltid också påverkar de omgivande utrymmena.

Vid gränsen av en sektion går man till arbetsområdet över mattor, för att damm och lös smuts inte ska överföras från smutsigare områden. Inomhus ska man, beroende på arbetsskedet, använda bytesmattor vid öppningarna mellan sektionerna eftersom byggdamm i regel är mycket finfördelat och enkelt fastnar under skorna.

En **slussektion** är en sektion som byggs med två sektionerande väggkonstruktioner mellan olika byggnadsdelar och försetts med en anordning för undertrycksreglering. Exempel på slussektioner visas på bild 3.13. Om de befintliga konstruktionerna inte är ändamålsenliga när man bygger sektioner eller om tätningen av dem inte möjliggör en fungerande sektionering, ska man använda separata skyddsväggar. En skyddsvägg ska byggas på ett avstånd av minst ungefär en halv meter från den konstruktion som ska sektioneras,



Bild 3.13. Utbyggnad av en avgränsande vägg till ett vindfång (uppe till vänster). Undertak som skyddats med en avgränsande vägg (uppe till höger). Kortvarig slussektionsvägg som försatts i undertryck vid reparation av ytterväggen, när den övriga delen av rummet är i normalt bruk och luften som går genom slussektionen filtreras innan det leds ut (nere till vänster). Vindfång/slussektion (nere till höger). (Foton: Mikko Kallinen, Sirate Ab)

på den sida som vetter mot de utrymmen som är i användning. Väggkonstruktionen kan byggas till exempel av byggplast som spänns upp med träribbor. Om skyddsväggen kommer att behövas under en längre tid bör väggstommen byggas och fästas stabilare. Skyddsväggen tätas med plast. På arbetsplatsen bör man se till att flera dörrar mellan olika sektioner inte är öppna samtidigt.

Innan arbetet inleds ska de ventilations- och rördelar som går genom konstruktionerna som avgränsar en sektion rivs och de återstående delarna pluggas så att damm inte kan spridas via kanalerna. Efter att genomföringarna har tätats placeras en anordning för undertrycksreglering i sektionen mellan den avgränsande väggen och den sektionerande väggkonstruktionen. Anordningen kopplas med fasta elinstallationer. När apparaterna är på ska man med hjälp av rök kontrollera att de sektionerande väggarna är täta.

Plasten på skyddsväggarna mellan sektionerna är en bra indikator på hur dammhanteringen fungerar. Om plasten dras mot det rum som försatts i undertryck, går luftflödet åt rätt håll. De mest effektiva centraldammsugarna suger också bort avfall av bearbetning, som spån eller slipdamm, direkt till en behållare eller container utanför byggnaden. Att rivningsavfallet flyttas på tillbörligt sätt bör tas i beaktande.

Plastdörrar lämpar sig som kortvariga skyddsväggar av plast. En dörr som byggs på platsen kan ha samma konstruktion som skyddsväggen, dvs. kombinationen byggskiva – ull – byggskiva. Ingången till en våning begränsas till ett ställe där man vid behov bygger en sektionerande skyddsvägg av fasta konstruktioner. Områden där det kan finnas risk för läckage eller för att obehöriga kommer in i området ska likaså spärras med fast konstruerade skyddsväggar.

Vid alla arbetskedan som alstrar damm bör man i den mån det är möjligt använda redskap som är försedda med punktutsugning. Vid punktutsugning avlägsnas damm från arbetsobjektets omedelbara närhet. På det sättet kan man minska mängden damm som frigörs till utrymmena redan i det skede när dammet uppkommer och förhindra att dammet sprids. Eftersom apparaterna som används för hanteringen av damm i ineluften opererar på ett ställe och trots sin effekt inte alltid kan hantera luftvolymen på hela arbetsplatsen, bör uppmärksamhet fästas vid dammhantering även när det gäller arbetsmetoderna.

Om rummen där man arbetar är belägna i byggnaden så att det inte går att leda ut frånluften, kan man samla upp dammet ur luften med särskilda luftrenare som är avsedda för byggarbeten eller alternativt med apparater för undertrycksreglering som har tillräckligt bra filtrering. Att apparaterna är i kontinuerlig drift är en väsentlig del av en fungerande dammhantering. Alternativt kan man använda två apparater för att dammutsugningen inte ska avbrytas om en apparat upphör att fungera.

Alla rivningsarbeten som orsakar damm ska utföras rums- och sektionvis innan ytorna behandlas med primer. Så säkerställer man att reparationsarbetena kan utföras på dammfria ytor. När reparationsarbetet är klart ska alla utrymmen städas enligt anvisningarna. Sedvanlig byggnadsstädning räcker inte till vid en slutstädning efter en reparation. Rivningen av skydden och sektionerna, ordningsföljden på städningen och användningen av städutrustningen förutsätter särskild noggrannhet (KH 90-00610, 2016; Arbetshälsoinstitutet, 2016). De filter som används i dammsugarna ska vara minst på nivån HEPA 13 (High Efficiency Particulate Air filter, 99,95 % av partiklarna stannar i filtret). På grund av den lilla partikelstorleken bör man torka ytorna med fuktig trasa 1–3 dygn efter dammsugningen. Särskild uppmärksamhet bör fästas vid ytor som är svåra att nå, mångformiga ytor och ventilationssystemet. (Manninen, 2017) Efter att objektet har överlåtits ska man fortsätta med effektiviserad städning, till exempel i två månader efter reparationen. Vid effektiviserad städning beaktar man också damm på ytor som ligger högt upp och att onödiga föremål och papper avlägsnas eller placeras i skåp under städningen. Uppföljningen behandlas i kapitel 5.

3.4.2

Fukthantering

Beställaren ser med hjälp av en utomstående fukt-säkerhetskoordinator till att en fuktsäkerhetsplan upprättas redan i bygglovs-skedet och att fukthanteringen iaktas i reparationsarbetena (MMf 782/2017, Helsingfors stad, 2014; RIL 241-2016; <http://kuivaketju10.fi/>). När det gäller förordningarna behandlas fukthantering i kapitel 2.2.3.

Den ansvariga arbetsledaren ser till att fuktsäkerhetsplanen verkställs på byggplatsen. Alla som arbetar på byggplatsen ansvarar emellertid

för fukthanteringen. **Fuktsäkerhetskoordinatoren styr åtgärderna för fukthantering, gör inspektionsrundor på byggplatsen och ger till exempel tillstånd att belägga ytor på basis av fuktmätningens resultat.** Fuktmätningarna ska utföras av en kvalificerad eller certifierad fukttekniker, vars kompetens och mätmetoderna som används ska bekräftas. Över åtgärder som hör till fukthantering upprättas memorandum och/eller mätningssprotokoll. Beställaren kan vid behov göra kontrollmätningar av fukten och övervaka mätningarna.

Utöver mätning av torkningsförhållandena och fukten och temperaturen i konstruktionerna kan fukthantering omfatta till exempel följande (RIL 241-2016)

- reparationsobjektens särdrag
- åtgärder för att skydda byggnadsmaterial och -produkter samt färdiga byggnadsdelar
- vattenförbrukningen under reparationsprojektet
- minimering av mängden vatten vid diamantborrning
- förhindrande av att gamla konstruktioner blir våta
- skydd under reparationsarbetena.

Med hänsyn till den fukttekniska funktionen ska man sträva efter att använda så riskfria material som möjligt i konstruktionerna. Byggmaterial och -tillbehör som skaffas till byggplatsen ska skyddas från att bli våta under mellanlagringen och monteringen. Väderskyddet ska vara lämpligt (inte enbart skyddspresenningar) och det ska finnas ett särskilt lagringsområde för materialen. De mest känsliga materialen ska beställas så att de anländer strax innan de monteras. I fråga om **väderskydd för material** under lagringen och monteringen iakttas överenskommen praxis, till exempel enligt modellen Kuivaketju10 (<http://kuivaketju10.fi/>). Den fukt som blivit i ett material efter tillverkningen får inte öka under lagringen, transporten eller monteringsarbetet. I stomskedet får arbetsmoment som är känsliga för fukt i underliggande skikt inte inledas innan vattentaket och ytterväggarna har slutits till. Om man avfuktat konstruktioner ska man förhindra att ytterligare fukt kommer in i byggnaden och följa upp effektiviteten av torkningen, torkningsförhållandena och hur konstruktionerna torkar genom att mäta temperaturen och fukthalten i ineluften. Man ska sträva efter att

hålla den relativa fuktigheten under 50 % och temperaturen över 20 °C.

Entreprenören är skyldig att mäta torkningsförhållandena och fukthalten i konstruktionerna. Konstruktioner som är fukttekniskt kritiska mäts i enlighet med en fuktmätningssplan som görs specifikt för varje byggprojekt (kapitel 4.2). **Fuktmätningarna ska vara gjorda innan golven och väggar beläggs.** Mätningar som ska visa när en yta kan beläggas får inte göras med ytfuktsindikatorer. (Sisäilmayhdistys ry, 2018; Suomen Yliopistokiinteistö Oy, 2015)

3.4.3

Rengöring av ytor som inte åtgärdas

Metoder för att rengöra och behandla ytor som inte behöver åtgärdas hör alltid till den helhet som en fuktskadereparation utgör.

Valet av mekaniska rengöringsmetoder ska alltid bedömas från fall till fall. Rengörings- och rivningseffekten hos metoderna och å andra sidan de risker och skador som eventuellt uppkommer på ytorna och de omgivande konstruktionerna ska tas i beaktande. Det finns flera olika lösningar för mekanisk behandling av betongytor än t.ex. för behandling av tegelväggar. VOC-föreningar i betongkonstruktioner kan minskas t.ex. genom fräsning och uppvärmning av konstruktionerna (Kylliäinen, 2010). Vilket rengöringssätt man väljer beror på ytans kvalitet, om skadliga ämnen trängt in i materialets yta samt arbetstekniska begränsningar.

Blästring, slipning, fräsning och upphettning är exempel på rengöringsmetoder. Soda-, svep-, våt-, kulhamrings- och torrblästring är exempel på blästringsmetoder. De kan användas för rengöring bland annat av stora betonggolvv, gamla tegel- och timmerkonstruktioner samt trä- och metalldelar. För trämaterial lämpar sig bara torr- eller soda-blästring. Den vanligaste blästringsmetoden är sandblästring, som betyder mekanisk rengöring med lufttryck som blandats med korn. Vid våtblästring minskar man dammolägenheterna med sanden genom att använda vatten. Slammet som uppkommer ska omedelbart avlägsnas till exempel med en högtryckspruta. Då ska man också se till att de konstruktioner som ska bevaras inte våts i onödan eller skadas. Sodablästring är en behändig

metod om man önskar en skonsammare metod. Den lämpar sig bra för rengöring av metall- och träytor. Vid blästring med kolsyreis (torris) blåser man torris med en stark luftström mot den yta som ska rengöras. Rengöringen grundar sig på att isen expanderar vid anslaget. Den termiska chocken får smutsen att krackelera. Vid kulhamring blåses metallkulor av olika storlek och form med hård kraft mot den yta som ska rengöras.

Slipning används till exempel för att avlägsna golvspackel. Slipning är en lättare form av **fräsning**, som går betydligt djupare in i konstruktionen och som är en effektiv metod för att avlägsna smuts. Fräsningen görs vanligen i två omgångar, som så kallad korsfräsning.

Med **upphetning** avses att man hettar upp konstruktionen med en flambrännare. Syftet med metoden är att avlägsna allt organiskt material från konstruktionens yta genom bränning. Då förstörs även mikrober och sporer som finns på ytan. Därefter ska man borsta och dammsuga ytan. Värmen i metoden räcker inte till för att förstöra mycel eller sporer som ligger djupare inuti betong. Med metoden kan man möjligtvis minska lukt som förekommer i en konstruktion.

Trots mekanisk borttagning av ytskiktet och omsorgsfull rengöring av ytan kan det hända att konstruktionen fortfarande luktar. Lukten kan i allmänhet minskas genom att man avlägsnar ett tjockare ytskikt. Genom periodvis uppvärmning av konstruktionen och vädring av utrymmena kan man bidra till att lukten försvinner. Avgivningen av flyktiga föreningar från byggmaterial sker vanligtvis långsamt. Effektiviserad uppvärmning och vädring rekommenderas i cirka 2–3 veckor, varefter man bedömer behovet av ytterligare åtgärder.

Även ytor som redan har behandlats ska rengöras före varje nytt arbetsskede.

Desinficerande biocider som är avsedda för borttagning av mikrober bör inte användas för att rengöra en mikroskadad konstruktion, i samband med så kallad mikrobstädning eller för att förebygga mikrobttillväxt, inte heller som en alternativ metod för att avlägsna ett skadat materialskikt. Biocider används endast i specialfall, som för att rengöra material som förorenats av avloppsvatten och som inte kan avlägsnas (till exempel bärande bottenbjälklag i betong eller murverk). Om man bestämmer sig för desinficering ska den som utför behandlingen ha en klar uppfattning och grund för varför desinficeringen ska göras. Före behandlingen ska utrymmet tömmas på lösöre och skadat material avlägsnas, om möjligt, eller ytan ska rengöras mekaniskt. Man ska se till arbets säkerheten och ha en tillräckligt lång väntetid innan utrymmena tas i bruk igen. De som använder utrymmena ska få tillräckligt med information om de eventuella skadliga hälsoeffekterna av produkterna innan de används. Denna information ska basera på skyddsinformationsbladet och Tukes anvisningar.

I besvärliga fall kan man använda **ozonering** för att få bort lukt. Hur metoden lämpar sig för olika material, väntetiderna och skyddsåtgärderna ska utredas omsorgsfullt och behandlingen ska utföras av en av myndigheterna godkänd expert. Under behandlingen är ozonhalterna i lokalen skadliga för människan. Till följd av kemiska reaktioner mellan ozonet och materialen i utrymmet uppkommer nya föreningar som kan vara farliga för hälsan. Betong, gipsskivor, naturgummi, neopren, latexfärg, linoleum och trägolv, heltäckande mattor, vax och polermedel är exempel på material som kan ta skada av ozon. Det ska förhindras att ozonet sprider sig från det utrymme som behandlas via ventilationssystemet till andra utrymmen. Det bör påpekas att ozonering inte får bort lukten av tetrakloranisol. (Suomen Yliopistokiinteistöt Oy, 2015; Asikainen och Peltola (red.), 2008; Aronpää, 2015; Louhelainen, 2016; Hartikainen (red.), 2013; Arbetshälsoinstitutet, 2016; Louhelainen et al., 2016; RT 18-11238; Valvira, 2013)

4 Kvalitetssäkringsmetoder

Att säkra kvaliteten hör till alla parter i projektet och är en viktig del i alla skeden av projektet. De skeden som är mest kritiska med hänsyn till kvalitetssäkringen och övervakningen ges särskild uppmärksamhet under hela projektets gång. Ett smidigt informationsutbyte mellan parterna i projektet är en förutsättning för kvalitetssäkringen och för att projektet ska lyckas. En del av frågorna som gäller kvalitetssäkring, till exempel underlagets skick efter rivning, preciseras allteftersom arbetet fortskrider och därför är möten på byggsplatsen en viktig del av kvalitetssäkringsarbetet i ett reparationsprojekt (Ratu KL-6019, 2011). Även entreprenörernas möten och separata granskningar är viktiga med tanke på samordnandet av olika arbetsmetoder.

I **projekteringsskedet** fastställs klara, mätbara mål för genomförandet av reparationsprojektet, kvaliteten på inneluften och sundheten i utrymmena efter utförd reparation. Reparationsplaneraren specificerar, beställaren godkänner och entreprenören vidtar behövliga kvalitetssäkringsåtgärder för ett förstklassigt genomförande. I kvalitetssäkringsutredningen beskrivs kvalitetssäkringen under arbetet, ansvarsfördelningen, dokumenteringen av arbetskedena, damm- och renhetshandling, fukthanteringen samt städningen under arbetet och slutstädningen. I projekteringsskedet kan beställaren också ställa upp mål för minskningen av de olägenheter som beror på förhållandena till en referensnivå, för användningen av material med låga utsläpp och för den eftersträvade klassen på inneluften (Poutiainen, 2017; RT 07-11299; RIL 241-2016). Med tanke på eventuella ändringar och överraskningar är det viktigt att en utomstående sakkunnig övervakare medverkar i kvalitetssäkringen och samarbetar med projekterarna under hela projektets gång. En heltäckande kvalitetssä-

kringsplan utarbetas gemensamt i början av projektet.

Alla prov och modellinstallationer som kommer an på entreprenören dokumenteras klart och tydligt för undvikande av senare tvister och missförstånd. Entreprenören ska hos beställaren godkänna den personal eller de underleverantörer som utför fukttekniskt kritiska arbetskedena eller arbetskedena som knyter an till inneluften innan arbetet inleds samt ordna inledande möten och granskningar av modellarbeten för dessa arbetskedena (Pietiläinen et al., 2007).

En **kvalitetssäkringsplan** omfattar ett helt projekt och upprättas specifikt för varje projekt i syfte att uppnå den målsatta kvalitetsnivån. Planen kan ändras innan reparationsarbetet inleds. I allmänhet anges kvalitetssäkringsåtgärderna också i arbetsbeskrivningen för reparations- och rivningsarbetena, liksom vilka bestämmelser, förordningar och anvisningar som ska iakttas. I stora projekt rekommenderas separata dokument för kvalitetssäkringen, som den obligatoriska fuktsäkerhetsplanen samt en plan för damm- och renhetshandling. Företagens kvalitetssystem kan inte ersätta en kvalitetssäkringsplan (Pietiläinen et al., 2007). Aspekter som ska inkluderas i en kvalitetssäkringsplan visas i bild 4.1.

I projekt för att reparera fukt- och mikrobskador har riskhanteringen än ännu större roll jämfört med vanliga reparationer. I sådana projekt ställs också särskilda krav på damm- och renhetshandling jämfört med vanliga projekt (Manninen, 2016). En del av kvalitetssäkringsåtgärderna, driftsättningsproven och funktionsproven riktar sig till konstruktionerna i byggskedet och en del vidtas först när hela reparationsprojektet har slutförts (uppföljning). Kvalitetssäkringsprov kan ingå i entreprenaden eller så kan beställaren själv låta

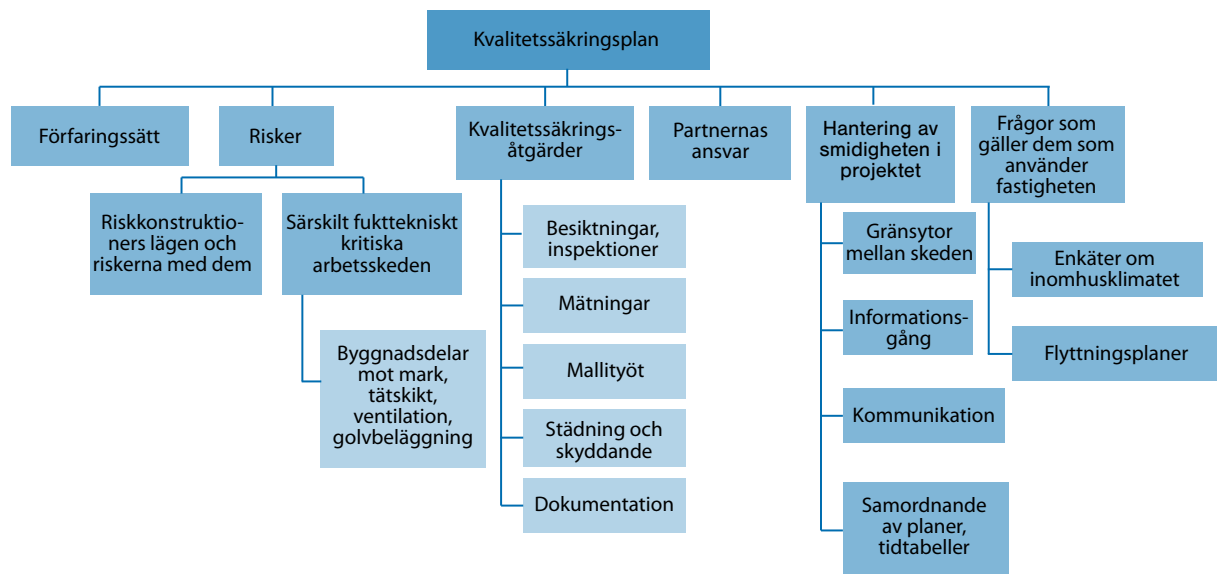


Bild 4.1. Innehållet i en kvalitetssäkringsplan.

någon utföra dem. (RT 10-11255, 2017; Asikainen och Peltola (red.), 2008; Rakentajain kalenteri 2017)

Hantering av förhållandena på byggsplatsen (uppvärmning, torkning, mätningar av förhållandena), fuktmätningar, kontroller av olika arbetskedan, granskningar av modellarbeten, kvalitetssäkring vid slutstädning, spårgasprov och test med värmekamera samt dokumentering av nämnda prov och kontroller är de viktigaste och vanligaste kvalitetssäkringsåtgärderna. Samarbetet mellan projekterarna och entreprenören är en av de viktigaste förutsättningarna för att projektet ska lyckas.

Det är bra att planeraren och vid behov även konditionsundersökaren involveras i inspektionerna och granskningarna. För att verifiera att reparationerna lyckas är det bra att enligt behov anlita en utomstående expert som utför test med värmekamera, spårgasprov, fuktmätningar, koncentrationsmätningar och andra behövliga prov och mätningar. Lämpliga experter är bland annat en expert på hälsoriktigt byggande (i första hand byggnadsteknisk utbildning), certifierad konditionsundersökare av fuktskador (byggnadsteknisk utbildning obligatorisk) eller experter med personcertifikat. (Valvira,

2016) Att man anlitar en utomstående expert ökar oberoendet och transparensen.

Till **kvalitetssäkringen i byggnadsskedet** hör uppföljning av den målsatta kvaliteten på arbetsprestationerna, damm- och renhetshantering på byggsplatsen, fukthantering under byggnadstiden, fuktmätningar, minimering av fel på arbetet och arbets säkerhet. Kvaliteten på arbetet följs upp genom att man utför kontroller och mätningar samt säkerställer dokumentationen. Man bör se till att de som utför arbetet är behöriga och att de får utbildning i användningen av nya material och metoder. En checklista kan fungera som ett verktyg för kvalitetssäkringen, en beskrivning av arbetsfördelningen och ett dokument för kvalitetssäkringen. I checklistan indelas uppgifterna i kontroller som ska göras innan arbetet inleds, kontroller som ska göras under arbetet och kontroller som ska göras av en utomstående expert efter arbetet (Ratu KL-6019, 2011; RIL 241-2016).

Med hjälp av en databank som är tillgänglig för alla parter i projektet kan alla följa med projektets förlopp. I databanken sparas bland annat dokument i anslutning till konditionsundersökningar, undersökningsresultat, projektering, planeringen av hela reparationen, projektering av fukt- och renhetshantering, övervakning, byggsplatsdagboken med illustrationer, inspektionsrapporter och alla ändringar.

Övervakaren av reparationsarbetet och reparationsplaneraren granskar och godkänner modelarbetena och kvalitetssäkringsproven. Därtill ska de egentliga reparationerna också granskas med sinnesorganen. Efter rivningsarbeten ska de återstående ytorna granskas. Vid granskningar av modeller på färdiga ytor ska förutom övervakaren och planeraren även en företrädare för beställaren närvara, eventuellt också de som använder utrymmena. Kvalitetssäkringsprov som gäller hela arbetsplatsen är till exempel tätningsreparationernas spårgasprov, yttermantelns lufttätthet (mätning med tryckskillnadsmetoden), test med värmekamera och spårrökstest, test av ventilationens funktion och/eller luftflödesmätningar och kontroll av tryckförhållandena i höga utrymmen. Utifrån nämnda prov kan brister åtgärdas omedelbart. (Levänen, 2016; Asikainen och Peltola (red.), 2008; RT 14-11197).

Kvaliteten på konstruktioner som kommer att övertäckas ska kontrolleras innan de beläggs eller övertäcks, så att eventuella brister kan upptäckas och enklare åtgärdas. Reparationer av alla konstruktioner som kommer att övertäckas ska granskas åtminstone med ögat. Förfarandet för att godkänna renheten på konstruktionsytor som ska övertäckas är ett viktigt skede. Beställaren och huvudentreprenören godkänner kvaliteten på arbetet vid mottagningsbesiktningen eller vid förhandsbesiktningen som föregår mottagningsbesiktningen. Som dokumentation kan man använda protokoll, fotografier och dokumenteringssätt som beskriver hur långt arbetet fortskridit under de olika arbetskedena. (Björkroth, 2011)

Avancerade mättekniker gör det möjligt att installera mätanordningar på vissa av planeraren fastställda kritiska ställen i konstruktionerna. Med hjälp av mätningarna kan man följa upp och utvärdera hur byggnaden fungerar. Man bör dock beakta exaktheten hos givarna: i stället för absoluta värden kan man kanske bara observera eventuella förändringar. I allmänhet kan man dra längre gående slutsatser om mätningarnas noggrannhet är hög, oftast under $\pm 1,0$ %. Vidare bör man tänka på att givarnas noggrannhet förändras med tiden. I kapitel 5 behandlas mätgivare som installeras permanent i konstruktionerna och alternativa mätningssätt mer ingående.

I **ibruktagningsskedet** görs kontrollmätningar av byggnaden och utrustningen, arbetet konstateras godkänt och en kvalitetskontroll av slutstäd-

ningen utförs där man bland annat har hjälp av rumskort. Användarna får handbok i korrekt användning av utrymmena. Fastighetsskötarna bör vara närvarande vid funktionsproven. Fastighetstekniska system, som värme- och ventilationsanordningar samt mekaniskt ventilerade byggnadsdelar kontrolleras och testas. Tillräckligt mycket tid bör reserveras för regleringen av ventilationen och testningen av ventilationens funktion – två till fyra veckor beroende på byggnadens storlek. Vid kontrollerna av ventilationssystemets funktion mäts luftflödet i varje rum och tryckförhållandena i byggnaden. Därtill säkerställs det att ventilationssystemet är rent. Beställaren kan låta testa de värden som entreprenören meddelat, som till exempel uttrycker temperaturer, strömningar, tryck, ljudnivåer och drifttider. Uppföljningen av hur reparationerna utfallit behandlas närmare i kapitel 5. Kontroller och mätningar efter att fastigheten tagits i bruk säkerställer att byggnaden fungerar efter reparationerna. (Suomen Yliopistokiinteistö Oy, 2017)

Kvalitetssäkringen kan omfatta till exempel följande:

- kvalitetskontroller har gjorts under byggtiden
- övervakaren av byggplatsen har konstaterat att entreprenören har handlat i enlighet med avtalet och de framställda kraven
- inga bristfälliga prestationer har godkänts utan man har förutsatt att entreprenören rättar till fel
- kvalitetssäkringen har behandlats mer ingående i veckovisa möten med entreprenören
- kvalitetssäkringen har dokumenterats med hjälp av promemorior och fotografier
- man har informerat om grunderna för reparationen, reparationsåtgärderna, vem som utför reparationerna och entreprenörens slutliga tidtabell
- bilder har ingått i de meddelanden som riktats till användarna
- ansvaret och arbetsfördelningen i anslutning till kommunikation och utbildning av arbetstagare har klargjorts
- entreprenören har avfattat veckomeddelanden till användarna från början av reparationsprojektet till överlåtelsen
- byggplatsbesök har anordnats för användarna
- användarna har fått anvisningar om hur man behandlar det lösöre som tas in i utrymmena (bl.a. ventilationstider, begränsningar)

- entreprenören har gjort en intern kvalitetsgranskning av arbetsplatsen och dokumenterat den.

4.1

Damm- och renhetshantering

Till kvalitetssäkringsåtgärderna inom damm- och renhetshandlingen hör att utföra granskningar och kontroller, göra hållfasthetsberäkningar och tester efter rivningen och under reparationsarbetet, som mätningar av konstruktionernas tolerans, vidhäftningsegenskaper och ytrenhet. Här kan man också använda modellarbeten. Eventuella brister åtgärdas före övergången till nästa arbetsskede. (KorjausRYL, 2016; KorjausRYL, 2017) Det är ofta en utomstående expert som ansvarar för kontrollen av renhetsnivåerna i ett reparationsprojekt. Experter ser till att genomförandet och dokumenteringen av kvalitetssäkringen skrivs in i byggplatsens plan för damm- och renhetshantering. Dokumenteringen görs under hela arbetets gång.

Under rivningsarbetet följer man förutom dammhanteringen upp stabiliteten och hållfastheten hos de konstruktioner som rivs respektive bevaras, och att stödkonstruktionerna fungerar. Dessutom följer man upp sektioneringen och undertrycksregleringen. När rivningsarbetet är klart förrättar man syn. Vid syneförrättningen medverkar planeraren och vid behov även konditionsundersökaren.

I fråga om dammhantering och städning av mikrobdamm ska den särskilda kravnivån för fukt- och mikroskador tas i beaktande i alla klasser av ineluften. Renhetsklass P1 förutsätter synnerligen strikt uppföljning. Entreprenören ska få introduktion i och förbinda sig till planen för damm- och renhetshantering innan reparationsarbetet inleds. På det sättet kan entreprenören välja lämplig utrustning och metoder för att man ska uppnå målen. Om de som normalt använder byggnaden arbetar eller bor i byggnaden under reparationsarbetena, ska de informeras om renhetshandling, dammskydden, var och hur man får röra sig i byggnaden, luftrenare och slutstädningen samt tidtabeller i anslutning till olika skeden. (Visuri, 2015; RT 07-11299)

Städpersonalen ska kunna principerna för hur man städar mikrobdamm (tjämning, arbetsordning, minskning av exponering, metoder). (Arbetshälsoinstitutet, 2016) Det finns stora skillnader i

källorna till föroreningar och slutstädningens omfattning beroende på om objektet är ett nybygge eller en reparation. Detta bör tas i beaktande vid planeringen av slutstädningen och kvalitetssäkringen i anslutning till den (Manninen, 2017). Den tid som reserverats för städningen, tjämningen av städningen, introduktionen för arbetstagarna och arbetstagarnas motivation påverkar kvaliteten på arbetet. **Dammansamlingen på ytorna** (RT 07-11299) ska vid behov mätas med geltejsmetoden enligt standarden *INSTA 800:2000 (SFS 5994)*. Mätningen görs tidigast när det gått två timmar efter städningen för att det damm som svävar i luften ska hinna lägga sig. Om reparationsarbetet görs enligt renhetsklass P1 har maximala värden fastställts för dammansamlingarna. De kan inkluderas i avtalen även om arbetet i sin helhet inte skulle göras i enlighet med P1-klassen. Mängden fina partiklar som svävar i luften kan mätas med apparater som är påkopplade fortlöpande (se kapitel 5).

Slutstädningen ska göras i två faser, före testningen av hur ventilationen fungerar och före ibruktagandet. En expert på renhetshantering uppskattar med ögat hur rena alla ytor är innan ventilationen testas. Ytor ovanför undertaken kontrolleras innan man ger tillstånd att tillsluta undertaken. Synliga ytor ses över på nytt innan byggnaden överläts. Åtgärderna för att rengöra de ytor som blir kvar och förhållandena dokumenteras. På det sättet kan man återkomma till rengöringen efter reparatiönerna och uppgifterna förmedlas till byggnadens reparationshistorik samt till företagshälsovården och hälsoskyddsmyndigheterna för en eventuell utvärdering av den hälsomässiga betydelsen. Över ibruktagandet av ett utrymme upprättas ett dokument där man konstaterar att utrymmet är rent och säkert att använda i fortsättningen. (KorjausRYL, 2016) Till kvalitetssäkringen i fråga om rivningsarbeten hör också att hantera material på tillbörligt sätt och att skydda dem under reparationsarbetet.

Möbler och lösöre ska rengöras enligt separata anvisningar (Arbetshälsoinstitutet, 2016). Likaså ska man se till att användarna får andra behövliga anvisningar. Man bör till exempel undvika att flytta dammiga föremål och papper till ett reparerat objekt. **Efter ibruktagandet** förutsätter kvalitetssäkringen i fråga om renhet (se kapitel 5) att slutanvändarna handlar i överensstämmelse med de uppsatta målen och att de fortsatta städningarna för att upprätthålla renheten görs bra.

Kvalitetssäkringen kan omfatta till exempel följande (Suomen Yliopistokiinteistö Oy, 2015; Hokkanen, 2014):

- att upprätta anvisningar för slutstädningen och för den fortsatta renhetshandlingen
- att utse en ansvarig för renhetshandlingen (entreprenören utser)
- att utföra planliga kvalitetsmätningar
- att kontrollera att sektioneringen håller: kontroller av genomföringarna och konstruktionsanslutningarna med spärrök
- att kontrollera riktningen på luftströmmarna (från ett område in i en angränsande slussektion och vidare till arbetsområdet)
- att kontrollera att dörrarna till en arbetssektion eller till vindfånget i en passage stängs av sig själva
- att kontrollera att skyddsväggar är täta vid genomföringar och ovanför undertak
- att säkerställa dammhandlingen (damm får inte överföras från ett icke reparerat område till ett reparerat)
- att kontrollera att arbetarna inte av misstag kan koppla från utrustningen, vilket skulle äventyra hela dammhandlingen
- att effektivisera städningen på det reparerade området i ungefär två månader från ibruktagandet.

4.2

Fukthantering

Det första kritiska momentet i fukthanteringen på arbetsplatsen är att skydda byggnadsmaterial och -tillbehör samt byggnadsdelar i det fria mot regn och väderpåfrestningar i övrigt. Skicket på väderskydden ska kontrolleras regelbundet så länge det finns behov av skydd. Med hjälp av åtgärder och mätningar som tas upp i planen för fukthantering och fuktmetning följer man upp hur konstruktionerna torkar. Referensvärden för tillräcklig torkning (maximala värden på den relativa fuktigheten i betong före beläggning och målsatta värden för förhållandena på byggplatsen) läggs fram i fuktsäkerhetsplanen. Inomhusluftens relativa fuktighet och temperatur ska mätas för att säkerställa att torkningsförhållandena är tillräckligt bra. I betongkonstruktioner mäts den relativa fuktigheten för

att man ska kunna konstatera att konstruktionerna torkat tillräckligt.

Förhållandena på arbetsplatsen ska mätas i minst ett utrymme på varje våning. Därtill mäts förhållandena i utomhusluften för jämförelsens skull. **Fuktmätningarna (som görs i syfte att säkerställa att konstruktionerna torkat) ska göras åtminstone i de fukttekniskt kritiska byggnadsdelarna (till exempel gamla väggar och bottenbjälklag mot mark) samt i nya konstruktioner och konstruktioner som blivit våta.** Fukthalten i betong mäts i borrhål eller från provbitar som tagits ur konstruktionen. Med hjälp av fuktmätningen i betongen kan man precisera tidigare gjorda uppskattningar av uttorkningstiden. (Merikallio, 2009; RT 14-10984; Sisäilmäyhdistys 2017) På trämaterial tillämpas andra undersökningsmetoder (Pitkäranta (red.), 2016). Med hjälp av givare som installeras i konstruktionen kan man följa upp förhållandena även efter att byggnaden tagits i bruk.

Kvalitetssäkringen kan omfatta till exempel följande (Suomen Yliopistokiinteistö Oy, 2015):

- entreprenören har utnämnt en ansvarig för fukthanteringen
- behövliga fuktmätningar i olika arbetsskedan (till exempel innan golven beläggs)
- tillbörligt väderskydd (inte enbart lätta presenningar)
- beställaren har vid behov gjort kontrollmätningar av byggfukten och övervakat mätningarna
- fuktmätningarna och -utrustningen, behörigheten hos den som utför mätningarna, rapporteringens innehåll och utvärderingen av resultaten är i skick
- mätningarna har gjorts på olika ställen i konstruktioner när dessa har olika materialstyrkor eller sammansättning.

4.3

Förbättring av lufttätheten i konstruktioner

Som kvalitetssäkringsmetoder vid förbättringar av lufttätheten i konstruktionerna rekommenderas det att man gör ett modellarbete, utför kontroller med sinnesorganen och säkerställer den eftersträvade lufttätheten med hjälp av spårgas. Dessutom bör man säkerställa att entreprenören är behörig

att utföra tätningsarbeten. Reparationsplaneraren fastställer innehållet i arbetet. Vid förbättringar av lufttätheten har ett omsorgsfullt utförande större betydelse för slutresultatet än vanligt (se kapitel 3.3 Tillgängliga reparationsmetoder). Den som utför spårgasprov bör vara med ända från projekteringskedet för att man ska kunna avtala med alla parter om tidtabellerna och principerna för kvalitetssäkringen. (RIL 241-2016; Laine, 2014; RT 14-11197)

Den önskade **tättningsnivån** fastställs och planeras beroende på vad förbättringarna i tätheten syftar till. Kvalitetssäkringen görs med spårgasprov och utifrån resultaten kan man fastställa tättningsnivån: 1 (tät), 2 (smärre läckor) och 3 (inga betydande läckor). Vid reparationer av fukt- och mikroskador vill man ofta förhindra att föroreningar i konstruktionerna förflyttas till inneluften, och då är tättningsnivån den striktaste. Ju mer krävande reparationsobjektet är, desto bättre tättningsnivå förutsätts. (RT 14-11197; RIL 241-2016) Man kommer också överens om vilken utrustning och skala som ska användas för att målen ska uppnås. I gamla byggnader kan man i praktiken sällan uppnå en fullständig täthet, medan det i regel är lättare att täta nyare byggnader som uppförts av betong. I början av projektet bör man komma överens om den eftersträvade täthetsnivån, eftersom det styr såväl detaljplaneringen som kvalitetssäkringen och därigenom även påverkar kostnaderna för reparationerna.

Ett modellarbete ska utföras med samma material och enligt samma metoder som det egentliga arbetet. På det sättet kan man säkerställa att arbetet uppfyller målen. Modellarbetet godkänns bland annat utifrån en sinnesmässig besiktning och resultaten från spårgasprov. Kvaliteten på modellarbetet och resultaten från kvalitetssäkringen bör motsvara de uppställda målen. Ett godkänt modellarbete är ingen garanti för en lyckad reparation, utan kvaliteten på tätningsarbetet i hela området som ska repareras ska kontrolleras i den omfattning som anges i kvalitetssäkringsplanen. Övervakningen säkerställer att slutresultatet även av det egentliga arbetet blir av hög kvalitet.

Kvalitetssäkringen kan omfatta till exempel följande (Suomen Yliopistokiinteistö Oy, 2015; By 41, 2016):

- kontroll med hjälp av spårgas att tätningen har lyckats (RT 14-11197)

- genomföringar och anslutningar har tätats (också till exempel vid fasta inredningar, lätta mellanväggar och undertak)
- tätningar av ångspärren i komplexa pelare-/balkstommar och lätta ytterväggar är i skick
- test med värmekamera och täthetsmätningar för fastställande av luftläckaetalet har gjorts under byggtiden (bl.a. köldbryggor)
- elementfogar (vågräta och lodräta) är tillräckligt täta
- vid behov mätningar av jämnheten i väggytan, renheten hos vidhäftningsytorna, hållfastheten i underlaget samt produkternas drag- och vidhäftningshållfasthet och tjockleken på membran och skikten
- väggytans jämnhet $\pm 3 \text{ mm} / 2 \text{ m}$, mätning enligt RT 14-10373, enskilda knölar högst 1 mm, ingen tandning
- verifiering av att alla vidhäftningsytor är rena med hjälp av geltejsmetoden (SFS 5994), innan tättningsmassa appliceras
- mätning av produkternas och underlagets dragstyrka och vidhäftningshållfasthet
- underlagets hållfasthet med dragprov, 5 parallella drag, krav $\geq 0,7 \text{ N/mm}^2$ eller enligt systemets eller produktens specifikationer
- ett prov som görs med hjälp av ett triangelsnitt i produkterna (till exempel fogband) (RT 83-11032) kompletterar den sinnesmässiga kontrollen av vidhäftningshållfastheten
- fastställande av tjockleken på membran och skikten i olika produkter och produkthelheter (till exempel tätskiktet) (inte för tjocka eller för tunna)
- ritsprov på målade ytor.

Lufttätheten ska kontrolleras med spårgasprov i alla tätade utrymmen eller stickprovsmässigt i ett modellrum innan sådana konstruktioner som kommer att dölja tätningen monteras. När provet genomförs är det särskilt viktigt med ett tillräckligt undertryck (minst 10 Pa över den konstruktion som kontrolleras) för att läckor ska kunna konstateras med tillräckligt stor säkerhet. Vindförhållandena vid tidpunkten för provet ska tas i beaktande. Spårämnesgasen släpps in i konstruktionen från utsidan eller insidan. Ytmaterialen får monteras först när eventuella otäta ställen har tätats och man gjort ett nytt spårgasprov för att konstatera att tätningsarbetet kan godkännas i sin helhet. För bästa

slutresultat bör ett spårgasprov göras i varje rum där man förbättrat tätningen. (RT 14-11197)

Kontrollen av den konstruktionsmässiga tätheten kan kompletteras med test med värmekamera och mätning av luftläckagekoefficienten q_{50} ($m^3/(h m^2)$) från fall till fall enligt behov (RT 14-11239, 2016; RT 80-10974, 2009). Vid test med värmekamera bör man beakta bland annat den uppskattade emissionskoefficienten för konstruktionen och hur årstiden påverkar exaktheten i mätningarna. Det kan också hända att man i bygglovet föreskrivit att luftläckagekoefficienten ska mätas. Ovan nämnda tilläggskontroller är viktiga i synnerhet om renoveringen syftar till att förbättra energieffektiviteten. Spårröksprov kan också användas för att säkerställa tätheten (Hongisto, 2016). Mätningar görs före och efter tätningsarbetet för att man ska kunna se om reparationerna lett till önskat resultat. Ovan nämnda mätningar lämpar sig emellertid inte för kvalitetssäkring av tätningsreparationer i fukt- och mikroskadade objekt eftersom det då är ytterst viktigt att exakt lokalisera läckorna, och det kan endast göras med spårgasprov.

Hur tätningsreparationerna lyckats kan man också följa upp i efterhand till exempel genom användarenkäter eller spårgasprov som görs enligt behovsprövning (se kapitel 5). Om en användarenkät visar att det fortfarande finns problem med inneluften, men inga brister framkommit i spårgasprov, är det möjligt att man försummat de övriga åtgärderna som hör till reparationen, som till exempel städning och regleringen av ventilationssystemet. (Hakamäki, 2015; Laine, 2014; Tullila, 2015; RT 14-11197) Fel i samband med ett spårgasprov kan det bero på att provet utförts på fel sätt eller att externa omständigheter påverkat gasens rörelser, till exempel så att gas rymt ut ur konstruktionen. I dessa fall bör man kontrollera med ett provhåll att det verkligen finns gas i konstruktionen som ska granskas.

I samband med reparationsarbetet kan man vid behov ta prov på tätningsmaterialen utifrån kriterier för kvalitetssäkring som fastställts av reparationsplaneraren. Ett prov på material som används för tätning kan vara till exempel följande:

- För varje påbörjad 50 m² eller 50 löpmeter lösgörs två provbitar för att mäta formen och tjockleken.
- För varje påbörjad 100 m² eller 100 löpmeter borras två prov för att mäta hållfastheten.

När det gäller tätskiktmaterial som används i tätningarna rekommenderas det att en person med personligt certifikat för konstruktionstätning utför kvalitetskontrollerna. Draghållfastheten i betongunderlag ska uppfylla de krav som betongföreningen fastställt (By 41, 2016). Villkoren i certifikat för tätningsmaterial och -system ska uppfyllas.

4.4

Inkapsling

Vid kvalitetssäkringen av inkapslingsarbeten ska man säkerställa att skadliga ämnen och föroreningar inte överförs till inneluften till följd av konvektion eller diffusion (jfr kapitel 3.3.4). Vid inkapsling görs kvalitetssäkringen alltid minst enligt samma förfarande och enligt samma krav som vid förbättring av lufttätheten, till exempel med spårgasprov. Till kvalitetssäkringen kan till exempel höra samma uppgifter som vid tätningsarbeten, se förteckningen i kapitel 4.3.

Vilka effekter VOC-föreningar som eventuellt frigörs ur materialen som används vid inkapsling har för kvaliteten på inneluften ska tas i beaktande (Keinänen, 2009). Effekterna kan kompenseras genom effektivare ventilation till exempel under ett halvt år efter ibruktagandet. I samband med reparationsarbetet ska man vid behov ta materialprov enligt kriterier som fastställts av planeraren, på samma sätt som i kapitel 4.3.

Det rekommenderas att en person med personligt certifikat för konstruktionstätning utför kvalitetskontrollerna av inkapslingsmaterialen. Draghållfastheten i betongunderlag ska enligt behov uppfylla de krav som Betongföreningen fastställt (By 41, 2016). Villkoren i certifikat för tätningsmaterial och -system ska också uppfyllas.

4.5

Fastighetstekniska system

Vid sidan av de byggnadstekniska reparationerna är det viktigt att beakta kvalitetssäkringen av reparationerna på de fastighetstekniska systemen. Vid kvalitetshantering i fråga om fastighetstekniska system tillämpas samma principer som ovan. Att ventilationen fungerar bör säkerställas och ventilationen regleras på nytt vid varje tätnings- eller inkapslingsreparation. Samma kontroller ska göras

vid konstruktionsmässiga reparationer, ombyggnad av utrymmen och ändringar i användnings-syftet.

Vid behov ska systemen regleras (till exempel balansering av luftströmmarna) och förnyas i samband med ett reparationsarbete. Genom fortlöpande observationer av skicket, konditionsundersökningsmetoder och kontinuerliga mätningar kan man säkerställa att de uppsatta kvalitetskraven uppfylls. Den som övervakar fastighetstekniken i reparationsprojektet och en utomstående expert som anlitas att ansvara för de fastighetstekniska systemen granskar bland annat renhetsklassen för ventilationsprodukterna, styrningen av projektet samt informationsutbytet och rapporteringen. I mottagnings- och ibruktagningskedet görs en besiktning av monterings sättet, ett driftstest, en intern kvalitetsgranskning, ett belastningstest, ett Black Out -test, en förhandsbesiktning inför mottagandet och en kontroll av funktionen. Det bör märkas att alla åtgärder inte behöver vidtas särskilt i små reparationsprojekt, utan efter prövning från fall till fall.

Med kontinuerliga mätningar kan man bland annat verifiera föroreningar i ineluften (till exempel radon, formaldehyd, inandningsbara partiklar (PM_{10} , $PM_{2,5}$), koldioxid och flyktiga organiska föreningar), öknningar i halterna vid vissa tidpunkter, som i anslutning till när ventilationssystemet körs (till exempel med halveffekt utanför de tider när personer vistas i byggnaden). På det sättet kan man upptäcka behov av att reglera ventilationen och andra faktorer som påverkar kvaliteten på ineluften. Kontinuerliga mätningar kan göra att man upptäcker sådant som skulle gå förbi vid tillfälliga mätningar.

Till slutstädningen av ett projekt hör att rengöra ventilationssystemet och verifiera renheten. Mängden damm i ventilationskanalerna kontrolleras visuellt efter rengöringen. Vid behov kan man överväga att även använda geltejp. (Rakennustieto, 2017; Suomen Yliopistokiinteistö Oy, 2015; Manninen, 2016; RT 07-10946; SFS 5994) Exempel på kvalitetssäkring visas på bild 4.2.



Bild 4.2. Exempel på behov av kvalitetssäkring: Igelkott och sand i en mycket smutsig tilluftskanal, måste avlägsnas innan ventilationskanalerna rengörs (uppe till vänster). Ovansidan av en kanal som inte rengjorts (uppe till höger). En rostig tilluftskanal före lappning (nere till vänster) och lappad, då det inte varit möjligt att byta ut kanalen (nere till höger).

Kvalitetssäkringen kan omfatta till exempel följande (Suomen Yliopistokiinteistö Oy, 2015):

- Konstruktionerna i ventilationsanläggningens friskluftshål är tillräckligt täta för att förhindra att vatten och värme läcker ut i konstruktionerna.
- Ventilationsystemets funktion, att inställningarna är oförändrade och automationen är under kontroll har granskats i tillräcklig omfattning (en egen checklista i anslutning till VVSA-drifttester).
- Tilluftsventilerna har rengjorts grundligt.
- Ventilationsystemets tidigare och nuvarande bruksanvisningar har tillställts användarna.
- Bottenavloppens lutningar under golv mot mark är i skick (fotograferade med kamera).
- Regnvattenavloppen och dräneringsavloppen har fotograferats under arbetets gång.
- Inget avfall från byggtiden finns i avloppen (bl.a. avloppen från takbrunnarna, fotograferat med kamera).

Bild 4.3 visar ett exempel på kontunerliga mätningar för hanteringen av kvaliteten på de fastighetstekniska systemen. Exempelvis en dåligt fungerande ventilation som är i "viloläge" under veckosluten ska utifrån mätresultaten regleras på nytt med hänsyn till drifttiderna och luftflödena. I fastigheter med mångfacetterade problem kommer energieffektivitetsaspekten i andra hand. Att man inte låter ventilationen vara på utanför arbets- och vistelsetiderna kan göra att föroreningshalterna ökar. Sådana är till exempel radon, formaldehyd, inandningsbara partiklar (PM₁₀, PM_{2,5}), koldioxid och flyktiga organiska föreningar. I ovan nämnda fall kan man genom en effektiv användning av ventilationsanordningen bidra till att sänka förhöjda halter till en godtagbar nivå. Det bör märkas att tilluften på grund av en effektiv ventilation kan komma från fel ställen, om man inte sett till lufttäteten i mantelkonstruktionerna. På basis av lyckade reparationsåtgärder (se kapitel 5) kan ventilationen utanför byggnadens användningstid genomföras i enlighet med 8 § i Valvira anvisning om tillämpning av förordningen om boendehälsa (Asumisterveysasetuksen soveltamisohje, Valvira, 2016).

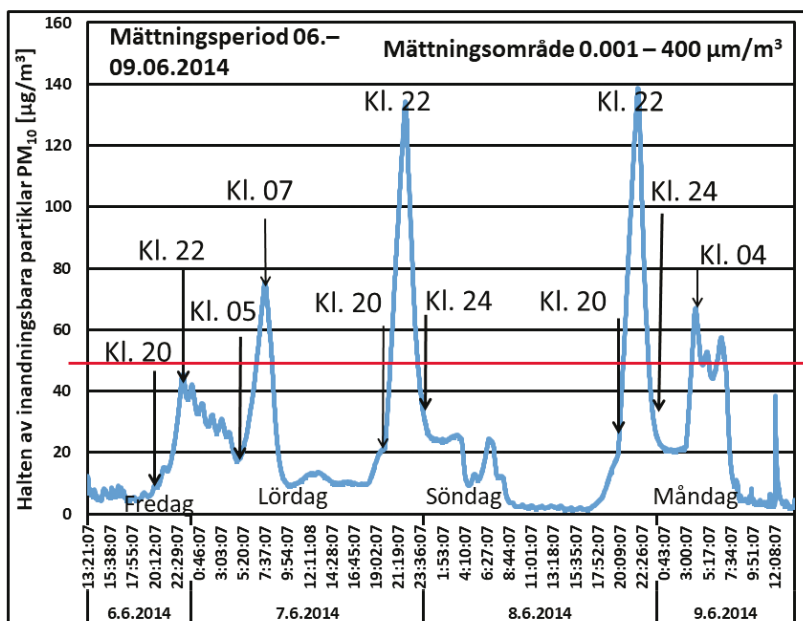


Bild 4.3. Halten av partiklar PM₁₀ (< 10 µm) i rummet överskred åtgärdsgränsen 50 µg/m³ (Social- och hälsovårdsministeriet, 2015) flera gånger under en mättningsperiod (3 dygn).

5 Uppföljning av reparationerna

Uppföljningen av reparationerna efter att byggnaden tagits i bruk är en naturlig förlängning på kvalitetssäkringen under reparationsarbetets gång. Hur reparationerna lyckats utvärderas enligt kriterier som fastställts i en uppföljningsplan. Användarnas välbefinnande, förhållandena i ineluften och konstruktionernas funktionalitet är delområden som ska följas upp. Flera offentliga fastighetsägaren har en etablerad praxis för uppföljningen av hur reparationerna lyckats. Verkställandet av uppföljningsplanen kan till exempel godkännas av en ineluftsgrupp som utsetts inom organisationen. Vanliga uppföljningsperioder är 0–2 år och 2–5 år. Vid uppföljningen är det bra att använda utvärderings- och uppföljningsblanketter som är specifika för reparationsobjekt. För sådana finns det också färdiga underlag (hometalkoot.fi; Lappalainen et al., 2008). Användarna och andra berörda informeras om uppföljningen. Det är bra att understryka att uppföljningen inte innebär att man skulle misstänka att det finns problem i utrymmena. De som använder fastigheten har en viktig roll vid uppföljningen. (Suomen Yliopistokiinteistö Oy, 2017b; Suomen Yliopistokiinteistö Oy, 2015)

En enskild uppföljningsmetod är i allmänhet inte tillräcklig för att säkerställa att reparationerna lyckats, utan det rekommenderas att man tillämpar flera parallella metoder. Vid projekt som syftar till att reparera fukt- och mikrobskadade byggnader ska man satsa på information och kommunikation. Bra kommunikation motiverar och engagerar användarna i arbetet mot ett lyckat resultat.

Entreprenören är skyldig att medverka i utarbetandet av **en bruks- och underhållsanvisning**. Den ska utöver uppgifter om materialen omfatta anvisningar bland annat om städningen och användningen av utrymmena samt de fastighetstekniska systemen. I anvisningarna inkluderas vidare resultaten till exempel från fuktmätningar samt uppgifter om var exakt tätningsreparationer har gjorts, i vilken omfattning de gjorts och med vilka mätningar kvaliteten har säkrats. Det rekommenderas att man i bruks- och underhållsanvisningen även fastställer vilka konstruktioner och system som planeraren ska följa upp samt tar in tillbörliga positioneringsscheman (jfr kapitel 2.2.6). Då är det lättare att lokalisera dem till exempel om fastigheten får en ny ägare. I bruks- och underhållsanvisningen är det också bra att nämna vilka som är ansvariga för underhållsåtgärderna, dvs. vilka fastighetsskötare som fått introduktion i uppgifterna och eventuellt också objektsspecifik utbildning. Om servicebolaget byts ska man förutsätta att fastighetsskötarna överför informationen och kunskapen till det nya bolaget (Suomen Yliopistokiinteistö Oy, 2015). De som använder utrymmena ska få introduktion i användningen före inflyttningen. I ibruktagningsskedet kan man också till exempel dela ut informationsblad och arrangera informationsmöten.

Till uppföljningen av reparationerna kan vidare höra att kartlägga användarnas hälsotillstånd och erfarenheter, utvärdera den tekniska funktionen hos de utförda reparationerna och fastigheten, utvärdera kvaliteten på fastighetsservicen och -underhållet samt utföra kvalitetssäkringsmätningar. (Salonen et al., 2011) I en reparerad byggnad kan man därutöver göra olika uppföljningsmätningar och besiktningar efter ibruktagandet (Rakentajain

kalenteri 2017; Poutiainen, 2017). Som åtgärder för att utvärdera utfallet av reparationerna kan man under särskilt fastställda perioder till exempel inspektera nivån på städningen, mäta lufttätheten i konstruktionerna (RT 14-11197, 2016), utvärdera ventilationssystemet funktion samt separat och på särskilda grunder mäta de kemiska och mikrobiologiska halterna i inneluften (Social- och hälsovårdsministeriet, 2016; Valvira, 2016; Pitkäranta (red.), 2016). Nuförtiden finns det många olika övervakningssystem som kan installeras i konstruktionerna och som fortlöpande ger mätdata om konstruktionens funktion och förhållandena i den.

5.1

Uppföljning av användarnas välbefinnande

I allmänhet genomför företagshälsovården en enkät om inneluften (en användarenkät) för att kartlägga och följa upp användarnas erfarenheter tidigast när det gått ett halvt år, men senast när det gått ett år efter att reparationen slutfördes. Det finns ett antal färdiga enkäter att tillgå men det viktigaste är att kunna bedöma förutsättningarna för att använda utrymmena och att konstatera huruvida symptomen minskat (Asikainen, 2016; Kiiski, 2017). Om man har tillgång till enkäter som riktats till samma personer före reparationen, och de tidigare enkäterna hade genomförts samma årstid, kan man jämföra resultaten före och efter reparationerna. Syftet är att undersöka om de upplevda olägenheterna har minskat efter reparationen och därigenom utvärdera resultatet av den. Utifrån enkäten fastställs behoven av ytterligare undersökningar i utrymmen som upplevs som problematiska.

Enkäter som baserar på Örebro-enkäten (MM-40) används mest. Via företagshälsovården kan man dessutom samla in uppgifter på gruppnivå som hör samman med användarnas hälsa eller upplevelser av kvaliteten på inneluften. En enkät om inneluften lämpar sig inte för små objekt (mindre än 20 personer). Utöver en omfattande enkät kan man för att förbättra den statistiska signifikansen också göra en snävare enkät som säkerställer att svarsprocenten blir tillräckligt hög. På det sättet blir slutsatserna pålitligare. Ibland är det bra att komplettera enkäterna med intervjuer av dem som använder utrymmena, eftersom alla viktiga detaljer inte nödvändigtvis kommer fram i

enkäter. I allmänhet är det emellertid inte möjligt med intervjuer till exempel i kontor där det arbetar hundratals personer.

Öppen information till användarna är utöver enkäterna en viktig del av en lyckad reparation och uppföljningen av den. Företrädare för användarna medverkar också i separata inneluftsgrupper som tillsatts redan i början av projektet. (Lappalainen et al., 2017) Osäkerhet, psykologiska avigsidor eller minskad sammanhållning bland personalen till följd av otydlig eller fördröjd kommunikation eller flyttning av en del av personalen till tillfälliga utrymmen kan ha betydande effekter när det gäller att genomföra reparationerna och få dem godkända. Därför bör särskild uppmärksamhet fästas vid kommunikationen. (Lahtinen, 2004) Trots reparationerna kan det hända att en del anställda fortfarande har symptom även i normala inomhusmiljöer, varvid det kan handla om så kallad miljö känslighet (Karvala et al., 2017).

Uppföljningen kan omfatta till exempel följande (Suomen Yliopistokiinteistö Oy, 2015; Tähtinen et al., 2013; Salonen et al., 2011):

- besiktning av utrymmena och utvärdering av verksamheten i förhållande till utrymmenas användningssyfte
- jämförelse med andra motsvarande utrymmen
- genomförande av en enkät om inneluften (olägenheter till följd av förhållandena, symptom) och genomgång av resultaten
- intervjuer med användare
- diskussion med företagsläkaren
- mätningar före och efter (en enkät om symptom kan inte genomföras under pollentiden och inte heller under de kallaste vinterperioderna)
- aktiv och snabb handläggning av respons från användarna
- information till användarna om gjorda utredningar och konstaterade fel.

5.2

Uppföljning av utrymmen och konstruktioner under användningen

Till uppföljningen under användningen av byggnaden hör att bedöma kvaliteten på inneluften med sinnesorganen och genom mätningar, utföra

fuktmätningar samt mätningar med givare som installerats i konstruktionerna (Pitkäranta (red.), 2016). Användningen av givare som installerats permanent, särskilt på kritiska ställen, och alternativa mätmetoder förutsätter en exakt och motive-rad plan över mätpunkterna och en ambition om en långvarig uppföljning. Till uppföljningsplanen kan till exempel höra att följa upp konstruktionernas fukttekniska funktion, mätningar av luftt-ätheten (RT 14-11197) och test med värmekamera (RT 14-11239, 2016). Mätning av luftläckage-talet q_{50} ($m^3/(h m^2)$) (RT 80-10974, 2009), test med vär-mekamera och emissionsmätningar av reparerade ytor med FLEC-utrustning (RT 14-10776, 2003; SFS-EN ISO 16000-10; Järnström, 2007) är lämpliga tilläggsundersökningar i anslutning till energief-ektiv renovering. De som använder byggnaden får anvisningar och introduktion i hur man hål-ler byggnaden ren och i städbart skick. (Suomen Yliopistokiinteistöt Oy, 2017b; Manninen, 2017)

För att man ska kunna vara säker på att tätning-arna fungerar rekommenderas det att man utöver spårgasprov utför konstruktionsmätningar, som att granska att tätningarna sitter fast och under en längre tid följer upp sådana konstruktionsdetaljer som kan betraktas som kritiska. Spårämnesprov kan göras både under och efter garantitiden utifrån resultaten från uppföljningen. (Suomen Yliopisto-kiinteistöt Oy, 2017)

Reparationsplaneraren fastställer redan i kva-litetssäkringsplanen och i uppföljningsplanen, som upprättas i projekteringsskedet (se kapitel 2), i vilka situationer konstruktionerna ska följas upp, mätmetoderna, grunderna för val av metoder, kri-tiska ställen som ska mätas i konstruktionerna, mätperioden, storheter som ska mätas och förvän-tade resultat av mätningarna. Med vilken exakthet sensorerna mäter bör inkluderas i mätningssplanen, eftersom det påverkar vikten av de slutsatser som dras. I planen kan man också nämna användning-en av larmsystem, som fuktighetssensorer. Enkla givare av on-off-typ (fukt eller inte på ytan) som mäter hur länge en yta är fuktig (TOW) lämpar sig för observation av kondensrisken.

Beställarens expert på inomhusklimat bör ha be-redskap att analysera allt mätmaterial, som under en lång tid kan bli mycket omfattande. Materialet kan användas till exempel vid bedömningen av behovet av reparationer inom den förutseende fastighetsskötseln. Då kan man ha hjälp av maski-ninlärning (Taffese et al., 2016).

Vid uppföljningen ska åtminstone följande gås igenom:

- renhet, damm och städbarhet (övre ytor, före-mål, växter)
- förekommande lukter och eventuella källor till dem (bl.a. byggnadsmaterial och lösöre)
- ventilationens funktion
- att ventilationsanordningarna är rena och fung-erar
- rumstemperaturen
- upptäckta risker eller skador som påverkar in-neluftens kvalitet vid tidpunkten för gransk-ningen.

Uppföljningen kan omfatta till exempel följande (Suomen Yliopistokiinteistöt Oy, 2017b; Suomen Yliopistokiinteistöt Oy, 2015; Tahtinen et al., 2013; Salonen et al., 2011):

- sinnesmässig bedömning av skicket (sprickor, andra synliga skador, lukter osv.)
- granskning av underlagstakets skick och fäs-ten i samband med den årliga granskningen av vattentaket
- uppföljningsmätning av byggfukten (mätning av ytfukt, under beläggningen och i konstruk-tionen) när det gått 1–2 år (bedömning av hur beläggningen av betongkonstruktioner har lyckats)
- utvärdering av de utförda reparationerna och fastighetens tekniska funktion
- uppföljning av hur en tätningsreparerad kon-struktion jämte anslutningar fungerar med hjälp av spårgas med regelbundna intervaller (3–5 år)
- tätningmätning och test med värmekamera under vintern (spårgasprov och undersökning-er av luftläckage)
- PAH- och VOC-mätningar av ineluften (VOC-mätningar tidigast 6 månader efter att reparationerna slutförts, om de är engångsmät-ningar)
- FLEC-undersökning av golvbeläggningarna
- kartläggning av renhetsnivån
- uppföljning av åtgärderna i bruks- och under-hållsanvisningen
- öppning av konstruktioner om de andra mät-ningarna ger anledning till det (i ytterlighets-fall).

Hur lämplig en vald reparations- eller underhållsåtgärd är kan säkerställs med hjälp av mätningar under de perioder man följer upp konstruktionerna (Suomen Yliopistokiinteistö Oy, 2017b), i tillägg till andra mätningar som har karaktären av konditionsundersökningar. Bild 5.1 visar ett exempel på kontinuerlig fuktmätning av en konstruktion genom vintern.

Byggnaden följs upp som en helhet, inte bara med hänsyn till de konstruktioner som är i kontakt med inneluften. Dessutom bör planeraren och fastighetsägaren vara medvetna om vilken bety-

delse åldrande konstruktioner har för underhållet. Byggnadsmaterial har en begränsad livslängd (RT 18-10922), och den kan uppskattas med hjälp av givare som installeras i konstruktionerna. Kontinuerliga mätningar gör det lättare att uppskatta kommande behov av service och reparationer. Det rekommenderas att man fortsätter följa upp de reparerade konstruktionerna även efter den egentliga uppföljningsperioden (Suomen Yliopistokiinteistö Oy, 2017b). Exempelvis kan en till åren kommen fasad ha en indirekt effekt för kvaliteten på inneluften (Bild 5.2).

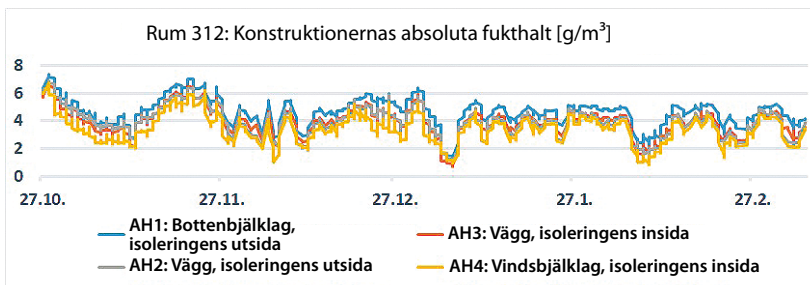


Bild 5.1. Absolut fukthalt i mätpunkterna i en konstruktion i ett rum som systematiskt försatts i undertrycksäge. (Mattila, 2017)

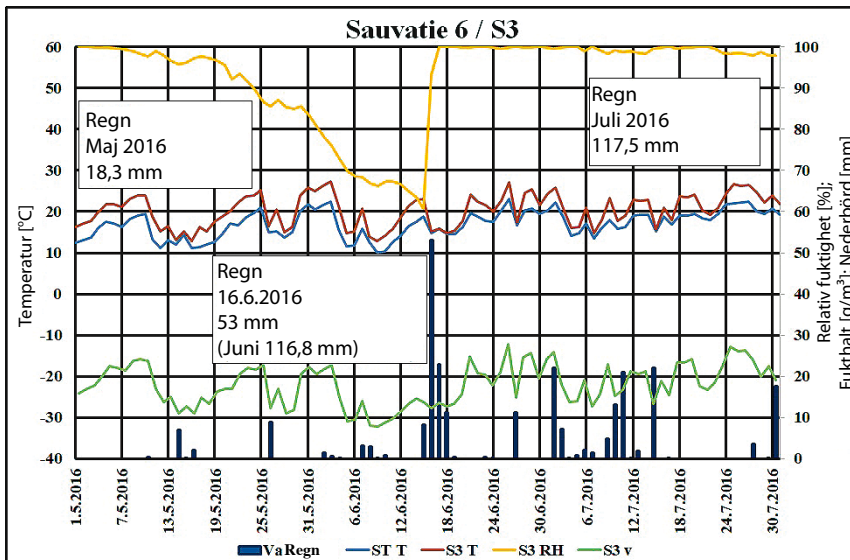


Bild 5.2. Fasaden hade torkat fram till början av juni. Ett kraftigt regn 16.6.2016 (53 mm) vätte emellertid fasaden och den regniga perioden som följde höll fuktbelastningen på en hög nivå trots den varma årstiden. (Sistonen et al., 2016) Den återstående livslängden uppskattas till mindre än fem år. Beteckningarna Va (Regn) hänvisar till nederbörds mängden vid Helsingfors-Vanda flygplats. ST är temperaturen utomhus och S3 är ett skalelement utan ytbehandling.

Uppföljning av kvaliteten på ineluften

Till uppföljningen av kvaliteten på ineluften efter reparationerna kan vid behov också höras att ta prov och utföra kontinuerliga mätningar som rekommenderats av expert på inomhusluft eller av reparationsplaneraren (uppföljning av förhållandena). Uppföljningen säkerställer att de faktorer som försämrat kvaliteten på ineluften har eliminerats eller minskat väsentligt. Uppföljningen kan omfatta mätning till exempel av mikrober, gasformiga föreningar, fibrer, mikropartiklar och damm. Mätningar kan göras före och efter reparationerna eller minst när det gått sex månader från slutstädningen efter reparationerna. Exaktheten i sensorerna och området som ska mätas inverkar på hur tillförlitliga och användbara resultaten blir. (Pitkäranta (red.), 2016; Lappalainen et al., 2017; Suomen Yliopistokiinteistö Oy, 2017b Tähtinen et al., 2013; Salonen et al., 2011) Resultaten från mätningarna av ineluften jämförs med åtgärdsgränserna och referensvärdena i *boendehälsoförordningen* (Social- och hälsovårdsministeriet, 2015) och andra ämnesrelaterade förordningar. Mer ingående anvisningar om mätningar ges i *Valvira anvisning om tillämpning av boendehälsoförordningen* (Valvira, 2016). Allmänt tillämpliga referensvärden för kva-

liteten på ineluften in går också i *Klassificeringen av ineluften* (RT 07-11299) och i arbetshälsoinstitutets anvisning (Arbetshälsoinstitutet, 2017). Tabell 5.1 (på sidan 88) visar åtgärdsgränser och referensvärden för föreningar som mäts ur ineluften. Bild 5.3 är ett exempel på kontinuerlig mätning vid uppföljning av hur åtgärder för att förbättra ineluften har lyckats.

Grunder för uppföljningen av förhållandena i ineluften är dels den upplevda kvaliteten, dels säkerställandet och användningen av de fastighetstekniska systemen under olika årstider. Uppföljningen av förhållandena bör vara tillräckligt lång med tanke på årstidsväxlingarna och parallellt bör man också använda de mätningar som nämnts i tidigare kapitel (Andningsförbundet, 2017). På samma gång ska man dessutom mäta förhållandena utomhus, som temperaturen, den relativa fuktigheten, vindhastigheten, solstrålningen och nederbörds mängden och jämföra resultaten av uppföljningsmätningarna med dem. Allmänt tillgängliga data om förhållandena i utomhusluften kan användas som stöd (Meteorologiska institutet, 2017). Uppföljningsmätningar görs särskilt i stora utrymmen där ett stort antal människor vistas. Det finns rikligt med mättekniker att välja mellan (Katainen et al., 2015). Om man ska dra längre gående slutsatser bör man beakta noggrannheten hos mätutrustningen. Uppföljningen av reparationer med hjälp av mätningar av förhållandena är ett område

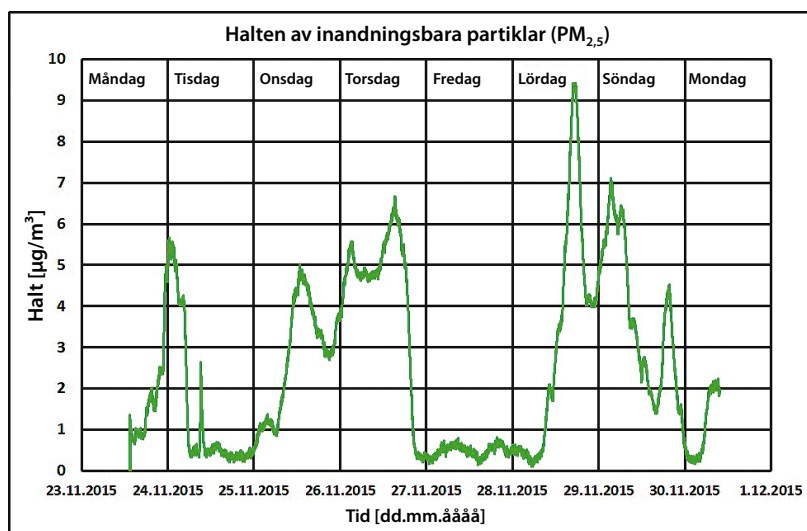


Bild 5.3. Halten av partiklar PM_{2,5} (< 2,5 µm) i rummet underskred efter reparationerna referensvärdet 10 µg/m³ under hela mätperioden (7 dygn).

Tabell 5.1. Åtgärdsgränser och referensvärden för mätningar av inneluften.

Förening eller mätstorhet	Åtgärdsgräns ^a	Annat referensvärde	Förening eller enhet
Flyktiga organiska föreningar	400 (total halt), 50 (enstaka förening)	> 100 ^d	µg/m ³
2,2,4-trimetyl-1,3-pentandiol-diisobutyrat (TXIB)	10	6 ^d	µg/m ³
2-etyl-1-hexanol (2-EH)	10	4 ^d	µg/m ³
Naftalen (C ₁₀ H ₈)	lukt får inte förekomma, 10	< 2 ^d	µg/m ³
Styren (C ₈ H ₈)	40		µg/m ³
Formaldehyd (HCHO)	50 (år), 100 (30 min)	> 15 ^d	µg/m ³
Kolmonoxid (CO)	7 (tillfälligt)		µg/m ³
Tobaksrök	0,05 (nikotinhalt)		µg/m ³
Inandningsbara partiklar (PM ₁₀)	50 (24 h mätning)		µg/m ³
Fina partiklar (PM _{2,5})	25 (24 h mätning)	< 10 (S1) ^c < 10 (S2) < 25 (S3)	µg/m ³
Industriella mineralfiber	0,2 (2 veckors sättnings)		fiber/cm ²
Asbestfiber	0,01 (i inneluften), får inte förekomma i ytdamm	< 0,01 ^d	fiber/cm ²
Mikrober	Se 20 § Mikrober i boendehälsöförordningen		-
Koldioxidhalt (CO ₂) (större än halten i utomhusluften)	1150	< 350 (S1) ^c < 550 (S2) < 800 (S3)	ppm
Radon (Rn)	400 ^b	< 100 (S1) ^c < 100 (S2) < 200 (S3)	Bq/m ³

^a Boendehälsöförordningen 545/2015 (Social- och hälsovårdsministeriet, 2015)

^b Social- och hälsovårdsministeriets beslut nr 944/92

^c Klassificering av inneluft (RT 07-11299)

^d Referensvärden för inomhusmiljön (Arbetshälsoinstitutet, 2017)

som utvecklas snabbt allteftersom givarteknikerna, analysmetoderna och byggnadsautomationen går framåt.

Vid mätning av tryckskillnader bör man beakta byggnadens läge och dimensioner samt förhållandena utanför. Tryckförhållandena i byggnaden kan variera stort, till exempel som en funktion av byggnadens höjd. Grovt sett kan skillnaden mellan ett undertryck i den lägsta våningen och ett övertryck i den översta våningen vara av storleksklassen 1 Pa/m, om temperaturskillnaden är 20 °C. Om temperaturskillnaden är större, är tryckskillnaden större. I en byggnad finns det nästan alltid rum där det råder övertryck. Justeringar som görs i ventilationssystemet utifrån tryckskillnadsmätningarna kommer att påverka funktionen både i reparerade och i icke-reparerade konstruktioner. Till exempel kan en icke-tätad byggnadsdel på grund av de förändrade tryckförhållandena senare ge upphov till nya föroreningar, även om byggnadsdelen i fråga konstaterats fungera vid de kvalitetssäkringsprov som togs under reparationsarbetena.

Möjligheterna med moderna byggnadsautomationssystem kan utnyttjas vid uppföljningen av förhållandena. Ett byggnadsautomationssystem följer till exempel upp temperaturen, den relativa fukten och CO₂-halten i olika rum. Fastighetsskötarna ska emellertid ges tillräcklig handbok i användningen, tolkningen och underhållet av byggnadsautomationssystemet. Om separata mätningar görs ska man komma överens om vem som tolkar resul-

taten och hur den personen ska instruera fastighetsskötseln. (Tampereen Tilapalvelut, 2014) Även om man använder systemet ersätter det inte de regelbundna kontrollerna av ventilationen i form av mätningar av luftflöden och tryckskillnader. Ventilationens funktion påverkas dessutom av många faktorer i omgivningen, som perioder av hård köld.

Uppföljningen av förhållandena i inneluften kan omfatta till exempel följande (Suomen Yliopisto-kiinteistö Oy, 2015; Tähtinen et al., 2013; Salonen et al., 2011):

- mätningar av förhållandena genast efter ibruktagandet
- uppföljningsmätning av temperaturen
- uppföljningsmätning av koldioxidhalten (CO₂)
- uppföljningsmätning av tryckskillnader (tryckförhållandena ska kontrolleras regelbundet).

Bild 5.4 visar ett exempel på kontinuerliga mätningar för uppföljning av förhållandena i inneluften.

På marknaden finns det många olika slags luftreningsmetoder som man kan använda för att filtrera bort partiklar till och med av nanoklass samt gasformiga föroreningar. Ändamålsenligheten och nyttan med luftrenare och rumsvisa ventilationsystem bör dock prövas från fall till fall. Det har inte påvisats att luftrenare skulle ha någon effekt för hälsan. Båda är kompletterande element i hanteringen av helheten, men ofta bara tillfälliga lösningar. Städningnivån bör inte sänkas om man

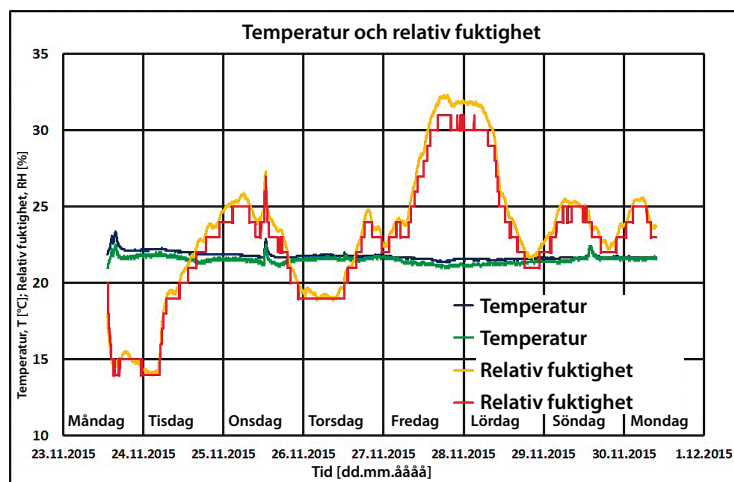


Bild 5.4. Resultat från uppföljningsmätningar i ett rum där förhållandena hölls inom fastställda åtgärdsgränser under hela mätperioden (7 dygn). (Social- och hälsovårdsministeriet, 2015)

använder luftrenare eller rumsvisa ventilations-system. Innan man skaffar en luftrenare bör man avlägsna allt damm som finns ovasidan av alla ytor. (Hyvärinen et al., 2017) Målet är alltid ett slutresultat där man inte behöver luftrenare.

5.4

Uppföljning av de fastighetstekniska systemens funktion

Vid sidan av reparationerna i konstruktionerna och kvaliteten på inneluften bör man också följa upp de fastighetstekniska systemens funktion. Observationerna och uppföljningsmätningarna efter reparationsarbetet utnyttjas vid justeringar och eventuella förnyelser av systemen. Kontinuerliga mätningar kan användas som hjälpmedel till uppföljningen som en del av förutseende fastighetsskötsel även efter garantitiden. Med hjälp av kontinuerliga mätningar kan man till exempel följa upp ventilationens funktion, mäta luftdraget på olika höjder i höga utrymmen (Ahmed et al., 2017), optimera intervallet för byte av luftfilter och hantera en effektiviserad, mekanisk frånluftsventilation.

Ventilationen och byggnadsautomationen ska kontrolleras under garantitiden efter ett halvt år av effektiviserad ventilation. Då har materialutsläppen i allmänhet minskat till under referensvärdena. Renheten i kanalerna och filtren och anordningens funktion ska kontrolleras åtminstone med ögat. Tryckförhållandena mäts i enlighet med uppföljningsplanen i varje våning med beaktande av väderstrecken och årstiderna. (Suomen Yliopistokiinteistö Oy, 2017b; Poutiainen, 2017) Inkörningen av de tekniska systemen tar ett år och under den perioden är det sannolikt att det inträffar störningar. Även efter garantitiden ska man verifiera regelbundet att ventilationssystemen och de mekaniska

luftväxlingssystemen är rena och fungerar. Luftflödesmätningar och behövliga justeringar samt mätningar av tryckskillnaderna ska göras varje år. Till- och frånluftsströmmarna i en behovsanpassad ventilation och de tryckskillnader som flödena ger upphov till vid olika effektlägen utreds under det första garantiåret och justeras enligt behov. (Tampereen Tilapalvelut, 2014)

Eftersom de krav som fastställts på inneluften och sundheten oftast bestämmer behovet av att rengöra ventilationskanalerna, har inga intervaller fastställts för den rengöring som behövs med tanke på brandsäkerheten. Enligt 13 § i *räddningslagen* (379/2011) ska ventilationskanaler och ventilationsanordningar underhållas och rengöras så att de inte medför risk för eldsvåda.

Uppföljningen kan omfatta till exempel följande (Suomen Yliopistokiinteistö Oy, 2015; Tähtinen et al., 2013; Salonen et al., 2011; Pietiläinen et al., 2007):

- en utredning om fastighetstekniken och säkerställande av att den fungerar
- ventilationsmätningar genast efter ibruktagnad (kontroll av luftflödena)
- effektiviserad uppföljning av ventilationsanläggningarnas funktion
- bedömning av hur rena ventilationskanalerna och -anläggningarna är (mätningar av fiber och damm)
- rengöring av reglerspjällen med ett års mellanrum
- kontroll av att reglerspjällen fungerar (har gamla rör tagits ur bruk)
- uppföljning av byggnadsautomationssystemet
- observationer av hur kylbafflar och styrskivor fungerar, känsla av drag
- kontroll av att kylbafflarna är rena
- kontroll av att tilluftsventilerna är öppna.

Bild 5.5 visar exempel på serviceåtgärder som fastighetstekniska system förutsätter.



Bild 5.5. En ventilator på luftutslagningskanalen kan förbättra inneluftens kvalitet (uppe till vänster). En tilltäppt värmväxlare är ett exempel på försummade serviceåtgärder (uppe till höger). Fett på botten av en frånluftskanal från köket ökar risken för eldsvåda (nere till höger). En renat värmväxlare (nere till höger).

6 Energieffektivitet och klimatförändringen

6.1

Förbättring av energieffektiviteten

I och med *miljöministeriets förordning 4/13* (MMF 4/2013) blev förbättring av byggnaders energiprestanda en del av reparations- och ändringsarbeten. Vid reparationer på gamla byggnader finns det ofta bra möjligheter att samtidigt förbättra energieffektiviteten. Med en byggnads energiförbrukning avses den värme som går ut från byggnaden till följd av ventilationen, varmt bruksvatten och värmeledningsförlusten i byggnadens mantel. Värmeledningsförlusten utgörs av förluster via fönstren, ytterväggarna, bottenbjälklaget och vindsbjälklaget.

Grovt generaliserat kan man säga att energiförbrukningen i ett flervåningshus från 1970-talet fördelar sig på ventilationen (30 %), varmt bruksvatten (40 %) och värmeledningsförluster (30 %) (Se bild 6.1). Beträffande energiprestandan berör reparationer av fukt- och mikrobskadade konstruktioner vanligtvis konstruktioner som gränsar till utomhusluften, och då kan man påverka energiförbrukningen främst genom att minska värmeledningsförlusterna.

Förbättringar av värmeisoleringen i ytterväggar och fönster som görs i samband med reparationer av fukt- och mikrobskador har de största effekterna för byggnadens totala energiförbrukning. Ju äldre byggnad, desto större effekt, vilket också framgår av bild 6.2.

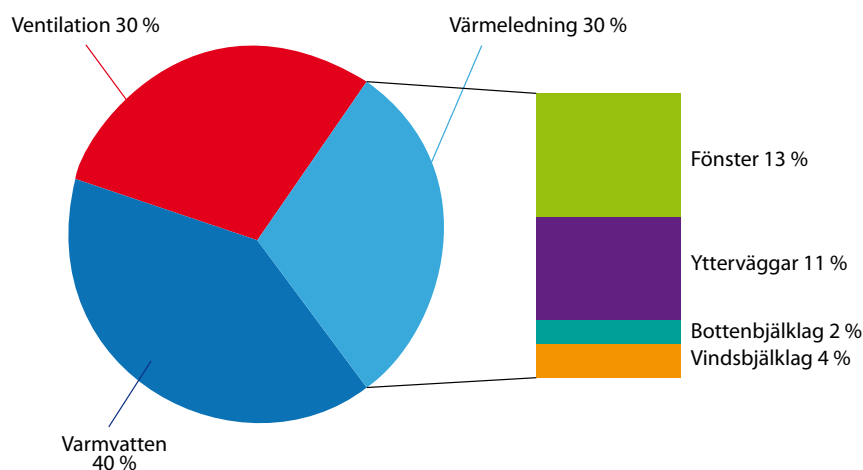


Bild 6.1. Fördelningen av värmeledningsförlusten i ett typiskt flervåningshus från 1970-talet. (Linne 2010)

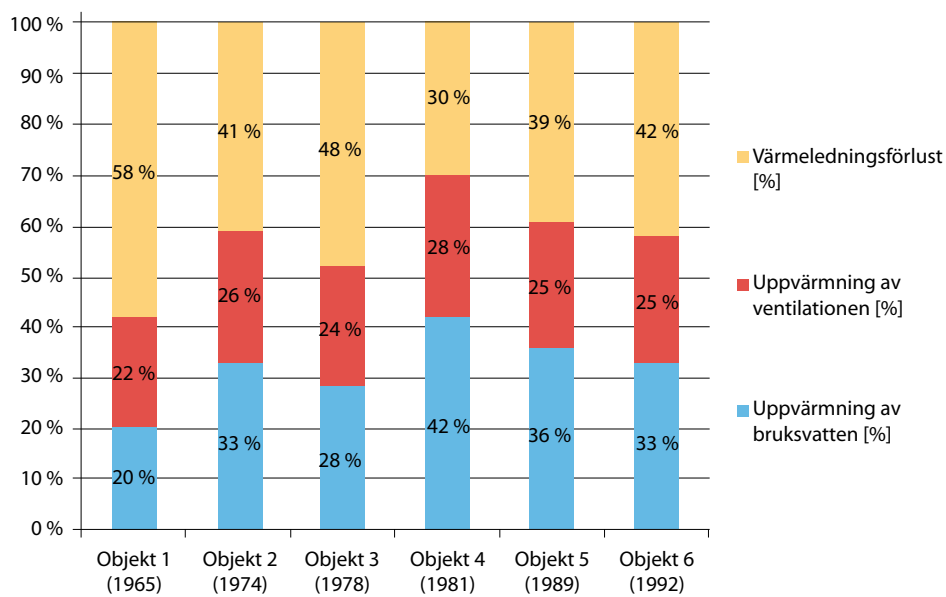


Bild 6.2. Fördelningen av värmeförbrukning i flervåningshus i olika åldrar, när luftväxlingskoefficienten är 0,39 l/h. (Boström 2012)

I den här handboken har energiprestandan granskats med hänsyn till fukt- och mikrobskadade objekt. Därtill har man i enlighet med avgränsningen av ämnet fokuserat bara på att förbättra energiprestandan hos olika byggnadsdelar. När man reder ut möjligheterna att förbättra energiprestandan bör man emellertid granska byggnaden som en helhet och förutom de enskilda byggnadsdelarna även beakta de fastighetstekniska systemen, i synnerhet ventilationssystemet. Undersökningar har visat att förnyelser och justeringar i ventilationssystemet i samband med reparation av konstruktioner har en stor betydelse för den totala energiförbrukningen (Boström et al., 2012). Oftast ökar förbättringar i ventilationen energiförbrukningen och den eventuella energisparpotentialen uppnås först i form av värmeåtervinning och via justeringar av luftflödena. Vidare har undersökningar visat att energiförbrukningen inte enbart hänger på konstruktionerna och de fastighetstekniska systemen, utan att de som använder byggnaden har en stor betydelse för den verkliga energiförbrukningen (t.ex. Boström et

al., 2012, Hilliaho 2010, KIMU 2010, Uotila 2012). Energiförbrukningen i gamla fastigheter påverkas delvis av den okontrollerade värmeförlusten i form av luftläckage. När man planerar reparationsåtgärder är det anledning att säkerställa att fastighetsägaren och de som använder byggnaden kan använda den reparerade byggnaden och de fastighetstekniska systemen effektivt.

Den viktigaste uppgiften vid reparationer av fukt- och mikrobskador är att säkerställa den reparerade konstruktionens byggnadsfysikaliska funktion, eftersom det säkerställer ett sunt och säkert inomhusklimat för användarna. Vid alla reparationer av byggnadsdelar är det inte möjligt att med rimliga kostnader förbättra energiprestandan så att den byggnadsfysikaliska funktionen bibehålls efter reparationerna. Å andra sidan finns det i vårt byggnadsbestånd rikligt med byggnader vars energiprestanda kan förbättras avsevärt i anslutning till reparationer av fukt- och mikrobskador utan att konstruktionernas funktion äventyras.

Förordningen om förbättring av byggnaders energiprestanda

Om förbättring av byggnaders energiprestanda vid reparations- och ändringsarbeten föreskrivs i *miljöministeriets förordning 4/13* (MMf 4/2013): "Denna förordning tillämpas på byggnader där energi används till belysning, uppvärmning av utrymmen och ventilation eller till kylning för att upprätthålla ett ändamålsenligt inomhusklimat och där det utförs sådana reparations- eller ändringsarbeten som kräver bygglov eller åtgärdstillstånd enligt *marknavnings- och bygglagen* (132/1999) eller där ändringar görs i byggnadens användningsändamål." Bakgrunden till förordningen behandlas mer ingående i motiveringspromemorian till förordningen (Miljöministeriet, 2013). Reparationer av fukt- och mikroskadade byggnader är i regel arbeten som förutsätter bygglov, och därför bör förbättring av energiprestandan beaktas i projekteringen.

Enligt 1 § i *miljöministeriets förordning* gäller förbättring av energiprestandan dock inte alla byggnader. Lättnaderna gäller i första hand skyddade byggnader där iakttagandet av bestämmelserna skulle medföra sådana ändringar i de skyddade delarna som inte kan anses godtagbara (MMf 4/2013).

Enligt förordningen kan energiprestandan förbättras byggnadsdelsvis, systemvis eller för hela byggnaden (MMf 4/2013). I den här handboken behandlas endast förbättring av energiprestandan i en specifik byggnadsdel.

Krav på byggnadsdelar

Om kraven på olika byggnadsdelar föreskrivs i 4 § i *miljöministeriets förordning 4/13*. När det gäller ytterväggar och vindsbjälklaget halveras det ursprungliga U-värdet, dock högst till det referensvärde som fastställts i Finlands byggbestämmelsesamling D3 (2012), se tabell 6.1. Bestämmelserna reviderades år 2018 och därför bör eventuella ändringar tas i beaktande. I fråga om bottenbjälklaget ska energieffektiviteten förbättras i den mån det är möjligt. För fönster och ytterdörrar ska U-värdet vara 1,0 W/(m²K), om de förnyas. Vid reparationer av gamla fönster och ytterdörrar förbättras förmågan att hålla värme i den utsträckning det är möjligt.

6.3

Beaktande av byggnadsdelars fukttekniska funktion

Vid reparationer av fukt- och mikroskador utgår projekteringen från den befintliga konstruktionen och skadorna på denna. Det går inte heller att lägga fram allmängiltiga reparationsätt med tanke på energieffektiviteten. En konstruktions fukttekniska funktion och möjligheterna att förbättra energieffektiviteten kan bedömas med hjälp av olika modelleringsverktyg för konstruktionens värme- och fuktförhållanden samt för förekomsten av och sannolikheten för gynnsamma förhållanden för mikrobiell tillväxt. I analyserna är det anled-

Tabell 6.1. Referensvärden för olika byggnadsdelar och för värmegenomgångskoefficienten för fönster.

Byggnadsdel	
Vägg	0,17 W/(m ² K)
Timmer (medeltjocklek för timmerkonstruktionen minst 180 mm)	0,40 W/(m ² K)
Vindsbjälklag och bottenbjälklag som gränsar mot det fria	0,09 W/(m ² K)
Bottenbjälklag som gränsar till kryppgrund (ventilationshålen utgör högst 8 promille av bottenbjälklagets area)	0,17 W/(m ² K)
Byggnadsdel mot mark	0,16 W/(m ² K)
Fönster, takfönster, dörr, takljuskupol, röklucka och utgångslucka	1,0 W/(m ² K)

ning att beakta olika prognoser i anslutning till klimatförändringen. Dessa förutspår att medeltemperaturerna och de årliga nederbördsmängderna kommer att öka. På det sättet kan man säkerställa konstruktionens fukttekniska funktion under konstruktionens och byggnadens hela livscykel.

En god täthet i luft- och ångspärrsskiktet är ofta viktig för energieffektiva konstruktioners fukttekniska funktion. Ångspärrsskiktet ska vara sammanhängande och ingen luft får läcka in i konstruktionen. Anvisningar om lufttäta anslutningar ges bl.a. i följande handböcker och publikationer: *Ilmanpitävien rakenteiden ja liitosten toteutus asuinrakennuksissa* (Aho & Korpi, 2009), *Matalaenergia- ja passiivitalojen rakenteiden ja liitosten suunnittelun ja toteutusohjeita* (Lahdensivu et al., 2012). Dessa innehåller rikligt med olika sektionssritningar. Anvisningarna har utarbetats med tanke på nybyggnad men samma principer kan tillämpas även vid reparationsbyggnad. Därtill har ämnet behandlats i publikationen *Asuinrakennusten ilmanpitävyyssisäilmasto ja energiatalous* (Vinha et al., 2009).

I samband med reparationer av fukt- och mikrobskador förbättrar man ofta tätheten på de inre delarna av byggnadsmanteln, till exempel i luft- och ångspärrsskiktet i träbyggnader. Detta förhindrar att eventuella föroreningar i konstruktionerna överförs till inneluften och minskar dessutom luftläckorna från insidan genom konstruktionerna. På så sätt har tätningsreparationerna ofta positiva effekter för inneluftens kvalitet, energiprestandan och den fukttekniska funktionen. Om luft- och ångspärrsskiktet förnyas vid reparationerna så att det blir sammanhängande, blir det i allmänhet också möjligt att öka värmeisoleringen utan att äventyra den fukttekniska funktionen.

Förteckningen nedan visar exempel på fukttekniskt fungerande åtgärder i syfte att förbättra energiprestandan i samband med reparationer av fukt- och mikrobskador:

- Förbättringar av lufttätheten i byggnadens mantel minskar risken för att föroreningar sprider sig till inneluften och minskar de värmeförluster som orsakas av läckluft. En tillräcklig luft- och ångtäthet är nästan undantagslöst en grundläggande förutsättning även för konstruktionens fukttekniska funktion.
- Tilläggsisolering på utsidan av byggnadens mantel förbättrar ofta den fukttekniska funk-

tionen hos konstruktionerna på insidan. Dessutom kommer den gamla konstruktionen att vara varmare i fortsättningen, vilket gör att fukten kan torka bättre. Vid tilläggsisoleringar på utsidan bör man dock undvika situationer där det i gränsytan mellan den nya och den gamla isoleringen uppkommer förhållanden där fukt kondenseras. Denna risk kan minskas med ett litet motstånd mot vattenånga och tillräcklig förmåga att torka hos den yttre värmeisoleringen.

- Med tilläggsisoleringen på utsidan kan man i vissa fall också eliminera konstruktionsmässiga köldbryggor, vilket minskar risken för att fukt kondenseras i materialen på de inre delarna av byggnadens mantel.
- Tilläggsisolering på byggnadens insida bör prövas noggrant, eftersom den gamla konstruktionen blir kallare och uttorkningskapaciteten sämre. Det är emellertid inte alltid möjligt att lägga till värmeisolering på utsidan, till exempel vid ytterväggar mot mark. Då bör man säkerställa att värmeisoleringen på insidan och de ytkonstruktioner som den beläggs med har en bra vattenångpermeabilitet. (Heiskanen, 2016)

Vid reparationer av fukt- och mikrobskador bör konstruktionens fukthalt fås tillräckligt låg innan tilläggsisolering och ytmaterial monteras. Det förutsätter ofta torkning av konstruktionen och väderskydd under reparationsarbetet.

Den fukttekniska funktionen kan också förbättras genom ändringar i konstruktionen, och då kan det bli möjligt med tilläggsisolering. Ett typiskt exempel är täckande reparationer på ytterväggarna och till exempel ventilerade fasadkonstruktioner som förbättrar torkningen i de yttre delarna av byggnadsmanteln och samtidigt förhindrar att de blir våta.

Nackdelen med tilläggsisolering kan emellertid vara att vissa konstruktioner, till exempel vissa typer av vindsbjälklag, fortsättningsvis har dålig ventilation. Det kan begränsa möjligheterna att tilläggsisolera konstruktionerna.

Tilläggsisolering kan medföra behov av ändringar på anslutningar mellan olika byggnadsdelar, som fönster- och dörranslutningar samt sockel- och takfotsanslutningar. Planeringen av anslutningarna bör därför ses som en fast del av projekteringen i energiprestandareovering.

Metoder för reparation av olika byggnadsdelar

I den här handboken har reparationernas inverkan på konstruktionernas energiprestanda behandlats separat i samband de olika reparationsmetoderna. Beskrivningen av reparationsmetoderna har inkluderat de viktigaste faktorerna för ett lyckat slutresultat samt risker förknippade med metoden. Dessa ska tas i beaktande vid projekteringen men också vid reparationsarbetet och senare vid uppföljningen av konstruktionernas funktion under byggnadens livscykel.

Med energisparåtgärder eftersträvas energibesparingar under tiotals år framåt. Därför är det ofta oändamålsenligt att utföra energisparåtgärder i samband med kortsiktiga reparationer, vars syfte är att förlänga en gammal konstruktions livslängd i väntan på en större grundrenovering. Då får energieffektivitetsfrågorna invänta den egentliga renoveringen.

Det finns ett flertal allmänna publikationer om förbättring av byggnaders energiprestanda och de behandlar ämnet främst med hänsyn till sådana byggnader där det inte är nödvändigt att reparera fukt- och mikrobskador samtidigt. Som exempel på en sådan publikation kan nämnas handboken *Rakenteellinen energiatehokkuus korjausrakentamisessa* (Ojanen et al., 2017).

6.4

Beaktande av klimatförändringen

Klimatet har en stor betydelse för skador på konstruktioner och för konstruktioners byggnadsfysikaliska funktion. Även om det i det nuvarande klimatet har förekommit fukt- och mikrobskador på byggnader, även om det varit mycket jämnt jämfört med det som förutspås i klimatförändringsprognoserna. Det har förekommit stora årliga variationer i väderförhållandena, men i genomsnitt har klimatet långsamt blivit varmare under hela mäthistorien (Meteorologiska institutet, 2017). I Finland blev klimatet avsevärt varmare under en period på 1930-talet, men ungefär från mitten av 1980-talet har uppvärmningen i huvudsak tilltagit (Lahdensivu, 2010).

Meteorologiska institutets prognoser om det framtida klimatet i Finland grundar sig på den fjärde utvärderingsrapporten som FN:s klimatpanel

(IPCC) publicerade år 2007. Klimatförändringen förutspås höja temperaturen och öka nederbördsmängderna och molnigheten. Antalet nederbördsdagar väntas öka på vintern, men på sommaren kan antalet till och med minska (Jylhä et al., 2009). Dessutom väntas vindstyrkan och den relativa fuktigheten i utomhusluften stiga något om vintrarna (Ruosteenoja et al., 2013). Enligt Meteorologiska institutets undersökningar kommer klimatförändringen att medföra följande omständigheter som starkt påverkar skador på konstruktioner och konstruktioners byggnadsfysikaliska funktion i slutet av detta århundrade (Jylhä et al., 2009)

- Medeltemperaturen ökar med 3–9 °C på vintern och med 1–5 °C på sommaren.
- Nederbördsmängderna ökar med 10–40 % på vintern och med 0–20 % på sommaren.
- På vintern ökar antalet dagar med nederbörd och nederbördsmängderna blir rikligare.
- Stigande temperaturer, ökande molnighet och ökande nederbörd höjer fukthalten i luften, vilket ger fler perioder gynnsamma för mikrobiell tillväxt.

Regnvattnet fördelas inte jämnt på fasaderna, utan i Finland koncentreras nederbörden till den sydvästliga-sydostliga sektorn (Lahdensivu et al., 2011; Ruosteenoja et al., 2013). Till följd av klimatförändringen kommer regn och snö även framöver från samma håll, men nederbördsmängden ökar avsevärt. Fram till utgången av århundradet ökar den nederbördsmängd som träffar en fasad mot söder med 1,48–3,54-faldigt jämfört med en fasad mot norr (Se bild 6.3) (Pakkala et al., 2016).

Klimatförändringens konsekvenser för konstruktioners byggnadsfysikaliska funktion har undersökts på bred front i FRAME-projektet. Undersökningarna har visat på följande (Vinha et al., 2013):

- Förhållanden som är gynnsamma för kondensering av fukt och mikrobiell tillväxt ökar, särskilt i konstruktionernas yttre delar och i krypprunder.
- Överföringen från utsidan till insidan ökar särskilt i sådana fasader som suger upp fukt kapillärt. Sommartid ökar risken för kondensering och mikrobiell tillväxt i dessa konstruktioner även nära den inre ytan.

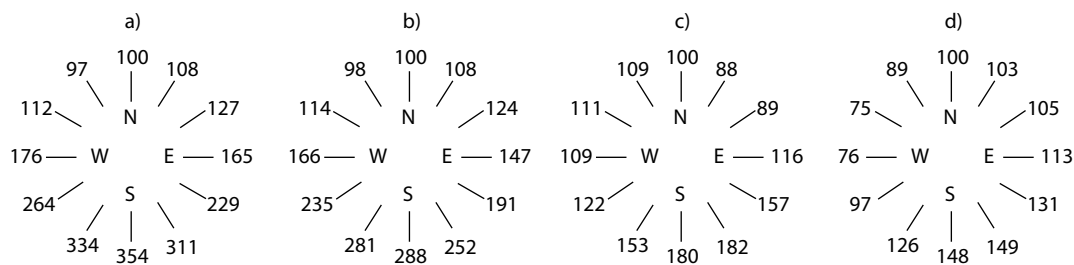


Bild 6.3. Relativ förändring i drivande regn jämfört med en nordlig fasad i a) kustregionen, b) Södra Finland, c) inlandet och d) Lappland. (Pakkala et al., 2016)

- Konstruktionernas förmåga att torka försämras och bromsas upp då perioderna av uppehållsväder blir kortare och molnigheten ökar.

Vid granskningar av konstruktioners byggnadsfysikaliska funktion tas klimatförändringen i beaktande med hjälp av så kallade testår som tagits fram för ändamålet. Ett vädermaterial för kalkylmässiga granskningar har skapats separat för klimatet i södra Finland och klimatet i inlandet åren 2030, 2050 och 2100 (Meteorologiska institutet, 2013).

Vid reparationsbyggnad tas klimatförändringen i beaktande på motsvarande sätt. Vid projekteringen och genomförandet av reparationerna ska man dessutom beakta att konstruktioner och byggnadsdelar jämfört med dagsläget kommer att behöva mer skydd mot väta under reparationsarbetet och att konstruktioner som blivit våta behöver längre tid att torka.

KÄLLOR

- Aalto-Korte, K., Bäck, B., Henriks-Eckerman, M-L., Jungewelter, S., Mäkelä, E., Pesonen, M., Suuronen, K., Ylinen, K. (2015). Epoksikansio – Kemikaaliturvallisuus rakennuspinnoitustyössä. Arbetshälsoinstitutet. 23 s. Hämtad 23.05.2018. Webbadress: <https://www.ttl.fi/tyoymparisto/altisteet/epoksi-turvallinen-pinnoituskemikaalienkaytto/>. ISBN 978-952-261-547-3 (inb.), ISBN 978-952-261-548-0 (pdf).
- Ab Bygginfo (2010). RT 14-11016. RunkoRYL 2010. Rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset. Talonrakennuksen runkotyöt. Bygginformationsstiftelsen RTS sr. 352 s.
- Ab Bygginfo (2011). Korjaustöiden laatu 2011. Ratu KL-6019 Korjaustöiden laatu KTL 2011. Talonrakennusteollisuus ry, Bygginformationsstiftelsen RTS sr. Helsingfors 2011. 215 s. ISBN: 978-951-682-968-8.
- Ab Bygginfo (2012). SisäRYL 2013. Rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset. Talonrakennuksen sisätyöt. Bygginformationsstiftelsen RTS sr. Helsingfors 2012. 352 s. ISBN: 978-952-267-028-1.
- Ab Bygginfo (2016). KorjausRYL 2016. Esiselvitykset ja purkaminen. Bygginformationsstiftelsen RTS sr. Helsingfors 2016. 192 s. ISBN: 978-952-267-167-7.
- Ab Bygginfo (2016). Rakentajain kalenteri 2017. Rakennusmestarit ja -insinöörit AMK RKL ry, Bygginformationsstiftelsen RTS sr. 592 s.
- Ab Bygginfo (2017). KorjausRYL 2017. Julkisivut. Bygginformationsstiftelsen RTS sr. Helsingfors 2017. 270 s. ISBN: 978-952-267-233-9.
- Ab Bygginfo (2017). Ilmanvaihtotuotteiden puhtausluokitus M1. Hämtad 15.10.2017. Webbadress: <http://m1.rts.fi/ilmanvaihtotuotteiden-puhtausluokitus-m1>.
- Ahmed, K., Sistonen, E., Simson, R., Kurnitski, J., Kesti, J. & Lautso, P. (2017). Radiant panel and air heating performance in large industrial buildings. *Building Simulation: An International Journal*. 11 s. Hämtad 5.11.2017. Webbadress: <https://doi.org/10.1007/s12273-017-0414-8>, Impact factor 1.17, ISSN 1996-3599 (tryckt version); 1996-8744 (digital version).
- Aho, H., Korpi, M. (red.). (2009). Ilmanpitävien rakenteiden ja liitosten toteutus asuinrakennuksissa. Tampereen teknillinen yliopisto. Rakennustekniikan laitos. Tutkimusraportti 141. 100 s.
- Al-Neshawy, F. (2013). Computerised Prediction of the Deterioration of Concrete Building Façades caused by Moisture and Changes in Temperature. Doctoral dissertation. Aalto-universitetet. Esbo. Finland. 189 s. + app. 37 s. Hämtad 17.10.2017. Webbadress: <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-60-5203-8>.
- Andningsförbundet rf (2017). Hometalkoot.fi. Hämtad 19.10.2017. Webbadress: <http://www.hometalkoot.fi/>.
- Arbetshälsoinstitutet (2017). Kooste toimistoympäristöjen epäpuhtaus- ja olosuhdetasoista. 8 s. Hämtad 17.10.2017. Webbadress: <https://www.ttl.fi/wp-content/uploads/2016/09/sisaympariston-viitearvoja.pdf>.
- Arbetshälsoinstitutet (2016). Ohje siivoukseen ja irtaimiston puhdistukseen kosteus- ja homevauriokorjauksen jälkeen. 12 s. Hämtad 26.10.2017. Webbadress: https://www.ttl.fi/wp-content/uploads/2016/09/home_puhdistus.pdf.
- Aronpää, P. (2015). Vesivahingot ja kuivausmenetelmät. I verk: Rakentajain kalenteri 2015. Helsingfors: Ab Bygginfo, pp. 171-173.
- Arvela, H., Holmgren, O., Reisbacka, H. (2012). Asuntojen radonkorjaaminen.
- Asikainen, T. (2016). Kuntien toimintatapoja koulujen sisäilmaongelmien selvittämisessä, Ongelman täsmentäminen ja toimenpiteiden kiireellisuuden arviointi. Lärdomsprov, Hälsoriktigt byggande 2016. Koulutus- ja kehittämisspallu Aducate, Itä-Suomen yliopisto, Kuopio. 66 s. + bil. 29 s. Hämtad 19.10.2017. Webbadress: <https://www.uef.fi/documents/10975/236560/Asikainen+Terhi/2c1c44ad-4bc6-4c54-983e-fb9d0a60088d>.
- Asikainen, V. (red.) och Peltola, S. (red.). (2008). Sisäilmaongelman koulurakennuksen korjaaminen. Del 1 och 2. Vammala: Utbildningsstyrelsen. 247 s. Hämtad 15.10.2017. Webbadress: http://www.opf.fi/download/46462_sisailmaongelmaisten_koulurakennusten_korjaaminen.pdf. ISBN 978-052-13-3851-9. ISBN 978-952-13-3875-5 (pdf).
- Björkroth, P. (2011). Työmaan laadunvalvontavinjetti. Lärdomsprov, Byggnadsteknik. Yrkehögskolan Metropolia, Ingenjör (HYH). 47 s. + bil. 1 s. Hämtad 21.1.2018. Webbadress: <http://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-201105269742>.
- Boström, S., Uotila, U., Linne, S., Hilliaho, K., Lahdensivu, J. (2012). Erialaisten korjaustoimien vaikutuksia lähiökero-rostalojen todelliseen energiankulutukseen. Tammerfors. Tampereen teknillinen yliopisto, Rakennustekniikan laitos. Tutkimusraportti 158. 77 s.
- Boström, S. 2012. Lähiökero-rostalon energiatehokkuusluvun laskenta ja lämmönkulutuksen jakautuminen. Tammerfors. Tampereen teknillinen yliopisto. Diplomarbete. 60 s. + 3 bilages.
- EcoDry (2017). Hämtad 2.12.2017. Webbadress: <http://ecodry.fi/>.
- FCG Design och planering Ab (2016). Korjaa ajoissa ja säästä. Tutkimusraportti, 26310. 13.12.2016. Kosteus- ja hometalkoot, Miljöministeriet.
- Finlands Byggnadsingenjörskörbundet RIL rf. (2011). RIL 250-2011 Kosteuksenhallinta ja homevaurioiden estäminen.
- Finlands Byggnadsingenjörskörbundet RIL rf. (2012). RIL 107-2012, Rakennusten veden- ja kosteudeneristysohjeet. 219 s. ISBN 978-951-758-545-3.
- Finlands Byggnadsingenjörskörbundet RIL rf. (2009). RIL 126-2009 Rakennuspohjan ja tonttialueen kuivatus. 99 s. ISBN: 978-951-758-522-4
- Finlands Byggnadsingenjörskörbundet RIL rf. (2016). RIL 241-2016 Eryitysmenettelyn soveltaminen – rakennuksen turvallisuus, terveellisyys ja kulttuurihistorialliset arvot. 138 s. ISBN 978-951-758-612-2.
- Finlands Byggnadsingenjörskörbundet RIL rf. (2014). RIL 255-1-2014. Rakennusfysiikka 1. Rakennusfysiikallinen suunnittelu ja tutkimukset. 500 s. ISBN 978-951-758-589-7.
- Finlands Standardiseringsförbundet SFS rf. (2010). SFS 5994. Siivouksen tekninen laatu. Mittaus ja arviointijärjestelmä INSTA 800:2010. Helsingfors. 123 s.
- Finlands Standardiseringsförbundet SFS rf. (2015). SFS-EN ISO 9000. Laadunhallintajärjestelmät. Perusteet ja sanasto. 115 s.
- Finlands Standardiseringsförbundet SFS rf. (2015). SFS-EN ISO 9001. Laadunhallintajärjestelmät. Vaatimukset. 76 s.
- Finlands Standardiseringsförbundet SFS rf. (2006). SFS-EN ISO 16000-10. Indoor air. Part 10: Determination of the emission of volatile organic compounds from building products and furnishing. Emission test cell method (ISO 16000-10:2006). 28 s.
- Finska Betongföreningen (2016). By 41 Betonirakenteiden korjausohjeet 2016. BY-Koulutus Oy. 120 s. ISBN: 978-952-68068-7-7.
- Finska Betongföreningen (2013). By 42 Betonijulkisivun kuntotutkimus 2013. BY-Koulutus Oy. 160 s. ISBN: 978-952-67169-8-5.
- Finska Betongföreningen (1998). By 44 Rapatun julkisivun kuntotutkimus 1998. Betoniyhdistys / Suomen Rakennusmedia Oy. 112 s. ISBN: 952-5075-15-X.

- Finska Betongföreningen (2013). By 47 Betonirakentamisen laatuohjeet 2019. Finska Betongföreningen / BY-Koulutus Ab. 141 s. ISBN: 978-952-7314-00-5
- Finska Betongföreningen (2016). By 64 Tuulettuvat julkisivut 2016. BY-Koulutus Oy. 1 136 s. ISBN: 978-952-68068-5-3.
- Finska Betongföreningen (2018). By 70 Julkisivujen ja parvekkeiden talvikorjaus 2018. BY-Koulutus Oy. 76 s. ISBN: 978-952-68619-8-2.
- Haahtela, Y., Kiiras, J. (2014). Talonrakennuksen kustannustieto. Helsingfors: Haahtela-kehitys Oy, 2014. 390 s. ISBN 978-952-5403-22-0.
- Hakamäki, H. (2015). Toteutustavan vaikutus ulkovaipparakenteen sisäpinnan ilmapuotitiivistysten pysyvyyteen. Diplomarbete. Aalto-universitetet. 87 s. + bil. 64 s. Hämtad 15.10.2017. Webbadress: <http://urn.fi/URN:NBN:fi:aalto-201511205218>.
- Hartikainen, P. (red.) (2013). Homevaurioituneen rakennusmateriaalin puhdistusohje rakenneosille, joita ei voida poistaa. Kosteus- ja hometalkoot. Miljöministeriet. Hämtad 25.10.2017. Webbadress: www.hometalkoot.fi/file/15838.pdf.
- Heiskanen, R. (2016). Maanvastaisten seinien sisäpuolinen lisälämmöneristämisen. Tammerfors. Tampereen teknillinen yliopisto, Rakennustekniikan laitos. Diplomarbete. 82 s. + 14 bilages. Hämtad 15.12.2017. Webbadress: <http://urn.fi/URN:NBN:fi:tty-201606014206>.
- Helsingfors stad (2014). Kosteudenhallinta-ohje. 6 s. Hämtad 25.10.2017. Webbadress: <https://www.hel.fi/static/rakvv/ohjeet/Kosteudenhallinta.pdf>.
- Hilliaho, K. (2010). Parvekelasituksen energiataloudelliset vaikutukset. Tammerfors. Tampereen teknillinen yliopisto, Rakennustekniikan laitos. Diplomarbete. 147 s. + 8 bilages. Hämtad 25.11.2017. Webbadress: <http://urn.fi/URN:NBN:fi:tty-201009201321>.
- Hokkanen, V.-M. (2014). Osastointi ja koneellinen pölynhallinta. I verket Korpi, Anne (red.) 2014: Tarkistuslistoja ja ohjeita sisäilmaongelmien selvittämiseksi ja korjausten onnistumisen varmistamiseksi ammattilaisille. Terve Tila -hankkeen yhteenveto. Suomen Yliopistokiinteistöt Oy.
- Hongisto, L. (2016). Kaksoislaattapalkiston korjausmenetelmät sisäilman laadun parantamiseksi. Lärdomsprov, Expert på hälsoriktigt byggande, RTA 2015 – 2016, Rateko, Helsingfors 2016. 79 s. Hämtad 3.12.2017. Webbadress: <https://www.vahanen.com/app/uploads/2016/10/Laura-Hongisto-5.10.2016-Kaksoislaattapalkiston-korjausmenetelmat-1.pdf>.
- Hyvärinen, A., Marttila, T., Kero, P., Pekkanen, J., Ung-Lanki, S., Lampi, J., Leppänen, H., Jalkanen, K., Turunen, M., Haverinen-Shaughnessy, U., Annala, P., Suonketo, J., Niemi, J. (2017) Avaimet terveelliseen ja turvalliseen rakennukseen (AVATER) – Yhteenvetoraportti. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 44/2017. 127 s. Viitattu 04.11.2017. Saatavilla: <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-287-411-5>. ISBN:978-952-00-3792-5. ISBN 978-952-287-411-5, ISSN 2342-6799 (pdf).
- ISO 15686-1: 2011 Buildings and constructed assets -- Service life planning -- Part 1: General principles and framework. 21 s.
- Jurvanen, E. (2018). Kapillaarisen kosteuden pienentäminen magneettikentän avulla. Kandidatuppsats, Högskolan för ingenjörsvetenskaper, Aalto-universitetet. 17 s.
- Jylhä, K., Ruosteenoja, K., Räisänen, J., Venäläinen, A., Tuomenvirta, H., Ruokolainen, L., Saku, S., Seitola, T. (2009). Arvioita suomen muuttuvasta ilmastosta sopeutumistutkimuksia varten. ACCLIM-hankkeen raportti 2009. Meteorologiska institutet. Rapport 2009:4. 102 s.
- Järnström, H. (2007). Reference values for building material emissions and indoor air quality in residential buildings. VTT Publications 672. VTT Technical Research Centre of Finland. Esbo 2007. 73 s. + bil. 63 s. Hämtad 26.10.2017. Webbadress: <http://www.vtt.fi/inf/pdf/publications/2007/P672.pdf>. ISBN 978-951-38-7075-1, ISSN 1235-0621 (soft back ed.). ISBN 978-951-38-7076-8, ISSN 1455-0849 (pdf).
- Karvala, K., Pekkanen, J., Salminen, E., Tuisku, K., Hublin, C., Sainio, M. (2017). Miten tunnistan ympäristöherkkyyden? Duodecim 2017;133:1362–9. 8 s. Hämtad 27.5.2018. Webbadress: <https://www.duodecimlehti.fi/api/pdf/duo13835>.
- Katainen, V., Vähämaa, K. (2015). Paine-erojen pitkäaikainen seuranta ja painesuhteiden vaihtelu rakennuksissa. Lärdomsprov, Koulutus- ja kehittämispalvelu Aducate, Itä-Suomen yliopisto, Kuopio 2015. 95 s. + bil. 8 s. Hämtad 18.10.2017. Webbadress: https://www2.uef.fi/documents/976466/2568699/VahamaaKatainen_virallinen2015.pdf/3a3baf31-412e-4716-9552-f86d075fb276.
- Kattoliitto ry (2013) Toimivat katot 2013. ISBN 978-952-269-092-0. 118 sidor
- Keinänen, H. (2009). Polyamidipohjaiset kapselointiratkaisut haitta-aineiden ja epäpuhtauksien torjunnassa. Tekniska högskolan, Rakennus- ja ympäristötekniikan osasto. Diplomarbete.
- Kero, P. (2011). Kosteus- ja homevauriokorjausprosessin arviointi kuntien kiinteistöissä. Tammerfors. Tampereen teknillinen yliopisto, Rakennustekniikan laitos. Diplomarbete. 62 s. Hämtad 24-05-2018. Webbadress: <http://docplayer.fi/361029-Paavo-kero-kosteus-ja-homevauriokorjausprosessin-arviointi-kuntien-kiinteistoissa-diplomityo.html>.
- Kero, P. (2013). Kosteus- ja homekorjausprosessin arviointi sekä korjaushankkeen hallintaan kehitetty työkalu. Rakentajain kalenteri 2013. Bygginformationsstiftelsen RTS sr, Ab Bygginfo.
- KH 90-00610, RT 18-11238. (2016). Homevaurioituneen rakenneosan puhdistusohje. Bygginformationsstiftelsen RTS sr. 9 s.
- Kiiski, T. (2017). Rakenteiden tiivistysten laadunvarmistus ja korjaustöiden jälkiseuranta. Lärdomsprov. Savonia-Ammattikorkeakoulu. 62 s. + bil. 8 s. Hämtad 5.11.2017. Webbadress: http://theseus56-kk.lib.helsinki.fi/bitstream/handle/10024/124286/Kiiski_Tuomo.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- KIMU (2010). Kerrostalon ilmastomuutos – energiatalous ja sisäilmasto kuntoon. Ilmanvaihtojärjestelmien tarkastelu – lisähanke KIMULI. Slutrapport 57 s. Hämtad 3.12.2017. Webbadress: <http://www.teeparannus.fi/attachements/2010-06-22T12-00-1414846.pdf>.
- Kollanen, T. (2016). Sisäilman kuitukorjaukset. Lärdomsprov, Expert på hälsoriktigt byggande, RTA 2015 – 2016, Rateko, Helsingfors 2016. 79 s. Hämtad 3.12.2017. Webbadress: <https://www.vahanen.com/app/uploads/2016/10/Tumo-Kollanen-23.8.2016-Sisailman-kuitukorjaukset.pdf>.
- Koskivuori, M. (2016). Liitosnauhojen käytettävyys ikkunaliihtymien tiivistyksessä. Lärdomsprov, Reparationsbyggnad, Yrkeshögskolan Metropolia, Ingenjör (HYH). 120 s. + bil. 9 s. Hämtad 21.1.2018. Webbadress: <http://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2016090514025>.
- Kuivaketju10. Hämtad 15.10.2017. Webbadress: <http://kuivaketju10.fi/>.
- Kylläinen, K. (2010). Betonirakenteiden VOC-emissiot ja niiden vähentäminen rakennetta lämmittämällä. Aducate Reports and Books 7/2010. Koulutus- ja kehittämispalvelu Aducate. Itä-Suomen yliopisto. Kopijyvä Oy, Kuopio, Finland. 40 s. ISSN 1798-0116, ISBN 978-952-61-0051-7, ISBN 978-952-610052-4 (pdf). Hämtad 28.5.2018. Webbadress: http://epublications.uef.fi/pub/urn_isbn_978-952-61-0052-4/urn_isbn_978-952-61-0052-4.pdf.

- Kärki, J.-P., Öhman, H. (2007). Homevaurioiden korjausopas. Kuopio, Kuopion yliopisto, Tutkimuksia ja selvityksiä 6/2007. 52 s. + 18 bilages.
- Käyhkö, K. (2017). Maanvastaisen betonilaatan päällystysratkaisujen vesihöyryn läpäisevyyden analysointi. Diplomarbete. Aalto-universitetet. 89 s. + bil. 9 s. Hämtad 06-01-2018. Webbadress: <http://urn.fi/URN:NBN:fi:aalto-201712188093>.
- Lahdensivu, J. (2003). Luonnonkiviverhottujen massiivitiiliseinien vaurioituminen ja korjaamismahdollisuudet. Licentiatavhandling, Tampereen teknillinen yliopisto. 156 s. + bil. 9 s.
- Lahdensivu, J. (2010). Julkisivujen ja parvekkeiden kestävyys muuttuvassa ilmastossa. Helsingfors, Miljöministeriet, Avdelningen för den byggda miljön, Finlands miljö 17/2010. 64 s.
- Lahdensivu, J., Suonketo, J., Vinha, J., Lindberg, R., Manelius, E., Kuhno, V., Saastamoinen, K., Salminen, K., Lähdesmäki, K. (2012). Matalaenergia- ja passiivitalojen rakenteiden ja liitosten suunnittelu ja toteutusohjeita. Tammerfors, Tampereen teknillinen yliopisto, Rakennustekniikan laitos, tutkimusraportti 160. 121 s. + 1 bilages.
- Lahdensivu, J., Tietäväinen, H., Pirinen, P. (2011). Durability properties and deterioration of concrete facades made of insulating frost resistant concrete. Nordic Concrete Research. Publication no. 44. Ss. 175-188.
- Lahtinen, M. (2004). Psykologinen näkökulma työpaikkojen sisäilmasto-ongelmiin: psykososiaalinen työympäristö ja organisaation ongelmanratkaisutaidot ongelmapyyhden osatekijöinä. Doktorsavhandling, Yhteiskuntatieteellinen tiedekunta, Psykologian laitos, Tampereen yliopisto. Arbetshälsoinstitutet. Työ ja ihminen, Tutkimusraportteja: 25. ZZ s. ISBN (print): 951-802-573-8.
- Lahtinen, M., Ginström, A., Harinen, S. (2010). Selätä sisäilmastokiista – viesti viisaasti. Arbetshälsoinstitutet. Helsingfors 2010. 76 s. ISBN (print): 978-951-802-978-9
- Laine, K. (2014). Rakenteiden ilmatiiviyyden parantaminen sisäilmakorjauksessa. Koulutus- ja kehittämispalvelu Aducate. Itä-Suomen yliopisto. Kuopio 2014. 123 s. Hämtad 15.10.2017. Webbadress: https://www2.uef.fi/documents/976466/2568699/LaineKatariina_virallinen2014.pdf/3db1e1b4-23f1-42c6-93fa-165ee53fff5a.
- Lammi, T. (2016). Epäpuhtauksien hallinta rakenteiden alipaineistuksen avulla. Lärdomsprov, Expert på hälsoriktigt byggande, RTA 2015 – 2016, Rateko, Helsingfors 2016. 66 s. + bil. 72 s. Hämtad 3.12.2017. Webbadress: <https://www.vahanen.com/app/uploads/2016/10/Toni-Lammi-26.8.2016-Epapuhtauksien-hallinta-rakenteiden-alipaineistuksen-avulla.pdf>.
- Lappalainen, S., Korhonen, P., Palomäki, E., Holopainen, R., Rosendahl, T., Hellgren, U.-M., Hynynen, P., Haapakangas, A., Hongisto, V., Helenius, R., Reijula, K., Palonen, J., Autio, A., Kaleva, H., Rantama, M. (2008) 'Kiinteistöjen arviointimenetelmä - osatehtävän loppuraportti' Arbetshälsoinstitutet, Laadukas sisäympäristö, Helsingfors, 44 s.
- Lappalainen, S., Reijula, K., Tähtinen, K., Latvala, J., Hongisto, V., Holopainen, R., Kurttio, P., Lahtinen, M., Rautiala, S., Tuomi, T., Valtanen, A. (2017). Ohje työpaikkojen sisäilmasto-ongelmien selvittämiseen. Arbetshälsoinstitutet. 76 s. Hämtad 18.10.2017. Webbadress: <https://www.julkari.fi/handle/10024/131872>.
- Lappalainen, S., Tähtinen, K. (2016). Tilaa ohje työpaikkojen sisäilmasto-ongelman selvittämiseen. Arbetshälsoinstitutet. Hämtad 15.10.2017. Webbadress: <http://www.hometalkoot.fi/file/15883.pdf>.
- Larsson, L. (2016). cTrap. Hämtad 28.5.2018. Webbadress: <https://www.innovation.lu.se/en/about-lu-innovation/what-our-friends-say/lennart-larsson-ctrap>.
- Latvala, J., Karvala K, Sainio, M., Salinheimo, S., Tähtinen, K., Lappalainen, S., Lahtinen, M., Reijula, K. (2017). Ohje työterveyshuollon toimintaan ja potilasvastaanotolle kun työpaikalla on sisäilmasto-ongelma. Arbetshälsoinstitutet. Hämtad 15.10.2017. Webbadress: <https://www.julkari.fi/handle/10024/132078>.
- Levänen, O. (2016). Sisäilmakorjausprojektin onnistumisen varmentaminen ja laadunvarmistus. Diplomarbete. Aalto-universitetet. 148 s. + bil. 28 s. Hämtad 15-10-2017. Webbadress: <http://urn.fi/URN:NBN:fi:aalto-201603291551>.
- Linne, S. (2010). Ulkovaipan lämpöalouteen vaikuttavat korjausÅtgärder käytännössä. Tammerfors. Tampereen teknillinen yliopisto. Diplomarbete. 89 s.
- Louhelainen, K., Santonen, T., Moisa, J., Stockmann-Juvala, H., Pennanen, S., Lapinlampi, T. (2016). Biosidit ja korjausrakentaminen. Käyttö ja turvallisuus. Arbetshälsoinstitutet. Hämtad 15.10.2017. Webbadress: <https://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/130236/Biosidit%20ja%20korjausrakentaminen.pdf?sequence=1>.
- Malinen, J. (2015). Kaksoislaattapalkistorakenteen tutkimus- ja korjausmenetelmät. Diplomarbete, Aalto-universitetet. 89 s. + bil. 3 s. Hämtad 3.12.2017. Webbadress: <http://urn.fi/URN:NBN:fi:aalto-201512165762>.
- Manninen, T. (2017). Loppusiivouksen laadunvarmistus on tärkeä osa rakennushankkeen pölyn- ja puhtaudenhallintaa. Lärdomsprov, Expert på hälsoriktigt byggande, RTA 2016 – 2017, Rateko, Helsingfors 2017. 51 s. Hämtad 5.11.2017. Webbadress: <https://www.vahanen.com/app/uploads/2017/06/Titta-Manninen-RTA-lopputy%C3%B6-Loppusiivouksen-laadunvarmistus-on-t%C3%A4rke%C3%A4-osa-rakennushankkeen-p%C3%B6lyn-ja-puhtaudenhallintaa.pdf>.
- Markkanen, P., Hokkanen, J., Tuovila, H., Halsas, E., Lönnblad, P. (2017). Tunkkainen ja huono sisäilma sekä kuitulähteet - tapausesimerkki korjaustavasta sekä onnistumisen varmentamisesta. Sisäilmastoseminaari 2017. ss. 341-346.
- Mattila, M. (2017). Ylipaineistuksen ja ilmanpitiävyyden vaikutus rakenteiden kosteustekniseen toimintaan. Diplomarbete, Aalto-universitetet. 58 s. + bil. 3 s.
- McInerney, M. K., Morefield, S., Cooper, S., Malone, P., Weiss, C., Brady, M., Bushman, J. P., Taylor, J., Hock, V. F. (2002). Electro-Osmotic Pulse (EOP) Technology for Control of Water Seepage in Concrete Structures. US Army Corps of Engineers. Engineer Research and Development Center. ERDC/CERL TR-02-21 Construction Engineering Research Laboratory, 168 p.
- Merikallio, T. (2009). Betonilattian "riittävän" kuivumisen määrittäminen uudisrakentamisessa. TKK Rakenne- ja rakennustuotantotekniikan laitoksen väitöskirjoja, TKK-R-VK4, Espoo 2009. 136 s. Hämtad 25.10.2017. Webbadress: <http://urn.fi/URN:ISBN:978-951-22-9957-7>.
- Meteorologiska institutet (2017). Öppna data och källkod, Meteorologiska institutet. Hämtad 18.10.2017. Webbadress: <https://ilmatieteenlaitos.fi/avoin-data>.
- Meteorologiska institutet (2017). Ilmastotiedot. Hämtad 17.11.2017. Webbadress: www.fmi.fi/vuositilastot.
- Meteorologiska institutet (2017). Rakennusfysiikan testivuodet tulevaisuuden ilmastossa. Hämtad 17.12.2017. Webbadress: <http://ilmatieteenlaitos.fi/Rakennusfysiikan-testivuodet-tulevaisuuden-ilmastossa>.
- Mod, K. (2014). Öljyhiilivetyemissioiden rajoittaminen epoksinnoitella. Diplomarbete, Aalto-universitetet. 110 s. + bil. 31 s.
- Myyryläinen, L. (2003). Kiinteistön kunnossapidon ja elinkaaren hallinta. Finlands fastighetsförbund. 191 s. 25–26. Jyväskylä.

- Niemi, J. (2017) Avaimet terveelliseen ja turvalliseen rakennukseen (AVATER) – Yhteenvetoraportti. Rapporter om statsrådets utrednings- och forskningsverksamhet 44/2017. 127 s. Hämtad 4.11.2017. Webbadress: <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-287-411-5>. ISBN:978-952-00-3792-5. ISBN 978-952-287-411-5, ISSN 2342-6799 (pdf).
- Nieminen, J., Kouhia, I., Ojanen, T., Knuuti, A. (2013). Kosteusteknisesti toimivia korjausrakentamisen periaate- ratkaisuja. VTT Technology 144. 131 s. + bil. 8 s. Hämtad 6.1.2018. Webbadress: <http://www.vtt.fi/inf/pdf/technology/2013/T144.pdf>.
- Nordman, H. (red.) (2007). Majvik II -suosituksesta ohjeita kosteusaurioiden selvittelyyn. Suomen Lääkärilehti 7/2007, vsk 62, 2007, ss. 654-664. Hämtad 18.10.2017. Webbadress: <http://www.epshp.fi/files/2011/Majvik-suositus-SLL-2007.pdf>.
- Ojanen, T., Nykänen, E., Hemmilä, K. (2017). Rakenteellinen energiatehokkuus korjausrakentamisessa. Handbok. RTT Eristeteollisuus, Puutuoteteollisuus, miljöministeriet. 195 s. Hämtad 18.10.2017. Webbadress: https://www.rakennusteollisuus.fi/globalassets/oppaat-ohjeet/rek_27042017.pdf.
- Pakkala, T.A., Lemberg, A.M., Lahdensivu, J., Pentti, M. (2016). Climate change effect on wind-driven rain on facades. Nordic Concrete Research. Publication no. 54. Ss. 31-149.
- Palviainen, T. (2009). Maanvastaisten rakenteiden kosteuden hallinta sisäpuolisilla korjausmenetelmillä. Diplomarbete, Tampereen teknillinen yliopisto. 122 s. + bil. 1 s. Hämtad 18.12.2017. Webbadress: <http://URN.fi/URN:NBN:fi:itty-201704111297>.
- Pentti, M., Hyypöläinen, T. (1999). Ulkoseinäarakenteen kosteustekninen suunnittelu. TTKK julkaisu 94. Rakennustekniikan osasto. Tammerfors.
- Pessi, A.-M., Suonketo, J., Pentti, M., Rantio-Lehtimäki, A. (1999). Betonielementtijulkisivujen mikrobiologinen toimivuus, TTKK julkaisu 101. Rakennustekniikan osasto. Tammerfors.
- Pietiläinen, J., Kauppinen, T., Kovanen, K., Nykänen, V., Nyman, M., Paiho, S., Peltonen, J., Pihala, H., Kalema, T., Keränen, H. (2007). ToVa-käsikirja. Rakennuksen toimivuuden varmistaminen energiatehokkuuden ja sisäilmaston kannalta. Esbo 2007. VTT Tiedotteita 2413. 173 s. + bil. 56 s. Hämtad 15.10.2017. Webbadress: <http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2007/T2413.pdf>. ISBN 978-951-38-6970-0 (pdf).
- Pirinen, J., Kero, P. (2015). Sisäilmaongelman ratkaiseminen. Ohjekortisto ammattilaisille. Kosteus- ja hometalkoot. Miljöministeriet. Hämtad 15.10.2017. Webbadress: <http://www.hometalkoot.fi/file/15922.pdf>.
- Pitkäranta, M. (red.) (2016). Rakennuksen kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus. Miljöministeriet. Helsingfors. 234 s. Hämtad 17.10.2017. Webbadress: <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-11-4626-8>. ISBN 978-952-11-4626-8 (PDF).
- Poutiainen, T. (2017). Sisäilmakorjausten onnistumisen varmentaminen. Expert på hälsoriktigt byggande, lärdomsprov. Rateko. Helsingfors 2017. 44 s. + bil. 1 s. Hämtad 18.10.2017. Webbadress: <https://www.vahanen.com/app/uploads/2017/06/Taija-Poutiainen-RTA-lopputy%C3%B6-Sis%C3%A4ilmakorjausten-onnistumisen-varmentaminen.pdf>.
- Punkki, J. (2016). Betonin valinta ja käyttöikäsuunnittelu – Opas suunnittelijoille. Helsingfors. Finska Betongföreningen. By 68. 95 s.
- Puuinfo. (2011). Tuuletettu puualapohja. Tekninen tiedote. Hämtad:18.5.2017. Webbadress: <http://www.puuinfo.fi/sites/default/files/content/rakentaminen/suunnitteluohjeet/tuuletettu-puualapohja/tuuletettu-puualapohjapaivitys-98.pdf>.
- Rantamäki, J., Käriäinen, H., Tulla, K., Viitanen, H., Kallio- koski, P., Kesikuru, T., Kokkoti, H., Pasanen, A.-L. (2000). Rakennusten ja rakennusmateriaalien homeet. VTT Tiedotteita 2030, Valtion teknillinen tutkimuskeskus (VTT), 40 s. + liitt. 6 s. ISBN 951-38-5667-4 (inb.), ISSN 1235-0605 (inb.), ISBN 951-38-5668-2 (pdf), ISSN 1235-0605 (pdf). Hämtad 27.5.2018. Webbadress: <https://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2000/T2030.pdf>.
- Ratu S-1225. (2009). Pölyntorjunta rakennustyössä. Bygginfor- mationsstiftelsen RTS sr. 30 s.
- Ratu 82-0383. (2011). Kosteus- ja mikrobivaurioituneiden ra- kenteiden purku. Menetelmät. Bygginformationsstiftelsen RTS sr. 20 s.
- Rautiala, S., Pasanen, A.-L., Nevalainen, A., Husman, T., Kal- liokoski, P. (1997). Rakennustyöntekijöiden mikrobialtistu- minen ja altistumisen vähentäminen rakennusten purku- ja korjaustyössä. Työsuojelujulkaisuja No 4. Social- och hälsovårdsministeriet, arbetarskyddsavdelningen. 21 s.
- RT 07-11299, LVI 05-10629, SIT 05-610149, Ratu 444-T, KH 27-00662. (2018). Sisäilmastoluokitus 2018. Sisäympäris- tön tavoitearvot, suunnitteluohjeet ja tuotevaatimukset. Bygginformationsstiftelsen RTS sr. 24 s.
- RT 10-11255, LVI 03-10602, KH 90-00630. (2017). Talonraken- nushankkeen kulku. Riskien- ja laadunhallinta. Bygginfor- mationsstiftelsen RTS sr. 14 s.
- RT 14-10776. (2003). Pintojen ammoniakkiemissioiden määri- tys. Bygginformationsstiftelsen RTS sr. 4 s.
- RT 103087. (2013). Rakennesuunnittelun tehtävälue- tto RAK12. Bygginformationsstiftelsen RTS sr. 28 s.
- RT 10-11222. (2016). Talonrakennushankkeen kulku. Raken- nushankkeen osapuolet. Bygginformationsstiftelsen RTS sr. 6 s.
- RT 10-11284. (2017). Hankkeen johtamisen ja rakennuttamisen tehtävälue- tto HJR18. Bygginformationsstiftelsen RTS sr. 32 s.
- RT 14-10776. (2003). Pintojen ammoniakkiemissioiden määri- tys. Bygginformationsstiftelsen RTS sr. 4 s.
- RT 14-10984. (2010). Betonin suhteellisen kosteuden mittaus. Bygginformationsstiftelsen RTS sr. 16 s.
- RT 14-11039. (2011). Tasaisuuden mittaus. Mittalauta ja kiila -menetelmä Bygginformationsstiftelsen RTS sr. 4 s.
- RT 14-11197, LVI 01410565, KH 90-00577. (2015). Rakenteiden ilmatiiveyden tarkastelu merkkiainekokein. Bygginfor- mationsstiftelsen RTS sr. 16 s.
- RT 14-11239, LVI 10-10594, KH 24-00615, Ratu S-1233. (2016). Rakennuksen lämpökuvaus. Bygginformationsstiftelsen RTS sr. 7 s.
- RT 18-10922. (2008). Kiinteistön tekniset käyttöiät ja kunnos- sapitajaksot. Bygginformationsstiftelsen RTS sr. 32 s.
- RT 18-11238. (2016). Homevaurioituneen rakenneosan puh- distusohje. Bygginformationsstiftelsen RTS sr. 9 s.
- RT 18-11245 (2016). HAITTA-AINETUTKIMUS. Rakennustuotteet ja rakenteet. Bygginformationsstiftelsen RTS sr. 29 s.
- RT 80-10974, LVI 01-10450. (2009). Teollisesti valmistettujen asuinrakennusten ilmanpitävyyden laadunvarmistusohje. Bygginformationsstiftelsen RTS sr. 24 s.
- RT 83-11032. (2011). Vattentryckisolerering. Bygginforma- tionsstiftelsen RTS sr. 12 s.
- RT 84-11166. (2014). Märkätilojen rakenteet. Bygginforma- tionsstiftelsen RTS sr. 18 s.
- Ruosteenoja, K., Jylhä, K., Mäkelä, H., Hyvönen, R., Pirinen, P., Lehtonen, I. (2013). Rakennusfysiikan testivuosi- aineistot havaitussa ja arvioidussa tulevaisuuden ilmas- tosa. REFI-B-hankkeen tuloksia. Meteorologiska institutet. Rapporter 2013:1. 48 s. Hämtad 28.12.2017. Webbadress: <https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/38648/2013nro1.pdf?sequence=1>
- Sainio M., Karvala K. Sisäilma ja ympäristöherkkyys. Suomen Lääkärilehti 13/2017 VSK 72. 848-854.

- Salonen, H., Lappalainen, S., Lahtinen, M., Holopainen, R., Palomäki, E., Koskela, H., Backlund, P., Nieme, R. (2011). Toimiston sisäilmaston tutkiminen. Arbetshälsoinstitutet, Helsingfors. ISBN-13: 9789522610485, ISBN-10: 9522610488.
- Sievola, J. (2012). Haitta-aineiden kapselointimateriaalien jatkotutkimus ja kapseloinnin korjaustavat. Sisäilmastoseminaari 2012. Sisäilmayhdistys raportti 30. SIY Sisäilmatieto Oy. S. 19-24. s. 191-196. ISBN 978-952-5236-40-8.
- Sistonen, E., Piironen, J. (2016). Pinnoitettujen sandwich-elementtien kosteus- ja lämpötilamittaukset kentällä. Tutkimusraportti AALTO-R-001-2016. Aalto-universitetet. 22 s. + bil. 10 s.
- Sisäilmayhdistys ry (2018). Työmaan kosteudenhallinta. Hämtad 6.1.2018. Webbadress: <http://www.sisailmayhdistys.fi/Terveelliset-tilat/Korjausten-laadunvarmistus/Työmaan-kosteudenhallinta>.
- Sorasalmi, J. (2017). Temperiering-menietelmä ja sen soveltaminen massiivirakenteisten seinien kosteusteknisissä korjauksissa. Diplomarbete, Aalto-universitetet. 92 s. + bil. 9 s. Hämtad 02-12-2017. Webbadress: <http://urn.fi/URN:NBN:fi:aalto-201711277752>.
- STUK-A252. Strålsäkerhetscentralen, Helsingfors 2012, 138 s. + bil. 3 s. ISBN 978-952-478-700-0 (inb.). ISBN 978-952-478-701-7 (pdf). ISSN 0781-1705. Hämtad 3.12.2017. Webbadress: <http://urn.fi/URN:NBN:fi-fe2014120249807>.
- Strålsäkerhetscentralen STUK (2017). Turvallisuusarvio. PSR2015. Hämtad 15.10.2017. 107 s. Webbadress: http://www.stuk.fi/documents/12547/207522/loviisa_maaraaikainen_turvallisuusarvio_liite1_turvallisuusarvio.pdf/de341886-075d-42af-8f77-56bebbb9650b.
- Suomen Yliopistokiinteistöt Oy (2017). Rakennushankkeen sisäympäristön seuranta- ja laadunvarmistussuunnitelma. 22 s. (Icke publicerad)
- Suomen Yliopistokiinteistöt Oy (2015). Teknisten järjestelmien vastaan- ja käyttöönottovaiheeseen laadunvarmistuksen ohjeistus. 20 s. Hämtad 26.10.2017. Webbadress: <http://sykoy.fi/wp-content/uploads/prosessikuvaus3-tekniisten-jrjestelmien-vastaan-ja-kytntottovaiheen-laadunvarmistuksen-ohjeistus-id-153593.pdf>.
- Suomen Yliopistokiinteistöt Oy (2015). Tietopaketti sisäilmatoinnasta konsulleille. 153 s. Hämtad 6.1.2018. Webbadress: <http://sykoy.fi/wp-content/uploads/tietopakettisisilmatoinnasta-konsulleille.pdf>.
- Suomen Yliopistokiinteistöt Oy (2017). Toimintamalli sisäympäristöongelmissa. Hämtad 19.10.2017. Webbadress: <http://sykoy.fi/wp-content/uploads/presentaatio-sisilmatoinnintamalli.pdf>.
- Surakka, H. (2017). Kosteus- ja homevaurioituneen rakennuksen erityiset korjausmenetelmät. Kandidatuppsats, Högskolan för ingenjörsvetenskaper, Aalto-universitetet. 21 s. + bil. 3 s.
- Taffese, W. Sistonen, E. (2016). Neural network based hygrothermal prediction for deterioration risk analysis of surface-protected concrete façade element, Construction and Building Materials, Vol. 113, 15 June 2016, pp. 34–48, <http://dx.doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2016.03.029>. Impact factor 2.296, ISSN: 0950-0618.
- Tampereen teknillinen yliopisto (2013). Korjaushankkeen arviointi- ja seurantalomake. Hämtad 19.10.2017. Webbadress: <http://www.hometalkoot.fi/guides>.
- Tampereen Tilapalvelut (2014). Rakennuksen (talotekniikan) toimivuustarkastelu. 20 s. Hämtad 27.5.2018. Webbadress: http://www.tampere.fi/tilakeskus/material/uusikansio/9jA2b76cA/Ohje_07_Toimivuustarkastelu.pdf.
- Takko, S. (2017). Asuinkerrostalojen välipohjarakenteet 1890-1960 ja niiden korjaaminen. Diplomarbete, Aalto-universitetet. 95 s. Hämtad 3.12.2017. Webbadress: <http://urn.fi/URN:NBN:fi:aalto-201705114678>.
- Tullila, V. (2015). Julkisten rakennusten sisäpuolisten tiivistyskorjausten suunnittelu. Diplomarbete. Aalto-universitetet. 74 s. + bil. 24 s.
- Tähtinen, K., Aalto, L., Pietarinen, V.-M., Lappalainen, S., Holopainen, R., Palomäki, E., Kuokkanen, J. (2013). Arvorakennusten käytettävyys ja hyvät korjauskäytännöt. ARVO. Slutrapport. Arbetshälsoinstitutet Helsingfors. Hämtad 15.10.2017. Webbadress: <https://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/110650/Arvo.pdf?sequence=1>.
- Tähtinen, K., Lappalainen, S. (2016). Tilajaajan ohje sisäilmasto-ongelman selvittämiseen. Arbetshälsoinstitutet. 9 s. Hämtad 19.10.2017. Webbadress: <http://www.hometalkoot.fi/file/15883.pdf>.
- Uotila, U. (2012). Korjaustoimien vaikutukset lähiökerrostalon todelliseen energiankulutukseen. Tammerfors. Tampereen teknillinen yliopisto. Diplomarbete. 107 s. Hämtad 19.10.2017. Webbadress: <http://URN.fi/URN:NBN:fi:tty-201208301259>.
- Valvira (2016). Asumisterveysasetuksen soveltamisohje. Hämtad 18.10.2017. Webbadress: <http://www.valvira.fi/ymparistoterveys/terveydensuojelu/asumisterveys>.
- Valvira (2013). Lausunto biosidikäsitteilyn aiheuttamasta mahdollisesta terveyshaitasta asuinhuoneistossa. Dnro 248/06.10.02/2013. Tillstånds- och tillsynsverket för social- och hälso-branschen Hämtad 15.10.2017. Webbadress: https://www.valvira.fi/documents/14444/50159/Biosidilausunto_18022013.pdf.
- Viljanen, K. Pöysti, M. (2017). Kevytsoralla korjatun välipohjan ja täydentävällä lämmöneristeellä tehdyn kevytsorakaton kosteusteknisestä toiminnan varmistaminen, Rakennusfysiikkaseminaari 2017, s. 65-70.
- Vinha, J., Heljo, J., Lähdesmäki, K., Pentti, M., Suonketo, J., Åström, G. (2014). Rakennusfysiikka 1. Rakennusfysiikkalinen suunnittelu ja tutkimukset. Helsingfors. Finlands Byggnadsingenjörskörbundet RIL rf. RIL 255-1-2014. 500 s.
- Vinha, J., Korpi, M., Kalamees, T., Jokisalo, J., Eskola, L., Palonen, J., Kurnitski, J., Aho, H., Salminen, M., Salminen, K. & Keto, M. (2009) Asuinrakennusten ilmanpitävyys, sisäilmasto ja energiatalous. Tampereen teknillinen yliopisto. Rakennustekniikan laitos. Tutkimusraportti 140. 148 s. + 19 bilages.
- Vinha J., Laukkarinen, A., Mäkitalo, M., Nurmi, S., Huttunen, P., Pakkanen, T. Kero, P., Manelius, E., Lahdensivu, J., Köliö, A., Lähdesmäki, K., Piironen, J., Kuhno, V., Pirinen, M., Aaltonen, A., Suonketo, J., Jokisalo, J., Teriö, O., Koskenvesa, A., Palolahti, T. (2013). Ilmastonmuutoksen ja lämmöneristyksen lisäyksen vaikutukset vaipparakenteiden kosteusteknisessä toiminnassa ja rakennusten energiankulutuksessa. Tammerfors, Tampereen teknillinen yliopisto, Rakennustekniikan laitos, tutkimusraportti 159. 354 s. + 43 bilages.
- Visuri, E. (2015). Sisäilmälähtöinen rakennuttaminen korjausrakentamisessa. Expert på hälsoriktigt byggande, läroingsprov. Koulutus- ja kehittämisspalvelu Aducate. Itä-Suomen yliopisto. Kuopio 2015. 41 s. Hämtad 15.10.2017. Webbadress: https://www2.uef.fi/documents/976466/2568699/VisuriEsa_virallinen2015.pdf/4fac8370-4045-4ee1-ad62-98bb7f6a1359.
- Vornanen-Winqvist, et al. Ventilation Positive Pressure Intervention Effect on Indoor Air Quality in a School Building with Moisture Problems. Int. J. Environ. Res. Public Health 2018, 15, 230. Webbadress: <http://www.mdpi.com/1660-4601/15/2/230>.

Lagar, förordningar, bestämmelser, beslut och anvisningar

- Lag om skyddande av byggnadsarvet 498/2010. Utfärdad i Helsingfors den 4 juni 2010. Webbadress: <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2010/20100498>.
- MBL 132/1999. Markanvändnings- och bygglag 132/1999. Utfärdad i Helsingfors den 5 februari 1999. Webbadress: <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/1999/19990132>.
- Miljöministeriet (2000). Rakennuksen käyttö- ja huolto-ohje, määräykset ja ohjeet. Utfärdad i Helsingfors den 16 februari 2000. Upphävd 31.12.2017. Webbadress: <http://www.finlex.fi/data/normit/6022-A4.pdf>.
- Mmf 4/2013. Miljöministeriets förordning om förbättring av byggnaders energiprestanda vid reparations- och ändringsarbeten. Utfärdad i Helsingfors den 27 februari 2013. Webbadress: https://www.edilex.fi/data/rakentamisaaraykset/Miljoministeriets_forordning_om_forbattning_av_byggnaders_energi_prestanda_vid_reparations_och_andringsarbeten.pdf.
- Mmf 216/2015. Miljöministeriets förordning om planer och utredningar som gäller byggande. Utfärdad i Helsingfors den 12 mars 2015. Webbadress: <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2015/20150216>.
- Mmf 782/2017. Miljöministeriets förordning om byggnaders fukttekniska funktion. Utfärdad i Helsingfors den 24 november 2017. Webbadress: <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20170782>.
- MM1/601/2015. Miljöministeriets anvisning om bestämmande av svårighetsklassen vid projekteringssuppgifter för byggande. Utfärdad i Helsingfors den 12 mars 2015. Webbadress: <http://www.ym.fi/download/noname/%7BA7E116C5-7DAE-430D-8924-A6155D78B461%7D/109187>.
- MM2/601/2015. Miljöministeriets anvisning om byggnadsprojekterares behörighet. Utfärdad i Helsingfors den 12 mars 2015. Webbadress: <http://www.ym.fi/download/noname/%7B5E62D05B-5376-4191-A7B8-3EFCF33F5918%7D/109133>.
- MM3/601/2015. Miljöministeriets anvisningar om planer och utredningar som gäller byggande. Utfärdad i Helsingfors den 12 mars 2015. Webbadress: <http://www.ym.fi/download/noname/%7BDFED928B-7974-4424-A4DA-06A778C21A9E%7D/109136>.
- MM4/601/2015. Miljöministeriets anvisning om svårighetsklassen för arbetsledaruppgifter vid byggande och om arbetsledares behörighet. Utfärdad i Helsingfors den 12 mars 2015. Webbadress: <http://www.ym.fi/download/noname/%7BB33FC775-2506-4231-8258-7CF22FA5DCA4%7D/109134>.
- MM5/601/2015. Miljöministeriets anvisning om utförande av och tillsyn över byggnadsarbete. Utfärdad i Helsingfors den 12 mars 2015. Webbadress: <http://www.ym.fi/download/noname/%7B2D950B5E-26B9-4BBC-B057-14CEBEB5A5D7%7D/109137>.
- Räddningslag 379/2011. Utfärdad i Helsingfors den 29 april 2011. Hämtad 28.5.2018. Webbadress: <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2011/20110379>.
- Social- och hälsovårdsministeriet (2015). Boendehälsoförordning 545/2015. Utfärdad i Helsingfors den 23 april 2015. Webbadress: <http://stm.fi/documents/1271139/1408010/Asumisterveysasetus/>.
- Social- och hälsovårdsministeriet (2016). HTP-Arvot 2016 - Haitallisiksi tunnetut pitoisuudet. Social- och hälsovårdsministeriets publikationer 2016:8. 98 s. ISBN 978-952-00-3791-8, ISSN 1236-2050 (tryckt). ISBN 978-952-00-3792-5, ISSN 1797-9854 (pdf). Hämtad 4.11.2017. Webbadress: <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-00-3792-5>.
- Social- och hälsovårdsministeriet (1992). Social- och hälsovårdsministeriets beslut 944/92. Social- och hälsovårdsministeriets beslut om maximivärden för radonhalten i rumsluft Hämtad 10.8.2018. Webbadress: <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/1992/19920944>.
- SRf 205/2009. Statsrådets förordning om säkerheten vid byggarbeten. Utfärdad i Helsingfors den 26 mars 2009. Webbadress: <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2009/20090205>.
- SRf 214/2015. Statsrådets förordning om bestämmande av svårighetsklassen för projekteringsuppgifter vid byggande. Utfärdad i Helsingfors den 12 mars 2015. Webbadress: <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2015/20150214>.
- Statsrådets förordning om ändring av markanvändnings- och bygglagen. Utfärdad i Helsingfors den 12 mars 2015. Webbadress: <http://www.ym.fi/download/noname/%7B68F4F368-4426-42BA-B972-0DCB275BEEAF%7D/109184>.
- TSL 763/1994. Hälso- och sjukvårdslag 763/1994. Utfärdad i Helsingfors den 19 augusti 1994. Webbadress: <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/1994/19940763>.
- TTL 738/2002. Arbetarskyddslag 738/2002. Utfärdad i Helsingfors den 23 augusti 2002. Webbadress: <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2002/20020738>.

BILAGAR

Bilaga I

Termförklaringar

Ansvarig konditionsundersökare: Konditionsundersökare med ansvar för större objekt, i allmänhet objekt som har problem med inneluften, och för utredningen av dem. Den ansvariga konditionsundersökaren planerar, samordnar och tolkar de inneluft- och fukttekniska konditionsundersökningarna och gör en sammanfattning av de utredningar som sakkunniga inom olika specialbranscher har gjort om problemet med inneluften. Det finns ett certifieringsförfarande för personer som utför konditionsundersökningar vid fuktskador. Utbildningen för sådana konditionsundersökare ska uppfylla de kompetenskrav som avses i bilaga 3 till boendehälsoförförordningen.

Användarenkät: Enkät som riktar sig till dem som använder utrymmet eller till den tekniska personalen. Den syftar till att kartlägga brister och avvikelser som observerats i byggnaden. Jfr. Enkät om inneluften.

Bedömning av betydelsen för arbetstagarnas hälsa: Begreppet kommer från arbetarskyddslagen (738/2002 10 §), enligt vilken det ska göras en bedömning av vilken betydelse olägenheter och risker som identifierats på arbetsplatsen har för hälsan, om olägenheterna och riskerna inte kan undanröjas. Arbetsgivaren ansvarar för att sakkunniga och yrkesutbildade personer inom företagshälsovården anlitas för bedömningen av betydelsen för hälsan, såsom föreskrivs i lagen om företagshälsovård (1383/2001 5 §). Vid problem med inneluften på en arbetsplats bedömer företagshälsovården under företagsläkarens ledning den hälsomässiga betydelsen av den olägenhet och risk som hör samman med exponeringsförhållandena och ger vid behov ett utlåtande. Med risk avses i det här sammanhanget särskild risk för att insjukna och med olägenhet avses olägenhet för arbetstagarnas fysiska och mentala hälsa som beror på arbetet och arbetsmiljön i övrigt. Före en bedömning av betydelsen för arbetstagarnas hälsa ska arbetsgivaren utreda exponeringsförhållandena under ledning av expert på byggnadshälsa, eftersom ett problems

hälsomässiga betydelse inte kan bedömas utan uppgifter om exponeringsförhållandena.

Bedömning av exponeringsförhållanden: Övergripande bygg- och fastighetsteknisk bedömning samt bedömning av kvaliteten på inneluften på basis av ritningar, andra dokument (bl.a. reparations- och underhållshistoria), mätningar, undersökningar och andra observationer. Bedömningen fokuserar på faktorer i anslutning till byggnaden som kan påverka exponeringens omfattning, kvalitet och varaktighet.

Betydande fukt- och mikroskada: Med en sådan avses ett konstruktionsmässigt fel som är allvarigare än ringa. I fall av en betydande fukt- och mikroskada kan det betraktas som sannolikt att den leder till skadlig exponering för kemiska, fysikaliska och biologiska (bl.a. mikrobaserade) föroreningar som frigörs från fuktskadade konstruktioner och material kan betraktas som sannolikt. Behovet av reparation ska därför bedömas som brådskande för att man ska kunna minska eller eliminera exponeringen. Klassificering av en fukt- och mikroskada som betydande grundar sig inte enbart på tekniska undersökningar utan förutsätter också en bedömning av sannolikheten för exponering (Reijula m.fl. 2012). En skada kan vara betydande också om den försämrar den mekaniska hållfastheten av en skadad konstruktion, och då räcker det enbart med en teknisk bedömning.

Boendehälsoförförordning: Social- och hälsovårdsministeriets förordning SHMf 545/2015 om sanitära förhållanden i bostäder och andra vistelseutrymmen samt om kompetenskrav för utomstående sakkunniga, föreskriven med stöd av 32 § och 49 d § i hälsoskyddslagen, i kraft från och med 15.5.2015.

Dokument över damm- och renhethantering: Dokument som utarbetas av reparationsplaneraren. En beskrivning av de krav och anvisningar som gäller hanteringen av damm och renheten på byggplatsen.

Enkät om inneluften: En skriftlig enkät riktad till arbetstagarna med syftet att utreda användarnas erfarenheter av de fysikaliska trivselfaktorerna i inomhusmiljön, arbetsarrangemangen och trivseln i arbetet samt upplevda symptom. De flesta enkäterna grundar sig på den så kallade Örebroenkäten.

Expert på hälsoriktigt byggande, byggnadshälsoexpert: En certifierad person som ska kunna utreda problem med inneluften i en byggnad ensam eller leda utredningsarbetet i en större byggnad, eller som hjälper hälsoskyddsmyndigheterna vid utredningar av sanitära olägenheter i byggnader. En byggnadshälsoexperts (BHE) utbildning ska omfatta de kompetenskrav som avses i bilaga 3 till förordningen om boendehälsa.

Fuktskada: En fuktbelastning som leder till att materialets eller konstruktionens fukttålighet överskrids eller att dess egenskaper förändras så att man blir tvungen att reparera eller byta ut konstruktionen eller delar av den (RIL 250-2011). Det skadade materialets utseende, hållfasthet, tekniska funktion och/eller inverkan på välbefinnandet har väsentligt förändrats. En fuktskada medför inte nödvändigtvis mikroskador. Huruvida en fuktskada fortskrider till en mikroskada beror på hur länge det råder gynnsamma förhållanden för mikrobväxt (fukt och temperatur) samt på det byggnadsmaterial som blivit fuktigt och som fungerar som näringsunderlag.

Fuktsäkerhetsbeskrivning för byggprojekt: Beskrivningen innehåller allmän information om byggprojektet, krav på fuktsäkerhet under projektets olika faser, förfaranden och åtgärder för att verifiera att kraven på fuktsäkerhet uppfylls samt information om de personresurser som anvisats för fuktsäkerheten och information om den som ansvarar för övervakningen av fuktsäkerheten. Den som inleder ett byggprojekt ska se till att en fuktsäkerhetsbeskrivning utarbetas. (12 § i *miljöministeriets förordning om byggnaders fukttekniska funktion 782/2017*).

Fuktsäkerhetsbeskrivning (kallas ibland även fukthanteringsbeskrivning och fukthanteringsutredning): Se Fuktsäkerhet i byggprojekt.

Fuktsäkerhetsplan för en byggplats (fukthanteringsplan): En plan som baserar sig på fuktsäkerhetsbeskrivningen för ett byggprojekt. Planen ska innehålla information om de personer på byggplatsen som ansvarar för fuktsäkerheten under de olika byggfaserna. Dessutom ska den innehålla uppgifter om hur byggprodukter och byggnadsdelar som är under konstruktion skyddas mot väta och smuts under lagringen på byggplatsen och under bygg-

arbetet, samt hur man säkerställer att konstruktionerna har torkat tillräckligt innan de täcks med ett materialskikt, en beläggning eller en konstruktion som fördröjer uttorkningen utan att orsaka skada. Den ansvariga arbetsledaren ska se till att planen upprättas. (13 § i *miljöministeriets förordning om byggnaders fukttekniska funktion 782/2017*).

Fuktsäkerhetsplan (kallas ibland fukthanteringsplan): Se Fuktsäkerhetsplan för en byggplats.

Fukttekniker: En person som mäter fukten i konstruktioner förutsätts vara insatt i byggnadsteknik och känna tillräckligt bra till konstruktioner och byggnadsmaterial. Fuktteknikern bör kunna grunderna i byggnadsfysik vad gäller värme- och fuktteknik och ska kunna tillämpa dessa vid bedömning av byggnaders, konstruktioners och materials värme- och fukttekniska funktion. Fuktteknikern känner till hurdan mätutrustning som lämpar sig för mätning av temperatur och fukt i olika konstruktioner, material och utrymmen, samt förutsättningarna för användningen av utrustningen. Vidare kan fuktteknikern tolka och rapportera mätresultaten. Den formella yrkesbehörigheten påvisas med ett behörighetsintyg. Med ett behörighetsintyg avses examensbetyg samt intyg och andra dokument över genomförd utbildning.

Förbättring av lufttätheten i byggnadsdelar, dvs. tätningssreparation: Reparationsmetod vars främsta mål är att förhindra okontrollerade luftströmmar från konstruktionerna som för med sig föroreningar till inneluften. Vid tätningssreparationer vidtas åtgärder för att säkerställa att konstruktionerna är tillräckligt lufttäta på insidan.

Grad av reparation: Med grad av reparation avses det pris som resulterar av reparationen av en byggnad eller en del av den (egenskap, byggnadsdel, system) i förhållande till motsvarande nybyggnadspris. Graden av reparation uttrycks med ett procenttal.

Hälsoeffekt: En hälsoeffekt är effekten på hälsan av en faktor eller en omständighet i miljön.

Inkapsling: Inkapsling är en reparationsmetod med vilken man strävar efter att förhindra att skadliga ämnen eller andra föroreningar överförs till inneluften genom konvektion eller diffusion.

Inomhusluftsgrupp: En grupp bestående av experter från olika branscher och företrädare för dem som använder en byggnad. Gruppens uppgift är att planera och samordna processen för att lösa problem med inneluften och att utvärdera resultaten från undersökningarna och de nödvändiga åtgärderna. Inomhusluftsgruppen planerar och har också hand om kommunikationen med olika parter under processen. Flera kommuner och stora organisationer har också en koordinerande inomhusluftsgrupp som i allmänhet har tilldelats styrande uppgifter, som att utarbeta undersöknings- och kommunikationsanvisningar, ordna utbildning och följa upp processer.

Inspektionsprotokoll: Se Inspektionsprotokoll för bygget.

Inspektionsprotokoll för bygget: Ett dokument som ska föras på en byggplats och i vilket de ansvariga för olika byggskeden som det avtalats om i bygglovet eller vid det inledande mötet samt de som inspekterat arbetsskedena ska anteckna inspektionerna och i vilket det ska antecknas en motiverad anmärkning, om byggnadsarbetet avviker från bestämmelserna om byggande (MBL 150 f §). Innehållet i ett inspektionsprotokoll behandlas i *miljöministeriets anvisning om utförande av och tillsyn över byggnadsarbete* (MM5/601/2015).

Konditionsundersökare: Den som gör undersökningsplanen och undersökningen, analyserar resultaten och ger åtgärdsförslag. Konditionsundersökaren kan ha hjälp av tekniker. Jfr ansvarig konditionsundersökare.

Konditionsundersökning: En konditionsundersökning är en metod för att undersöka skicket på konstruktioner eller system som finns i en byggnad. I en konditionsundersökning använder man förutom sinnesmässiga observationer, mätningar och fotografering även undersöknings- och mätinstrument som söndrar konstruktioner. En konditionsundersökning kan riktas till utvalda konstruktioner, vatten- och avloppssystem, ventilationssystem och faktorer som påverkar inneluften. Jfr Utredning om inneluftens kvalitet.

Kvalitetssäkringsdokument: Reparationsplanerarens krav och anvisningar om hur man ska

säkerställa och verifiera att byggnadsarbetet har genomförts enligt planerna.

Kvalitetssäkringsutredning: En utredning om åtgärderna för att kontrollera att slutresultatet är förenligt med de bestämmelser och föreskrifter som gäller byggandet. En sådan utredning kan byggnadstillsynsmyndigheten förutsätta i bygglovet eller på det inledande mötet (MBL 121 a §). Innehållet i en kvalitetssäkringsutredning behandlas i *miljöministeriets anvisning om utförande av och tillsyn över byggnadsarbete* (MM5/601/2015).

Mikroflora: Mikroflora är förekomsten av mikrober som har uppkommit när mögel eller andra mikrober börjat växa på ett byggnadsmaterial. En mikroflora kan uppkomma när det tillräckligt länge råder gynnsamma förhållanden för mikrob-tillväxt (tillräcklig fukt, temperatur och näring). Vad som är en tillräckligt lång tid varierar från dagar till månader, beroende på förhållandena. Som flora betraktas också gamla mikrobeförekomster som inte kan odlas men som uppkommit som ett resultat av mikrob-tillväxt. Mikrofloran konstateras i allmänhet utifrån en undersökning av mikroberna (odling eller annan metod) eller en synlig tillväxt (som man ser med blotta ögat eller med mikroskop).

Mikrobskada: En skada där mikrofloran är riklig eller där mikrofloran finns på ett sådant ställe att den försämrar materialets tekniska eller estetiska egenskaper, eller kan medföra lukter eller hälsoskadliga utsläpp till inneluften. Förekomster av mikroflora i konstruktioner på insidan eller i de inre delarna av manteln betraktas i allmänhet som skador med anledning av att det är sannolikt att mikroberna överförs till inneluften.

Mikrob-tillväxt: Med mikrob-tillväxt avses mikrobernas tillväxt och förökning i det undersökta materialet. Används ofta som synonym till mikroflora.

Mögelflora: Se mikroflora.

Mögelskada: Se mikrobskada.

Planerare för reparation av fukt-skador: Se reparationsplanerare.

Plan för damm- och renhethantering: Plan som utarbetas av entreprenören. Den är en detaljerad plan för genomförandet av damm- och renhethantering och den utarbetas med utgångspunkt i dokumentet över damm- och renhethantering.

Plan för sektionering och undertrycksreglering: En plan där man beskriver dammhanteringen och hur man förhindrar att damm sprids till omgivande utrymmen, särskilt under rivningsarbetet. Planen är ofta en del av rivningsplanen.

Reparationsplanerare, reparationsprojekterare: I den här handboken används reparationsplanerare och reparationsprojekterare som benämning på den som planerar en reparation av en fuktskada. Om denna specialprojekteringsuppgift föreskrivs i *statsrådets förordning om bestämmande av svårighetsklassen för projekteringsuppgifter vid byggande* (SRF 214/2015). I *miljöministeriets anvisning om byggnadsprojekterares behörighet* (MM2/601/2015) fastställs hurdana examina, studier och projekteringsserfarenheter som förutsätts i olika svårighetsklasser. Studierna ska förutom studier i byggnadsfysik och konstruktionsteknik även ha omfattat studieprestationer inom fastighetstekniska system, inomhusmiljöförhållanden och metoder för analys av byggnadens skick.

Riskanalys: En riskanalys är mera djupgående än en riskbedömning och en noggrannare kartläggning av riskerna i anslutning till projektering, genomförande och användning av en byggnad (skadeföljder och sannolikheten för dem). I en riskanalys fastställs också åtgärder för att hantera riskerna. Riskbedömning: En bedömning som i allmänhet görs vid översiktsplaneringen om projektets svårighetsgrad och risknivå samt behovet av särskilda förfaranden.

Rivningsbeskrivning: En allmän beskrivning av rivningsarbetet som utarbetats av reparationsplaneraren. Beskrivningen innehåller också preliminära rivningsplaner och planer för stödkonstruktioner.

Rivningsplan: Detaljerad plan för rivningen som utarbetas av rivningsentreprenören utifrån rivningsbeskrivningen.

Sanitär olägenhet: En sanitär olägenhet är en betydande, skadlig hälsoeffekt. Enligt hälsoskyddslagen är en sanitär olägenhet en sjukdom eller ett symptom på en sjukdom som beror på en faktor eller omständighet i miljön. I hälsoskyddslagen betraktas som sanitär olägenhet också exponering för hälsoskadliga ämnen eller förhållanden som kan orsaka en sjukdom eller symptom på en sjukdom.

Sektionering: Att täppa till och täta fogar och gångar till andra utrymmen i det område som ska repareras eller – vid behov – bygga tillfälliga väggar.

Skademekanism: Hur vatten eller fukt transporteras till konstruktionen och orsakar en fuktskada. Mekanismen beror på ett fysikaliskt fenomen.

Slussektion: Sektion som byggts med två sektionerande väggkonstruktioner mellan byggnadsdelar och försetts med en undertrycksanordning.

Teknisk livslängd: Tiden efter ibruktagandet av en byggnad feller utrymmen under vilken de tekniska funktionskraven på en konstruktion, en byggnadsdel, ett system eller en anordning uppfylls. När den tekniska livslängden gått ut är det ändamålsenligt att byta ut konstruktionen, byggnadsdelen, systemet eller anordningen. Den tekniska livslängden grundar sig på tillgängliga uppgifter om och erfarenheter av konstruktionens, byggnadsdelens, systemets eller anordningens hållbarhet och ska betraktas som allmängiltig.

Utredning om innetluftens kvalitet: I en utredning om innetluftens kvalitet undersöks fuktskadade konstruktioner eller konstruktioner som misstänks vara fuktskadade omsorgsfullt. Även andra konstruktionsdelar, material och fastighetstekniska faktorer som eventuellt påverkar innetluften bör undersökas. Konditionsundersökaren analyserar alla resultat och vilken betydelse de har från fall till fall med beaktande av byggnaden som en helhet. Konditionsundersökaren lägger fram åtgärdsförslag utifrån analysen. Över undersökningen utarbetas en beskrivning som innehåller undersökningens resultat, analyserna och åtgärdsförslagen.

Uppföljningsplan: En beskrivning av de tillvägagångssätt som man kommer att tillämpa för att verifiera resultatet av reparationen efter att reparationsarbetet har slutförts och byggnaden tagits i bruk.

Bilaga 2

Metoder för reparation av olika byggnadsdelar

I den här bilagan behandlas de vanligaste byggnadsdelarna av byggnadsbeståndet där det förekommit fukt- och mikroskador. För reparationen av dessa presenteras ett antal fungerande, alternativa lösningar som beträffande egenskaperna är på olika nivåer. Utöver de som behandlas här finns det också andra fungerande lösningar som man bör sätta sig in i. Reparationsprojekteraren ska således upprätta byggprojektspecifika planer varje gång. Ritningarna i bilagorna ska inte betraktas som färdiga detaljer, utan de illustrerar principerna för reparationerna.

I den här bilagan behandlas följande byggnadsdelar:

Bilaga 2.1 Metoder för reparation av bottenbjälklag mot mark

Bilaga 2.2 Metoder för reparation av bottenbjälklag med kryppgrund

Bilaga 2.3 Metoder för reparation av väggar mot mark

Bilaga 2.4 Metoder för reparation av socklar

Bilaga 2.5 Metoder för reparation av ytterväggar

Bilaga 2.6 Metoder för reparation av vindsbjälklag och vattentak

Bilaga 2.7 Metoder för reparation av mellanbjälklag

Bilaga 2.8 Metoder för reparation av våtrum

Bilaga 2.9 Anslutningsdetaljer och genomföringar.

Orsakerna till skador på konstruktioner och skadornas omfattning ska utredas tillräckligt tillförlitligt i en för byggnaden specifik undersökning av inneluften. Vid reparationerna ska man i första hand avlägsna skadat material och eliminera orsaken till skadorna.

Reparationsmetoderna läggs fram som reparationssätt på tre nivåer. Med hjälp av alternativen kan man jämföra effekterna av olika metoder för den konstruktion som inte behöver åtgärdas och för genomförandet av reparationsarbetet. Reparationssätten tas inte upp i prioritetsordning, utan sätten att reparera olika byggnadsdelar bestäms utifrån konditionsundersökningen.

A) Grundlig renovering av konstruktionen och förbättring av dess funktionalitet, där betydande reparationer även kan göras på en bärande konstruktion eller så förnyas den. Alltgenom texten hänvisas till detta reparationssätt med rubriken **”Förnyelse av konstruktion”**.

Vid en grundlig reparation eftersträvas en livslängd på ≥ 50 år. Faktorer som sänker den eftersträvade livslängden är bl.a.

- otäta anslutningar mellan konstruktionerna
- skada på en anslutande konstruktion
- en reparerad konstruktion blir våt på grund av att en anslutande konstruktion inte fungerar.

B) Delvis förnyelse av en konstruktion, där de skadade materialen avlägsnas från stora områden ända fram till en skadefri konstruktion, som ofta är en bärande konstruktion. På samma gång förbättras lufttäteten i konstruktionen genom att man tätar anslutningarna och genomföringarna samt konstruktionens fukttekniska funktionalitet.

Vid en delvis förnyelse av en konstruktion eftersträvas en livslängd på 30–50 år. Faktorer som sänker den eftersträvade livslängden är bl.a.

- otäta anslutningar mellan konstruktionerna
- material som använts vid reparationerna (betydande skillnader i hållbarheten hos olika material)
- fukthalten i den konstruktion som ska repareras och hur man lyckas med avfuktningen
- skada på en anslutande konstruktion
- en reparerad konstruktion blir våt på grund av att en anslutande konstruktion inte fungerar
- de tekniska systemens livslängd och funktionalitet i allmänhet
- luftspalter täpps till och blir smutsiga
- försummelse av underhållet av systemen i anslutning till reparationsmetoden.

C) I huvudsak en reparation av ytmaterial där konstruktionen repareras genom att man förbättrar lufttätheten och ventilationen. Därtill repareras lokala, klart avgränsbara skador. På samma gång förbättras konstruktionens fukttekniska funktionalitet. I det här alternativet blir skadat material kvar i konstruktionen.

Vid reparationer som syftar till att förbättra lufttätheten eftersträvas en livslängd på 15–20 år. Faktorer som sänker den eftersträvade livslängden är bl.a.

- otäta ställen i anslutningar mellan konstruktionerna (tätningen måste genomföras som en helhet)
- material som använts vid reparationerna (betydande skillnader i hållbarheten hos olika material)
- rörelser i underlaget som ska tätas (rörelser på grund av värme och fukt, böjningar)
- det underlag som ska tätas är inte tätt (t.ex. trägolv)
- slarvigt/misslyckat utförande av reparationsarbetet.

Som reparationsåtgärd kan man också välja en behovsanpassad kombination av metoder på olika nivåer. Att eliminera orsaken till skadan ska vara den främsta reparationsåtgärden i alla situationer. Därtill bör man sträva efter att avlägsna de skadade materialen eller åtminstone förhindra att skadan medför problem för inneluften.

Bilaga 2.1

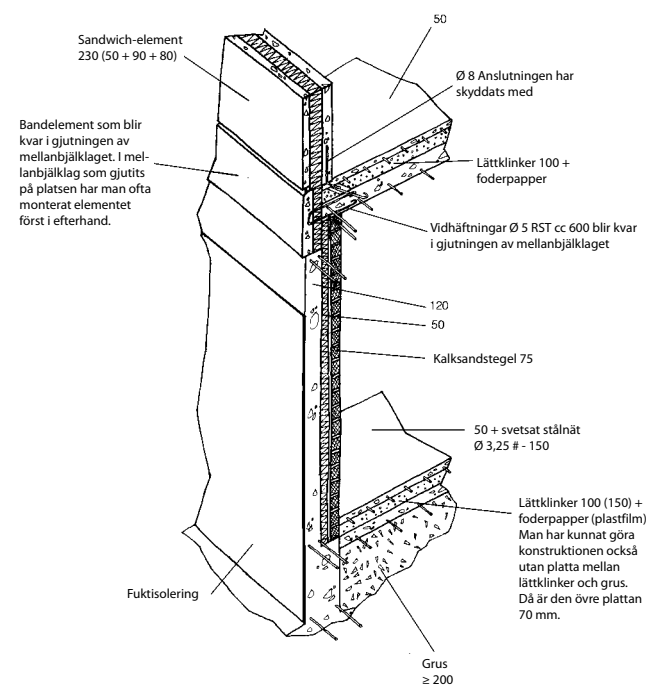
Metoder för reparation av bottenbjälklag mot mark

I den här bilagan behandlas följande bottenbjälklag:

- Betongplatta mot mark, under vilken det inte finns någon värmeisolering; konstruktionen har eventuellt bitumenstrykning mellan två betongplattor.
- Betongplatta mot mark med träreglar och värmeisolering ovanpå betongplattan.
- Betongplatta mot mark med värmeisolering och betongplatta ovanpå.
- Betongplatta mot mark med värmeisolering undertill.
- Specialfall i anslutning till bottenbjälklag mot mark
 - inbyggda dräneringsdiken på insidan
 - radonreparationer
 - bottenbjälklag isolerat mot vattentryck.

BETONGPLATTA PÅ MARK, UNDER VILKEN DET INTE FINNS NÅGON VÄRMEISOLERING, KONSTRUKTIONEN HAR EVENTUELLT BITUMENSTRYKNING MELLAN TVÅ BETONGPLATTOR

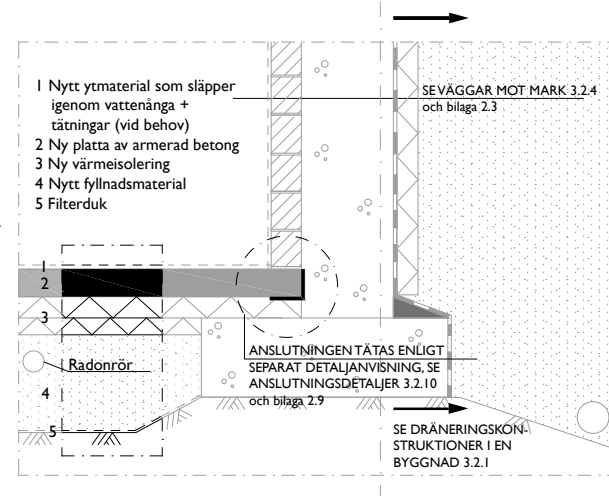
Ursprunglig konstruktion



Bilden ovan visar en typisk, gammal betonggolvs konstruktion mot mark som saknar värmeisolering (Bild: Kerrostalot 1960–1975, Bygginformationsstiftelsen RTS sr). Eventuellt har bitumenstrykning mellan betongplattorna använts som fuktspär.

fortsätter

A Konstruktionen förnyas i sin helhet



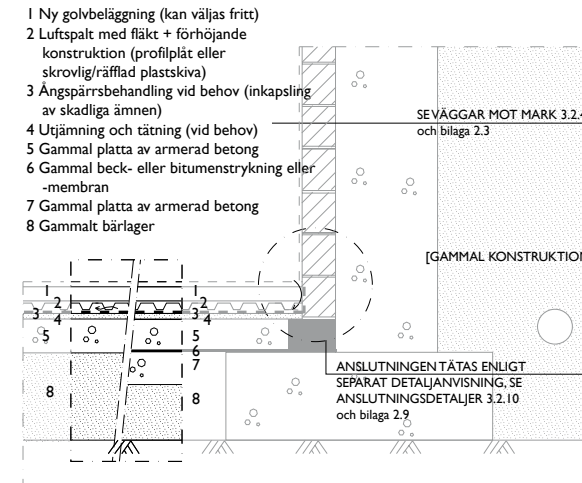
Åtgärder:

Den gamla betongplattan och fyllningarna rivs och konstruktionen görs enligt gällande bestämmelser och anvisningar. Golvkonstruktionen värmeisoleras från undersidan. Som ytmaterial för en betongplatta mot mark rekommenderas en beläggning som släpper igenom vattenånga.

Vid projektering av reparationer bör man beakta de anslutande konstruktionerna. Vid rivning av bärande och stabiliserande konstruktioner ska man planera hur de ska stödas under arbetet.

fortsätter

B Ventilerade golvkonstruktioner



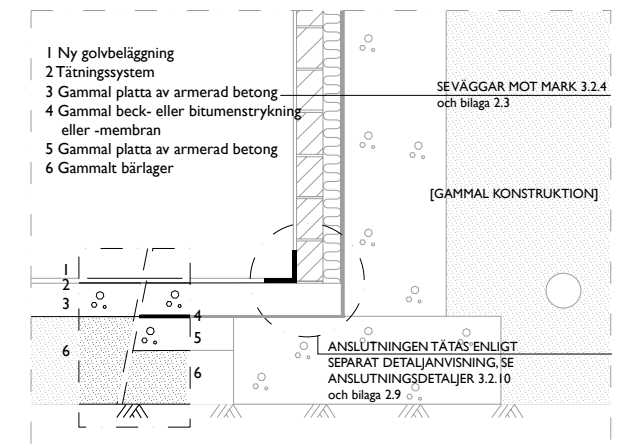
Åtgärder:

Golvkonstruktionens anslutningar och genomföringar tätas enligt principerna i alternativ C. Därefter görs en ny ventilerad golvkonstruktion ovanpå den gamla betongplattan där luftspalten skapas till exempel med knotruga eller räfflade plastskivor eller så att man gör en förhöjd golvkonstruktion med korrugerad plåt.

Behovet av inkapsling bestäms utifrån en konditionsundersökning eller en undersökning av skadliga ämnen. Golvlisterna ska möjliggöra ventilation. Golvplattan ven-

fortsätter

C Lufttäteten i en golvkonstruktion mot mark förbättras och beläggningen byts till ett material som släpper igenom vattenånga

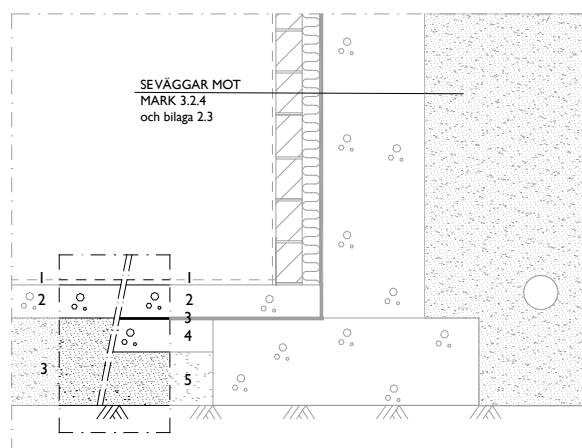


Åtgärder:

Målet med förbättringar av lufttäteten i en betongplatta mot mark är att förhindra att förorenad luft når rumsluften via anslutningar, sprickor och eventuella genomföringar i golvkonstruktionen. Efter ett utfört tätningssystem kommer fukt att alltså överföras till inneluften, om fukten från marken inte kan avlägsnas genom reparationer på utsidan, eller om sådana reparationer kan göras men inte görs. Lämpliga metoder ska tillämpas vid tätningen och uppmärksamhet bör fästas vid materialens vattenångpermeabilitet. I regel

fortsätter

Ursprunglig konstruktion



- | | |
|-----------------------------------|---|
| Oisolerad betongplatta | Kluven, oisolerad betongplatta med bitumenstrykning |
| 1 Gammal golvbeläggning | 1 Gammal golvbeläggning |
| 2 Gammal platta av armerad betong | 2 Gammal platta av armerad betong |
| 3 Gammalt bärlager | 3 Gammal beck- eller bitumenstrykning |
| | 4 Gammal platta av armerad betong |
| | 5 Gammalt bärlager |

Strykningar eller membraner kan även ha syftat till att isolera vattentryck. Bitumenstrykning ökar något diffusionsmotståndet i betongkonstruktioner. I ett bottenbjälklag utan värmeisolering är den fukt som strömmar från marken genom diffusion betydande jämfört med en platta mot mark med värmeisolering undertill, av den typ som används idag. Dessutom kan kapillär fukt stiga upp i konstruktionen. En hög fukthalt kan ge upphov till skador i konstruktionen och ytmaterialen.

Det kan hända att man väljer att förnya konstruktionen, om skadorna är så omfattande eller allvarliga att man inte kan åtgärda problemet med lättare reparationer. Valet påverkas också av andra åtgärder som ska vidtas på objektet (t.ex. att man förnyar avlopp eller andra tekniska system under plattan).

En ny ventilerad golvkonstruktion som monteras på den gamla konstruktionen kan vara en lämplig reparationsmetod i situationer där det inte är möjligt att genast förnya konstruktionen helt och/eller om skadorna är belägna i ett visst, klart avgränsat område eller om man även i fortsättningen som golvmaterial måste använda ett material som släpper dåligt igenom vattenånga.

I ett läge där det till exempel av ekonomiska orsaker eller på grund av den eftersträvade livslängden inte är möjligt att utföra en omfattande reparation, kan man som reparations-sätt välja att förbättra lufttäteten i konstruktionerna och byta golvbeläggningen till ett material som släpper igenom vattenånga.

A Konstruktionen förnyas i sin helhet

En platta mot mark fungerar ofta som horisontalt stöd för väggar som utsätts för jordtryck. I samband med reparationen ska alla mellanväggar som vilar ovanpå betongplattan rivras.

Väsentligt vid reparationen:

- fukten utanför byggnaden ska hållas i schack; dränering, regnvatten från taket, smält- och avrinningsvatten
- byggnadsavfall och övrigt organiskt material ska avlägsnas från grundbotten
- ytorna på anslutande vertikala konstruktioner ska rengöras omsorgsfullt
- kontrollerad torkning av den extra fukt som den nya betongplattan tillför konstruktionen ska tas i beaktande före beläggningsarbetet

Reparationer med tanke på helheten:

- tätning av anslutningen mellan vägg och betongplatta
- minskning av fuktbelastningen utifrån
- balansering av ventilationen i lokalen och/eller åtgärder för att rätta till/ordna ventilation i den reparerade byggnaden eller det reparerade utrymmet

Risker:

- konstruktionen förknippas med sedvanliga risker vid nybyggnad, till exempel att man belägger betongplattan medan den är för fuktig

Energieffektivitet:

- bottenbjälklagets värmeisolering förbättrar konstruktionens värmeisolering rätt så lite
- värmeisoleringen är emellertid viktig för att jordmånen ska hållas svalare och den fungerar samtidigt som diffusionsmotstånd mot bottenplattan

Uppföljning av konstruktionens funktion:

- åtgärder i anslutning till normalt fastighetsunderhåll (gäller även de alternativa reparations-sätten)

B Ventilerade golvkonstruktioner

tileras mekaniskt och frånluften leds ut i det fria. Fukten i den luft som rör sig i luftspalten ska hållas under en nivå som är gynnsam för mikrobiell tillväxt ($RH \leq 70-75\%$). Vid planeringen av ventilationen ska man beakta den övriga ventilationen i byggnaden. Luft som leds till en luftspalt bör filtreras så att så lite föroreningar som möjligt kommer in i luftspalten. Ytmaterial på golvet kan väljas fritt efter lokalens användningsändamål. Storleken på luftspalten bestäms utifrån fukthalten i plattan mot mark samt luftströmmen i luftspalten. För att avlägsna fukt som överförs genom diffusion räcker det med en mindre luftspalt jämfört med kapillärfukt.

Väsentligt vid reparationen:

- när man avlägsnar gammal golvbeläggning bör man tänka på eventuella skadliga ämnen, som asbest och PAH-föreningar, och behovet av inkapsling
- dessutom bör tätningsreparationer av anslutningsställen och genomföringar planeras separat
- planering av mekanisk ventilation av golvkonstruktionen
- golvhöjden stiger, behov av att ändra anslutande konstruktioner
- åtgärder för att kontrollera konstruktionens fukttekniska funktion är viktiga
- frånluftsblåsarens livslängd

Reparationer med tanke på helheten:

- tätning av anslutningen mellan väggen och den ursprungliga betongplattan
- minskning av fuktbelastningen utifrån i den mån det är möjligt
- balansering av ventilationen i lokalen och/eller åtgärder för att rätta till/ordna ventilation i den reparerade byggnaden eller det reparerade utrymmet

Risker:

- skadat material blir kvar i konstruktionen
- luftspalten blir delvis ofullständigt ventilerad och ventilationskanalerna i golvlisterna kan täppas till av damm
- den mekaniska ventilationen fungerar inte (läckage, driftstörningar)

Energieffektivitet:

- ventilationen av konstruktionen kan ha en något minskande effekt på energieffektiviteten

Uppföljning av konstruktionens funktion:

- utrustningen och luftfiltren för en mekaniskt ventilerad luftspalt bör servas regelbundet (automatiskt larm vid driftstörningar)

C Lufttäteten i en golvkonstruktion mot mark förbättras och beläggningen byts till ett material som släpper igenom vattenånga

planeras en konstruktion så att den nya golvbeläggningen är fuktbeständig och öppen för vattenånga, och den fukt som når rummet via golvet avlägsnas under kontrollerade former med hjälp av effektiv ventilation. Tätningslösningen och det ytmaterial som används ska dock alltid väljas specifikt för den aktuella situationen.

Om det förekommer breda sprickor i golvkonstruktionen ska man utreda vad de beror på och välja reparations-sätt därefter (t.ex. injektering).

Väsentligt vid reparationen:

- alla läckor ska åtgärdas: om bara en del av de bristande ställena tätas kan det leda till att med mer luft läcker vid de otäta ställen som blir kvar
- balansering av ventilationen och/eller åtgärder för att reglera/öka ventilation i det reparerade utrymmet

Risker:

- skadan fortsätter att breda ut sig om man inte samtidigt minskar fuktbelastningen utifrån
- lufttäteten består under hela den planerade livslängden
- skadat material blir kvar i konstruktionen

Energieffektivitet:

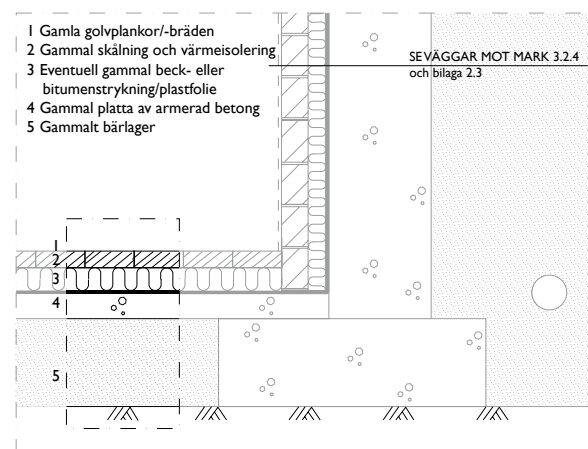
- ingen betydande effekt

Uppföljning av konstruktionens funktion:

- spårgasprov med regelbundna intervaller

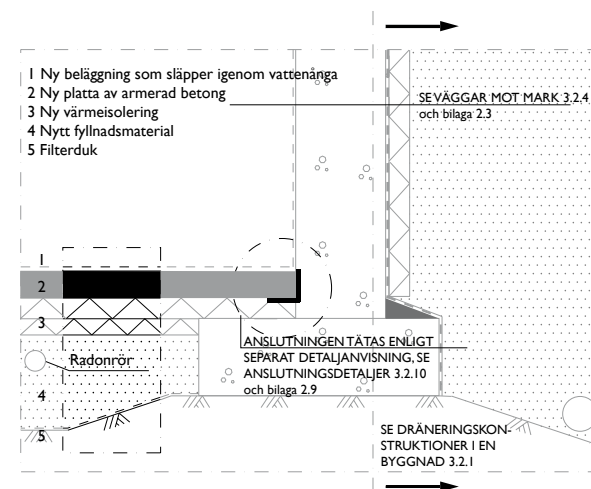
BETONGPLATTA MOT MARK MED TRÄREGLAR OCH VÄRMEISOLERING OVANPÅ

Ursprunglig konstruktion



Bilden ovan visar en typisk betongplatta mot mark med värmeisolering och träreglar ovanpå betongplattan. Som fuktisolering kan man ha strukit beck eller monterat plastfilm ovanpå betongplattan. I den här bottenbjälklagskonstruktionen kommer reglarna och värmeisolering som möglar eller murknar av fukt samt särskilt sågspån och flis som blivit kvar i byggnadsskedet att skadas till följd av fukt som stiger upp när marken blir varmare (diffusion). Konstruktionen är särskilt utsatt för fukt- och mikroskador.

A Konstruktionen förnyas i sin helhet



Åtgärder:

Golvet och den gamla betongplattan och fyllningarna rivs i sin helhet och konstruktionen byggs om enligt gällande bestämmelser och anvisningar. Golvkonstruktionen värmeisoleras från undersidan. Som ytmaterial för en betongplatta mot mark rekommenderas en beläggning som släpper igenom vattenånga.

Vid projektering av reparationer bör man beakta de anslutande konstruktionerna. Vid rivning av bärande och stabiliserande konstruktioner ska man planera hur de ska stödas under arbetet. En betongplatta mot mark fungerar ofta som horisontalt stöd för väggar som utsätts för jordtryck. I samband med reparationen bör alla mellanväggar som vilar ovanpå betongplattan också rivras.

Väsentligt vid reparationen:

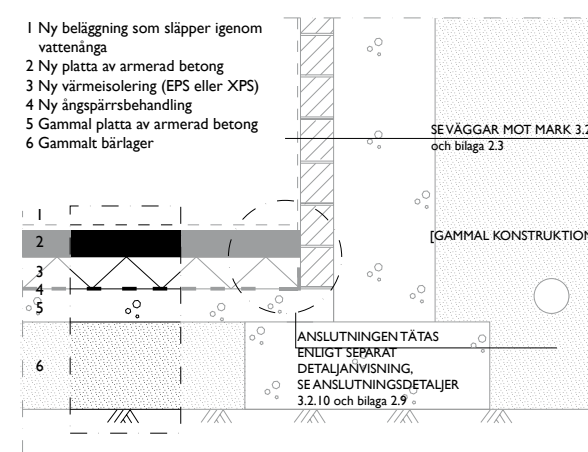
- fukten utanför byggnaden ska hållas i schack; dränering, regnvatten från taket, smält- och avrinningsvatten
- byggnadsavfall och övrig smuts ska avlägsnas från fyllnaden
- ytorna på anslutande vertikala konstruktioner ska rengöras omsorgsfullt
- kontrollerad torkning av den extra fukt som den nya betongplattan tillför konstruktionen ska tas i beaktande före beläggningsarbetet

Reparationer med tanke på helheten:

- tätning av anslutningen mellan vägg och betongplatta
- minskning av fuktbelastningen utifrån

fortsätter

B 1) Konstruktionen rivs ända ned till betongplattan och värmeisoleras ovanifrån med isoleringsmaterial som håller bättre mot fukt



Åtgärder:

Den gamla golvkonstruktionen med träreglar, värmeisoleringen och bitumenstrykningen rivs ända ned till den övre ytan av en betongplatta mot mark. Ytan på den gamla, torrade betongplattan bstryks med en ångspärr (till exempel epoxi) och ovanpå plattan monteras värmeisolering av cellplast. En ny ytplatta gjuts. Lufttäteten i konstruktionen säkerställs med tätningsreparationer vid anslutningarna i den undre plattan och de vertikala konstruktionerna, vid genomföringar och andra anslutningar mellan konstruktionerna.

Efter att betongplattan mot mark har behandlats med en ångspärr överförs fukten i plattan i sidled och kan eventuellt stiga upp i väggkonstruktionerna som omger plattan. Då bör man vid valet av ytmaterial för väggkonstruktionerna beakta vattenångpermeabiliteten i (nedre delarna av) väggarna.

Den nya betongplattan som läggs ovanpå kommer alltid att krympa i viss utsträckning, och därför bör tätningsreparationerna göras i den undre, ursprungliga betongkonstruktionen.

Väsentligt vid reparationen:

- gamla mellanväggar har i allmänhet byggts ovanpå en betongplatta och då kan fukt ha överförts från plattan till de nedre delarna av väggarna; man bör förhindra att fukt stiger till mellanväggskonstruktionerna t.ex. genom att injicera och att reparera fuktskador som eventuellt redan uppkommit
- ytorna på anslutande vertikala konstruktioner ska rengöras omsorgsfullt
- kontrollerad torkning av den extra fukt som den nya betongplattan tillför konstruktionen ska tas i beaktande före beläggningsarbetet

fortsätter

C Lufttäteten i konstruktionen förbättras

Att täta en träkonstruktion kan vara besvärligt på grund av de rörelser som fukten i träet medför. En fungerande tätningsreparation förutsätter att träreglarna rivs åtminstone delvis för att man ska kunna täta de uppenbart otäta ställena i betongplattan, som anslutningarna och genomföringarna under plattan. Behov av tätning i eventuella sprickor i betongplattan kanske förbises om rivningen bara görs delvis. Tätningsreparationer rekommenderas inte för golv med träreglar.

A Konstruktionen förnyas i sin helhet

- balansering av ventilationen i lokalen och/eller åtgärder för att rätta till/ordna ventilation i den reparerade byggnaden eller det reparerade utrymmet

Risker:

- konstruktionen förknippas med sedvanliga risker vid nybyggnad, till exempel att man belägger betonggolvet medan det är för fuktigt

Energieffektivitet:

- bottenbjälklagets värmeisolering förbättrar konstruktionens värmeisolering rätt så lite
- värmeisoleringen är emellertid viktig för att jordmånen ska hållas svalare och den fungerar samtidigt som diffusionsmotstånd mot bottenplattan

Uppföljning av konstruktionens funktion:

- normala åtgärder i anslutning till fastighetsunderhåll

B 1) Konstruktionen rivs ända ned till betongplattan och värmeisolerar ovanifrån med isoleringsmaterial som håller bättre mot fukt

Reparationer med tanke på helheten:

- tätning av anslutningen mellan väggen och den ursprungliga betongplattan
- minskning av fuktbelastningen utifrån i den mån det är möjligt
- balansering av ventilationen i lokalen och/eller åtgärder för att rätta till/ordna ventilation i den reparerade byggnaden eller det reparerade utrymmet

Risker:

- skadat material blir kvar i konstruktionen

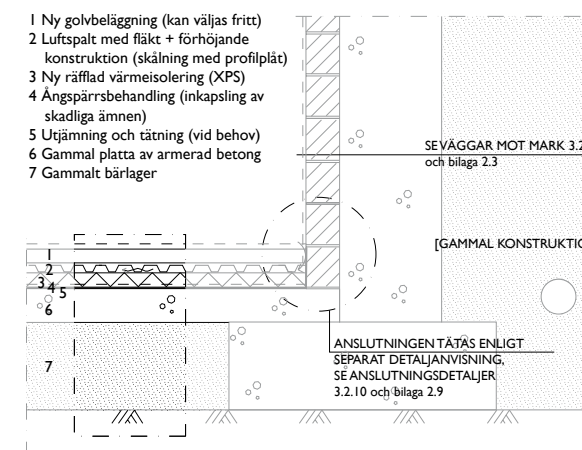
Energieffektivitet:

- konstruktionsmässiga ändringar i bottenbjälklaget påverkar i sig inte energiförbrukningen i byggnaden

Uppföljning av konstruktionens funktion:

- efter en tätning bör konstruktionens funktionalitet följas upp regelbundet med spårgas

B 2) Ventilerade golvkonstruktioner



Åtgärder:

Den gamla golvkonstruktionen med träreglar, värmeisoleringen och bitumenstrykningen rivs ända ned till den övre ytan av betongplattan mot mark. Ytan av den gamla, torkade betongplattan bestryks med en ångspärr (till exempel epoxi) och den ventilerade golvkonstruktionen monteras ovanpå. Om höjdnivåerna i byggnaden tillåter ska värmeisolering av cellplast läggas på plattan före den ventilerande konstruktionen. Luftspalten byggs som en fuktbeständig konstruktion med träreglar, till exempel med en skiva med skrovlig eller räfflad yta, eller korrugerad plåt. Golvlisterna ska möjliggöra ventilation. Ytmaterialet på golvet kan väljas fritt efter lokalens användningsändamål.

Storleken på luftspalten bestäms utifrån fukthalten i plattan mot mark samt luftströmmen i luftspalten. För att avlägsna fukt som överförs genom diffusion räcker det med *fortsätter i den intilliggande kolumnen*

en mindre luftspalt jämfört med kapillärfukt. I allmänhet bestäms höjden på luftspalten av höjden på det gamla golvet och de omgivande golvkonstruktionerna.

I den här konstruktionstypen går mellanväggar i betong eller murverk, eller trä, i allmänhet ut från betongplattan, dvs. man har i allmänhet inte förhindrat fukt från att stiga från plattan till väggkonstruktionen. Hur man gör en anslutning mellan mellanväggar och golv och olika reparationsalternativ behandlas i kapitel 3.2.10 *Anslutningsdetaljer*.

En luftspalt som skapas ovanpå en betongplatta ska ventileras mekaniskt och det rekommenderas att frånluften leds direkt ut i det fria. Fukten i den luft som rör sig i luftspalten ska hållas under en nivå som är gynnsam för mikrobiell tillväxt (RH ≤ 70–75 %). Luft som leds till en luftspalt bör filtreras så att så lite föroreningar som möjligt kommer in i luftspalten.

Väsentligt vid reparationen:

- när man avlägsnar gammal golvbeläggning bör man tänka på eventuella skadliga ämnen, som asbest och PAH-föreningar
- tätningar av anslutningar mellan golv och vertikala konstruktioner (väggar och pelare) samt genomföringar ska därtill planeras separat
- golvkonstruktionen ska ventileras mekaniskt
- ventilerande golvlistor ska monteras omsorgsfullt
- golvhöjden stiger, och då måste till exempel dörrar förkortas
- för kontroller av konstruktionens funktion rekommenderas det att man monterar återtätningsbara luckor i golvkonstruktionen

Reparationer med tanke på helheten:

- tätning av anslutningen mellan väggen och den ursprungliga betongplattan
- minskning av fuktbelastningen utifrån i den mån det är möjligt
- balansering av ventilationen i lokalen och/eller åtgärder för att rätta till/ordna ventilation i den reparerade byggnaden eller det reparerade utrymmet

Risker:

- skadat material blir kvar i konstruktionen
- luftspalten blir delvis ofullständigt ventilerad och ventilationskanalerna i golvlisterna kan täppas till av damm
- den mekaniska ventilationen fungerar inte (läckage, driftstörningar)

Energieffektivitet:

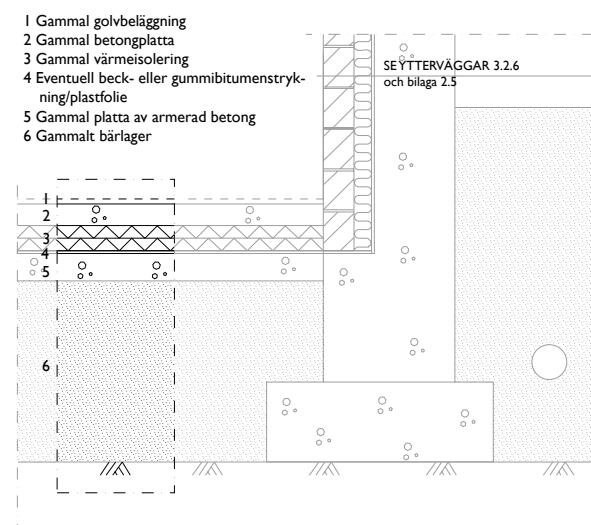
- konstruktionsmässiga ändringar i bottenbjälklaget påverkar i sig inte byggnadens energiförbrukning
- ventilationen av konstruktionen kan ha en minskande effekt på energieffektiviteten

Uppföljning av konstruktionens funktion:

- utrustningen och luftfiltren för en mekaniskt ventilerad luftspalt bör servas regelbundet (automatiskt larm vid driftstörningar rekommenderas)
- normala åtgärder i samband med fastighetsunderhåll

BETONGPLATTA MOT MARK MED VÄRMEISOLERING OCH BETONGPLATTA OVANPÅ

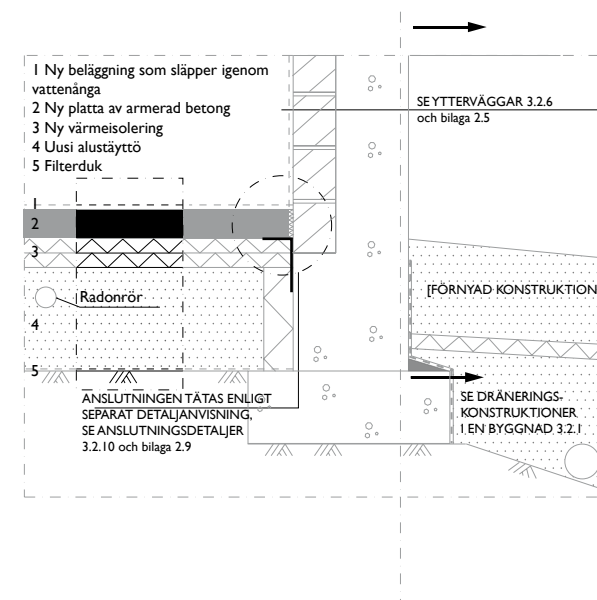
Ursprunglig konstruktion



I dubbelpattor kan värmeisoleringen vara EPS-isolering eller värmeisolering som är känsligare för fukt, som cementbunden träullskiva eller kork. De material som använts i konstruktionen påverkar uppkomsten av skador. Enbart en hög relativ fukthalt i gränsytan mellan värmeisoleringen och den undre plattan leder inte nödvändigtvis till skador som medför olägenheter för inomhusklimatet. Om man som värmeisolering har använt material som möglar eller murknar, kan värme- och fuktighetsförhållandena på ovansidan av den undre plattan vara kritiska med hänsyn till mikrobiell tillväxt.

Bottenplattan kan vara problematisk vid rörläckor eftersom läckvatten kan spridas ut över ett stort område av ytan.

A Konstruktionen förnyas i sin helhet



Åtgärder:

Gamla betongplattor, värmeisoleringar och fyllningar rivs helt och hållet och konstruktionen byggs om enligt gällande bestämmelser och anvisningar. Golvkonstruktionen värmeisoleras från undersidan. Som ytmaterial för en betongplatta mot mark rekommenderas en beläggning som släpper igenom vattenånga.

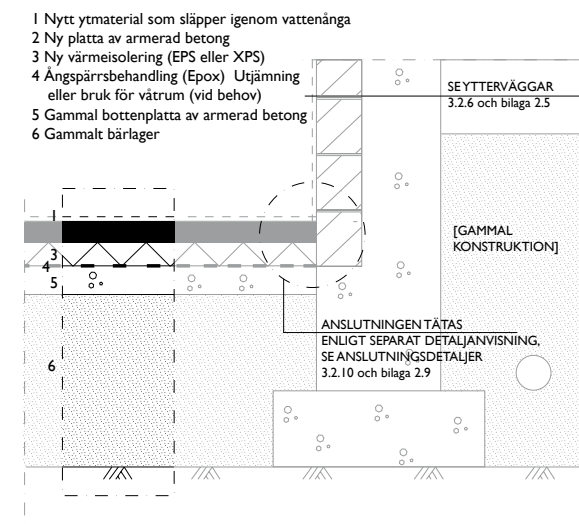
Vid projektering av reparationer bör man beakta de anslutande konstruktionerna. Vid rivning av bärande och stabiliserande konstruktioner ska man planera hur de ska stödjas under arbetet. En betongplatta mot mark fungerar ofta som horisontalt stöd för väggar som utsätts för jordtryck. I samband med reparationen ska alla mellanväggar som vilar ovanpå betongplattan rivas.

Väsentligt vid reparationen:

- fukten utanför byggnaden ska hållas i schack; dränering, regnvatten från taket, smält- och avrinningsvatten
- byggnadsavfall och övrigt organiskt material ska avlägsnas från grundbottnet
- ytorna på anslutande vertikala konstruktioner ska rengöras omsorgsfullt
- kontrollerad torkning av den extra fukt som den nya betongplattan tillför konstruktionen ska tas i beaktande före beläggningsarbetet

fortsätter

B Ytplattan och värmeisoleringen rivs och byggs på nytt



Åtgärder:

Denna metod tillämpas om fukten i konstruktionen härrör från rörläckage, fukt som stigit från marken osv. i situationer där det av konstruktionsrelaterade skäl (jordtrycket) inte är möjligt att riva den undre betongplattan. Metoden kan tillämpas också om värmeisoleringen är skadad.

Den gamla ytplattan i betong som ligger ovanpå golvkonstruktionen mot mark, värmeisoleringen och bitumenskiktet rivs. Därefter rengörs ovansidan av den undre betongplattan och våta konstruktioner torkas. När ytan av den undre betongplattan konstaterats vara tillräckligt torr för beläggning, görs en behandling med ångspärr och ovanpå plattan monteras ny värmeisolering av cellplast samt en ny betongplatta. Lufttäteten i konstruktionen säkerställs genom tätningsreparationer av kanter, genomföringar och sprickor i den lägre plattan.

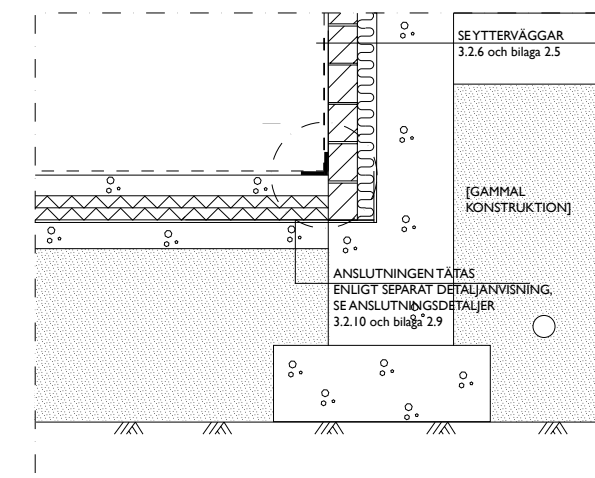
Om avloppsrören måste förnyas och det medför betydande rivningsåtgärder som även berör bottenplattan, rekommenderas det att även bottenplattan rivs. På det sättet kan man göra fyllnadsmaterialen under plattan enligt gällande bestämmelser och anvisningar, och värmeisolering kan monteras på undersidan av betongplattan.

Efter att betongplattan mot mark har behandlats med en ångspärr överförs fukten i plattan i sidled och kan stiga upp i väggkonstruktionerna som omger plattan. Då bör man vid valet av ytmaterial för väggkonstruktionerna beakta vattenångpermeabiliteten i (nedre delarna av) väggarna.

Det rekommenderas att man gör tätningsreparationer i anslutningarna mellan det ursprungliga golvet mot mark

fortsätter

C Lufttäteten i golvkonstruktionen förbättras och beläggningen byts till ett material som släpper igenom vattenånga



Åtgärder:

Anslutningar mellan den övre plattan och väggen samt olika genomföringar tätas medelst ändamålsenliga materialkombinationer. Reparationerna syftar till att förhindra skadliga luftläckage från marken och från eventuella mikrobskadade material via golvkonstruktionens anslutningar och sprickor till inneluften. Lämpliga metoder ska tillämpas vid tätningen och uppmärksamhet bör fästas vid materialens vattenångpermeabilitet. I regel planeras en konstruktion så att golvbeläggningen är öppen för vattenånga och den fukt som når rummet via golvet avlägsnas under kontrollerade former med hjälp av effektiv ventilation. Tätningsmetoden och det ytmaterial som används ska dock alltid väljas specifikt för den aktuella situationen.

Om det förekommer breda sprickor i golvkonstruktionen ska man utreda vad de beror på och välja reparationsätt därefter (t.ex. injektering).

Väsentligt vid reparationen:

- de gamla mellanväggarna har kanske byggts ovanpå en betongplatta och då kan fukt ha överförts från plattan till de nedre delarna av väggarna; man bör förhindra att fukt stiger till mellanväggskonstruktionerna och reparera fuktskador som eventuellt redan uppkommit
- fukten utanför byggnaden ska hållas i schack (dränering, regnvatten från taket, smält- och avrinningsvatten) för att reparationsmetoden ska kunna tillämpas

fortsätter

A Konstruktionen förnyas i sin helhet

Reparationer med tanke på helheten:

- tätning av anslutningen mellan vägg och betongplatta
- minskning av fuktbelastningen utifrån
- balansering av ventilationen i lokalen och/eller åtgärder för att rätta till/ordna ventilation i den reparerade byggnaden eller det reparerade utrymmet

Risker:

- konstruktionen förknippas med sedvanliga risker vid nybyggnad, till exempel att man belägger betonggolvet medan det är fuktigt

Energieffektivitet:

- bottenbjälklagets värmeisolering förbättrar konstruktionens värmeisolering rätt så lite
- värmeisoleringen är emellertid viktig för att jordmånen ska hållas svalare och den fungerar samtidigt som diffusionsmotstånd mot bottenplattan

Uppföljning av konstruktionens funktion:

- normala åtgärder i anslutning till fastighetsunderhåll

B Ytplattan och värmeisoleringen rivs och byggs på nytt

och väggar av stenbaserat material i syfte att hantera skadliga luftflöden. Den nya betongplattan som läggs ovanpå kommer alltid att krympa i viss utsträckning, och därför bör tätningsreparationerna göras i den undre, ursprungliga betongkonstruktionen.

Väsentligt vid reparationen:

- de gamla mellanväggarna har i allmänhet byggts ovanpå en betongplatta och då kan fukt ha överförts från plattan till de nedre delarna av väggarna; man bör förhindra att fukt stiger till mellanväggskonstruktionerna t.ex. genom att injicera och att reparera fuktskador som eventuellt redan uppkommit
- ytorna på anslutande vertikala konstruktioner ska rengöras omsorgsfullt
- kontrollerad torkning av den extra fukt som den nya betongplattan tillför konstruktionen ska tas i beaktande före beläggningsarbetet
- balansering av ventilationen i lokalen och/eller åtgärder för att rätta till/ordna ventilation i den reparerade byggnaden eller det reparerade utrymmet

Reparationer med tanke på helheten:

- tätning av anslutningen mellan väggen och den ursprungliga betongplattan
- minskning av fuktbelastningen utifrån i den mån det är möjligt
- balansering av ventilationen i lokalen och/eller åtgärder för att rätta till/ordna ventilation i den reparerade byggnaden eller det reparerade utrymmet

Risker:

- skadat material blir kvar i konstruktionen

Energieffektivitet:

- konstruktionsmässiga ändringar i bottenbjälklaget påverkar i sig inte byggnadens energiförbrukning

Uppföljning av konstruktionens funktion:

- efter en tätning bör konstruktionens funktionalitet följas upp regelbundet med spårgas

C Lufttätheten i golvkonstruktionen förbättras och beläggningsmaterial byts till ett material som släpper igenom vattenånga

- tätningsarbetet bör utföras systematiskt och övergripande: om det blir kvar läckage kan de förorenade luftströmmarna till inneluften till och med öka jämfört med utgångsläget
- man bör tänka på att de konstruktioner som rivs kan innehålla skadliga ämnen

Reparationer med tanke på helheten:

- minskning av fuktbelastningen utifrån i den mån det är möjligt
- förbättringar av lufttätheten i väggkonstruktionen vid behov
- balansering av ventilationen i lokalen och/eller åtgärder för att rätta till/ordna ventilation i den reparerade byggnaden eller det reparerade utrymmet

Risker:

- skadan framskrider om man inte samtidigt minskar fuktbelastningen utifrån
- lufttätheten består inte under hela den planerade livslängden
- skadat material blir kvar i konstruktionen

Energieffektivitet:

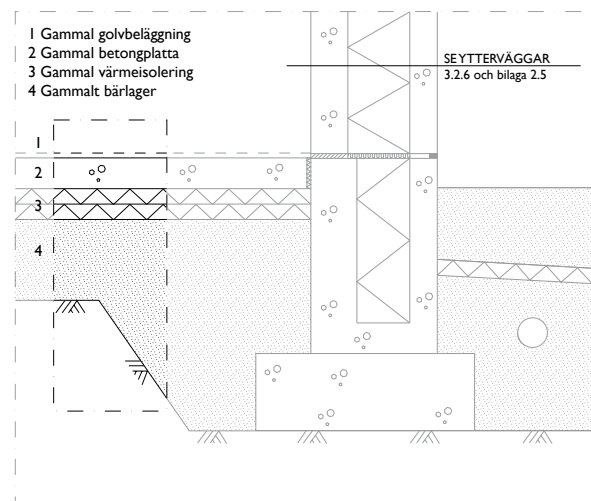
- konstruktionsmässiga ändringar i bottenbjälklaget påverkar i sig inte byggnadens energiförbrukning

Uppföljning av konstruktionens funktion:

- efter en tätning bör konstruktionens funktionalitet följas upp regelbundet med spårgas

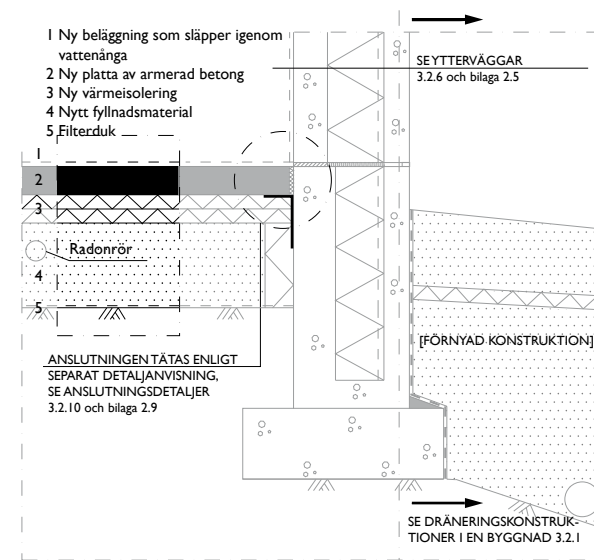
BETONGPLATTA MOT MARK MED VÄRMEISOLERING UNDERTILL

Ursprunglig konstruktion



Typiska skador på den här konstruktionen är skadliga luftläckage från marken till rumsluften, vattensador som orsakats av rörläckor osv. och/eller för hög relativ fuktighet i betongen när golvbeläggningen monterades, varvid fuktskador uppkommit på golvmaterialen och golvlimmen.

A Konstruktionen förnyas i sin helhet



Åtgärder:

Det gamla bottenbjälklaget och fyllningarna rivs i sin helhet och byggs på nytt. I fyllningarna monteras ett radonrör och vid behov dräneringsrör. Golvkonstruktionen värmeisolerar från undersidan. Som ytmaterial för en betongplatta mot mark rekommenderas en beläggning som släpper igenom vattenånga.

Att riva och förnya hela konstruktionen är ett vanligt sätt i situationer där det ständigt finns mycket vatten i fyllningarna. Behovet av att riva betongplattan avgörs emellertid i allmänhet av byggnadens användningsändamål, de anslutande konstruktionerna samt av nivån på och typen av behövliga fastighetstekniska reparationer. För att man ska kunna anlägga dränering på insidan räcker det ofta med att bara riva delar av plattan, och därför bör det finnas andra grunder om man avser riva hela plattan.

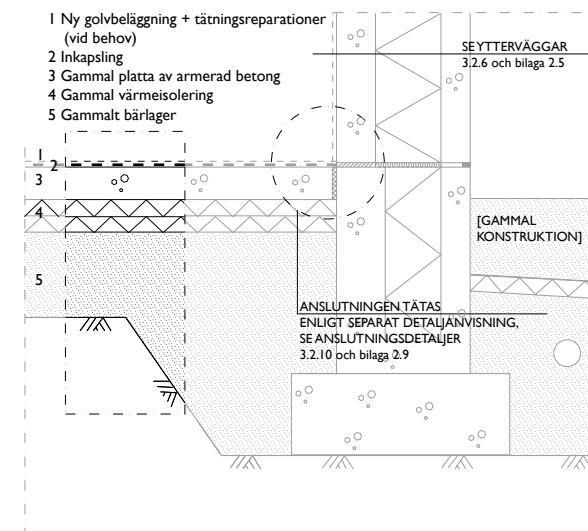
Vid projektering av reparationer bör man beakta de anslutande konstruktionerna. Vid rivning av bärande och stabiliserande konstruktioner ska man planera hur de ska stödas under arbetet. En betongplatta mot mark fungerar ofta som horisontalt stöd för väggar som utsätts för jordtryck. I samband med reparationen bör alla mellanväggar som vilar ovanpå betongplattan också rivas.

Väsentligt vid reparationen:

- eventuellt byggnadsavfall och övrigt organiskt material ska avlägsnas från fyllnaden

fortsätter

B Ytskikten förnyas när skadliga föreningar har absorberats i golvkonstruktionen



Åtgärder:

Om lukt och emissioner kommer in i rumsluften från golvkonstruktionen (t.ex. VOC-föreningar som absorberats i underlaget) bör de skadliga ämnena i första hand avlägsnas och om detta inte kan göras på ett tillförlitligt sätt bör de kapslas in i konstruktionen. Reparationsalternativet lämpar sig bara om konstruktionen därefter inte utsätts för väta, t.ex. fukt från utsidan.

Efter att ytmaterial och gammal avjämningsmassa har avlägsnats kan skadliga kemiska föreningar som absorberats i betongen avlägsnas genom korfräsning till ett djup av minst 5 mm, ventilering av betongytan under minst en månads tid eller inkapsling av betongytan med epoxibaseerade produkter. Man kan också tillämpa en kombination av ovannämnda metoder. Därtill kan man montera en filtermatta som binder ytutsläpp under ytkonstruktionerna.

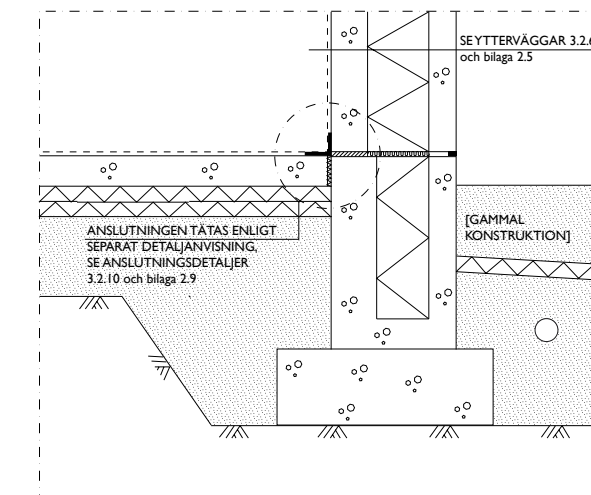
Efter att betongplattan mot mark har behandlats med epoxi överförs fukten i plattan i sidled och kan också stiga upp i väggkonstruktionerna som omger plattan. Då bör man beakta vattenångpermeabiliteten i (nedre delarna av) väggarna.

Väsentligt vid reparationen:

- när man avlägsnar gammal golvbeläggning bör man tänka på eventuella skadliga ämnen i beläggningen, som asbest och PAH-föreningar
- en filtermatta som binder ytutsläpp får inte vara i beröring med fuktiga ytor

fortsätter

C Lufttäteten i betonggolvet anslutningar förbättras och beläggningen byts till ett material som släpper igenom vattenånga, när inga skadliga föreningar har absorberats i konstruktionen



Åtgärder:

Anslutningar mellan betongplattan och väggen samt olika genomföringar tätas med lämpliga materialkombinationer. Reparationerna syftar till att förhindra skadliga luftläckage från marken och från eventuella mikroskadade material via golvkonstruktionens anslutningar och sprickor till inneluften. Lämpliga metoder ska tillämpas vid tätningen och uppmärksamhet bör fästas vid materialens vattenånggenomsläpplighet. I regel planeras en konstruktion så att golvbeläggningen är fuktbeständig och öppen för vattenånga, och den fukt som når rummet via golvkonstruktionen avlägsnas under kontrollerade former med hjälp av effektiv ventilation. Tätningsmetoden och det ytmaterial som används ska dock alltid väljas specifikt för den aktuella situationen.

Om det förekommer breda sprickor i golvkonstruktionen ska man utreda vad de beror på och välja reparationssätt därefter (t.ex. injektering).

Reparationsmetoden lämpar sig i situationer där man förhindrar att skadliga luftläckage från jorden når rumsluften via anslutningar, genomföringar och sprickor i golvkonstruktionen. Den är inte lämplig i ett läge där det finns fuktskador på golvbeläggningen och där skadliga föreningar frigörs från beläggningen.

fortsätter

A Konstruktionen förnyas i sin helhet

- ytorna på anslutande vertikala konstruktioner ska rengöras omsorgsfullt
- kontrollerad torkning av den extra fukt som den nya betongplattan tillför konstruktionen ska tas i beaktande före beläggningsarbetet

Reparationer med tanke på helheten:

- avlägsnande eller väsentlig minskning av fuktbelastningen på bottenbjälklaget
- minskning av fuktbelastningen utifrån i den mån det är möjligt
- förbättringar av lufttäteten i väggkonstruktionen vid behov
- balansering av ventilationen i lokalen och/eller åtgärder för att rätta till/ordna ventilation i den reparerade byggnaden eller det reparerade utrymmet

Risker:

- konstruktionen förknippas med sedvanliga risker vid nybyggnad, till exempel att man belägger betonggolvet medan det är för fuktigt

Energieffektivitet:

- bottenbjälklagets värmeisolering förbättrar konstruktionens värmeisolering rätt så lite
- värmeisoleringen är emellertid viktig för att jordmånen ska hållas svalare och den fungerar samtidigt som diffusionsmotstånd mot bottenplattan

Uppföljning av konstruktionens funktion:

- normala åtgärder i anslutning till fastighetsunderhåll

B Ytskikten förnyas när skadliga föreningar har absorberats i golvkonstruktionen

Reparationer med tanke på helheten:

- tätningsreparationer av anslutningar mellan golv och väggar bör planeras separat
- avlägsnande eller väsentlig minskning av fuktbelastningen på bottenbjälklaget
- balansering av ventilationen i lokalen och/eller åtgärder för att rätta till/ordna ventilation i den reparerade byggnaden eller det reparerade utrymmet

Risker:

- lufttäteten består inte under hela den planerade livslängden
- skadat material blir kvar i konstruktionen

Energieffektivitet:

- konstruktionsmässiga ändringar i bottenbjälklaget påverkar i sig inte byggnadens energiförbrukning

Uppföljning av konstruktionens funktion:

- efter en tätning bör konstruktionens funktionalitet följas upp regelbundet med spårgas

C Lufttäteten i betonggolvet anslutningar förbättras och beläggnings byts till ett material som släpper igenom vattenånga, när inga skadliga föreningar har absorberats i konstruktionen

Väsentligt vid reparationen:

- fukten utanför byggnaden ska hållas i schack (dränering, regnvatten från taket, smält- och avrinningsvatten) för att reparationsmetoden ska kunna tillämpas
- tätningsarbetet bör utföras systematiskt och övergripande: om det blir kvar läckage kan de förorenade luftströmmarna till ineluften till och med öka jämfört med utgångsläget
- när man avlägsnar gammal golvbeläggning bör man tänka på eventuella skadliga ämnen i beläggnings, som asbest och PAH-föreningar

Reparationer med tanke på helheten:

- minskning av fuktbelastningen utifrån i den mån det är möjligt
- förbättringar av lufttäteten i väggkonstruktionen vid behov
- balansering av ventilationen i lokalen och/eller åtgärder för att rätta till/ordna ventilation i den reparerade byggnaden eller det reparerade utrymmet

Risker:

- skadan framskrider om man inte samtidigt minskar fuktbelastningen utifrån
- lufttäteten består inte under hela den planerade livslängden
- skadat material blir kvar i konstruktionen

Energieffektivitet:

- konstruktionsmässiga ändringar i bottenbjälklaget påverkar i sig inte byggnadens energiförbrukning

Uppföljning av konstruktionens funktion:

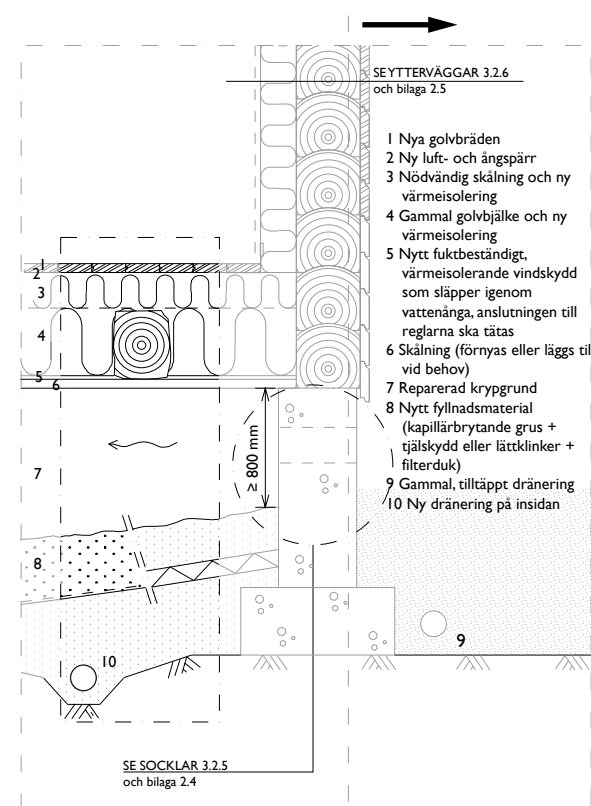
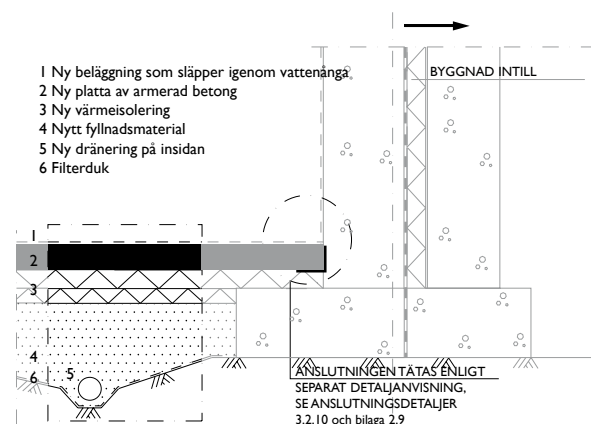
- efter en tätning bör konstruktionens funktionalitet följas upp regelbundet med spårgas

SPECIALFALL I ANSLUTNING TILL BOTTENBJÄLKLAG MOT MARK

Som specialfall behandlas i detta sammanhang följande:

- inbyggda dräneringsdiken på insidan
- radonreparationer
- bottenbjälklag isolerat mot vattentryck.

Dränering på insidan



Åtgärder:

Bottenbjälklaget med fyllning rivs. Vid behov gräver man djupare för att åstadkomma tillräcklig lutning på rören. Vid fastställandet av hur djupt man bör gräva bör man beakta grundplattans läge och eventuell jordtryck till exempel på källarväggar.

De nya dräneringsrören läggs under bottenbjälklaget. För att vatten ska avledas kan det bli aktuellt att skaffa en pumpstation med larm på insidan av byggnaden, om dräneringsvatten annars inte kan avledas bort från byggnaden.

Reparationsmetoden kan tillämpas både på bottenbjälklag mot mark och bottenbjälklag med kryppgrund. Vid bottenbjälklag mot mark rekommenderas det att man lägger radonrör i samband med reparationen.

Väsentligt vid reparationen:

- byggnadsavfall och övrig smuts ska avlägsnas från fyllnaden
- markytans lutning för nya dräneringsrör
- grävsnivåerna väljs så att byggnadens bärförmåga och stabilitet inte äventyras
- dräneringsvatten leds kontrollerat bort från byggnadens undersida

Reparationer med tanke på helheten:

- förnyande av bottenbjälklagskonstruktionen
- byggande av radonrör
- eventuella kapillärbrytningar i vertikala konstruktioner

Risker:

- dräneringsrör kan inte läggas nedanför sulan, och då kan den kapillära stigningen i väggarna fortsätta
- konstruktionen förknippas med sedvanliga risker i anslutning till nybyggnad

Energieffektivitet:

- ingen effekt för byggnadens energiprestanda

Uppföljning av konstruktionens funktion:

- normala åtgärder i anslutning till fastighetsunderhåll

Radonreparationer

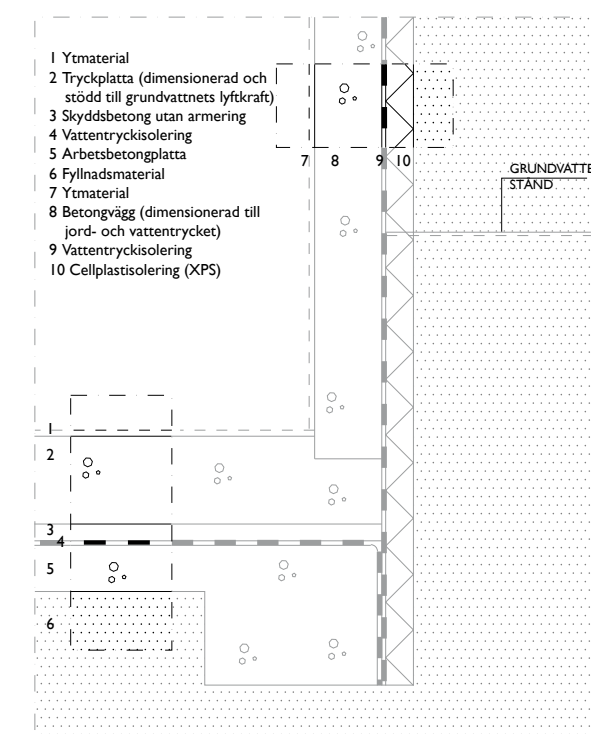
Radonreparationer är exempel på specialfall i anslutning till bottenbjälklag mot mark. När man i samband med reparationer av fukt- och mikroskador förbättrar lufttätheten i konstruktioner mot mark bör man samtidigt granska behovet av radonreparationer. Till radonreparationer hör att täta konstruktionerna, effektivisera ventilationen och att installera specialutrustning, som radonsugare och radonbrunnar. Radonsugare och radonbrunnar är de mest effektiva metoderna. Deras funktion kan effektiviseras ytterligare med ventilationstekniska åtgärder och tätningar. (Pitkäranta (red.), 2016; Arvela, et al., 2012)

Marken under och kring byggnaden är den vanligaste orsaken till förhöjd radonhalt i inneluften. Vid bedömningen av behovet av en radonreparation bör man i första hand utreda radonhalten i inneluften under de tider byggnaden är i användning. Innan man börjar göra radonreparationer bör man dessutom utreda förekomsten av radonrör och hur de fungerar, huruvida ventilationen är tillräcklig och undertrycksregleringen i de utrymmen som är föremål för utredning. Som utgångsuppgifter behövs också uppgifter om jordmånen på byggplatsen och dess förmåga att släppa igenom luft.

I bottenbjälklag kan radon läcka via anslutningar mellan bottenplattan, sockeln/mellanväggar och pelare samt på ställen där rör och ledningar dragits genom bottenbjälklaget.

Mer material om radonreparationer finns på Strålsäkerhetscentralens (STUK) webbplats.

Bottenbjälklag isolerade mot vattentryck



Vattentryckisolerering har i allmänhet genomförts med bitumenmembraner, isoleringsmassa, bentonit eller vattentäta betongkonstruktioner. Man bör undvika genomföringar och dilatationsfogar i konstruktioner isolerade mot vattentryck.

Det är mycket svårt att reparera vattentryckisolerade bottenbjälklagskonstruktioner i efterhand. Skador på konstruktionerna som beror på att vattentryckisoleringen läckt kan vara motsvara en situation där det brister i dräneringen. Vattentryck som belastar konstruktionen gör reparationerna besvärliga och det är svårt att få bort vattentrycket mot konstruktionen för den tid reparationerna ska utföras.

Bilaga 2.2

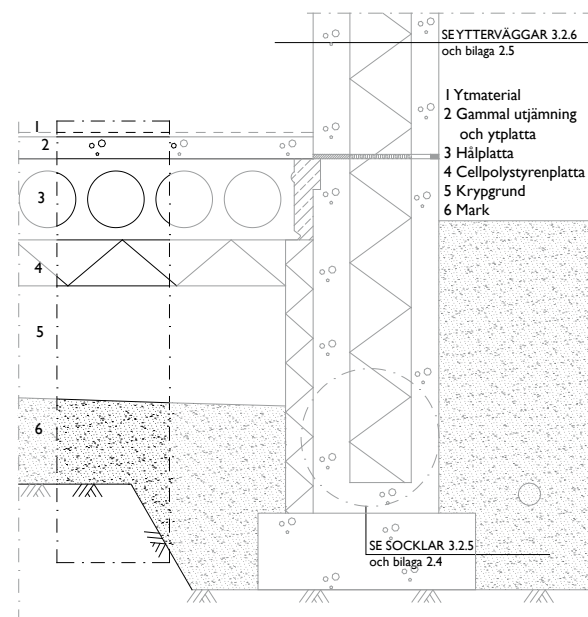
Metoder för reparation av bottenbjälklag med kryppgrund

I den här bilagan behandlas följande bottenbjälklag:

- Bottenbjälklag i betong med kryppgrund
 - värmeisolering under den bärande konstruktionen
 - värmeisolering på den bärande konstruktionen
- Bottenbjälklag av trä med kryppgrund
 - bottenbjälklag där värmeisoleringen består av organiskt material (s.k. traditionella, ventilerade bottenbjälklag).
 - bottenbjälklag där värmeisoleringen utgörs av oorganiskt material eller andra moderna värmeisoleringsmaterial (s.k. moderna ventilerade bottenbjälklag).

BOTTENBJÄLKLAG I BETONG MED KRYPPGRUND, VÄRMEISOLERING UNDER DEN BÄRANDE KONSTRUKTIONEN

Ursprunglig konstruktion

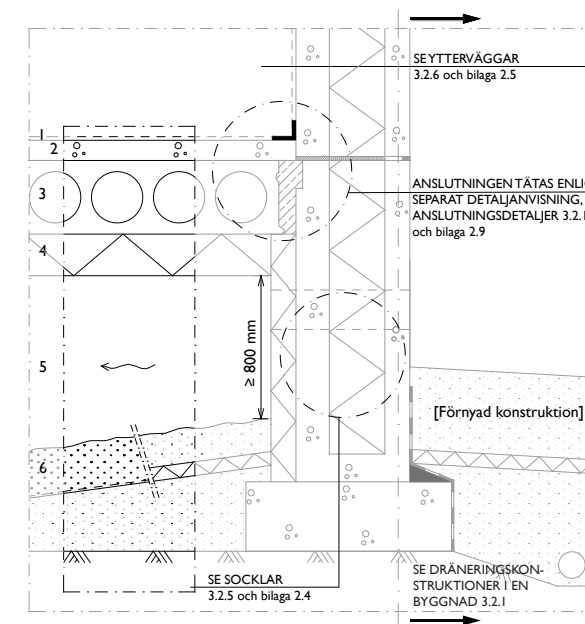


I ett bottenbjälklag i betong med kryppgrund är konstruktionen i sig i allmänhet lufttät, eftersom den bärande plattan har fast i grundmuren. Luft kan läcka till exempel vid inspektionsluckorna till kryppgrunden, genomföringar för fastighetstekniken samt håldäckens fogar.

A Konstruktionen förnyas i sin helhet

I praktiken är det tekniskt omöjligt att fullständigt förnya ett bärande bottenbjälklag i armerad betong med kryppgrund.

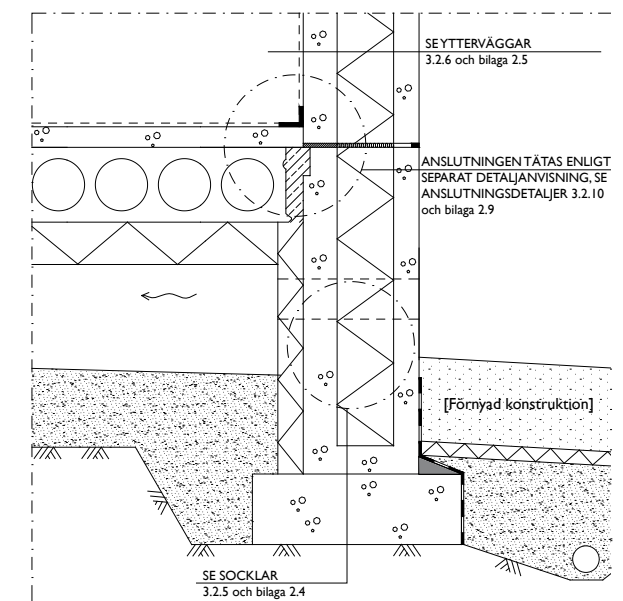
B Förbättring av grundbottens värmeisolering



- 1 Nytt yrmaterial och tätningsreparation / gammalt yrmaterial
- 2 Gammal utjämning och ytplatta
- 3 Hålpattor
- 4 Cellpolystyrenplatta
- 5 Förhöjd kryppgrund
- 6 Nytt fyllnadsmaterial (kapillärbrytande grus + tjälskydd eller lättklinker + filterduk)

fortsätter

C Golvkonstruktionens lufttätet förbättras



Åtgärder:

Anslutningar mellan betongplattan och väggen samt olika genomföringar tätas medelst ändamålsenliga materialkombinationer. Förbättring av lufttäteten tillämpas i situationer där förorenad luft kan strömma från kryppgrunden genom bottenbjälklaget till inneluften. Tätningen skall göras med metoder som lämpar sig för ändamålet med beaktande av materialens vattenånggenomsläpplighet. Tillvägagångssätt

fortsätter

B Förbättring av grundbottens värmeisolering

Åtgärder:

Organiska ämnen, byggavfall och kapillärt jordmaterial som möglar eller förmultnar avlägsnas från marken till ca 200 mm. På botten breder man ut ett lager av t.ex. lättklinker, som fungerar både som kapillärbrytning och värmeisolering, eller ett lager makadam och ovanpå det cellplastskivor (EPS) som värmeisolering. Ovanpå cellplastskivorna läggs ett 100 mm tjockt skikt av kapillärbrytande grus. Genomföringarna i konstruktionen tätas underifrån och vid behov repareras värmeisoleringen.

Det främsta syftet med reparationen är att väsentligt minska den fukt som stiger från marken till kryppgrunden. Därigenom förbättras förhållandena i kryppgrunden. Vid behov läggs dräneringsrör i grundbotten, se bilaga 2.1.

Väsentligt vid reparationen:

- eventuellt byggnadsavfall och övrigt organiskt material ska avlägsnas från kryppgrunden
- ytorna på anslutande vertikala konstruktioner ska rengöras omsorgsfullt
- värmeisoleringen mot marken ska vara enhetliga
- en ingång ska öppnas till kryppgrunden

Reparationer med tanke på helheten:

- säkerställande av lufttätheten mellan golvet och väggen
- om möjligt ska marken utanför sänkas och sluttas bort ifrån byggnaden
- förbättring av ventilationen i kryppgrunden/säkerställande av att ventilationen fungerar som planerat
- säkerställande av att vatten leds bort från falssockeln

Risker:

- lufttätheten kan inte upprätthållas under hela den planerade livslängden

Energieffektivitet:

- på vintern gör värmeisoleringen mot marken kryppgrunden svalare, men det har ingen praktisk betydelse för energiförbrukningen i byggnaden

Uppföljning av konstruktionens funktion:

- efter en tätning bör konstruktionens funktionalitet följas upp regelbundet med spårgas
- skicket på kryppgrunden bör kontrolleras regelbundet

C Golvkonstruktionens lufttäthet förbättras

tet och ytmaterialet ska dock alltid väljas specifikt för den aktuella situationen.

En konstruktions lufttäthet förbättras i allmänhet inifrån (varma insidan av byggnaden). Lufttätheten kan också förbättras via kryppgrunden till exempel så att man med ett spruta polyuretanskum på bottenbjälklagets undersida, de vertikala konstruktionerna och deras anslutningar. Föreskrifterna om brandsäkerhet ska tas i beaktande vid valet av material. Lösningen lämpar sig till exempel i situationer där betongen är av dålig kvalitet eller där kryppgrunden gränsar till en renmurad tegelvägg som konstaterats ha dålig lufttäthet. Polyuretanskummet förbättrar också konstruktionens värmeisolering och samt minskar dess vattenånggenomsläpplighet.

Om det förekommer breda sprickor i golvkonstruktionen ska man utreda vad de beror på och välja reparationssätt därefter (t.ex. injektering).

Väsentligt vid reparationen:

- förbättringen av golvkonstruktionens lufttäthet ska genomföras som en helhet: om inte alla läckande ställen tätas kan det leda till att mer luft läcker via de otäta ställen som blir kvar, och då kan det hända att till och med mer föroreningar transporteras till inneluften jämfört med utgångsläget

Reparationer med tanke på helheten:

- om möjligt ska marken utanför sänkas och sluttas bort ifrån byggnaden
- förbättring av ventilationen i kryppgrunden/säkerställande av att ventilationen fungerar som planerat
- säkerställande av att vatten leds bort från falssockeln
- balansering av ventilationen och/eller åtgärder för att reglera/ordna ventilation i det reparerade utrymmet

Risker:

- lufttätheten kan inte upprätthållas under hela den planerade livslängden

Energieffektivitet:

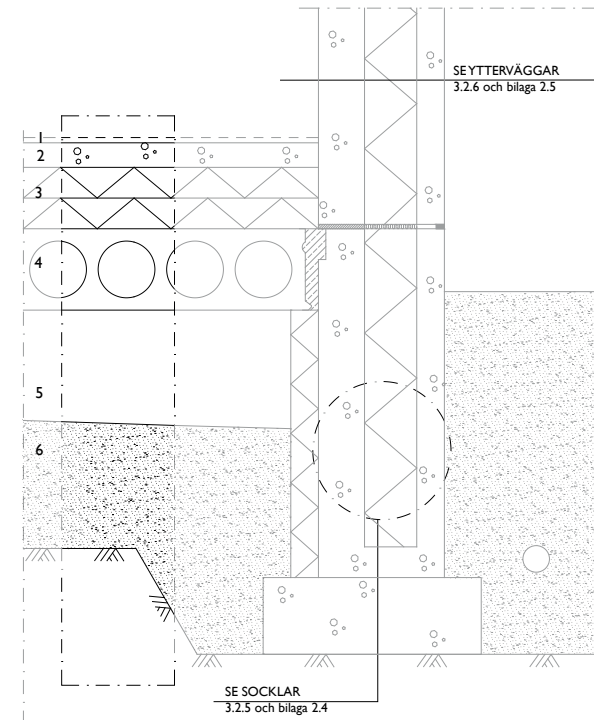
- ändringar i bottenbjälklagets konstruktioner har ringa effekter för energiförbrukningen i byggnaden

Uppföljning av konstruktionens funktion:

- efter en tätning bör konstruktionens funktionalitet följas upp regelbundet med spårgas.
- kryppgrundens kondition bör granskas regelbundet

BOTTENBJÄLKLAG I BETONG MED KRYPPGRUND, VÄRMEISOLERING PÅ DEN BÄRANDE KONSTRUKTIONEN

Ursprunglig konstruktion



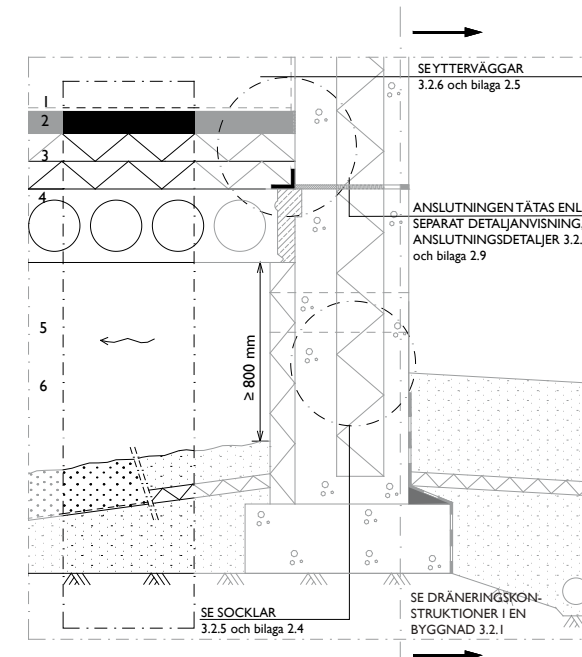
- 1 Ytmaterial
- 2 Vanha pintalaatta
- 3 Gammal värmeisolering
- 4 Gammal bärande hållplattkonstruktion eller på plats gjuten platta av armerad betong
- 5 Krypgrund
- 6 Mark

I ett bottenbjälklag i betong med kryppgrund är konstruktionen i sig i allmänhet lufttät, eftersom den bärande plattan har fast i grundmuren. Luftläckor kan förekomma till exempel vid inspektionsluckorna till kryppgrunden, genomföringarna samt i håldäckens fogar.

A Konstruktionen förnyas i sin helhet

I praktiken är det tekniskt omöjligt att fullständigt förnya ett bärande bottenbjälklag i armerad betong med kryppgrund.

B Golvet ytskikt förnyas (ytplattan och isoleringen rivs)



- 1 Nytt ytmaterial
- 2 Ny ytplatta / gammal ytplatta och tätningsreparation
- 3 Ny värmeisolering
- 4 Gammal bärande hållplattkonstruktion eller på plats gjuten platta av armerad betong
- 5 Reparerad kryppgrund
- 6 Nytt fyllnadsmaterial (kapillärbrytande grus + tjälskydd eller lättklinker + filterduk)

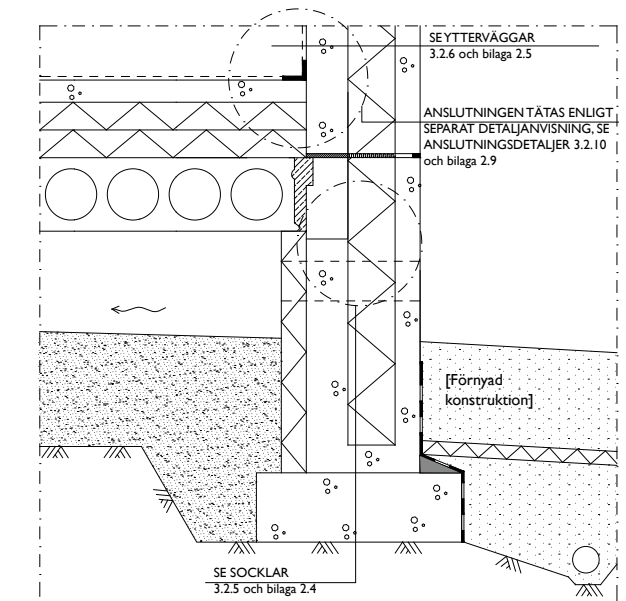
Åtgärder:

Den gamla plattan och värmeisoleringarna ovanpå den bärande betongplattan rivs. Efter att den bärande konstruktionen har torkats och ytan rengjorts ska ytan vid behov avjämnas. Den nya värmeisoleringen appliceras på den torra och rena ytan, varefter man gjuter den nya betongplattan ovanpå. Lufttäteten säkerställs med tätningsreparationer i kanterna av den bärande plattan samt vid håldäckets fogar och genomföringar.

Ytplattan och isoleringarna förnyas vanligen i situationer där en stor mängd fukt kommit in i konstruktionen, till exempel till följd av rörläckage.

Förutom att avlägsna de skadade materialen ovanför den bärande plattan kan man under reparationerna efter behov minska den fukt som stiger till kryppgrunden genom att värmeisolera marken och därigenom förbättra förhållandena i kryppgrunden.

C Golvkonstruktionens lufttätet förbättras



Åtgärder:

Anslutningar mellan ytplattan och väggen samt olika genomföringar tätas medelst ändamålsenliga materialkombinationer. Målet med förbättringen av golvkonstruktionens lufttätet är att förhindra luftströmmar till inneluften genom otäta anslutningar och sprickor från kryppgrunden och möjligtvis mikroskadat isoleringsmaterial. Tätningen skall göras med metoder som lämpar sig för ändamålet med beaktande av materialens vattenånggenomsläpplighet. Tillvägagångssättet och ytmaterialen ska dock alltid väljas specifikt för den aktuella situationen.

Det är också möjligt att belägga en ytplatta i betong med täta material. Om isoleringen är våt bör konstruktionen planeras så att golvbeläggningen är fuktbeständig och vattenånggenomsläpplig. Fukten som torkar inåt avlägsnas från inneluften med effektiv ventilation. Tillvägagångssättet och ytmaterialen ska dock alltid väljas specifikt för den aktuella situationen. Om det förekommer breda sprickor i ytplattan ska man utreda vad de beror på och välja reparationsätt därefter (t.ex. injektering).

fortsätter

fortsätter

B Golvet ytskikt förnyas (ytplattan och isoleringen rivs)

Väsentligt vid reparationen:

- att fukt stiger från plattan eller värmeisoleringen till de nedre delarna av väggarna; fuktstigning bör förhindras med brytande skikt och eventuella fuktskador bör repareras
- ytorna på anslutande vertikala konstruktioner ska rengöras omsorgsfullt
- den nya betongplattan och den fukt som sugts upp av underliggande konstruktioner skall torka tillräckligt mycket innan den nya betongplattan beläggs

Reparationer med tanke på helheten:

- säkerställande av lufttätheten mellan golvet och väggen
- om möjligt ska marken utanför sänkas och sluttas bort ifrån byggnaden
- förbättring av ventilationen i kryppgrunden/säkerställande av att ventilationen fungerar som planerat
- säkerställande av att vatten leds bort från falssockeln
- balansering av ventilationen i lokalen och/eller åtgärder för att rätta till/ordna ventilation i den reparerade byggnaden eller det reparerade utrymmet

Risker:

- lufttätheten kan inte upprätthållas under hela den planerade livslängden
- i reparationsmetoden bör motsvarande risker beaktas som i nybygge, till exempel beläggning av en fuktig yta

Energieffektivitet:

- ändringar i bottenbjälklagets konstruktioner har ringa effekter för energiförbrukningen i byggnaden

Uppföljning av konstruktionens funktion:

- efter en tätning bör konstruktionens funktionalitet följas upp regelbundet med spårgas
- kryppgrundens kondition bör granskas regelbundet

C Golvkonstruktionens lufttäthet förbättras

Väsentligt vid reparationen:

- de gamla mellanväggarna har kanske byggts ovanpå en bärande betongplatta och då kan fukt ha överförts från plattan till de nedre delarna av väggarna; man bör förhindra att fukt stiger till mellanväggskonstruktionerna och reparera fuktskador som eventuellt redan uppkommit
- tätningsarbetet bör utföras systematiskt och övergripande: om det blir kvar läckage kan de förorenade luftströmmarna till ineluften till och med öka jämfört med utgångsläget
- man bör tänka på att de konstruktioner som rivs kan innehålla skadliga ämnen

Reparationer med tanke på helheten:

- om möjligt ska marken utanför sänkas och sluttas bort ifrån byggnaden
- förbättring av ventilationen i kryppgrunden/säkerställande av att ventilationen fungerar som planerat
- säkerställande av att vatten leds bort från falssockeln
- balansering av ventilationen och/eller åtgärder för att reglera/ordna ventilation i det reparerade utrymmet

Risker:

- skadan utvecklas om inte extern fuktbelastning samtidigt minskas
- lufttätheten kan inte upprätthållas under hela den planerade livslängden
- skadat material blir kvar i konstruktionen

Energieffektivitet:

- ändringar i bottenbjälklagets konstruktioner påverkar i sig inte byggnadens energiförbrukning

Uppföljning av konstruktionens funktion:

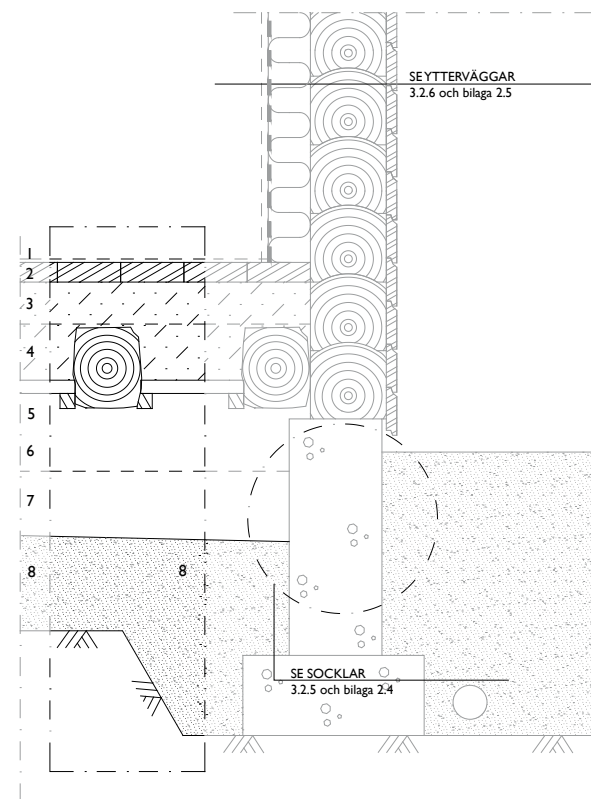
- efter en tätning bör konstruktionens funktionalitet följas upp regelbundet med spårgas
- kryppgrundens kondition bör granskas regelbundet

BOTTENBJÄLKLAG I TRÄ MED KRYPPGRUND

Det är vanligt att det förekommer höga mikrohalter på den nedre delen av bottenbjälklag i trä. Konditionsundersökaren och reparationsprojekteraren ska varje gång undersöka vilken betydelse de har för inneluften.

BOTTENBJÄLKLAG DÄR VÄRMEISOLERINGEN UTGÖRS AV ORGANISKT MATERIAL (S.K. TRADITIONELLA VENTILERADE BOTTENBJÄLKLAG)

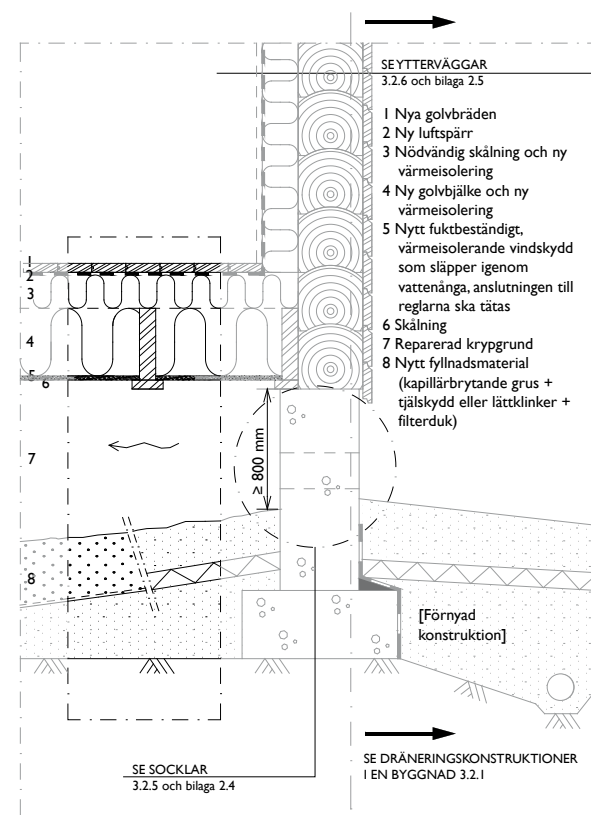
Ursprunglig konstruktion



- 1 Gammal ytmaterial
- 2 Gamla golvplankor och gammalt tjärpapper
- 3 Gammal skålning + gammal värmeisolering, eventuellt gammalt tjärpapper
- 4 Gammal golvbjälke + gammal värmeisolering (t.ex. halm, sand, torv, mossa, kutterispån)
- 5 Underlagspanel som bär värmeisoleringen
- 6 Eventuell gammal tvärbalk
- 7 Krypgrund
- 8 Mark

Lufttätheten i s.k. traditionella bottenbjälklag av trä med kryppgrund brukar i allmänhet vara dålig. Om en omfattande fukt- och mikrobskada har konstaterats i konstruktionen och det finns rötskador på de bärande konstruktionerna, är det främsta alternativet att riva och bygga upp konstruktionen på nytt.

A Konstruktionen förnyas



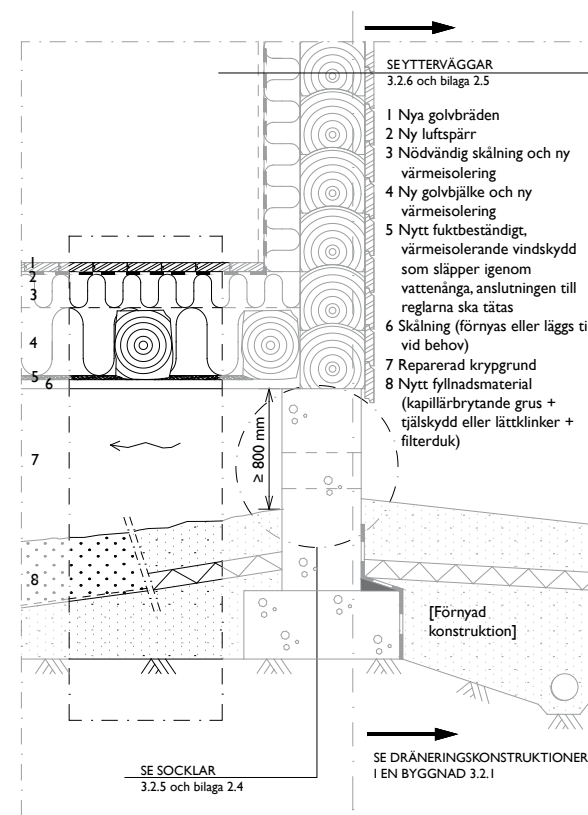
Åtgärder:

Hela bottenbjälklaget med värmeisolering och golvbjälkar rivs. Allt organiskt material, byggavfall och gamla värmeisoleringar som kan mögla eller förmultna avlägsnas. Markytan utanför bygganden sänks om möjligt, dräneringen förnyas och ventilationen i kryppgrunden förbättras.

Vid projektering av reparationer bör man beakta de anslutande konstruktionerna. Vid rivning av bärande och stabiliserande konstruktioner ska man planera hur de ska stödas under arbetet.

fortsätter

B Delar av konstruktionen repareras



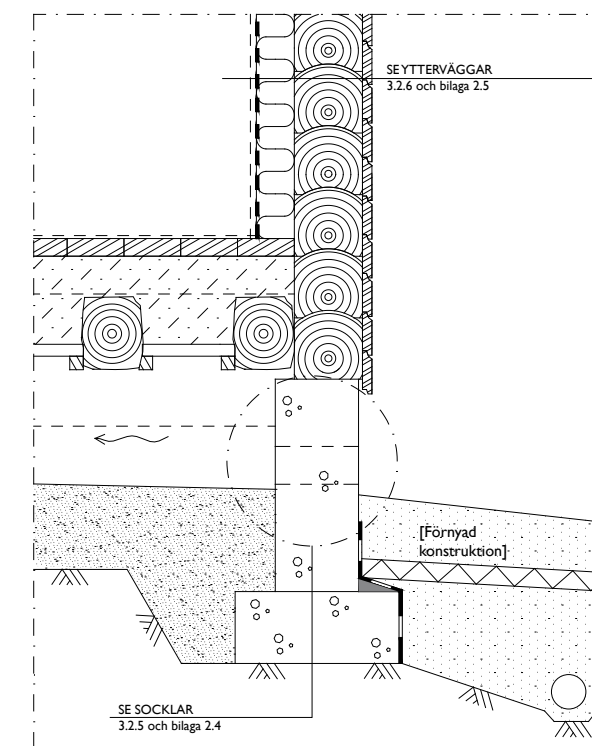
Åtgärder:

Allt organiskt material, byggavfall och gamla värmeisoleringar som kan mögla eller förmultna avlägsnas från golvkonstruktionen. Befintliga golvbjälkar bevaras men rengörs mekaniskt. Lokala rötskador på golvbjälkarna (till exempel mellan en bjälke och grundmuren) repareras så att de förnyas till behövliga delar och orsaken till rötskadan elimineras. Golvkonstruktionens lufttäthet förbättras genom att man monterar en enhetlig luftspärr som förhindrar luftströmmar från kryppgrunden in i huset.

Det främsta syftet med reparationen är att väsentligt minska den fukt som stiger från marken till kryppgrunden. Därigenom förbättras förhållandena i kryppgrunden. Syftet

fortsätter

C Lufttätheten i konstruktionen förbättras



Åtgärder:

Lufttätheten i ett bottenbjälklag i trä med kryppgrund kan förbättras genom tätning av överlappningar och genomföringar i ång- och luftspärrar. Dessutom kan golvbeläggningen ersättas med ett lufttätt material. Träkonstruktioner bör inte tätas med tätskiktssmassa, eftersom tätningar som görs enbart på anslutningar inte gör hela konstruktionen lufttät. Syftet med förbättringar av lufttätheten är att förhindra luftströmmar från kryppgrunden till inneluften.

fortsätter

A Konstruktionen förnyas

Väsentligt vid reparationen:

- allt material som kan mögla eller förmultna samt skadliga ämnen avlägsnas
- den nya golvkonstruktionen är lufttät och fogas tätt samman med de vertikala konstruktionerna
- grundbotten värmeisolerar
- krypgrundens ventilationen säkerställs

Reparationer med tanke på helheten:

- säkerställande av lufttäteten mellan golvet och väggen
- om möjligt ska marken utanför byggnaden sänkas och sluttas bort ifrån byggnaden
- förbättring av ventilationen i krypgrunden/säkerställande av att ventilationen fungerar som planerat
- balansering av ventilationen i lokalen och/eller åtgärder för att rätta till/ordna ventilation i den reparerade byggnaden eller det reparerade utrymmet

Risker:

- skadade material avlägsnas, i övrigt är riskerna samma som i nybyggnad

Energieffektivitet:

- värmeisoleringen och bottenbjälklagets lufttätet blir bättre och därmed kan man anta att byggnaden också blir mer energieffektiv

Uppföljning av konstruktionens funktion:

- fastighetsunderhållets normala åtgärder

B Delar av konstruktionen repareras

är också att avlägsna skadat material ända till den bärande konstruktionen.

Vid valet av material för vindskydd i bottenbjälklaget bör man beakta skivans vattenånggenomsläpplighet, styvhet och fuktbeständighet. Dessutom bör skivan hålla mot gnagare. En vindskyddsskiva får inte fungera som ångspärr i konstruktionen eftersom den ligger på konstruktionens kalla yta.

Väsentligt vid reparationen:

- luftspärren ska vara enhetlig, den ska appliceras tillräckligt högt mot väggen bakom golvlisten och fästas på väggen
- om de nya värmeisoleringsarnas hygroskopiska egenskaper är avsevärt sämre än de gamla, behöver konstruktionen en ångspärr
- ytliga röt- och mikrobskador på golvbjälkarna avlägsnas och konstruktionernas bärförmåga kontrolleras
- när värmeisoleringen i bottenbjälklaget blir klart bättre jämfört med den ursprungliga konstruktionen kommer krypgrunden att vara kallare året runt; det höjer den relativa fuktigheten i krypgrunden särskilt sommardag
- materialet för vindskydd bör stödas och fästas på varje sida så att inga skadliga böjningar uppkommer, anslutningarna tätas

Reparationer med tanke på helheten:

- säkerställande av lufttäteten mellan golvet och väggen
- om möjligt ska marken utanför byggnaden sänkas och sluttas bort ifrån byggnaden
- förbättring av ventilationen i krypgrunden/säkerställande av att ventilationen fungerar som planerat
- balansering av ventilationen i lokalen och/eller åtgärder för att rätta till/ordna ventilation i den reparerade byggnaden eller det reparerade utrymmet

Risker:

- skadade material avlägsnas, i övrigt är riskerna samma som i nybyggnad

Energieffektivitet:

- värmeisoleringen och bottenbjälklagets lufttätet blir bättre och därmed kan man anta att byggnaden också blir mer energieffektiv

Uppföljning av konstruktionens funktion:

- fastighetsunderhållets normala åtgärder
- krypgrundens kondition bör granskas regelbundet

C Lufttäteten i konstruktionen förbättras

Väsentligt vid reparationen:

- en träkonstruktion kan aldrig bli fullständigt lufttät (men under golvytan kan en luftspärr appliceras för att förbättra lufttäteten)
- luftspärren ska vara enhetlig, den ska appliceras tillräckligt högt mot väggen bakom golvlisten och fästas på väggen

Reparationer med tanke på helheten:

- den byggnadsfysikaliska funktionen ska säkras med hjälp av beräkningar
- säkerställande av lufttäteten mellan golvet och väggen
- om möjligt ska marken utanför byggnaden sänkas och sluttas bort ifrån byggnaden
- förbättring av ventilationen i krypgrunden/säkerställande av att ventilationen fungerar som planerat
- balansering av ventilationen i lokalen och/eller åtgärder för att rätta till/ordna ventilation i den reparerade byggnaden eller det reparerade utrymmet

Risker:

- golvbjälklaget blir inte lufttätt och föroreningar kan spridas till inneluften

Energieffektivitet:

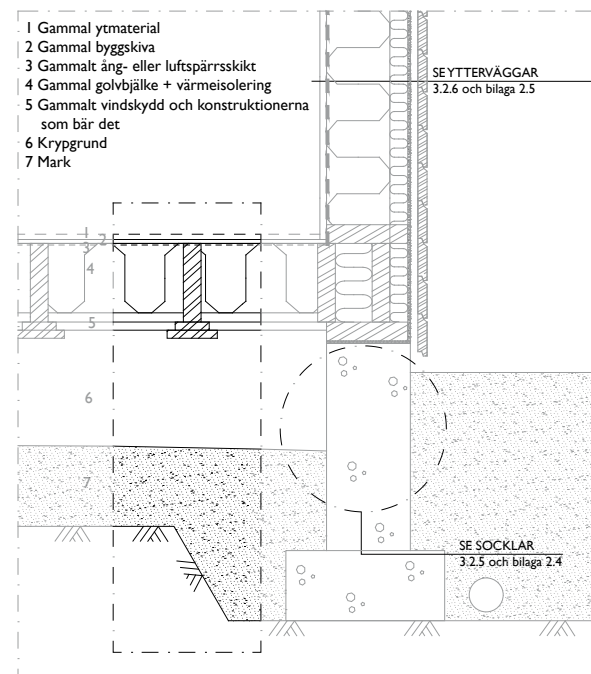
- en tätning av konstruktionen minskar luftläckage och förbättrar därmed byggnadens energiprestanda

Uppföljning av konstruktionens funktion:

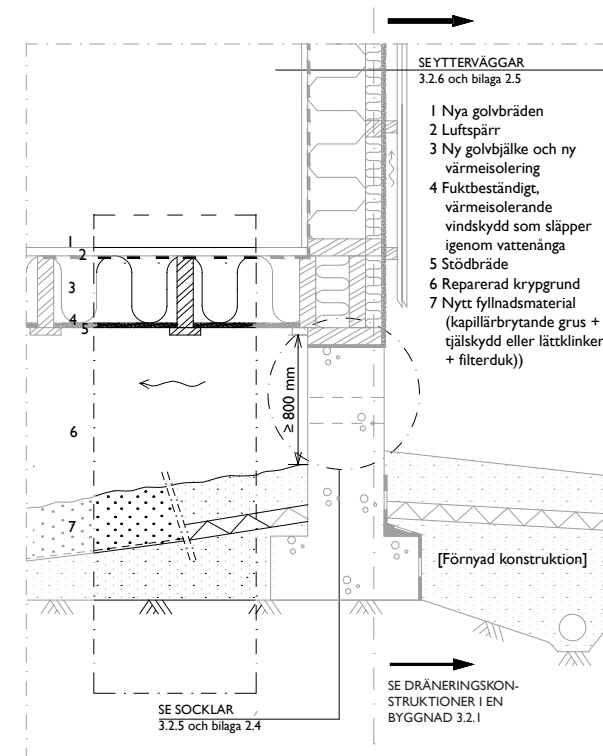
- efter en tätning bör konstruktionens funktionalitet följas upp regelbundet med spårgas

BOTTENBJÄLKLAG DÄR VÄRMEISOLERINGEN UTGÖRS AV OORGANISKT MATERIAL ELLER ANDRA MODERNA VÄRMEISOLERINGSMATERIAL (S.K. MODERNA VENTILERADE BOTTENBJÄLKLAG)

Ursprunglig konstruktion



A Konstruktionen förnyas



Åtgärder:

Hela golvkonstruktionen med värmeisolering och golvbjälkar rivs. Allt organiskt material, byggavfall och gamla värmeisoleringar som kan mögla eller förmultna avlägsnas från marken. Markytan utanför bygganden sänks om möjligt, dräneringen förnyas och ventilationen i krypgrunden förbättras.

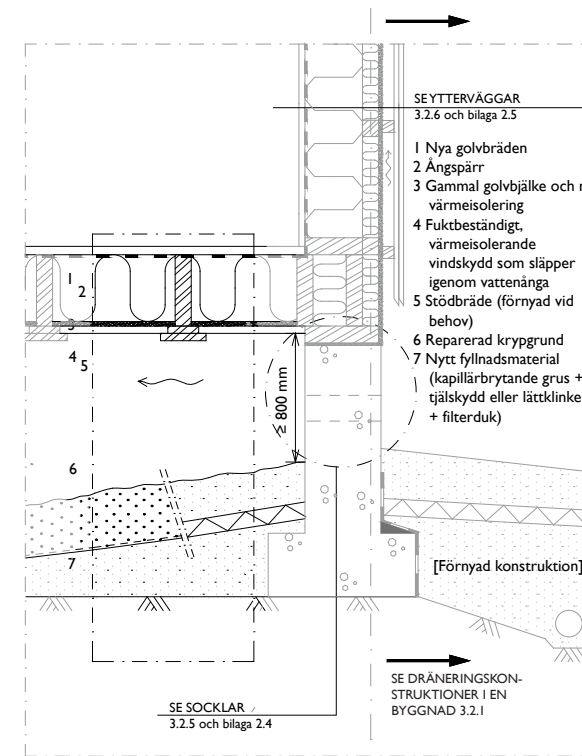
Vid projektering av reparationer bör man beakta de anslutande konstruktionerna. Vid rivning av bärande och stabiliserande konstruktioner ska man planera hur de ska stödas under arbetet.

Väsentligt vid reparationen:

- allt material som kan mögla eller förmultna samt skadliga ämnen avlägsnas
- den nya golvkonstruktionen är lufttät och fogas tätt samman med de vertikala konstruktionerna
- grundbotten värmeisolerar
- krypgrundens ventilationen säkerställs

fortsätter

B Delar av konstruktionen rivs och förnyas



Åtgärder:

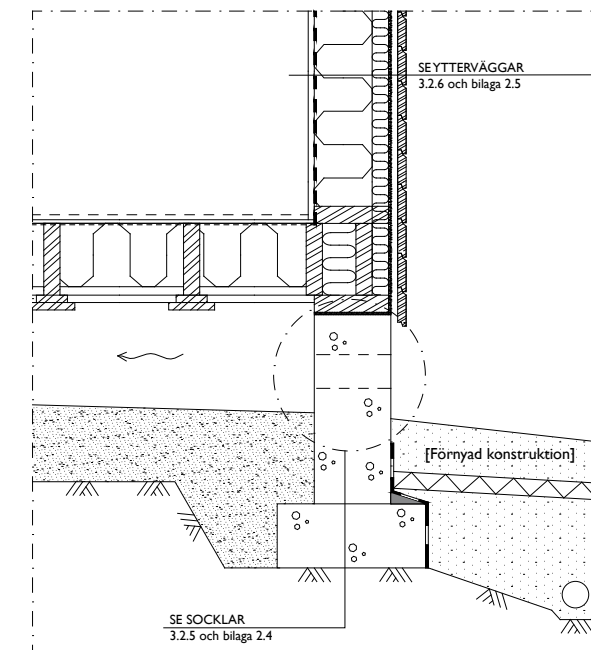
Mikrobskadat material avlägsnas från golvkonstruktionen. Befintliga golvbjälkar bevaras men rengörs mekaniskt och dammsugs. Lokala rötskador på golvbjälkarna repareras så att bjälkarna förnyas till behövliga delar och orsaken till rötskadan elimineras. Golvkonstruktionens lufttätet förbättras genom att man monterar en enhetlig som förhindrar luftströmmar från krypgrunden till inneluften.

Det främsta syftet med reparationen är att väsentligt minska den fukt som stiger från marken till krypgrunden. Därigenom förbättras förhållandena i krypgrunden. Syftet är också att avlägsna skadat material ända till den bärande konstruktionen.

Vid valet av material för vindskydd i bottenbjälklaget bör man beakta skivans vattenånggenomsläpplighet, styvhet och fuktbeständighet. Dessutom bör skivan hålla mot gnagare. En vindskyddsskiva får inte fungera som ångspärr i konstruktionen eftersom den ligger på konstruktionens kalla yta.

fortsätter

C Lufttäteten i konstruktionen förbättras



Åtgärder:

Lufttäteten i ett bottenbjälklag i trä med krypgrund kan förbättras genom tätning av överlappningar och genomföringar i ång- och luftspärrar. Dessutom kan golvbeläggningen ersättas med ett lufttätt material. Träkonstruktioner bör inte tätas med tätskiktsmassa, eftersom tätningar som görs enbart på anslutningar inte gör hela konstruktionen lufttät. Syftet med förbättringar av lufttäteten är att förhindra luftströmmar från krypgrunden till inneluften.

Väsentligt vid reparationen:

- en träkonstruktion kan aldrig bli fullständigt lufttät (men under golvytan kan en luftspärr appliceras för att förbättra lufttäteten)
- luftspärren ska vara enhetlig, den ska appliceras tillräckligt högt mot väggen bakom golvlisten och fästas på väggen

fortsätter

A Konstruktionen förnyas

Reparationer med tanke på helheten:

- säkerställande av lufttättheten mellan golvet och väggen
- om möjligt ska marken utanför byggnaden sänkas och sluttas bort ifrån byggnaden
- förbättring av ventilationen i kryppgrunden/säkerställande av att ventilationen fungerar som planerat
- balansering av ventilationen i lokalen och/eller åtgärder för att rätta till/ordna ventilation i den reparerade byggnaden eller det reparerade utrymmet

Risker:

- skadade material avlägsnas, i övrigt är riskerna samma som i nybyggnad

Energieffektivitet:

- värmeisoleringen och bottenbjälklagets lufttätthet blir bättre och därmed kan man anta att byggnaden också blir mer energieffektiv

Uppföljning av konstruktionens funktion:

- fastighetsunderhållets normala åtgärder

B Delar av konstruktionen rivs och förnyas

Väsentligt vid reparationen:

- luft-/ångspärren ska vara enhetlig, den ska appliceras tillräckligt högt mot väggen bakom golvlisen och fästas på väggen
- ytliga röt- och mikroskador på golvbjälkarna avlägsnas och konstruktionernas bärförmåga kontrolleras
- materialet för vindskydd bör stödas och fästas på varje sida så att inga skadliga böjningar uppkommer, anslutningarna tätas

Reparationer med tanke på helheten:

- säkerställande av lufttättheten mellan golvet och väggen
- om möjligt ska marken utanför byggnaden sänkas och sluttas bort ifrån byggnaden
- förbättring av ventilationen i kryppgrunden/säkerställande av att ventilationen fungerar som planerat
- balansering av ventilationen i lokalen och/eller åtgärder för att rätta till/ordna ventilation i den reparerade byggnaden eller det reparerade utrymmet

Risker:

- skadade material avlägsnas, i övrigt är riskerna samma som i nybyggnad

Energieffektivitet:

- värmeisoleringen och bottenbjälklagets lufttätthet blir bättre och därmed kan man anta att byggnaden också blir mer energieffektiv

Uppföljning av konstruktionens funktion:

- fastighetsunderhållets normala åtgärder

C Lufttättheten i konstruktionen förbättras

Reparationer med tanke på helheten:

- den byggnadsfysikaliska funktionen ska säkras med hjälp av beräkningar
- säkerställande av lufttättheten mellan golvet och väggen
- vid behov och om möjligt ska marken utanför sänkas och sluttas bort ifrån byggnaden
- förbättring av ventilationen i kryppgrunden/säkerställande av att ventilationen fungerar som planerat
- balansering av ventilationen i lokalen och/eller åtgärder för att rätta till/ordna ventilation i den reparerade byggnaden eller det reparerade utrymmet

Risker:

- golvbjälklaget blir inte lufttätt och föroreningar kan spridas till inneluften

Energieffektivitet:

- en tätning av konstruktionen minskar luftläckage och förbättrar därmed byggnadens energiprestanda

Uppföljning av konstruktionens funktion:

- efter en tätning bör konstruktionens funktionalitet följas upp regelbundet med spårgas

Bilaga 2.3

Metoder för reparation av väggar mot mark

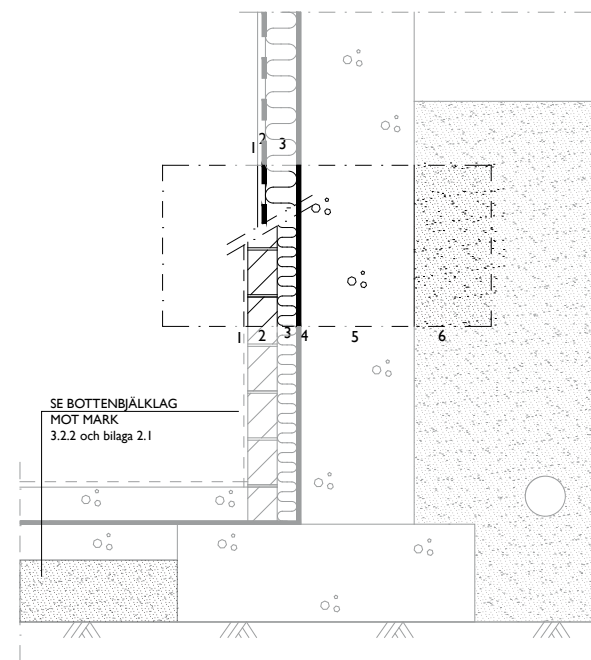
I projekteringslösningarna är det viktigt att beakta användningsändamålet för utrymmen mot mark. På det hela taget bör man undvika att lagra varor mot en vägg mot mark.

I den här bilagan behandlas följande typer av väggar mot mark:

- Betongvägg vars insida ursprungligen haft bitumenstrykning, eventuell värmeisolering och skalmur eller reglad skivbeklädnad
- Betongvägg mot mark som har fukt- och värmeisolering på ytterytan
- Specialfall
 - väggar mot mark som är delvis ovanför markytan
 - väggar mot mark som i stadsområden gränsar mot gatan
 - våtrum mot en betongvägg mot mark
 - användning av dränerande värmeisolering.

BETONGVÄGG VARS INSIDA URSPRUNGLIGEN HAFT BITUMENSTRYKNING, EVENTUELL VÄRMEISOLERING OCH SKALMUR ELLER REGLAD SKIVBEKLÄDNAD

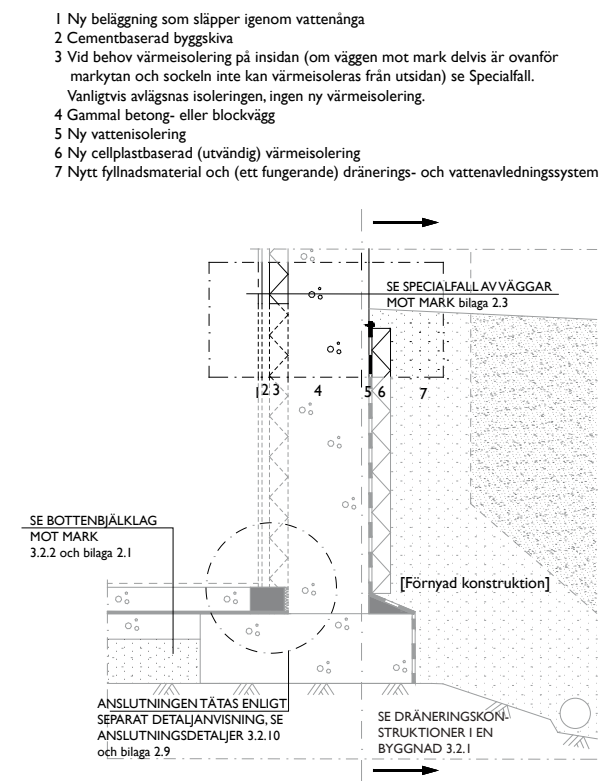
Ursprunglig konstruktion



- 1 Gammal skälad skivbeklädnad
 - 2 Eventuell gammal ångspärr
 - 3 Eventuell gammal extra värmeisolering
 - 4 Gammal bitumenbeströkning
 - 5 Gammal betong- eller blockvägg
 - 6 Gammal fyllnad invid grundmuren
- 1 Gammal ytbehandling
 - 2 Gammal skalmur
 - 3 Gammal eventuell luftspalt och eventuell värmeisolering
 - 4 Gammal bitumenbeströkning
 - 5 Gammal betong- eller blockvägg
 - 6 Gammal fyllnad invid grundmuren

fortsätter

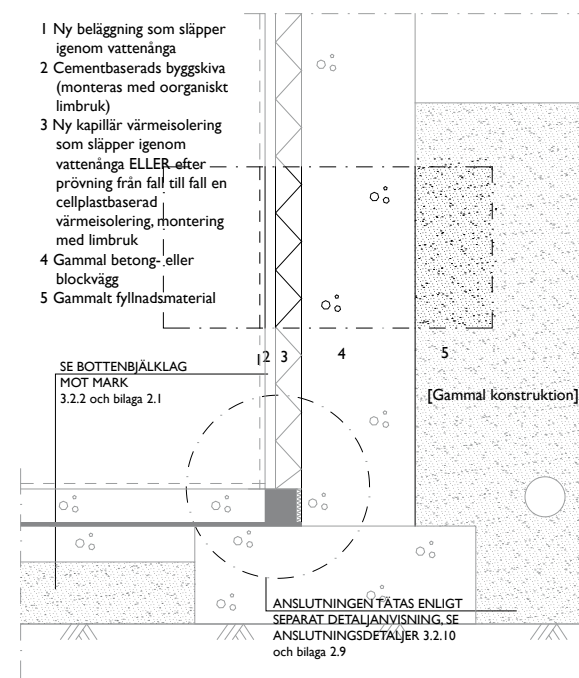
A Rivning av konstruktionen från insidan, montering av värme- och vattenisolering på utsidan



- 1 Ny beläggning som släpper igenom vattenånga
- 2 Cementbaserad byggskiva
- 3 Vid behov värmeisolering på insidan (om väggen mot mark delvis är ovanför markytan och sockeln inte kan värmeisoleras från utsidan) se Specialfall. Vanligtvis avlägsnas isoleringen, ingen ny värmeisolering.
- 4 Gammal betong- eller blockvägg
- 5 Ny vattenisolering
- 6 Ny cellplastbaserad (utvändig) värmeisolering
- 7 Nytt fyllnadsmaterial och (ett fungerande) dränerings- och vattenavledningssystem

fortsätter

B Konstruktionen rivs till den bärande konstruktionen, ny värmeisolering på insidan



- 1 Ny beläggning som släpper igenom vattenånga
- 2 Cementbaserad byggskiva (monteras med oorganiskt limbruk)
- 3 Ny kapillärvärmeisolering som släpper igenom vattenånga ELLER efter prövning från fall till fall en cellplastbaserad värmeisolering, montering med limbruk
- 4 Gammal betong- eller blockvägg
- 5 Gammalt fyllnadsmaterial

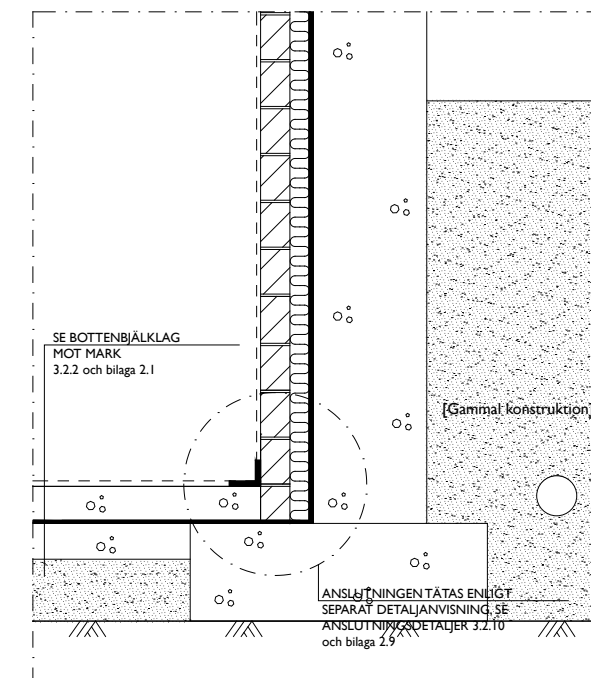
Åtgärder:

Materialen avlägsnas ända till den bärande konstruktionen. Det rekommenderas att bitumen på betongens inre yta tas bort (eventuella förekomster av PAH-föreningar och asbest bör utredas) med tanke på eventuella PAH-utsläpp eller mikrobiell tillväxt. Väggekstruktionen rengörs och torkas.

De nya ytskikten väljs utifrån nivån på fuktbelastningen på konstruktionen och byggnadsfysikaliska beräkningar. Hurdana material som lämpar sig för reparationen beror på var värmeisoleringen och tätskiktet finns i förhållande

fortsätter

C Lufttäteten i väggkonstruktionen förbättras



Åtgärder:

Anslutningar mellan den övre plattan och väggen samt olika genomföringar tätas med lämpliga materialkombinationer. En skalmur av tegel släpper igenom luft via sprickor och fogar. För att förhindra okontrollerade luftläckage bör man i allmänhet behandla hela den inre ytan av ett skalmur till exempel med ett vattenisoleringsystem, epoxibeläggning eller ett beläggningssystem som släpper igenom vattenånga. I det sistnämnda ingår även förstärkning med

fortsätter

Ursprunglig konstruktion

Bilden på sidan 144 visar en typisk tegelbeklädd vägg mot mark i en källarvåning och en typisk anslutning till botenbjälklaget. I en konstruktion av det här slaget har man vanligen haft bitumen som isolering på insidan av betongkonstruktionen, mineralull eller cementbunden trullskiva som värmeisolering samt ett lager tegelblock på insidan. Värmeisoleringen och skalmuren kan finnas ovanpå plattan mot mark eller alternativt kan väggens värmeisolering och tegelvägg gå ner under golvet mot mark. I bägge fallen kan värmeisoleringen på insidan av väggen mot mark få mikroskador med tiden, allteftersom tätskiktet föråldras och isoleringsförmågan försämras av kapillärfukt som stiger från marken. Det kan finnas mikroskador på väggen även om man inte skulle ha använt någon värmeisolering i konstruktionen.

A Rivning av konstruktionen från insidan, montering av värme- och vattenisolering på utsidan

Åtgärder:

Den gamla bitumenstrykningen, värmeisoleringen och skalmuren rivs. Väggen mot mark vatten- och värmeisoleras från utsidan. I det sammanhanget förnyas dräneringen, och regnvattenavloppen samt repareras markslutningen bort från byggnaden. På det sättet förhindrar man att fukt tränger in i konstruktionen utifrån.

Utanför byggnaden ska jord grävas bort ända ner till en nivå nedanför fundamentet. I schaktslänterna ska man beakta schaktets djup och jordarten (t.ex. enligt RIL 263-2014 (Kaivanto-ohje)). Därefter rivs konstruktionerna på insidan ända till betongytan. Den väggkonstruktion som ska bli kvar torkas för att få bort överflödigt vatten/överflödig fukt. Schaktet på utsidan ska skyddas mot regn.

Reparationsmetoden förbättrar konstruktionens byggnadsfysikaliska funktion avsevärt. En reparation på utsidan är befogad åtminstone i situationer där man väsentligt ändrar användningsändamålet för utrymmena i källarvåningen jämfört med det ursprungliga, där väggarna mot mark utsätts för en stark fuktbelastning från marken eller om det i källarvåningen finns eller kommer att finnas utrymmen där man vistas en längre tid, som bostadsrum eller klassrum.

Om det handlar om en icke-avjämnad blockmur ska den jämnas över. Avjämnningen ska vara hel och slät för att tätskiktet och värmeisoleringarna ska kunna fästas på ett tillförlitligt sätt.

Mot grundmuren läggs ett tätskikt som ska gå ända till nedre kanten av sulan. På tätskiktet monteras en cellplastbaserad värmeisolering och schaktet fylls till behövliga delar med dräneringsgrus. Dräneringskonstruktioner på utsidan beskrivs närmare i kapitel 3.2.1 *Dräneringskonstruktioner i en byggnad*.

Om en del av en vägg mot mark är ovanför markytan, ska den delens värmeisolering behandlas skilt för sig. Synpunkter om det följer i slutet av denna bilaga, under punkten Specialfall i fråga om väggar mot mark.

Det rekommenderas att insidan av väggen stryks med målarfärg som släpper igenom vattenånga. Eventuell gammal bitumenbetrykning eller resterna av sådan ska avlägsnas. I det sammanhanget bör man tänka på att materialet kan innehålla skadliga ämnen.

Viktigt med tanke på en lyckad reparation:

- elinstallationer på ytterväggen ska göras på ytan för att en eventuell värmeisolering på insidan ska hållas hel
- konstruktionerna ska torka innan värmeisolering monteras, projekteraren fastställer granskningsmetoderna och maximivärdena för den relativa fuktigheten i konstruktionen

Reparationer med tanke på helheten:

- säkerställande av lufttäteten i anslutningen mellan golvet och väggen

fortsätter

B Konstruktionen rivs till den bärande konstruktionen, ny värmeisolering på insidan

till den bärande konstruktionen. Material som möglar eller murknar av fukt bör under inga omständigheter användas, utan värmeisoleringarna på insidan ska ersättas med material som tål fuktbelastning. I situationer där en väggkonstruktion saknar vattenisolering helt och hållet eller där isoleringen finns inuti konstruktionen är det bäst att som värmeisolering välja ett kraftigt kapillärt material som släpper bra igenom vattenånga, såsom en kalciumsilikatskiva (högst 50 mm isolering) (Heiskanen R., 2017). På det sättet blir det möjligt för konstruktionen att torka. Isoleringstjockleken bör kontrolleras i förhållande till kalciumsilikatskivan.

I konstruktioner mot mark där det gamla tätskiktet finns på konstruktionens ytteryta och det inte finns någon gammal värmeisolering på väggens utsida, bör man som värmeisolering på insidan av konstruktionen inte använda material som har stort motstånd mot vattenånga (EPS, XPS), utan som värmeisolering på insidan även i detta fall använda starkt kapillärt material som släpper bra igenom vattenånga, som kalciumsilikatskiva (isoleringstjocklek högst 50 mm). (Heiskanen R., 2017)

I situationer där tätskiktet och värmeisoleringen finns utanför den bärande konstruktionen, kan man som extra värmeisolering på insidan också använda cellplastbaserade material (EPS, XPS), om den relativa fuktigheten i den bärande konstruktionen är på bedömningsdjupet $RH < 80\%$ (Heiskanen R., 2017). Tjockleken på värmeisoleringen beror på mängden isolering på utsidan. Detta bedöms med byggnadsfysikaliska beräkningar.

Värmeisoleringen och dess motstånd mot vattenånga bör granskas från fall till fall med hjälp av byggnadsfysiska kalkyler. Vid planeringen av värmeisolering på insidan bör man alltid beakta var det befintliga tätskiktet finns (utanför eller innanför konstruktionen, eller finns sådan över huvud taget?) och hur den påverkar var daggpunkten uppstår och hur fukten rör sig i konstruktionen. Dessutom bör man beakta konsekvenserna av gammal värmeisolering på utsidan.

De nya värmeisoleringarna fästs på väggen mot mark med oorganiskt limbruk. Avjämnningen görs med cementbaserade produkter och ytan målas med målarfärg som släpper igenom vattenånga.

Anslutningen mellan en platta mot mark och en vägg ska vara lufttät. Anslutningen kan kräva betongreparationer innan den tätas.

Vid en väggkonstruktion mot mark är montering av värmeisoleringen på konstruktionens yttersida alltid det främsta alternativet tekniskt sett. Endast i situationer där det inte är möjligt kan man överväga att montera värmeisoleringen på insidan. Att förnya värmeisoleringarna och det inre skalet blir aktuellt i situationer där det finns flera fukttekniska brister i en väggkonstruktion mot mark och där riskfaktorerna och/eller skadorna är omfattande/har fortskridit långt och/eller man förutsätter att reparationen får en lång livslängd. Valet kan dessutom grunda sig på byggnadsskydd eller

fortsätter

C Lufttäteten i väggkonstruktionen förbättras

fiberduk. Fukt som tränger igenom konstruktionen in i rummet avlägsnas kontrollerat med hjälp av effektiv ventilation. Tätningsmetoden och det ytmaterial som används ska dock alltid väljas specifikt för den aktuella situationen.

Reparationerna syftar till att förhindra skadliga luftläckage från marken och från eventuella mikroskadade material via konstruktionens anslutningar och sprickor till rumsluften. Om isoleringsspalten i en skiktad väggkonstruktion mot mark har luftkontakt med intilliggande rum, bör man beakta detta och även isolera rör- eller elgenomföringar i värmeisoleringsspalten. Isoleringsspalten kan också ha luftkontakt med konstruktioner ovanför.

Förbättringar av lufttäteten i en väggkonstruktion lämpar sig i situationer där det inte finns några betydande sprickor i konstruktionerna och där regnvattenbortledningen och dräneringen på utsidan fungerar. Dessutom ska fuktbelastningen på konstruktionen utifrån närmast vara fukt som transporteras från marken i form av vattenånga (genom diffusion) och det ska inte finnas några mikroskador på konstruktionen. Lösningen lämpar sig inte om fyllningen intill väggen är våt (kapillär fuktbelastning) eller väggen blir våt till exempel på grund av att fukt stiger via sulan.

Det rekommenderas att fönstren i en källarvåning förnyas i samband med förbättringar av väggkonstruktionens lufttätet. På det sättet kan man ytterligare öka sannolikheten för att tätningsreparationen lyckas och förbättra byggnadens energiprestanda. I samband med tätningsreparationer bör man alltid se till att ventilationen i rummet fungerar efter att reparationerna slutförts eftersom tidigare vägar för tilluften via konstruktionernas anslutningar då har gjorts lufttäta.

Det rekommenderas att man inte gör tätningsreparationer på väggarna i en källarvåning, eftersom konstruktionslösningen redan från första början inte fungerar byggnadsfysikaliskt. En tätning försämrar läget eftersom skivkonstruktionen blir fuktig allt snabbare via fuktiga konstruktioner mot mark.

Viktigt med tanke på en lyckad reparation:

- balansering och/eller reparation av ventilationen
- säkerställande av att gamla dränerings- och regnvatten-system fungerar
- säkerställande av att det från luftspalten bakom den konstruktion som ska tätas inte finns någon luftkontakt till utrymmena (dolda genomföringar)

Reparationer med tanke på helheten:

- minskning av fuktbelastningen utifrån i den mån det är möjligt
- förbättringar av lufttäteten i golvkonstruktionen vid behov

fortsätter

A Rivning av konstruktionen från insidan, montering av värme- och vattenisolering på utsidan

- säkerställande av att vatten leds bort från en eventuell falssockel
- balansering av ventilationen och/eller åtgärder för att reglera/ordna ventilation i det reparerade utrymmet

Risker:

- fukt från marken stiger via sulan till väggens nedre del

Energieffektivitet:

- konstruktionen värmeisoleringsförmåga förbättras
- balanseringen av ventilationen kan ha antingen en förbättrande eller en försämrande effekt på energiprestandan, beroende på utgångsläget

Uppföljning av konstruktionens funktion:

- normala kontroller i anslutning till fastighetsunderhåll
- man bör undvika att lagra material mot väggen

B Konstruktionen rivs till den bärande konstruktionen, ny värmeisolering på insidan

andra utseendemässiga skäl, dvs. en utvändig reparation kan inte göras, konstruktionen kan inte göras tjockare eller så är en utvändig reparation inte möjlig med hänsyn till kostnaderna eller schaktandet. Kriterier för valet av reparations sätt är att de utvändiga delarna av väggar mot mark (värmeisoleringar, fyllnader, dränering och avjämningsar av ytan) ska vara hela och fungerande, men till följd av att marken blir varmare går diffusionsströmmen från marken mot konstruktionen. Om dräneringen i byggnadsgrunden behöver förnyas, väljer man reparationsalternativ A. Om en vägg är delvis ovanför markytan, kan det hända att utsidan av väggen behöver göras tjockare med värmeisolering (se kapitel 3.2.5 *Socklar*).

Väsentligt vid reparationen:

- värmeisoleringen bör fästas omsorgsfullt på underlaget för att det inte ska uppkomma någon luftspalt mellan isoleringen och väggen
- om man använder kalciumsilikatskivor bör man tänka på att det finns stora skillnader i kvaliteten och att inte alla skivor på marknaden lämpar sig för värmeisolering på insidan. Vid valet av material bör man säkerställa att skivorna har tillräcklig kapillär vattenabsorptionsförmåga och vattenångpermeabilitet. Anvisningar om hur man väljer skivor bl.a. R. Heiskanen, 2017
- reparationsmetoden för olika anslutningar till väggen (golv, fönster osv.) bör granskas separat (se kapitel 3.2.10 *Anslutningsdetaljer och genomföringar*)
- elinstallationer på ytterväggen ska göras på ytan

Reparationer med tanke på helheten:

- säkerställande av lufttäteten i anslutningen mellan golvet och väggen
- säkerställande av att vatten leds bort från en eventuell falssockel
- i den mån det är möjligt ska marken utanför sluttas bort ifrån byggnaden
- balansering av ventilationen och/eller åtgärder för att reglera/ordna ventilation i det reparerade utrymmet

Risker:

- en luftspalt kan bli kvar mellan den extra värmeisoleringen och väggen, som då kommer att fungera som luftväg till inneluften (och samtidigt kanske som väg för föroreningar)
- dränerings- och regnvattensystemen skadas

Energieffektivitet:

- konstruktionens värmeisoleringsförmåga förbättras något eftersom de nya materialen har bättre värmeisoleringsförmåga jämfört med de ursprungliga
- balanseringen av ventilationen kan ha antingen en förbättrande eller en försämrande effekt på energiprestandan, beroende på utgångsläget

Uppföljning av konstruktionens funktion:

- normala åtgärder i anslutning till fastighetsunderhåll

C Lufttäteten i väggkonstruktionen förbättras

- säkerställande av att vatten leds bort från en eventuell falssockel
- i den mån det är möjligt ska marken utanför sluttas bort ifrån byggnaden
- balansering av ventilationen i lokalen och/eller åtgärder för att rätta till/ordna ventilation i den reparerade byggnaden eller det reparerade utrymmet

Risker:

- lufttäteten bevaras inte under hela den planerade livslängden, alla luftkontakter förbises
- skadat material blir kvar i konstruktionen
- gamla dränerings- och regnvattensystem skadas och fuktstigningen från marken ökar

Energieffektivitet:

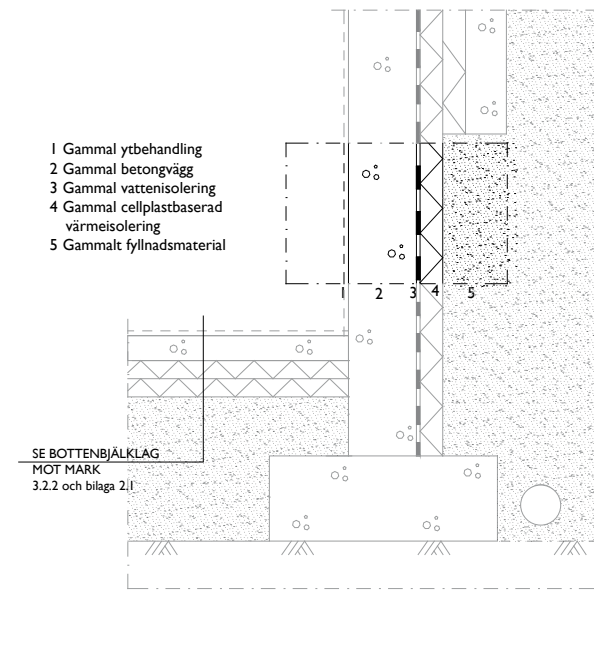
- konstruktionens värmeisoleringsförmåga förblir oförändrad
- om fönstren förnyas i samband med reparationen kommer energiprestandan i konstruktionen att förbättras något
- balanseringen av ventilationen kan ha antingen en förbättrande eller en försämrande effekt på energiprestandan, beroende på utgångsläget

Uppföljning av konstruktionens funktion:

- att reparationen fungerar under hela användningstiden bör kontrolleras med regelbundna uppföljningsmätningar (t.ex. med spårgas)
- man bör undvika att lagra material mot väggen

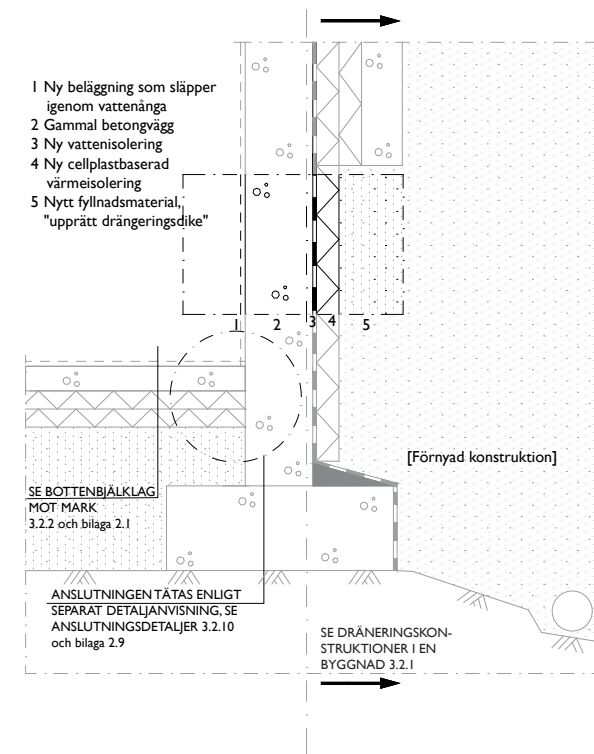
BETONGVÄGG MOT MARK SOM HAR FUKT - OCH VÄRMEISOLERING PÅ YTTERSIDAN

Ursprunglig konstruktion



Bilden ovan visar en typisk betongvägg mot mark med fukt- och värmeisolering på utsidan. Typiska skador är bristande vattenisolering i grundmuren (tätskiktet läcker till exempel vid betongelementens fogar), brister i dräneringen eller i bortledningen av regnvattnet, vilket ger fuktskador på konstruktionen.

A Konstruktionen förnyas grundligt från utsidan



Åtgärder:

Konstruktionens vattenisolering avlägsnas och dräneringskonstruktionerna på utsidan förnyas, ny vattenisolering läggs. På samma gång kan tjockleken på den utvändiga värmeisoleringen ökas för att förbättra konstruktionens U-värde. Utanför byggnaden ska jord grävas bort ända ner till en nivå nedanför fundamentet. Därefter rivs konstruktionerna på insidan ända till betongytan. Den väggkonstruktion som ska bli kvar torkas för att få bort överflödigt vatten/överflödigt fukt. Schaktet på utsidan ska skyddas mot regn.

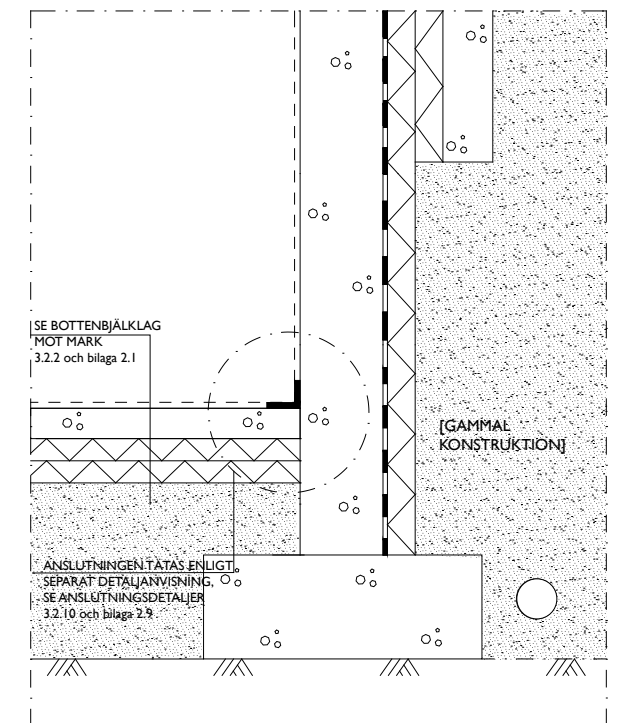
Mot grundmuren läggs ett tätskikt som ska sträckas ända till nedre kanten av sulan. Vid behov görs en fallgjutning ovanpå sulan. På tätskiktet monteras en cellplastbaserad värmeisolering och schaktet fylls till behövliga delar med dräneringsgrus. Det rekommenderas att väggens insida stryks med målarfärg som släpper igenom vattenånga.

fortsätter

B Delar av konstruktionen repareras

Det finns inget alternativ för att bara reparera delar av konstruktionen, eftersom man vid större fuktskador förnyar dräneringen på utsidan och då hör reparationen till kategori A.

C Lufttätheten i väggkonstruktionen förbättras och beläggningen byts till ett material som släpper igenom vattenånga



Åtgärder:

Täta konstruktionsskikt på väggens insida rivs, väggen torkas och rengörs.

Avjämning med cementbaserade produkter, ytan målas med målarfärg som släpper igenom vattenånga. Anslutningen mellan en platta mot mark och en vägg samt olika genomföringar ska vara lufttäta. Vid behov ska anslutningarna tätas med elastiska ändamålsenliga materialkombinationer.

En skada på en källarvägg i betong beror vanligtvis på för tät beläggning på konstruktionens innersida, som gör att fukthalten i konstruktionen ökar till följd av belastningen utifrån (diffusion). Småningom uppnås en kritisk fukthalt där fuktskador som kan ses med ögat börjar uppstå. Målarfärgen flagar och det uppkommer skador på avjämningsmassorna. Dessutom kan det förekomma skadliga luftläckage från marken som för med sig mikrobiella föroreningar till rumsluften. I det här reparationsalternativet är dräneringen i byggnadsgrunden och marklutningarna fungerande i utgångsläget.

Konstruktionen planeras så att väggbeläggningen är öppen för vattenånga och den fukt som genom diffusion når rummet via konstruktionerna avlägsnas under kontrollerade former med hjälp av effektiv ventilation.

fortsätter

A Konstruktionen förnyas grundligt från utsidan

Viktigt med tanke på en lyckad reparation:

- omsorgsfullt utförande av vatten- och värmeisolering i schaktet
- tätning av elementfogar och sprickor i konstruktionen med bitumen/remсор av bitumenmembran

Reparationer med tanke på helheten:

- säkerställande av att vatten leds bort från en eventuell falssockel

Risker:

- -

Energieffektivitet:

- ingen effekt för byggnadens totala energiförbrukning

Uppföljning av konstruktionens funktion:

- normala åtgärder i anslutning till fastighetsunderhåll

C Lufttätheten i väggkonstruktionen förbättras och beläggningen byts till ett material som släpper igenom vattenånga

Om det förekommer breda sprickor i väggkonstruktionen ska man utreda vad de beror på och välja reparationssätt därefter (t.ex. injektering). Vid reparationen bör man dessutom alltid täta elementfogarna. Tätningen kan göras t.ex. med vattenisoleringsmassa.

Väsentligt vid reparationen:

- fuktbelastningen på utsidan av byggnaden ska hållas i schack (regnvatten från taket, smält- och avrinningsvatten) och dräneringen ska hållas i skick för att reparationsmetodfen ska kunna tillämpas
- markfukten ska tas i beaktande vid valet av material
- väggkonstruktionen ska göras lufttät som en helhet: om det blir kvar läckage kan de förorenade luftströmmarna om det blir kvar läckage kan de förorenade luftströmmarna till inneluften till och med öka jämfört med utgångsläget till inneluften till och med öka jämfört med utgångsläget
- golv- och väggbeläggningar rivs och förnyas åtminstone nära de områden som ska tätningsrepareras (eventuella förekomster av asbest och skadliga ämnen ska tas i beaktande)

Reparationer med tanke på helheten:

- minskning av fuktbelastningen utifrån i den mån det är möjligt
- förbättringar av lufttätheten i golvkonstruktionen vid behov
- säkerställande av att vatten leds bort från en eventuell falssockel
- i den mån det är möjligt ska marken utanför sluttas bort ifrån byggnaden
- balansering av ventilationen i lokalen och/eller åtgärder för att rätta till/ordna ventilation i den reparerade byggnaden eller det reparerade utrymmet

Risker:

- lufttätheten består inte under hela den planerade livslängden
- det som orsakat skadan försvinner inte vid reparationen

Energieffektivitet:

- konstruktionens värmeisoleringsförmåga förblir oförändrad

Uppföljning av konstruktionens funktion:

- den tätade konstruktionens funktion bör följas upp med regelbundet (med 3–5 års mellanrum) med spårgas

SPECIALFALL

Som specialfall behandlas här:

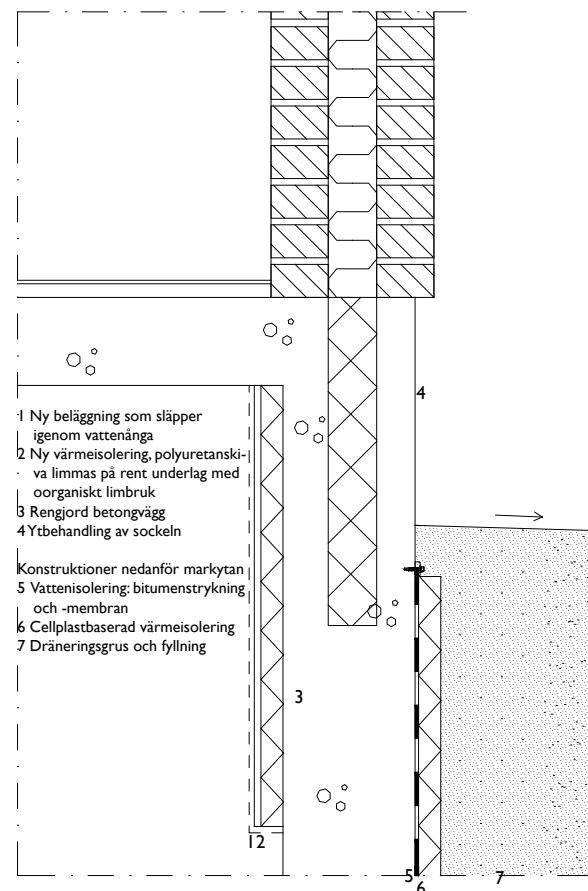
- väggar mot mark som är delvis ovanför markytan
- väggar mot mark som i stadsområden gränsar mot gatan
- våtrum mot en betongvägg mot mark
- användning av dränerande värmeisolering.

Väggar mot mark som är delvis ovanför markytan

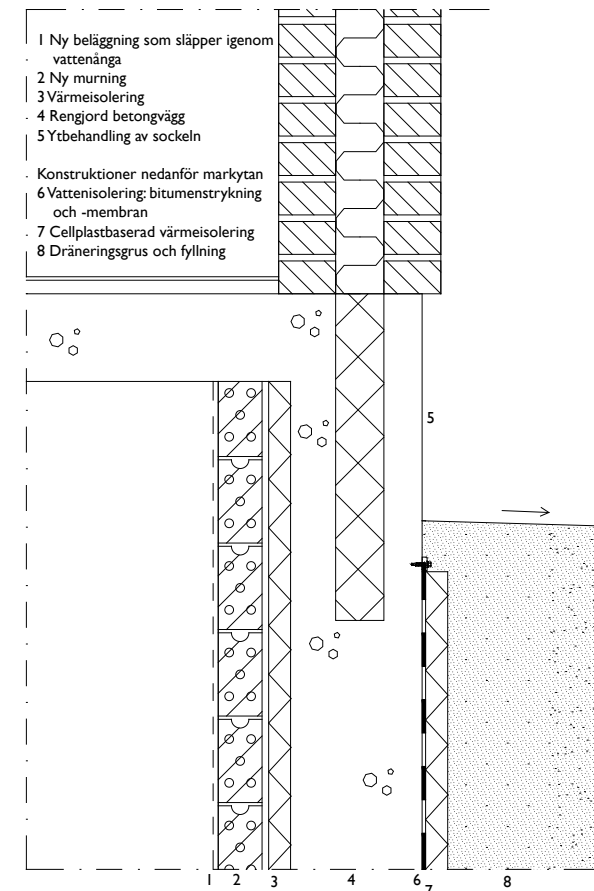
I ett läge där en vägg mot mark bara är delvis under marken, bör den del som är ovanför marken vara värmeisolerad. Om den del som är ovanför marken inte har någon värmeisolering, kommer en daggpunkt att uppstå på den inre ytan av betongväggen. En vägg mot mark som är delvis ovanför marken kan inte alltid värmeisoleras på utsidan ovanför marken till exempel på grund av byggnadsskydd

(förändring av byggnadens utseende, då sockelkonstruktionen skulle bli tjockare än fasaden eller på grund av krav på slitagebeständighet, t.ex. i skolor). Då ska väggen mot mark värmeisoleras från insidan. Lämpliga lösningar är bland annat att riva materialen på insidan av väggen mot mark och ersätta dem med kalciumsilikatskiva, cellplastbaserad värmeisolering eller en murad yta. Värmeisolering på insidan förutsätter att bortledningen av vattnet och dräneringen utanför byggnaden är i skick.

Vägg mot mark som är delvis ovanför markytan, reparationsätt 1



Vägg mot mark som är delvis ovanför markytan, reparationsätt 2



Om en vägg mot mark värmeisoleras på insidan överförs köldbryggan till anslutningen mellan ytterväggen och mellanbjälklaget. Det kan medföra risk för mikroskador i mellanbjälklaget, om det består av material som är känsliga för mikroskador, som träkonstruktioner.

Värmeisolering på insidan bör monteras omsorgsfullt på underlaget för att det inte ska uppkomma någon luftspalt mellan isoleringen och väggen. Skicket på konstruktioner av det här slaget kräver kontinuerlig uppföljning. (Asikainen och Peltola (red.), 2008).

De följande bilderna visar reparationsätten i situationer där en vägg mot mark bara är delvis under marken och ingen värmeisolering kan användas på utsidan.

Den synliga delen av väggen mot mark ska få en beläggning som inte är vattentät men släpper igenom vattenånga (4). På det sättet kommer regnvattnet inte att absorberas i väggkonstruktionen.

Väggar mot mark som i stadsområden gränsar mot gatan

Väggar mot mark som i stadsområden gränsar mot gatan I städer är det ofta dyrt att göra fukttekniska reparationer av väggar mot mark på utsidan av byggnaderna, och ibland nästintill omöjligt på grund av det utrymme som finns till förfogande. I en sådan situation är reparationer på insidan de enda alternativen, till exempel genom att applicera vattentättnings- och annat specialmurbruk på ställen med aktiva vattenläckor. Man kan också tillämpa injektering och mekaniska lösningar för att bekämpa kapillär fuktstigning. Dessa metoder behandlas närmare i kapitel 3.3.7 *Reparationsmetoder som begränsar överföring av fukt och föroreningar*. Även vid dessa reparationer bör man belägga väggen mot mark med ett material som släpper igenom vattenånga och se till att utrymmet ventileras.

Våtrum mot en betongvägg mot mark

I första hand bör man undvika att placera våtrum intill väggar mot mark. Om ett våtrum finns mot en betongvägg mot mark, har båda sidorna av väggkonstruktionen ett skikt som förhindrar fukt från att vandra, om väggen isolerats på tillbörligt sätt på utsidan. Då kan fukten i våtrummet inte försvinna utåt. Man bör pröva från fall till fall om vattenisolering och ytkonstruktioner kan monteras direkt mot väggen mot mark, eller om man behöver skapa en luftspalt i höjddled (RIL 255-1-2014), som ventileras upp till och via sidorna till rummet intill och vars ventilation vid behov säkerställs med en fläkt. Också i våtrum bör man som ytmaterial väljer material som släpper bra igenom vattenånga på de ställen det är möjligt. Konstruktioner i våtrum behandlas närmare i kapitel 3.2.9 *Våtrum*.

Dränerande värmeisolering

En vägg i betong eller murverk mot mark kan också repareras utifrån. Då monteras dränerande värmeisolering på utsidan av grundmuren. När man använder dränerande värmeisolering blir väggkonstruktionen glesare utåt, varvid den kan torka även i riktning mot marken. Dränerande vattenisolering är kapillärbrytande och vatten som rör sig intill grundmuren leds bort längs isoleringen till dräneringsrör. Det bör märkas att dränerande värmeisolering inte fungerar som konstruktionens vattenisolering. När man använder dränerande värmeisolering bör man försäkra sig om att grundvattenståndet hålls klart nedanför konstruktionerna och att inga stora mängder vatten rinner nära väggen (RT 83-10955). Det förutsätter att konstruktionerna för bortledning av regnvatten är i skick.

Bilaga 2.4

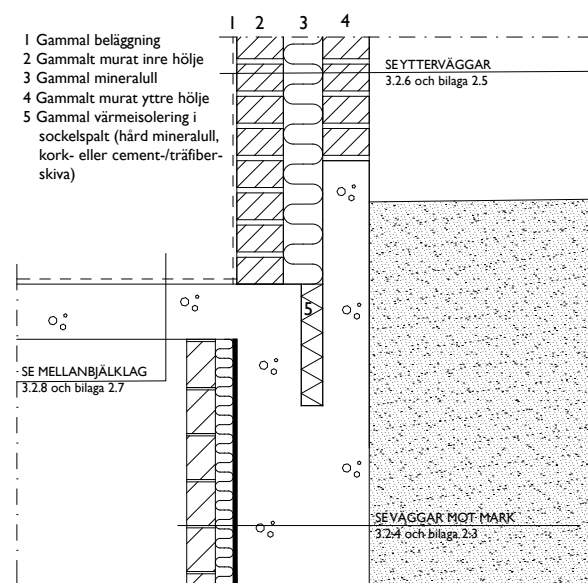
Metoder för reparation av socklar

I den här bilagan behandlas följande socklar:

- Delvis isolerade socklar
- Andra falsksocklar.

DELVIS ISOLERADE SOCKLAR

Ursprunglig konstruktion



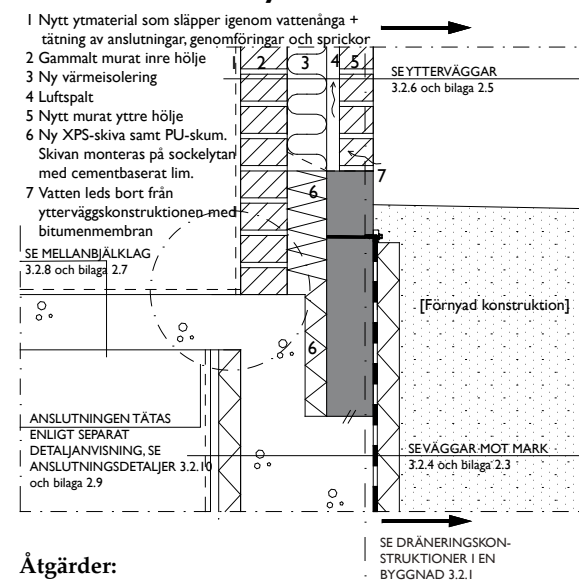
Bilden ovan visar en typisk sockelkonstruktion i en yttervägg av tegel-ull-tegel mot mark i en byggnad med källarvåning. Som värmeisoleringsmaterial är det vanligt att man använt mineralull, korkskivor eller cementbundna träullsskivor. En delvis isolerad sockel är en konstruktion som inte har någon ventilation och om den blir våt kan den lätt få mikrobskador.

De reparationsalternativ som presenteras i det följande kan även tillämpas på en byggnad utan källare om sockelkonstruktionen har koppling till en sula mot mark.

A Rivning och förnyande av sockelkonstruktionen

Sockelkonstruktionen kan inte rivas i sin helhet utan att man river värmeisoleringen och det yttre skalet av ytterväggen.

B Värmeisoleringen avlägsnas och ersätts med ny



Åtgärder:

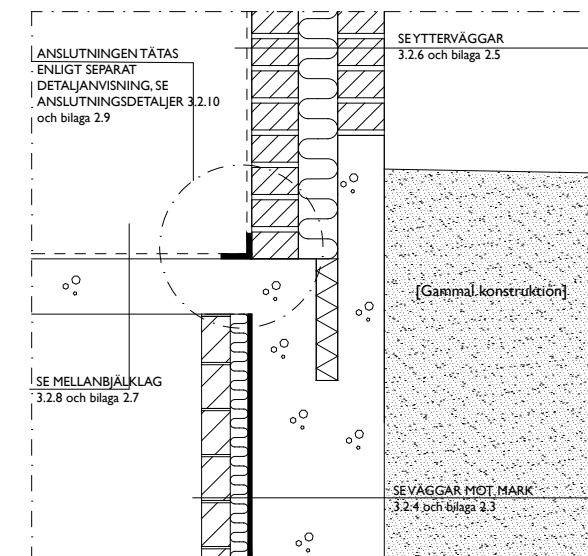
I låga byggnader med en till två våningar är det naturligt att avlägsna isoleringen i del delvis isolerade sockeln från utsidan så att hela ytterbeklädningen, sockelns yttre hölje och värmeisolering rivs och byggs om.

Ett annat alternativ, som dock kräver mer arbete och inte ger så säkert resultat, är att avlägsna värmeisoleringen från sockeln via sågade öppningar. Då sågar man öppningar i betongsockeln, dvs. lämnar kvar delar som bildar pelare och bjälklänkande konstruktioner som stöder ytterväggen. Hur stora mellanrum som är lämpliga bör planeras utifrån den last som sockeln bär upp. Denna metod lämpar sig närmast för reparation av lokala skador som bara finns på ett litet område. Den mikrobskadade värmeisoleringen avlägsnas via öppningarna. De betongytor som blir kvar rengörs genom sandblästring eller med stålborste och därefter dammsugs. Det rekommenderas att man inte ska använda desinfektionsmedel.

Den gamla värmeisoleringen ersätts XPS-skiva, som på grund av sockelns ojämna yta limmas på underlaget med ett cementbaserat bruk. Skarvarna mellan skivorna och tomma hålrum fylls med PU-skum. De sågade öppningarna kan täppas till med betong eller fyllas med lättklinkerblock. Sockelns utsida avjämnas och beläggs med behövlig vattenisolering, vid behov värmeisolering samt frostskydd.

Alternativt kan värmeisoleringen i en delvis isolerad sockel också avlägsnas från insidan. Ytterväggskonstruk-

C Lufttäteten i konstruktionen förbättras



Åtgärder:

Anslutningar mellan betongplattan och sockeln samt olika genomföringar tätas med elastiska materialkombinationer. En skalmur av tegel släpper igenom luft via sprickor och fogar. För att förhindra okontrollerade luftläckage bör man i allmänhet behandla hela den inre skalmuren till exempel med ett vattenisoleringsystem, epoxibeläggning eller ett beläggningssystem som släpper igenom vattenånga. I det sistnämnda ingår även förstärkning med fiberduk. I vissa fall kan vanlig avjämnning och målning vara en tillräcklig behandling. Fukt som tränger igenom konstruktionen in i rummet avlägsnas kontrollerat med hjälp av effektiv ventilation. Tätningsmetoden och det ytmaterial som används ska dock alltid väljas specifikt för den aktuella situationen.

Reparationerna syftar till att förhindra skadliga luftläckage från marken och från eventuella mikrobskadade material via konstruktionens anslutningar, genomföringar och sprickor till rumsluften. Reparationsmetoden avlägsnar inte skademekanismen och mikrobskadat material blir kvar i konstruktionen.

fortsätter

B Värmeisoleringen avlägsnas och ersätts med ny

tionen öppnas upp till en höjd av ca 1 meter och förses med nödvändiga, tillfälliga stöd. Värmeisoleringen avlägsnas mekaniskt (skrapas bort) och isoleringsspalten dammsugs. Som ny värmeisolering används en styv XPS-isolering som tätats med PU-skum.

Det är vanligt att man avlägsnar mikrobskadad värmeisolering från en delvis isolerad sockel om man med reparationen eftersträvar en för grundliga renoveringar typisk livslängd. Reparationsmetoden förbättrar väsentligt konstruktionens byggnadsfysikaliska funktionalitet jämfört med utgångsläget. Dessutom förhindras fukt från att tränga in i konstruktionen i fortsättningen.

I samband med reparationen av en delvis isolerad sockel bör man bygga ett dränerings- och ett regnvattensystem för byggnaden eller förnya befintliga system som inte fungerar. Vid reparationen bör man också beakta den anslutande bottenbjälklagskonstruktionens fukttekniska funktionalitet. Bottenbjälklaget får inte bidra till att sockelkonstruktionen blir våt, t.ex. på grund av kapillär fuktstigning.

Viktigt med tanke på en lyckad reparation:

- konstruktionen bör torkas omsorgsfullt innan värmeisoleringen fästs
- hela den gamla värmeisoleringen ska tas bort från den delvis isolerade sockeln och ytorna rengöras
- den nya värmeisoleringen bör läggas utmed hela spalten för att det inte ska uppkomma någon köldbrygga i konstruktionen
- enbart en reparation av en delvis isolerad sockel kommer inte att eliminera de övriga fuktkällorna i byggnaden, utan de bör man få kontroll över också genom olika reparationer

Reparationer med tanke på helheten:

- säkerställande av lufttäteten i anslutningen mellan golvet och sockeln
- sänkning av en alltför hög markyta i den mån det är möjligt
- säkerställande av att vatten leds bort från falssockeln
- balansering av ventilationen och/eller åtgärder för att reglera/ordna ventilation i det reparerade utrymmet

Risker:

- om den gamla isoleringen inte tas bort och ytorna rengörs omsorgsfullt, kan det bli mikrobskadat material kvar i konstruktionen
- om den nya värmeisoleringen inte monteras omsorgsfullt kan det uppkomma köldbryggor i konstruktionen

Energieffektivitet:

- konstruktionen värmeisoleringsförmåga förbättras
- balanseringen av ventilationen kan ha antingen en förbättrande eller en försämrande effekt på energiprestandan, beroende på utgångsläget

Uppföljning av konstruktionens funktion:

- normala åtgärder i anslutning till fastighetsunderhåll

C Lufttäteten i konstruktionen förbättras

I samband med tätningsreparationer bör man alltid se till att ventilationen i rummet fungerar efter att reparationerna slutförts eftersom tidigare vägar för tilluften via konstruktionernas anslutningar då har gjorts lufttäta. För att sänka fuktbelastningen på sockeln utifrån ska markytan formas så att regnvatten leds bort i riktning bort från byggnaden och från stuprännor kontrollerat bort från området intill byggnaden.

Viktigt med tanke på en lyckad reparation:

- verifiering av reparationsresultatet med hjälp av spårgas
- sänkning av fuktbelastningen utifrån

Reparationer med tanke på helheten:

- säkerställande av lufttäteten i anslutningen mellan golvet och sockeln
- sänkning av en alltför hög markyta i den mån det är möjligt
- balansering av ventilationen och/eller åtgärder för att reglera/ordna ventilation i det reparerade utrymmet

Risker:

- lufttäteten består inte under hela den planerade livslängden
- skadat material blir kvar i konstruktionen

Energieffektivitet:

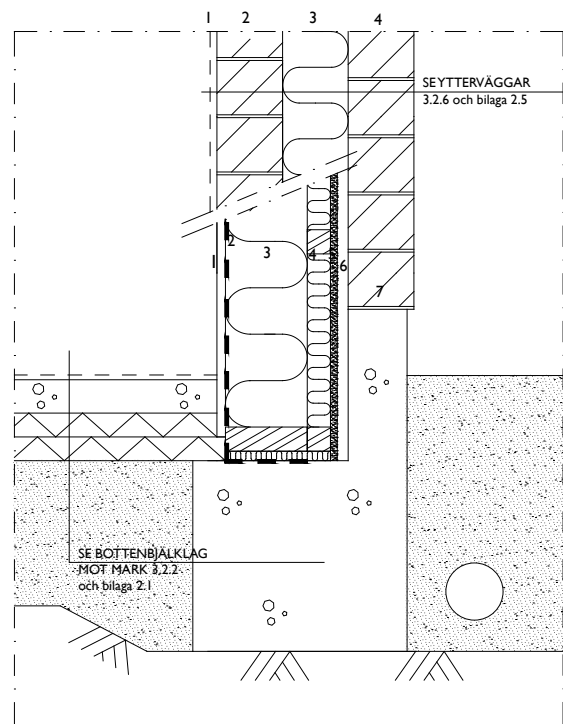
- konstruktionens värmeisoleringsförmåga förblir oförändrad
- balanseringen av ventilationen kan ha antingen en förbättrande eller en försämrande effekt på energiprestandan, beroende på utgångsläget

Uppföljning av konstruktionens funktion:

- att reparationen fungerar under användningstiden bör kontrolleras med regelbundna uppföljningsmätningar (t.ex. med spårgas)

FALSKSOCKLAR

Ursprunglig konstruktion



VÄGG MED TRÄSTOMME	VÄGG MED TEGELSTOMME
1 Gammal byggskiva och ytbehandling	1 Gammal beläggning
2 Gammal luft- och ångspärr	2 Gammal tegelbeklädnad
3 Gammal bärande träkonstruktion och värmeisolering	3 Gammal värmeisolering
4 Vågrät skälning och värmeisolering	4 Gammal tegelbeklädnad
5 Gammal vindskyddsskiva	
6 Luftspalt (murningsmarginal)	
7 Gammal tegelytterbeklädnad	

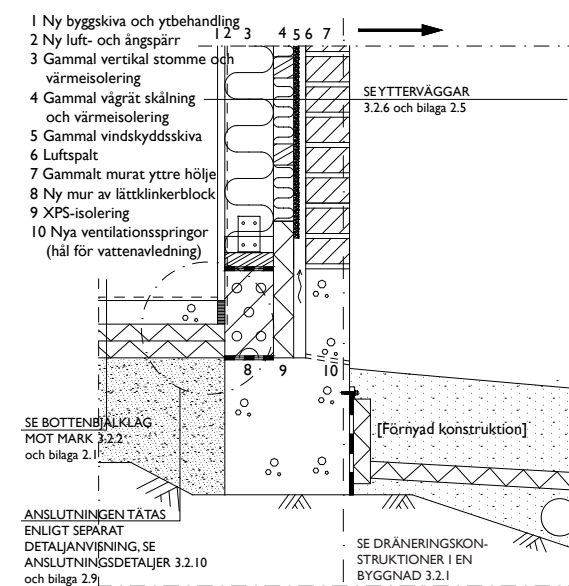
En falsksockel, dvs. en dold sockel, är en konstruktion där det på utsidan av byggnaden bara syns ca 300 mm av betong- eller lättklinkerkonstruktionen i grundmuren och sockelkonstruktionens övre sida är nära markytan på insidan. Nedre delen av den bärande ytterväggen eller den inre skalmuren är ofta på en nivå av ca 100–200 mm nedanför golv- och markytan. I väggkonstruktionen är särskilt ytterväggens nedre delar utsatta för fukt- och mikrobskador, eftersom konstruktionen inte kommer åt att torka effektivt om den blir våt. Luftspalten i sockeln kan också lätt bli tilltäppt. Bilden ovan visar en typisk falsksockelkonstruktion i en byggnad med trästomme och följande bild en konstruktion i en byggnad med tegelstomme.

A Rivning och förnyande av sockelkonstruktionen

Sockelkonstruktionen kan inte rivas i sin helhet utan att man river resten av byggnaden.

B Skadade material avlägsnas och förnyas

Vägg med trästomme



Mikrobskadad värmeisolering i ytterväggen ska alltid avlägsnas. Reparationsmetoden förbättrar väsentligt konstruktionens byggnadsfysikaliska funktionalitet jämfört med utgångsläget. Dessutom förhindras fukt från att tränga in i konstruktionen i fortsättningen.

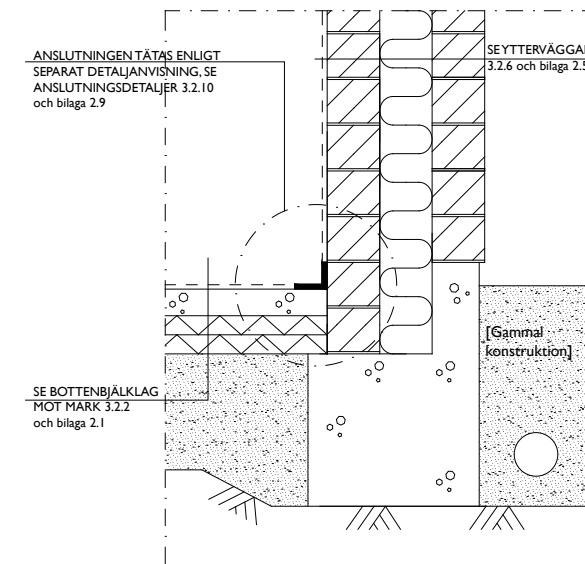
Åtgärder:

Av en vägg med trästomme avlägsnas utöver skadad värmeisolering även de nedre delarna av trästommen samt syllen vilka ersätts med lättklinkerblock. Reparationen redogörs för närmare i Bilaga 2.9 Anslutningsdetaljer, anslutning mellan sockel och bottenbjälklag.

Av konstruktionen avlägsnas skadat material i allmänhet från insidan. Konstruktionens bärförmåga under reparationen bör tas i beaktande: stomstolparnas nedre delar och syllen ska förnyas i etapper. I byggnader med trästomme ger skivorna i innerbeklädnaden stadga åt konstruktionen. Vid reparationen ska skiv- eller tegelbeklädnaden på insidan avlägsnas upp till ca 500–700 mm höjd från golvytan beroende på hur högt upp konstruktionerna har skadats. I våtrum bör man räkna med att förnya stomstolparna upp till 1,5 meters höjd. Stomstolparna stöds under arbetet med en balk som fästs på reglarna samt med behövlig förstärkning av de vertikala konstruktionerna. I träkonstruktionen ska stolparna kapas av tillräckligt högt upp så att allt rötskadat trämaterial kan avlägsnas. Syllen avlägsnas helt och hållet och ersätts med en ny. Vid reparationen är det av största vikt att allt mikrobskadat material tas bort. Vid reparationen bör man tänka på syllens stabiliserande effekt i konstruktionen och se till att den inte försämras i och med reparationen.

fortsätter

C Lufttäteten i konstruktionen förbättras



Åtgärder:

Anslutningar mellan betongplattan och sockeln samt olika genomföringar tätas medelst ändamålsenliga materialkombinationer. En skalmur av tegel släpper igenom luft via sprickor och fogar. För att förhindra okontrollerade luftläckage bör man i allmänhet behandla hela den inre skalmuren till exempel med ett vattenisoleringsystem, epoxibeläggning eller ett beläggningssystem som släpper igenom vattenånga. I det sistnämnda ingår även förstärkning med fiberduk. Fukt som tränger igenom konstruktionen in i rummet avlägsnas kontrollerat med hjälp av effektiv ventilation. Tätningmetoden och det ytmaterial som används ska dock alltid väljas specifikt för den aktuella situationen.

Reparationerna syftar till att förhindra skadliga luftläckage från marken och från eventuella mikrobskadade material via konstruktionens anslutningar, genomföringar och sprickor till rumsluften. Reparationsmetoden avlägsnar inte skademekanismen och mikrobskadat material blir kvar i konstruktionen.

I samband med tätningsreparationer bör man alltid se till att ventilationen i rummet fungerar efter att reparationerna slutförts eftersom tidigare vägar för tilluften via konstruktionernas anslutningar då har gjorts lufttäta. För att sänka fuktbelastningen på sockeln utifrån ska markytan formas så att regnvatten leds bort i riktning bort från byggnaden och från stuprännor kontrollerat bort från området intill byggnaden.

Viktigt med tanke på en lyckad reparation:

- verifiering av reparationsresultatet med hjälp av spårgas
- sänkning av fuktbelastningen utifrån

fortsätter

B Skadade material avlägsnas och förnyas

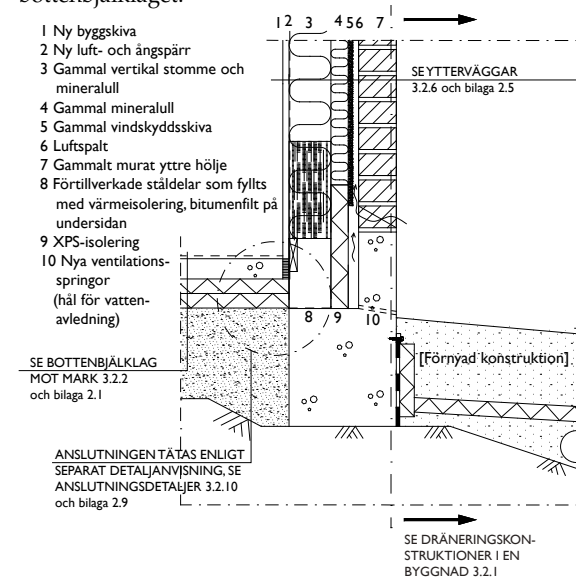
Nedre delen av väggen repareras så att man murar den med lättklinkerblock. På utsidan av blocken läggs värmeisolering av cellplast (EPS, XPS). Med tanke på ventilationen ska en spalt på ca 25 mm bli kvar i sockeln bakom värmeisoleringen. Ventilationen bör säkerställas t.ex. så att man borrar utanpå vädringshål snett uppåt i sockeln.

Väggens insida repareras i allmänhet enligt det ursprungliga utförandet. Att ångspärren är enhetligt kan säkerställas genom att applicera ångspärren till anslutningen mellan betongplattan och blocket och tätar anslutningen t.ex. med polyuretanskum. Vidare bör det kontrolleras att ångspärren är fäst tillräckligt bra och fäster tätt mot underlaget.

Väggens nedre del kan också repareras så att man så att säga "skor" den med olika slags stålstycken som fyllts t.ex. med värmeisolering av cellplast.

Det rekommenderas att man i samband med förnyandet av en falssockel överväger ytterligare värmeisolering i väggarna från insidan, t.ex. med 50 mm mineralull. Då ska väggsnivåerna och den gamla ångspärren rivs helt ända upp till taket/mellanbjälklaget.

I samband med reparationen av en delvis isolerad sockel bör man bygga ett dränerings- och ett regnvattensystem för byggnaden eller förnya befintliga system som inte fungerar. Den fukttekniska funktionen i en anslutande bottenbjälklagskonstruktion bör också beaktas i samband med reparationen så att ingen fukt kan stiga upp i sockeln via bottenbjälklaget.



Viktigt med tanke på en lyckad reparation:

- konstruktionen bör torkas omsorgsfullt innan värmeisoleringen fästs
- hela den gamla värmeisoleringen ska tas bort från den delvis isolerade sockeln och ytorna rengöras
- den nya värmeisoleringen bör läggas utmed hela isoleringsspalten för att det inte ska uppkomma någon köldbrygga i konstruktionen

fortsätter i den intilliggande kolumnen

C Lufttäteten i konstruktionen förbättras

Reparationer med tanke på helheten:

- säkerställande av lufttäteten i anslutningen mellan golvet och sockeln
- säkerställande av att vatten leds bort från falssockeln
- sänkning av en alltför hög markyta i den mån det är möjligt
- balansering av ventilationen och/eller åtgärder för att reglera/ordna ventilation i det reparerade utrymmet

Risker:

- lufttäteten består inte under hela den planerade livslängden
- skadat material blir kvar i konstruktionen

Energieffektivitet:

- konstruktionens värmeisoleringsförmåga förblir oförändrad
- balanseringen av ventilationen kan ha antingen en förbättrande eller en försämrande effekt på energiprestansen, beroende på utgångsläget

Uppföljning av konstruktionens funktion:

- att reparationen fungerar under användningstiden bör kontrolleras med regelbundna uppföljningsmätningar (t.ex. med spårgas)

fortsättning från föregående kolumn

Reparationer med tanke på helheten:

- säkerställande av lufttäteten i anslutningen mellan golvet och sockeln
- säkerställande av att vatten leds bort från falssockeln
- sänkning av en alltför hög markyta i den mån det är möjligt
- balansering av ventilationen och/eller åtgärder för att reglera/ordna ventilation i det reparerade utrymmet

Risker:

- om den gamla isoleringen inte tas bort och ytorna rengörs omsorgsfullt, kan det bli mikrobskadat material kvar i konstruktionen
- om den nya värmeisoleringen inte monteras omsorgsfullt kan det uppkomma köldbryggor i konstruktionen
- den nya värmeisoleringen måste hållas på plats/luftspalten får inte täppas till

Energieffektivitet:

- konstruktionens värmeisoleringsförmåga förbättras Om man samtidigt ökar värmeisoleringen i väggarna, kommer värmeisoleringsförmågan att förbättras avsevärt
- balanseringen av ventilationen kan ha antingen en förbättrande eller en försämrande effekt på energiprestansen, beroende på utgångsläget

Uppföljning av konstruktionens funktion:

- normala kontroller i anslutning till fastighetsunderhåll

Bilaga 2.5

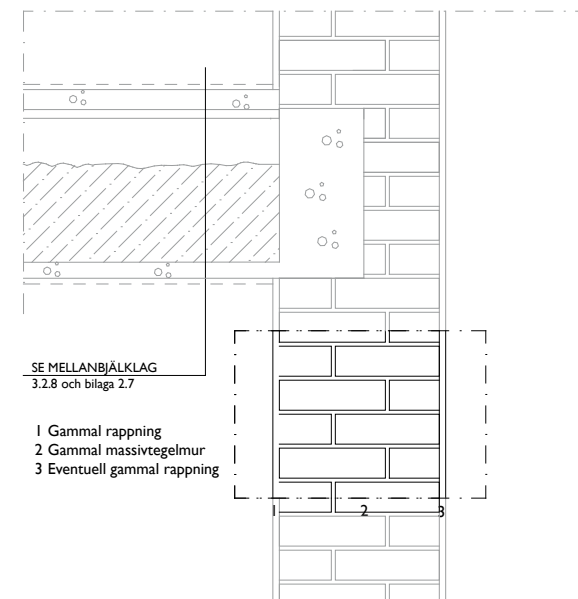
Metoder för reparation av ytterväggar

I den här bilagan behandlas följande ytterväggar:

- Massiv ytterväggskonstruktion
- Vägg av tegel-ull-tegel och tegel-ull-betong utan luftspalt
- Vägg med luftspalt och separat fasadbeklädnad
- Vägg med trästomme och skalmur eller lätt väggbeklädnad
- Sandwich-elementvägg av betong
- Timmervägg
- Sandwich-element med stålyta (plåt-värmeisolering-plåt).

MASSIVYTTERVÄGGSKONSTRUKTION

Ursprunglig konstruktion



Murad massivvägg som byggts av bränt lertegel, kalksandssten eller annat murverk (lättbetong- eller lättklinkerblock).

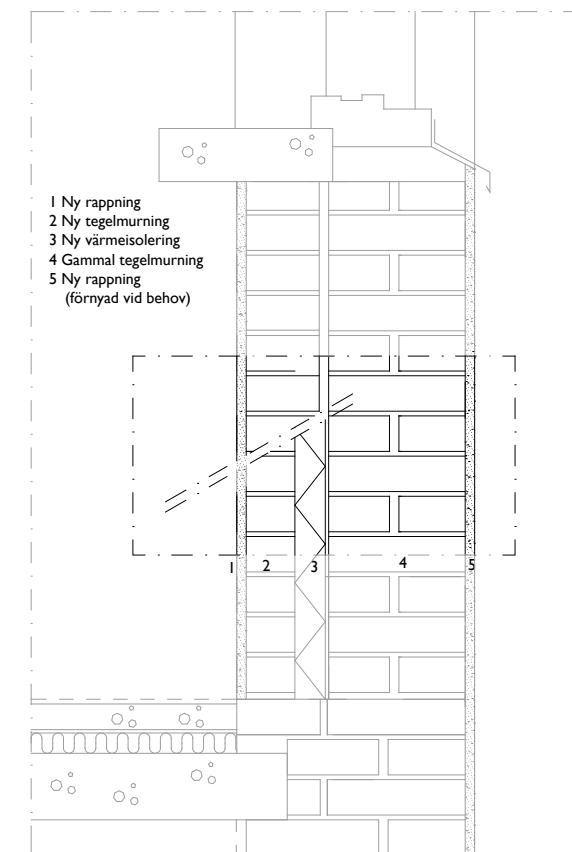
I massiva ytterväggskonstruktioner händer det mycket sällan att fukt kondenseras i konstruktionerna på grund av diffusion. Massiva ytterväggskonstruktioner har i allmänhet en mycket bra förmåga att binda fukt. Snedregn kan absorberas djupt in i väggkonstruktionen utan att förorsaka skador: då temperatur- och fuktförhållandena är gynnsamma för torkning kommer fukten att försvinna utan att skada konstruktionen. I syfte att förhindra lokala luftläckage och regnvattenläckor bör uppmärksamhet fästas vid att begränsa sprickbildningen i massiva ytterväggskonstruktioner. (Pentti et al., 1999).

fortsätter

A Konstruktionen förnyas

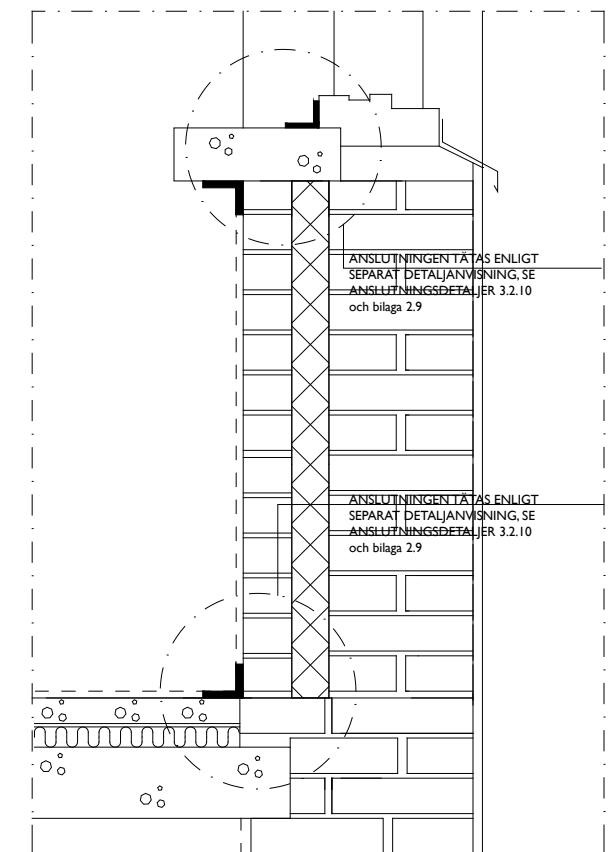
Om en massivtegelvägg rivs i sin helhet leder det till att även mellanbjälklagen måste rivas. Att riva en massivtegelvägg enbart på grund av fukt- eller mikrobskador är inte befogat.

B Skadad värmeisolering avlägsnas från en fördjupning för värmeelement och ersätts med ny värmeisolering



fortsätter

C Vägghkonstruktionen tätas vid fördjupningar för värmeelement



fortsätter

Ursprunglig konstruktion

I massiva ytterväggskonstruktioner förekommer skador närmast vid köldbryggor eller i värmeisoleringsmaterial som skadats av fukt t.ex. i nischer för värmeelement (t.ex. cement-/träullsskiva, kork) eller vid avväxlingsbalkar ovanför dörr- och fönsteröppningar. Det kan hända att man bakom isoleringen använt bitumenstrykning som innehåller PAH-föreningar. Bitumenstrykning kan också finnas på de mellanbjälklagens bärande konstruktioner som är infällda i väggen. Ibland har extra värmeisolering lagts på insidan av en massiv tegelvägg, vilket sänker temperaturen på ytterväggens utsida. Det kan leda till att tegelmurningen exponeras för frostsador medan reglarna och värmeisoleringen på insidan exponeras för fuktssador (Rakennuksen kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus 2016). På massiv tegelväggar förekommer det i allmänhet inga omfattande fukt- och mikroskadorna som skulle förutsätta rivning av hela konstruktionen. Om en massiv ytterväggskonstruktion måste rivras beror det i allmänhet på skadliga ämnen som absorberats i konstruktionen till följd av användningssättet (t.ex. oljekolväten i maskinverkstäder) och som inte kan fås bort från konstruktionen eller inkapslas på ett säkert sätt inuti konstruktionen.

I den här bilagan behandlas principerna för reparation av mikroskadad isolering i fördjupningar för värmeelement i massiv tegelväggar. Flänsbalkar, avväxlingsbalkar, stuprör som fällts in i fasaden osv. har behandlats i bilagan 2.9 om anslutningsdetaljer.

B Skadad värmeisolering avlägsnas från en fördjupning för värmeelement och ersätts med ny värmeisolering

Åtgärder:

Värmeelementen ska avlägsnas före rivningen. Från fördjupningen rivs skalmuren samt gammal isolering och eventuell bitumenstrykning. Efter rivningen rengörs de gamla ytorna och torkas vid behov. Ny värmeisolering läggs mot tegelmuren, fästs antingen med limbruk eller mekaniska fästen. Värmeisoleringen ska vara mycket fuktbeständig, t.ex. cellplastbaserat material. På ytan av fördjupningen muras ett nytt skal som putsas och målas.

Alternativt kan fördjupningen för värmeelement ändras så att det bara består av ett ämne, dvs. muras igen med tegel efter rivningen.

Denna metod lämpar sig om mikroskadorna finns allmänt i fördjupningarna längs hela ytterväggen eller om en heltäckande grundlig renovering är på gång i byggnaden.

Väsentligt vid reparationen:

- underlaget ska rengöras omsorgsfullt efter rivningsarbetet
- underlaget ska avjämnas innan värmeisoleringen monteras

Reparationer med tanke på helheten:

- reparationer på fasaden och fönstren som minskar fuktbelastningen på väggen
- balansering av ventilationen och/eller åtgärder för att reglera/ordna ventilation i det reparerade utrymmet

Risker:

- inga betydande risker eftersom allt skadat material avlägsnas från konstruktionen

Energieffektivitet:

- konstruktionens värmeisoleringsförmåga förbättras något, men ingen avgörande effekt om man ser till energiprestandan i hela byggnaden

Uppföljning av konstruktionens funktion:

- normala åtgärder i anslutning till fastighetsunderhåll

C Vägghkonstruktionen tätas vid fördjupningar för värmeelement

Åtgärder:

Elementen lösgörs och anslutningarna i fördjupningen tätas medelst ändamålsenliga materialkombinationer. En skalmur av tegel släpper igenom luft via sprickor och fogar. För att förhindra okontrollerade luftläckage bör man i allmänhet behandla hela den inre ytan av ett skalmur till exempel med ett vattenisoleringsystem, epoxibeläggning eller ett beläggningssystem som släpper igenom vattenånga. I det sistnämnda ingår även förstärkning med fiberduk. Fukt som tränger igenom konstruktionen in i rummet avlägsnas kontrollerat med hjälp av effektiv ventilation. Tätningssmetoden och det ytmaterial som används ska dock alltid väljas specifikt för den aktuella situationen. När man tätar fördjupningar för värmeelement är det mycket viktigt att täta alla anslutningar samt de anslutande fönsterkonstruktionerna för fullständig lufttätning.

Reparationerna syftar till att förhindra skadliga luftläckage från eventuella mikroskadade material via konstruktionens anslutningar, genomföringar och sprickor till rumsluften.

Väsentligt vid reparationen:

- tätningssarbetet bör utföras systematiskt och övergripande: om det blir kvar läckage kan de förorenade luftströmmarna till ineluften till och med öka jämfört med utgångsläget

Reparationer med tanke på helheten:

- i den mån det är möjligt: reparation av fasaden och fönstren som minskar fuktbelastningen på väggen
- balansering och/eller reparation/ordnande av ventilation i den reparerade byggnaden eller det reparerade utrymmet (eller säkerställande av att självdragsventilationen fungerar)

Risker:

- skadan framskrider om man inte samtidigt minskar fuktbelastningen utifrån
- lufttätningen består inte under hela den planerade livslängden
- skadat material blir kvar i konstruktionen

Energieffektivitet:

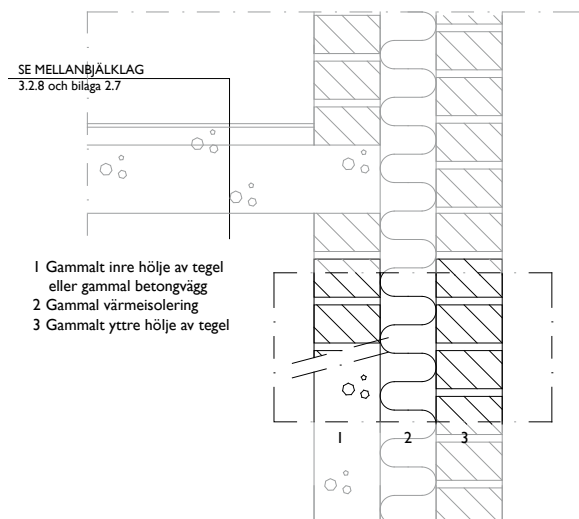
- konstruktionens värmeisoleringsförmåga oförändrad, den förbättrade lufttätningen kan öka energieffektiviteten i viss mån

Uppföljning av konstruktionens funktion:

- efter tätningen bör konstruktionens funktion följas upp regelbundet med spårgas

VÄGG AV TEGEL-ULL-TEGEL OCH TEGEL-ULL-BETONG UTAN LUFTSPALT

Ursprunglig konstruktion



Fram till 1980-talet använde man ingen luftspalt bakom fasadbeklädnaden i tegelbeklädda ytterväggskonstruktioner. Om luftspalten saknas torkar konstruktionen mycket långsamt efter regn. I icke ventilerade tegel-ull/betong-konstruktioner har man vanligtvis haft mineralull som värmeisolering. Fönsterreglarna brukar också finnas i mineralullsskiktet.

Om det faller kraftigt drivande regn och så länge att tegelbeklädnaden inte längre förmår absorbera allt vatten, kommer en vattenhinna som rör sig av vind och gravitation att uppkomma på ytan av tegelbeklädnaden. Regnvatten kan tränga in i konstruktionen via otäta ställen av fasaden. På grund av att tegel-ull-tegel/betong-konstruktioner torkar så långsamt har det ofta hänt att läckande vatten från fogar och fönsteranslutningar i det yttre skalet har orsakat fukt- och mikroskador på värmeisoleringar, fönsterreglar och tätningar kring fönstren samt fönsterkarmar.

Tegel-ull-tegel/betong-väggar som saknar luftspalt är slutna nedtill, vilket innebär att vatten som rinner nedåt på ytan av det yttre skalet bakom blir kvar en lång tid och fuktar värmeisolerings-, stom- och sockelkonstruktionerna.

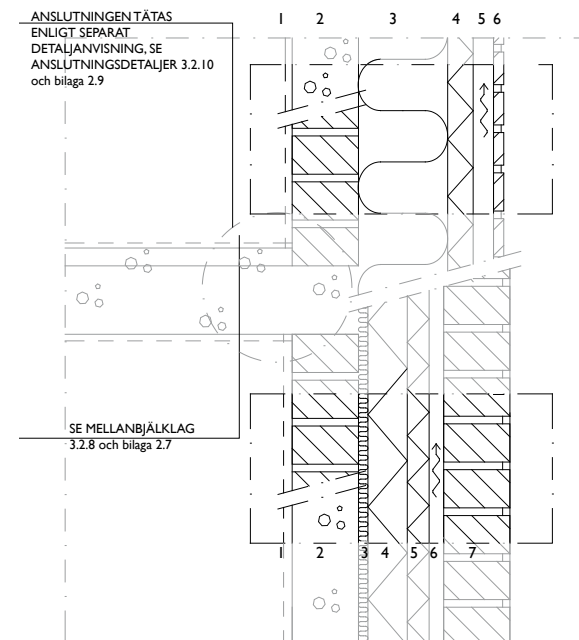
Vanligtvis har konstruktionen haft dålig lufttätethet på grund av otäta fönster- och dörranslutningar. Dessutom har lufttätetheten ofta varit dålig i fogarna på en renmurad inre skalmur av tegel.

Vid reparationer av tegel-ull-tegel/betongväggar bör man säkerställa att läckvatten som nått värmeisoleringsspalten försvinner från konstruktionen utan att orsaka skador på den.

A Konstruktionen förnyas i sin helhet

Om man river en bärande tegel-ull-tegelvägg i sin helhet blir man ofta tvungen att även riva mellanbjälklagen. Att riva en tegel-ull-tegelvägg enbart på grund av fukt- eller mikroskador är i allmänhet inte befogat.

B Konstruktionen förnyas från utsidan



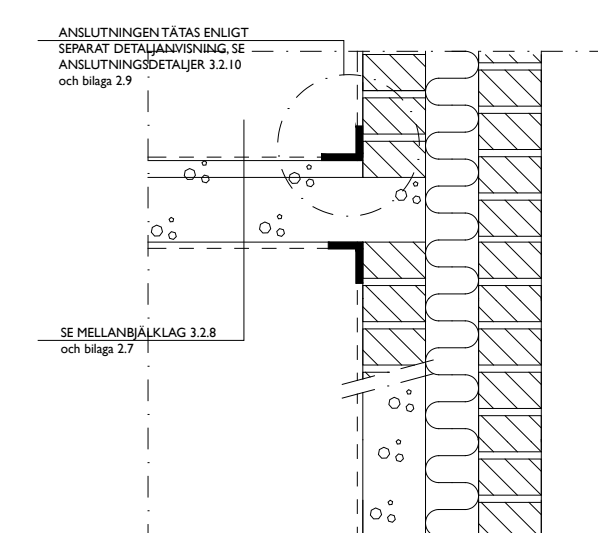
- 1 Eventuella tätningsreparationer på inre ytan
- 2 Gammalt inre hölje av tegel eller gammal betongvägg
- 3 Ny värmeisolering
- 4 Ny värmeisolering som även fungerar som vindskydd, yta enligt brandföreskrifterna
- 5 Luftspalt (min. enligt gällande föreskrifter och anvisningar)
- 6 Fasadskiva, t.ex. tegelplatta, fästet från stammen ska tas i beaktande
OBS! Vid värmeisolering som släpper igenom luft görs konstruktionen lufttät genom tätning av de inre höljen och anslutningarna

- 1 Gammal ytbehandling och vid behov tätningsreparation på inre ytan/inkapsling
- 2 Gammalt inre hölje av tegel eller gammal betongvägg
- 3 Utjämning av underlaget, t.ex. mjuk mineralullsmatta eller avjämningsbruk
- 4 Ny värmeisolering, polyuretanskiva (skum och tejp i fogarna) eller mineralull
- 5 Nytt brandskydds-/vindskyddsmaterial vid behov
- 6 Luftspalt (min. enligt gällande föreskrifter och anvisningar)
- 7 Nytt renmurat tegel eller annat fasadmaterial (fästet från stammen ska tas i beaktande)
OBS! Vid polymerbaserad värmeisolering görs konstruktionen lufttät med hjälp av värmeisoleringskiktet

Reparationsbeslutet bör grunda sig på en heltäckande granskning av hur omfattande och allvarlig skadan är. Att förnya värmeisoleringarna och det yttre skalet blir aktuellt i situationer där det finns flera fukttekniska brister i ytterväggskonstruktionen och där riskfaktorerna och/eller skadorna är omfattande/har fortskridit långt och/eller man förutsätter att reparationen får en lång livslängd. Sådana faktorer är bl.a. brister i fönster- och takfotsplåtarna, en L-balk i konstruktionen som bildar en betydande köldbrygga och korrosionsskador på armeringen i den, dålig frostbeständighet och tekniskt skick hos det yttre skalet samt att regnvatten styrs till ytterväggskonstruktionerna på grund av dåligt genomförda system för att leda bort vattnet.

fortsätter på sidan 170

C Lufttätetheten i väggkonstruktionen förbättras



Åtgärder:

Anslutningar mellan den övre plattan och väggen samt olika genomföringar tätas medelst ändamålsenliga materialkombinationer. En skalmur av tegel släpper igenom luft via sprickor och fogar. För att förhindra okontrollerade luftläckage bör man i allmänhet behandla hela den inre ytan av ett skalmur till exempel med ett vattenisoleringsystem, epoxibeläggning eller ett beläggningssystem som släpper igenom vattenånga. I det sistnämnda ingår även förstärkning med fiberduk.

Den inre ytan av en betongkonstruktion är i allmänhet lufttät, och bara betydande sprickor (ca > 0,3 mm) genom konstruktionen försämrar lufttätetheten. Det inre skalet av en betongkonstruktion tätas främst i anslutningar mellan väggkonstruktionen och vågräta konstruktioner, i anslutningar mellan fönster och ytterväggen samt i pelare-balkstommar i fogen mellan inre skalet och pelarna. I det sammanhanget bör man också beakta genomföringar, som värmeelementens fästen, och dilatationsfogar. Tätningen av anslutningar mellan fönster och ytterväggar behandlas närmare i kapitel 3.2.10 *Anslutningsdetaljer* och 3.3.3 *Förbättring av lufttätetheten i konstruktioner*.

Om det finns omfattande, över 0,3 mm breda sprickor som går genom en inre skalmur av tegel eller betong, bör man utreda vad som orsakat sprickorna och välja reparationsalternativ därefter (t.ex. injektering).

fortsätter

B Konstruktionen förnyas från utsidan

Vid det här reparationsalternativet bör lösningens byggnadsfysikaliska funktion kontrolleras vid valet av material. I byggnader som hör till brandklass P1 och P2 ska konstruktionerna på utsidan av väggen skydda värmeisoleringen mot brand så att skyddet motsvarar byggnadsdelar EI 30 (EI 15) eller så ska insidan av luftspalten förses med skyddsbeklädnad i klass K2 30 (K2 10), A2-s1, d0.

En luftspalt som läggs till en ny ytterväggskonstruktion ska vara öppen mellan de ställen där ventilationsluften strömmar in och ut. Via luftspalten kan också vatten som kommit in bakom ytterbeklädnaden ta sig ut. De konstruktioner som gränsar till luftspalten ska hålla mot den fuktbelastning som orsakas av vatten som kommit in bakom ytterbeklädnaden.

När värmeisoleringen och det yttre skalet ska förnyas kan valet av reparations sätt indelas enligt de två följande huvudalternativen/kriterierna som bygger på olika principer:

1. Byggnadens exteriör (= beklädnadsmaterialet) och konstruktionstjocklekarna får ändras
2. Byggnadens fasad får beträffande exteriören och proportionerna inte ändras t.ex. pga. byggnadsskydd, varvid de befintliga konstruktionstjocklekarna och/eller fasadmaterialet inte får ändras.

Reparationsmetoden lämpar sig också för en avgränsad del av väggkonstruktionen, dvs. för reparationer av lokala skador.

Åtgärder:

Den gamla fasadbeklädnaden och värmeisoleringarna rivs och att överflödigt murbruk och murkramlor avlägsnas. På samma gång rivs förmultnade och mikrobskadade konstruktioner, såsom fönsterreglar (förutsätter att även fönstren tas bort). Det nya värmeisoleringsmaterialet väljs utifrån det eftersträlvade U-värdet och konstruktionstjockleken. Som ytterbeklädnad monteras antingen en konstruktion som liknar den ursprungliga eller en helt ny slags beklädnad. Vid reparationen bör man tänka på den nya fasadkonstruktionens avväxling från den inre skalmuren/byggnadens stomme. Vid detaljprojekteringen bör uppmärksamhet fästas vid ventilationen av fasaden.

Lufttätheten i konstruktionen kan ordnas med cellplastbaserad värmeisolering. Då bör särskild uppmärksamhet fästas vid hur värmeisoleringsskivorna fästs på stommen samt hur isoleringsskivorna tätas mot varandra och mot anslutande byggnadsdelar. Vanligtvis tätas springor mellan värmeisoleringar och anslutande byggnadsdelar med polyuretanskum och därtill tejpas foytorna med tejp som är avsedd för tätning.

Vid en reparation som genomförs med värmeisolering som släpper igenom luft ska lufttätheten i konstruktionen säkerställas genom att man tätar den inre skalmuren antingen på den inre ytan eller i värmeisoleringsspalten. En

tätning av den inre ytan kan göras med olika slags tätnings- och inkapslingssystem. En tätning av värmeisoleringsspalten görs i allmänhet med putsning. Vid tätningen är det viktigt att även anslutningarna till mellanbjälklag, fönsterkonstruktioner osv. är täta.

Luftspalten i fasaden bör riktas nedifrån uppåt och vara öppen längs bådas sidorna, även vid fönster- och dörröppningar. På grund av föreskrifter om brandsäkerhet kan det bli aktuellt att planera vågräta brandtätningar i luftspalten. Det bör tas i beaktande i planeringen av ventilationen.

Väsentligt vid reparationen:

- rengöring och avjämning av värmeisoleringens underlag
- säkerställande av att konstruktionen är lufttät:
 - det får inte finnas okontrollerade ventilationsspringor mellan en styv värmeisolering och den inre skalmuren (konvektion förhindrad)
 - granskning av behovet att förbättra lufttätheten på insidan
- luftspalten ska vara sammanhängande och tillräckligt stor (på skivbelagda fasader $\geq 200 \text{ cm}^2/\text{m}$, tegelfasader $\geq 400 \text{ cm}^2/\text{m}$)
- om man som fasadtegel använder 85 mm tegel på byggnader som är över 10 meter höga, bör särskild uppmärksamhet fästas vid belastningen av drivande regn och hur sådan kan elimineras t.ex. med breda takskägg

Reparationer med tanke på helheten:

- plåtbeklädnader och regnvattenbortledning med anknytning till fasaden ska genomföras så att man minskar fuktbelastningen på väggen
- säkerställande av lufttätheten i anslutningen mellan golvet och väggen
- balansering av ventilationen och/eller åtgärder för att reglera/ordna ventilation i det reparerade utrymmet

Risker:

- inga betydande risker eftersom allt skadat material avlägsnas från konstruktionen och konstruktionens lufttäthet förbättras
- kostnaderna för behandlingen av ytorna på den inre skalmuren kan bli betydande
- teglet och bruket ska passa varandra. Med tanke på tätheten mot regnvatten är det avgörande hur bra bruket har fäst på teglet

Energieffektivitet:

- om tjockleken på väggkonstruktionen inte har begränsats kan ytterväggskonstruktionens värmeisoleringsförmåga förbättras väsentligt
- om konstruktionstjocklekarna förblir desamma som de ursprungliga kommer man antagligen inte att uppnå det referensvärde för värmegenomgångskoefficienten som tillämpas vid beräkning av byggnadens värmeförlust, men värmeisoleringsförmågan förbättras dock eftersom de nya isoleringarna är bättre än de gamla

fortsätter på nästa sida

- om fönstren förnyas i samband med reparationen kommer byggnaden att bli energieffektivare
- reglering av uppvärmningssystemet förbättrar energieffektiviteten

Uppföljning av konstruktionens funktion:

- åtgärder i anslutning till normalt fastighetsunderhåll

C Lufttätheten i väggkonstruktionen förbättras

Fukt som tränger igenom konstruktionen in i rummet avlägsnas kontrollerat med hjälp av effektiv ventilation. Tätningsmetoden och det ytmaterial som används ska dock alltid väljas specifikt för den aktuella situationen. Det rekommenderas att man överväger möjligheten att förnya fönstren i samband med en tätningsreparation. Nya fönster kan både förbättra byggnadens energiprestanda och bidra till ett lyckat slutresultat. Reparationerna syftar till att förhindra skadliga luftläckage från eventuella mikrobskadade material via konstruktionens anslutningar och sprickor till rumsluften.

Vid reparationer som syftar till att förbättra lufttätheten bör bland annat takrännor och stuprör samt takfots- och fönsterplåtar repareras så att vattenläckorna in i väggkonstruktionen upphör.

Väsentligt vid reparationen:

- tätningsarbetet bör utföras systematiskt och övergripande: om det blir kvar läckage kan de förorenade luftströmmarna till inneluften till och med öka jämfört med utgångsläget

Reparationer med tanke på helheten:

- i den mån det är möjligt: reparation av fasaden och fönstren som minskar fuktbelastningen på väggen
- balansering och/eller reparation/ordnande av ventilation i den reparerade byggnaden eller det reparerade utrymmet (eller säkerställande av att självdragsventilationen fungerar)

Risker:

- skadan framskrider om man inte samtidigt minskar fuktbelastningen utifrån
- lufttätheten består inte under hela den planerade livslängden
- skadat material blir kvar i konstruktionen

Energieffektivitet:

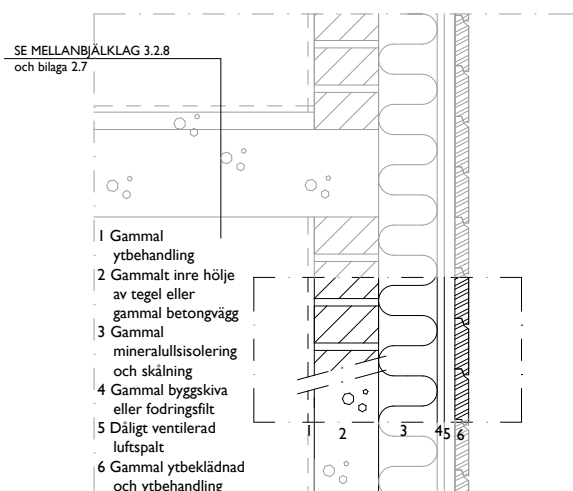
- konstruktionens värmeisoleringsförmåga oförändrad, den förbättrade lufttätheten kan öka energieffektiviteten i viss mån
- om fönstren förnyas i samband med reparationen kommer byggnaden att bli energieffektivare

Uppföljning av konstruktionens funktion:

- efter en tätning bör konstruktionens funktionalitet följas upp regelbundet med spårgas

VÄGG MED LUFTSPALT OCH SEPARAT YTTTERBEKLÄDNAD

Ursprunglig konstruktion



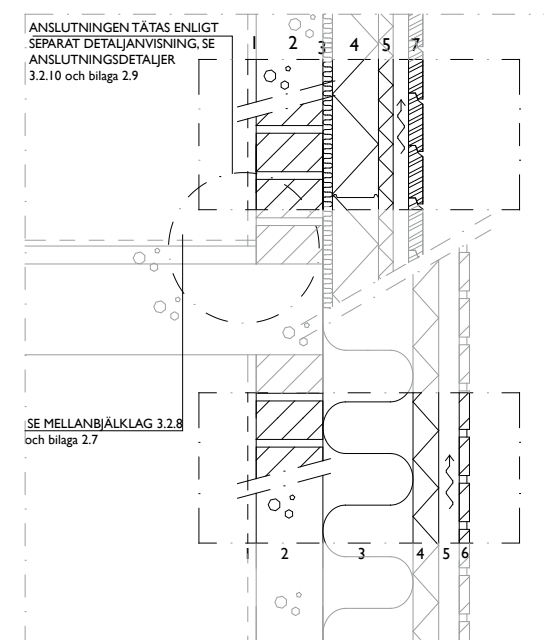
Bilden ovan visar en typisk brädfodrad vägg med luftspalt som bärs upp av en inre skalmur av tegel. Konstruktionens inre skalmur kan också vara betong och fasadmaterialet en skiva. Följande reparationsätt lämpar sig för båda situationerna.

I ytterväggskonstruktioner som försetts med luftspalt förekommer det ofta brister i luftspalten. I gamla konstruktioner är luftspalterna smala och inte alla gånger öppna då för mycket vatten i förhållande till hur mycket konstruktionen tål när konstruktionen via fogarna, genomföringarna och olika anslutningar i ytterbeklädnaden. Träkonstruktioner i ytterväggens nedre del och träkonstruktioner i anslutning till fönstren är särskilt riskexponerade.

A Konstruktionen förnyas i sin helhet

Om man river en bärande tegel- eller betongvägg i sin helhet blir man ofta tvungen att även riva mellanbjälklagen. Att riva en tegel- eller betongvägg enbart på grund av fukt- eller mikroskador är i allmänhet inte befogat. Också när det gäller icke-bärande väggar är det i allmänhet en överdrift att riva en konstruktion i sin helhet enbart på grund av fukt- eller mikroskador.

B Konstruktionen förnyas från utsidan



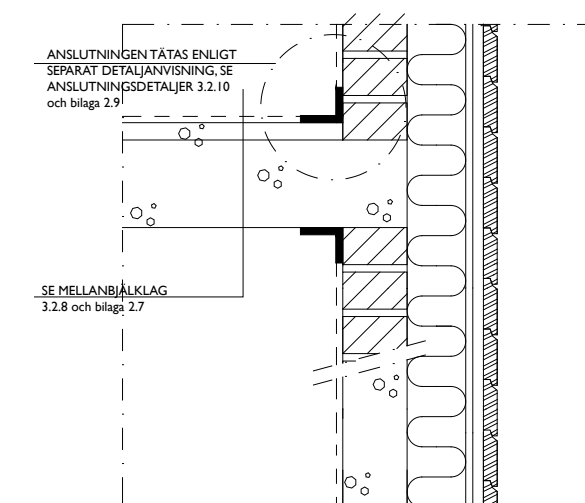
- 1 (Vid behov) nytt ytmaterial som släpper igenom vattenånga
- 2 Gammalt inre hölje av tegel eller gammal betongvägg
- 3 Utjämning av underlaget, t.ex. mjuk mineralullsmatta eller avjämningsbruk
- 4 Ny värmeisolering, polyuretanskiva (skum på fogarna)
- 5 Nytt brandskyddsmaterial vid behov
- 6 Luftspalt (min. enligt gällande föreskrifter och anvisningar) och skälning
- 7 Ny fasadbeklädnad lik den ursprungliga
OBS! Vid polymerbaserad värmeisolering görs konstruktionen lufttät med hjälp av värmeisoleringskiktet

- 1 Eventuell tätningsreparation av inre ytan
- 2 Gammalt inre hölje av tegel eller gammal betongvägg
- 3 Ny värmeisolering
- 4 Ny värmeisolering som även fungerar som vindskydd, yta enligt brandföreskrifterna
- 5 Luftspalt (min. enligt gällande föreskrifter och anvisningar) och skälning
- 6 Fasadskiva, t.ex. tegelplatta, fästet från stommen ska tas i beaktande
OBS! Vid värmeisolering som släpper igenom luft görs konstruktionen lufttät genom tätning av de inre höljen och anslutningarna

Reparationsbeslutet bör grunda sig på en heltäckande granskning av hur omfattande och allvarlig skadan är. Att förnya värmeisoleringarna och det yttre skalet blir aktuellt i situationer där det finns flera fukttekniska brister i ytterväggskonstruktionen och/eller där riskfaktorerna och/eller skadorna är omfattande/har fortskridit långt och/eller man förutsätter att reparationen får en lång livslängd. Sådana faktorer är bl.a. brister i fönster- och takfotsplåtarna samt att regnvatten rinner till ytterväggskonstruktionerna på grund av dåligt genomförda system för bortledning av regnvatten. När man förnyar det yttre skalet bör man också beakta fasadens skick, skadegraden och den återstående tekniska livslängden.

fortsätter på sidan 174

C Lufttäteten i väggkonstruktionen förbättras



Åtgärder:

Anslutningar mellan den övre plattan och väggen samt olika genomföringar tätas medelst ändamålsenliga materialkombinationer. En skalmur av tegel släpper igenom luft via sprickor och fogar. För att förhindra okontrollerade luftläckage bör man i allmänhet behandla hela den inre ytan av ett skalmur till exempel med ett vattenisoleringsystem, epoxibeläggning eller ett beläggningssystem som släpper igenom vattenånga. I det sistnämnda ingår även förstärkning med fiberduk.

Den inre ytan av en betongkonstruktion är i allmänhet lufttät, och bara betydande sprickor (ca >0,3 mm) genom konstruktionen försämrar lufttäteten. Det inre skalet av en betongkonstruktion tätas främst i anslutningar mellan väggkonstruktionen och vågräta konstruktioner, i anslutningar mellan fönster och ytterväggen samt i pelare-balkstommar i fogen mellan inre skalet och pelarna. I det sammanhanget bör man också beakta genomföringar, som värmeelementens fästen, och dilatationsfogar. Tätningen av anslutningar mellan fönster och ytterväggar behandlas närmare i kapitel 3.2.10 *Anslutningsdetaljer* och 3.3.3 *Förbättring av lufttäteten i konstruktioner*.

Om det finns omfattande, över 0,3 mm breda sprickor som går genom en inre skalmur av tegel eller betong, bör man utreda vad som orsakat sprickorna och välja reparationsalternativ därefter (t.ex. injektering).

Fukt som tränger igenom konstruktionen in i rummet avlägsnas kontrollerat med hjälp av effektiv ventilation.

fortsätter

B Konstruktionen förnyas från utsidan

Vid det här reparationsalternativet bör lösningens byggnadsfysikaliska funktion kontrolleras vid valet av material. I byggnader som hör till brandklass P1 och P2 ska konstruktionerna på utsidan av väggen skydda värmeisoleringen mot brand så att skyddet motsvarar byggnadsdelar EI 30 (EI 15) eller så ska insidan av luftspalten förses med skyddsbeklädnad i klass K2 30 (K2 10), A2-s1, d0.

En luftspalt som byggs i en ny ytterväggskonstruktion och som är bredare än den tidigare ska vara öppen mellan de ställen där ventilationsluften strömmar in och ut. Via luftspalten kan också vatten som kommit in bakom ytterbeklädnaden ta sig ut. De konstruktioner som gränsar till luftspalten ska hålla mot den fuktbelastning som orsakas av vatten som kommit in bakom ytterbeklädnaden.

När värmeisoleringen och ytterbeklädnaden ska förnyas kan valet av reparations sätt indelas enligt de två följande huvudalternativen/kriterierna som bygger på olika principer:

1. Byggnadens exteriör (= beklädnadsmaterialet) och konstruktionstjocklekarna får ändras
2. Byggnadens fasad får beträffande exteriören och proportionerna inte ändras t.ex. pga. byggnadsskydd, varvid de befintliga konstruktionstjocklekarna och/eller fasadmaterialet inte får ändras.

Reparationsmetoden lämpar sig också för en avgränsad del av väggkonstruktionen, dvs. för reparationer av lokala skador.

Åtgärder:

Det gamla fasadmaterialet med bär- och fästkonstruktioner och värmeisoleringar rivs och överflödigt bruk avlägsnas från den inre skalmuren (eller betongväggen). På samma gång rivs förmultnade och mikrobskadade konstruktioner, som fönsterreglar (förutsätter att även fönstren tas bort). Det nya värmeisoleringsmaterialet väljs utifrån det eftersträva-de U-värdet och konstruktionstjockleken. Fasadbeklädnaden görs på det ursprungliga sättet eller förnyas helt. Vid reparationen bör man tänka på den nya fasadkonstruktionen ska fästas vid den inre skalmuren/byggnadens stomme. Vid detaljprojekteringen bör uppmärksamhet fästas vid ventilationen av fasaden.

Vid en reparation som genomförs med värmeisolering som släpper igenom luft ska lufttätheten säkerställas genom att man tätar den inre skalmuren antingen på den inre ytan eller i värmeisoleringsspalten. En tätning av den inre ytan kan göras med olika slags tätning- och inkapslingssystem. En tätning av värmeisoleringsspalten görs i allmänhet med putsning. Vid tätningen är det viktigt att även anslutningarna till mellanbjälklag, fönsterkonstruktioner osv. är täta.

Alternativt kan lufttätheten i konstruktionen ordnas med cellplastbaserad värmeisolering. Då bör särskild uppmärk-

samhet fästas vid hur värmeisoleringsskivorna fästs på stommen samt hur isoleringsskivorna tätas mot varandra och mot anslutande byggnadsdelar. Vanligtvis tätas springor mellan värmeisoleringar och anslutande byggnadsdelar med polyuretanskum och därtill tejpas fogytorna med tejp som är avsedd för tätning.

Luftspalten i skivbeklädnader bör riktas nedifrån uppåt och vara öppen längs båda sidorna, även vid fönster- och dörröppningar (minimiarea vid öppningar 150 cm²/m). Luftspalten ska vara minst 25 mm bred och ha en tvärsnittsarea på minst 200 cm²/m. På grund av föreskrifter om brandsäkerhet kan det bli aktuellt att planera vågräta brandtätningar i luftspalten. Det bör tas i beaktande i planeringen av ventilationen.

Väsentligt vid reparationen:

- underlaget som värmeisoleringen ska monteras på bör rengöras och rätas ut
- säkerställande av att konstruktionen är lufttät:
 - det får inte finnas okontrollerade ventilationspringor mellan en styv värmeisolering och den inre skalmuren (konvektion förhindrad)
 - granskning av behovet att förbättra lufttätheten på insidan
- luftspalten ska vara sammanhängande och tillräckligt stor (≥ 200 cm²/m)

Reparationer med tanke på helheten:

- plåtbeklädnader och regnvattenbortledning med anknytning till fasaden ska genomföras så att man minskar fuktbelastningen på väggen
- säkerställande av lufttätheten i anslutningen mellan golvet och väggen
- balansering av ventilationen och/eller åtgärder för att reglera/ordna ventilation i det reparerade utrymmet

Risker:

- inga betydande risker eftersom allt skadat material avlägsnas från konstruktionen och konstruktionens lufttäthet förbättras
- kostnaderna för behandlingen av ytorna på den inre skalmuren kan bli betydande

Energieffektivitet:

- om tjockleken på väggkonstruktionen inte har begränsats kan ytterväggskonstruktionens värmeisolering förmåga förbättras väsentligt
- om konstruktionstjocklekarna förblir desamma som de ursprungliga kommer man antagligen inte att uppnå det referensvärde för värmegenomgångskoefficienten som tillämpas vid beräkning av byggnadens värmeförlust, men värmeisolering förmågan förbättras dock eftersom de nya isoleringarna är bättre än de gamla
- om fönstren förnyas i samband med reparationen kommer byggnaden att bli energieffektivare

fortsätter i den intilliggande kolumnen

fortsätter på nästa sida

- allteftersom värmeisolering förmågan blir bättre kommer justeringar av uppvärmningssystemet att höja energieffektiviteten

Uppföljning av konstruktionens funktion:

- åtgärder i anslutning till normalt fastighetsunderhåll

C Lufttätheten i väggkonstruktionen förbättras

Tätningmetoden och det ytmaterial som används ska dock alltid väljas specifikt för den aktuella situationen. Det rekommenderas att man överväger möjligheten att förnya fönstren i samband med en tätningsreparation. Nya fönster kan både förbättra byggnadens energiprestanda och bidra till ett lyckat slutresultat. Reparationerna syftar till att förhindra skadliga luftläckage från eventuella mikrobskadade material via konstruktionens anslutningar, genomföringar och sprickor till rumsluften.

Vid reparationer som syftar till att förbättra lufttätheten bör bland annat takrännor och stuprör samt takfots- och fönsterplåtar repareras så att vattenläckorna in i väggkonstruktionen upphör.

Väsentligt vid reparationen:

- tätning arbetet bör utföras systematiskt och övergripande: om det blir kvar läckage kan de förorenade luftströmmarna till inneluften till och med öka jämfört med utgångsläget

Reparationer med tanke på helheten:

- i den mån det är möjligt: reparation av fasaden och fönstren som minskar fuktbelastningen på väggen
- balansering och/eller reparation/ordnande av ventilation i den reparerade byggnaden eller det reparerade utrymmet (eller säkerställande av att självdragsventilationen fungerar)

Risker:

- skadan framskrider om man inte samtidigt minskar fuktbelastningen utifrån
- lufttätheten består inte under hela den planerade livslängden
- skadat material blir kvar i konstruktionen

Energieffektivitet:

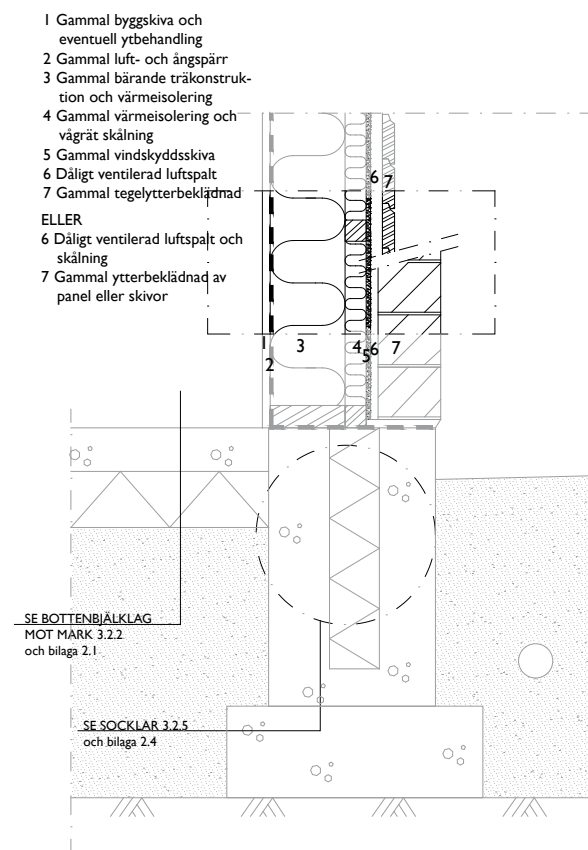
- konstruktionens värmeisolering förmåga oförändrad, den förbättrade lufttätheten kan öka energieffektiviteten i viss mån
- om fönstren förnyas i samband med reparationen kommer byggnaden att bli energieffektivare

Uppföljning av konstruktionens funktion:

- efter en tätning bör konstruktionens funktionalitet följas upp regelbundet med spårgas

VÄGG MED TRÄSTOMME OCH SKALMUR ELLER LÄTT BEKLÄDNAD

Ursprunglig konstruktion



Bilden ovan visar en typisk väggkonstruktion med trästomme där fasaden antingen är en skalmur eller en lätt beklädnad. I fuktscadade ytterväggskonstruktioner med trästomme och tegelbeklädnad är det vanligt att bruk väljt ut och täppt till luftspalten. Sådant bruk och murkramlor som eventuellt sluttar inåt kan leda fukt från fasadkonstruktionen till ytan av vindskyddsskivan och vidare till värmeisoleringen, vilket medför risk för mikrobiell tillväxt. Längs bruk som väljt ut kan vatten också absorberas kapillärt i vindskyddsskivan och därifrån vidare till stomkonstruktionerna.

Röt- och mögelskador på en träbeklädnad börjar ofta på ställen där vattnet absorberas i träkonstruktionen via tvärsnitten på brädorna. Ett annat vanligt problem uppkommer om vatten kommer in via en trä- eller skivbeklädnads otäta anslutningar eller fogar till luftspalten och spalten inte torkar på grund av bristfälligt utförda konstruktioner för bortledningen av vattnet. Då kan det uppstå mikrobiskador på konstruktionerna i väggens nedre del.

A Konstruktionen förnyas i sin helhet

Åtgärder:

I det här alternativet förnyas de skadade delarna av konstruktionen i sin helhet, dvs. fasadbeklädnaden och de bärande konstruktionerna rivs och konstruktionen byggs upp på nytt enligt gällande föreskrifter och anvisningar. Reparationen förutsätter att bottenbjälklaget, mellanbjälklaget och vindsbjälklaget stöds under reparationsarbetena. Vid valet av ny ytterväggskonstruktion kan man ställas inför flera alternativ. Valet görs utifrån byggnadens användningsändamål och de arkitektoniska målsättningarna.

Vid projektering av reparationer bör man beakta de anslutande konstruktionerna. Vid rivning av bärande och stabiliserande konstruktioner ska man planera hur de ska stödas under arbetet. Att förnya en konstruktion är ett lämpligt alternativ närmast om man ska reparera lokalt avgränsade skador. Om skadorna är mer utbredda kan det vara mer kostnadseffektivt att riva hela byggnaden.

Väsentligt vid reparationen:

- anslutande konstruktioner ska stödas under arbetet och stabiliteten i konstruktionerna kontrolleras
- skadat material ska avlägsnas helt och hållet och de konstruktioner som blir kvar ska torkas
- den byggnadsfysikaliska funktionen ska säkerställas
- på det hela taget ska anslutningar vara lufttäta.

Reparationer med tanke på helheten:

- plåtbeklädnader och regnvattenbortledning med anknytning till fasaden ska genomföras så att man minskar fuktbelastningen på väggen
- säkerställande av lufttätheten i anslutningen mellan golvet och väggen
- balansering och/eller reparation/ordnande av ventilation i den reparerade byggnaden eller det reparerade utrymmet (eller säkerställande av att självdragsventilationen fungerar)

Risker:

- det kan hända att skadat material blir kvar i konstruktionen
- sedvanliga risker som förknippas med nybyggnad, som att det brister i fukthanteringen på byggplatsen

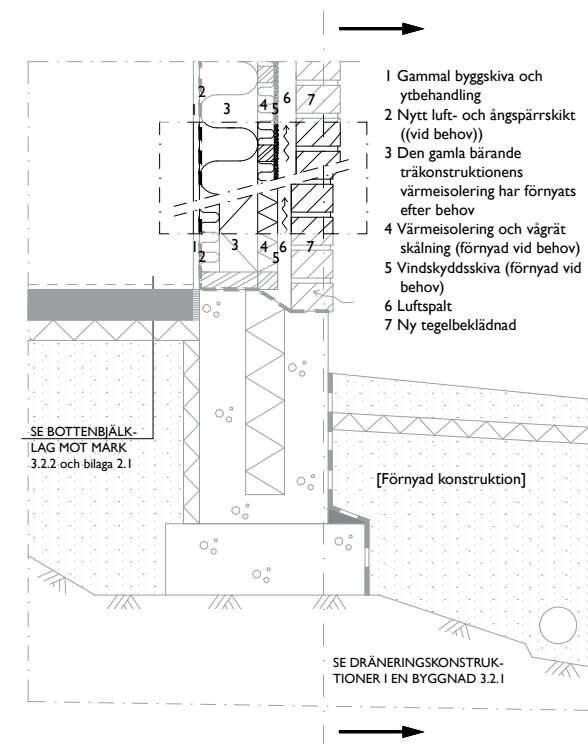
Energieffektivitet:

- på de förnyade delarna motsvarar väggens värmeisoleringsförmåga det referensvärde för värmegenomgångskoefficienten som tillämpas vid beräkningen av värmeförluster

Uppföljning av konstruktionens funktion:

- åtgärder i anslutning till normalt fastighetsunderhåll

B Konstruktionen förnyas från utsidan



Att förnya skalmuren blir aktuellt i situationer där det finns flera fukttkniska brister i ytterväggskonstruktionen och/eller där riskfaktorerna och/eller skadorna är omfattande/har fortskridit långt och/eller man förutsätter att reparationen får en lång livslängd. Sådana faktorer är bl.a. brister i fönster- och takfotsplåtarna samt att regnvatten rinner till ytterväggskonstruktionerna på grund av dåligt genomförda system för bortledning av regnvatten. När man förnyar det yttre skalet bör man också beakta fasadens skick, skadegraden och den återstående tekniska livslängden. Vid falsksoclar bör man dessutom separat granska behovet av att förnya sockelkonstruktionen och stomkonstruktionerna (se kapitlen om socklar och anslutningsdetaljer).

C Lufttätheten i väggkonstruktionen förbättras

Åtgärder:

I en ytterväggskonstruktion med lätt stomme fungerar antingen ångspärrplast eller luftspärrpapper och en innerbeklädnadsskiva som det lufttäta konstruktionsskiktet. Det rekommenderas att man inte ska förbättra lufttätheten i väggkonstruktionen med hjälp av tätningssystem, eftersom de rörelser i skivunderlaget som beror på variationer i fuktigheten och temperaturen kan vara förhållandevis stora, och då kan man inte garantera att tätningssystemet hålls helt.

Lufttätheten i en vägg med regelstomme kan förbättras genom att man tätar ångspärrplastens överlappningar och anslutningar samt gör genomföringarna lufttäta. En del av luftspärrkonstruktionen kan också utgöras av en innerbeklädnadsskiva med lufttäta fogar (t.ex. system med gipskartongskivor). Vid reparationer som syftar till att förbättra lufttätheten i ytterväggskonstruktioner med regelstomme måste skivorna i innerbeklädnaden i allmänhet rivas. Särskild uppmärksamhet bör också fästas vid lufttätheten i ytterväggens anslutningar till botten- och vindsbjälklaget.

I samband med förbättringar av lufttätheten kan man vid behov byta ut värmeisoleringen lokalt eller i större utsträckning samt göra nödvändiga reparationer på stomkonstruktionerna. Vid reparationerna bör man också avlägsna orsaken till skadorna.

Väsentligt vid reparationen:

- tätningssystemet bör utföras systematiskt och övergripande: om det blir kvar läckage kan de förorenade luftströmmarna till inneluften till och med öka jämfört med utgångsläget

Reparationer med tanke på helheten:

- i den mån det är möjligt: reparation av fasaden och fönstren som minskar fuktbelastningen på väggen
- balansering och/eller reparation/ordnande av ventilation i den reparerade byggnaden eller det reparerade utrymmet (eller säkerställande av att självdragsventilationen fungerar)

Risker:

- skadan framskrider om man inte samtidigt minskar fuktbelastningen utifrån
- lufttätheten består inte under hela den planerade livslängden
- skadat material blir kvar i konstruktionen

Energieffektivitet:

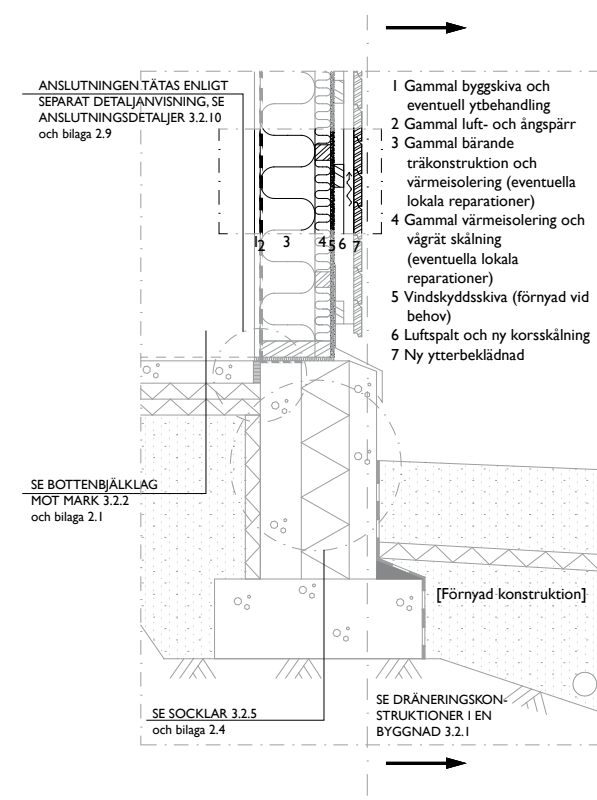
- konstruktionens värmeisoleringsförmåga oförändrad, den förbättrade lufttätheten kan öka energieffektiviteten i viss mån
- om fönstren förnyas i samband med reparationen kommer byggnaden att bli energieffektivare

Uppföljning av konstruktionens funktion:

- efter en tätning bör konstruktionens funktionalitet följas upp regelbundet med spårgas

fortsätter på sidan 178

B Konstruktionen förnyas från utsidan



I en yttervägg med trästomme ska det finnas en luftspalt mellan fasaden och vindskyddsskiktet. En luftspalt som byggs i en ny ytterväggskonstruktion och som är bredare än den tidigare ska vara öppen mellan de ställen där ventilationsluften strömmar in och ut. Via luftspalten kan också vatten som kommit in bakom ytterbeklädnaden ta sig ut. De konstruktioner som gränsar till luftspalten ska hålla mot den fuktbelastning som orsakas av vatten som kommit in bakom ytterbeklädnaden.

När värmeisoleringen och det yttre skalet ska förnyas kan valet av reparationsätt indelas enligt följande huvudalternativ/kriterier som bygger på olika principer:

1. Byggnadens exteriör (= beklädnadsmaterialet) och konstruktionstjocklekarna får ändras
2. Byggnadens fasad får beträffande exteriören och proportionerna inte ändras t.ex. pga. byggnadsskydd, varvid de befintliga konstruktionstjocklekarna och/eller fasadmaterialet inte får ändras.

Åtgärder:

Vid reparationen ska den befintliga fasadbeklädnaden och de mikroskadade materialen rivas. Eventuellt nytt värmeisoleringsmaterial väljs utifrån det eftersträvade U-värdet och hur mycket utrymme som finns till förfogande. Som

fortsätter på nästa sida

yttrebeklädnad monteras antingen konstruktion som liknar den ursprungliga eller en helt ny slags beklädnad. Vid detaljprojekteringen bör uppmärksamhet fästas vid ventilationen av fasaden. Behoven och möjligheterna att förbättra lufttätheten på insidan (= reparationer av ångspärren) bör också övervägas.

I en vägg med trästomme bör man särskilt omsorgsfullt kontrollera att läckvatten leds bort från ventilationsspringorna, eftersom träkonstruktioner är känsligare för fuktskador än tegel- och betongkonstruktioner. Det skikt som leder bort vatten från väggkonstruktionen och förhindrar att fukt stiger upp från sockeln (vanligtvis en våd av bitumenfilt) ska i en vägg i trä, på sockelns ovansida, gå längs hela väggkonstruktionen om möjligt. För att säkerställa att läckande vatten leds bort kontrollerat kan fasaden muras lägre ner än den övriga väggkonstruktionen och syllen i trästommen. Också vid en ny fasadmurning bör man se till att överflödigt bruk inte täpper till luftspalten. Luftspalten ska vara minst 40 mm bred och ha en tvärsnittsarea på minst 400 cm²/m.

Nedre kanten av träbeklädnaden ska ligga på ett avstånd av minst 400 mm från markytan, minst 300 mm från en vågrät yta (t.ex. en terrass) och minst 25 mm från en vattenplåt. Vid vertikal brädfodring bör man undvika tvärfogar i den mån det är möjligt. Brädor och nedre ändarna på lister sneddass och målas ända till den bakomliggande ytan för att vatten som rinner ner längs brädorna ska droppa i riktning bort från utsidan.

Man bör se till att läckvatten som hamnat bakom den yttre beklädnaden försvinner därifrån. Fönster- och dörranslutningar, anslutningar mellan olika fasadmaterier samt väggkonstruktionens och grundmurens anslutningar är exempel på anslutningar som ska projekteras separat. Behoven och möjligheterna att förbättra lufttätheten på insidan (= reparationer av ångspärren) bör också övervägas.

Vid den här metoden ska man säkerställa att syllen torkar. Vid falssocklar bör man dessutom separat granska behovet av att förnya sockelkonstruktionen och stomkonstruktionerna (se kapitlen om socklar och anslutningsdetaljer).

Väsentligt vid reparationen:

- säkerställande av att konstruktionen är lufttät:
 - det får inte finnas okontrollerade ventilationsspringor mellan värmeisoleringen och väggytan (konvektion förhindrad)
 - granskning av behovet att förbättra lufttätheten på insidan
- luftspalten ska vara sammanhängande och tillräckligt stor ($\geq 400 \text{ cm}^2/\text{m}$)

Reparationer med tanke på helheten:

- plåtbeklädnader och regnvattenbortledning med anknytning till fasaden ska genomföras så att man minskar fuktbelastningen på väggen
- säkerställande av lufttätheten i anslutningen mellan golvet och väggen

fortsätter i den intilliggande kolumnen

- reglering av uppvärmningssystemet allteftersom värmeisoleringsförmågan blir bättre
- balansering av ventilationen och/eller åtgärder för att reglera/ordna ventilation i det reparerade utrymmet

Risker:

- inga betydande risker eftersom skadat material avlägsnas och konstruktionens lufttäthet förbättras

Energieffektivitet:

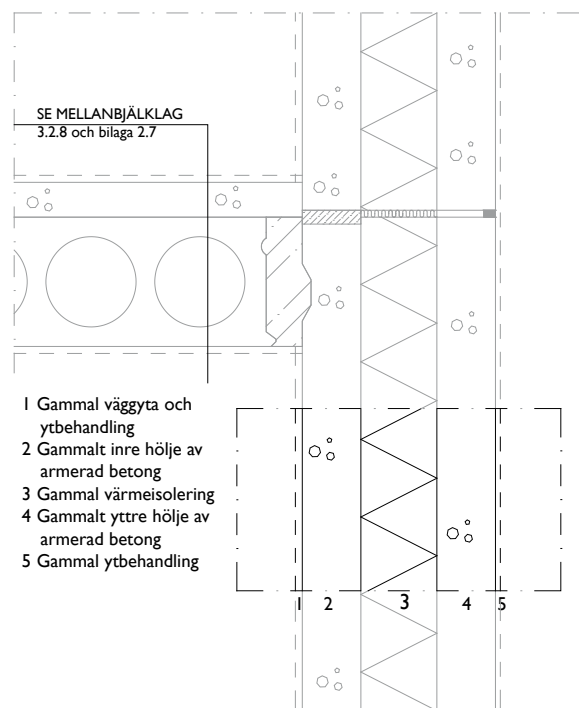
- om fönstren förnyas i samband med reparationen kommer byggnaden att bli energieffektivare
- reglering av uppvärmningssystemet förbättrar energieffektiviteten

Uppföljning av konstruktionens funktion:

- åtgärder i anslutning till normalt fastighetsunderhåll

SANDWICH-ELEMENTVÄGG AV BETONG

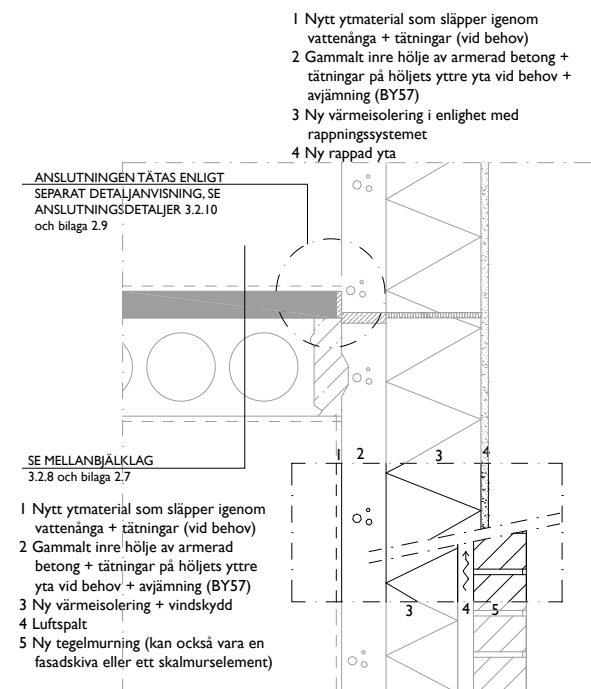
Ursprunglig konstruktion



Behov av att reparera sandwich-element i betong hör i allmänhet samman med korrosions- och frostvittringsskador på fasaden. Sådana skador behandlas inte i denna handbok. Undersökningar har visat att värmeisoleringsspalten i sandwich-element i betong inte utgör något gynnsamt underlag för mikrotillväxt (Pessi et al., 1999). En mikrobekad uppkommer i en isoleringsspalt främst om det finns betydande brister i vattentätheten i det yttre skalet, till exempel att fogarna eller anslutningskonstruktionerna mellan elementen läcker. En reparation som inbegriper rivning avlägsnar alltid skadorna, men en sådan kan vara överdimensionerad i förhållande till de övriga skadorna på fasaden (korrosion, frostvittring).

Med hänsyn till inneluften i byggnaden är det vanligen fogarna som orsakar problem i sandwich-element i betong. Via fogarna kan föroreningar transporteras med luftströmmarna in i byggnaden. Sådana ställen är bl.a. bristfälligt genomförda igengjutningar av horisontella fogar samt fönster- och dörranslutningar. Genomföringar kan också ge upphov till problem.

A Rivning av det yttre skalet och värmeisoleringen



Åtgärder:

Det yttre skalet av sandwich-elementet, gamla värmeisoleringsringar och balkar samt dörrar och fönster rivs. Utsidan av den inre skalmuren rengörs från värmeisolering och andra orenheter. Ytan avjämnas vid behov beroende på vilka krav som ställs på underlaget för värmeisoleringen. Fogarna i den inre skalmuren av elementet tätas från fall till fall med lämplig teknik från utsidan. Vid valet av ny ytterväggskonstruktion kan man ställas inför flera alternativ. Valet görs utifrån byggnadens användningsändamål och de arkitektoniska målsättningarna. Vid projektering av reparationer bör man beakta de anslutande konstruktionerna.

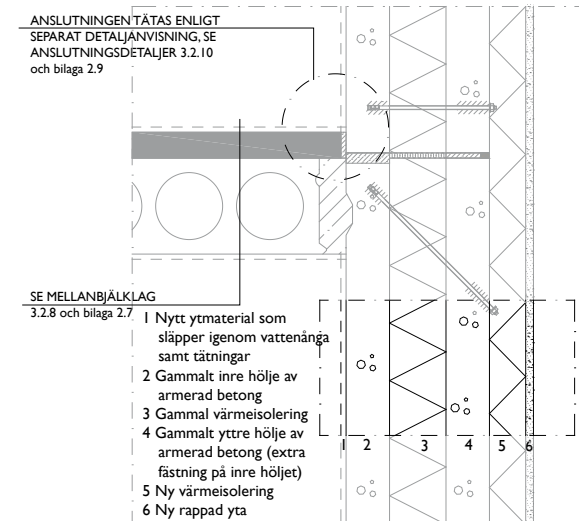
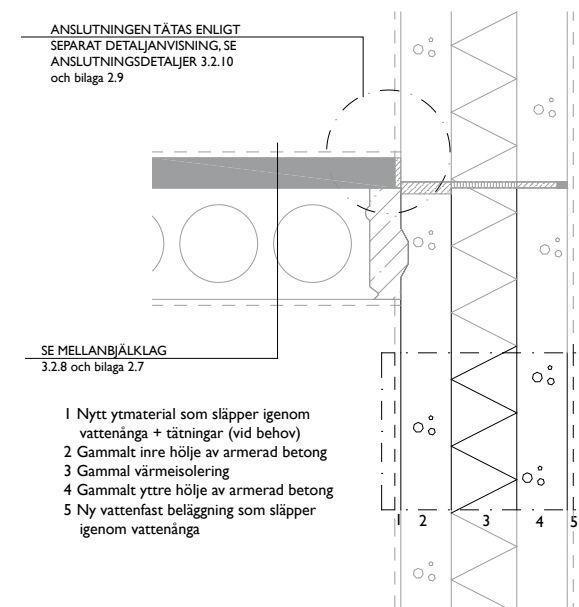
Att riva det yttre skalet och värmeisoleringen blir aktuellt främst i situationer där det finns långt framskridna och utbredda korrosionsskador och/eller frostvittringsskador. Omfattande mikrobekador kan också vara en anledning att riva det yttre skalet och värmeisoleringen.

Viktigt med tanke på en lyckad reparation:

- utsidan av inre skalet ska rengöras och avjämnas omsorgsfullt innan ny värmeisolering monteras

fortsätter

B Den externa fuktbelastningen minskas (fogar förnyas, ytbeläggningen förnyas)

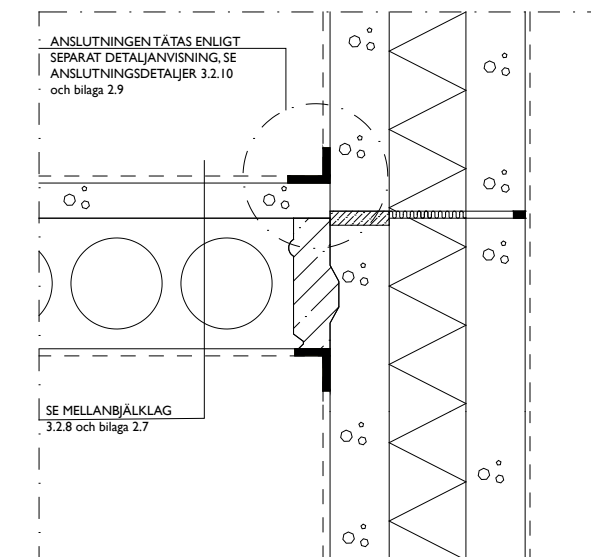


Åtgärder:

Skikt av målarfärg och orenheter avlägsnas från fasadens yta. Dessutom avlägsnas elastiska fogmassor mellan elementen och vidhäftningsytorna rengörs. Enstaka korrosions- eller vittringsskador på fasaderna lappas och fasaderna avjämnas vid behov. Fasaderna beläggs genomgående med beläggning som släpper igenom vattenånga men inte är vattentät. Elementfogarna görs om.

fortsätter

C Lufttätheten i väggkonstruktionen förbättras



Åtgärder:

Anslutningar mellan ytterväggs- och mellanbjälklagselementen samt olika genomföringar tätas med lämpliga materialkombinationer. En hel betongvägg är i regel mycket lufttät, men sprickor > 0,3 mm som går genom den inre skalmuren bör tätas t.ex. genom injektering eller ett lämpligt system för tätningsreparation.

Förbättringar av lufttätheten i väggkonstruktionen lämpar sig som en reparationslösning i situationer där det förekommer skadliga luftläckage i väggkonstruktionens anslutningar (igengjutningar av fogar, fönster- och dörrkarmar). Om det finns breda sprickor i betongkonstruktionen bör orsaken till dem utredas. Därefter väjer man metod för fogtätning beroende på typen av spricka.

När man förbättrar lufttätheten på insidan av en byggnad bör man också granska behovet av att förnya elementfogarna i ytterväggen. Det rekommenderas att man överväger möjligheten att förnya fönstren i samband med en tätningsreparation. Nya fönster kan både förbättra byggnadens energiprestanda och bidra till ett lyckat slutresultat.

Väsentligt vid reparationen:

- tätningsarbetet bör utföras systematiskt och övergripande: om det blir kvar läckage kan de förorenade luftströmmarna till inneluften till och med öka jämfört med utgångsläget

fortsätter

A Rivning av det yttre skalet och värmeisoleringen

Reparationer med tanke på helheten:

- tätning av anslutningarna i en skalmur av betong
- reglering av uppvärmningssystemet allteftersom värmeisoleringsförmågan blir bättre
- balansering och/eller reparation/ordnande av ventilation i den reparerade byggnaden eller det reparerade utrymmet (eller säkerställande av att självdragsventilationen fungerar)

Risker:

- sedvanliga risker som förknippas med nybyggnad

Energieffektivitet:

- konstruktionens värmeisoleringsförmåga förbättras
- nya fönster och dörrar samt en balansering av uppvärmningssystemet förbättrar energieffektiviteten avsevärt
- balanseringen av ventilationen kan ha antingen en förbättrande eller en försämrade effekt på energiprestandan, beroende på utgångsläget

Uppföljning av konstruktionens funktion:

- normala åtgärder i anslutning till fastighetsunderhåll

B Den externa fuktbelastningen minskar (fogar förnyas, ytbeläggningen förnyas)

Ett annat alternativ är att förse elementfasaden med ytterligare värmeisolering och göra en ny fasadbeklädnad. Det är motiverat om det på grund av korrosions- eller vittingsskador finns behov av omfattande reparationer på elementen. Ny fasadbeklädnad och extra värmeisolering höjer temperaturen på den gamla konstruktionen. Den gamla konstruktionen kan då torka eftersom den inte längre blir våt i fortsättningen.

Väsentligt vid reparationen:

- vid reparationer av fasaden ska uppmärksamhet fästas vid den fukttekniska funktionaliteten så att det inte uppstår nya skadliga fukthalter i konstruktionen
- tätningsarbetet bör utföras systematiskt och övergripande: om det blir kvar läckage kan de förorenade luftströmmarna till inneluften till och med öka jämfört med utgångsläget

Reparationer med tanke på helheten:

- konstruktionens lufttäthet förbättras om fönstren förnyas i samband med montering av ytterligare värmeisolering
- reglering av uppvärmningssystemet allteftersom värmeisoleringsförmågan blir bättre
- balansering och/eller reparation/ordnande av ventilation i den reparerade byggnaden eller det reparerade utrymmet (eller säkerställande av att självdragsventilationen fungerar)

Risker:

- lufttätheten består inte under hela den planerade livslängden
- den nya fasadkonstruktionen och extra värmeisoleringen eliminerar förhållandena för mikrobiell tillväxt, men mikrobväxt som redan torkat blir kvar
- utan extra värmeisolering kommer konstruktionen att torka betydligt långsammare och mikrobtilväxt bli kvar i konstruktionen

Energieffektivitet:

- konstruktionens värmeisoleringsförmåga är densamma trots förnyade fogar och skyddande beläggning, men lufttätheten förbättras och torkningen av konstruktionen förbättrar energieffektiviteten något
- en ny fasadkonstruktionen med extra värmeisolering förbättrar energieffektiviteten
- balanseringen av ventilationen kan ha antingen en förbättrande eller en försämrade effekt på energiprestandan, beroende på utgångsläget
- om fönstren förnyas i samband med reparationen kommer byggnaden att bli energieffektivare

Uppföljning av konstruktionens funktion:

- normala åtgärder i anslutning till fastighetsunderhåll

C Lufttätheten i väggkonstruktionen förbättras

Reparationer med tanke på helheten:

- i den mån det är möjligt: reparation av fasaden och fönstren som minskar fuktbelastningen på väggen
- balansering och/eller reparation/ordnande av ventilation i den reparerade byggnaden eller det reparerade utrymmet (eller säkerställande av att självdragsventilationen fungerar)

Risker:

- skadan framskrider om man inte samtidigt minskar fuktbelastningen utifrån
- lufttätheten består inte under hela den planerade livslängden
- det kan hända att skadat material blir kvar i konstruktionen

Energieffektivitet:

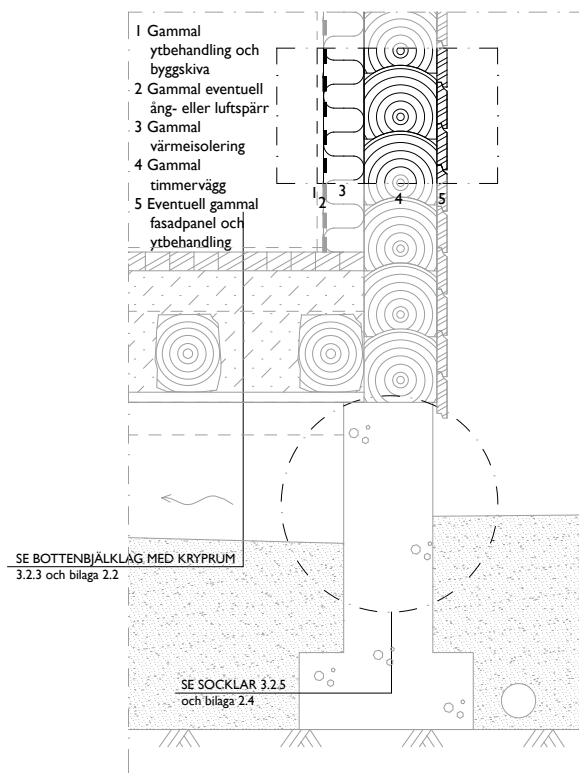
- konstruktionens värmeisoleringsförmåga oförändrad, den förbättrade lufttätheten kan öka energieffektiviteten i viss mån
- om fönstren förnyas i samband med reparationen kommer byggnaden att bli energieffektivare

Uppföljning av konstruktionens funktion:

- efter en tätning bör konstruktionens funktionalitet följas upp regelbundet med spårgas

TIMMERVÄGG

Ursprunglig konstruktion



Rötskador på det lägsta bjälklaget, rötskador på stockarna nedanför fönster som beror på vattenläckor och rötskador på en eventuell fasadbeklädnad är de vanligaste skadorna på ytterväggar av timmer. Skador kan också orsakas av extra värmeisolering som lagts fel på insidan och som gör att fukt kondenseras på den inre ytan av timret och ger mikroskador på värmeisoleringen eller timmerkonstruktionerna.

Huvudprincipen vid reparationer av stockhus utan extra värmeisolering är att rötskadade trädelar ska ersättas med en ny träkonstruktion. I denna handbok ligger fokus på situationer där det uppkommit mikroskador på en extra värmeisolering på insidan av en timmervägg. I objekt där det från första början inte funnits någon extra värmeisolering kan man också tillämpa de reparationssätt som beskrivs nedan.

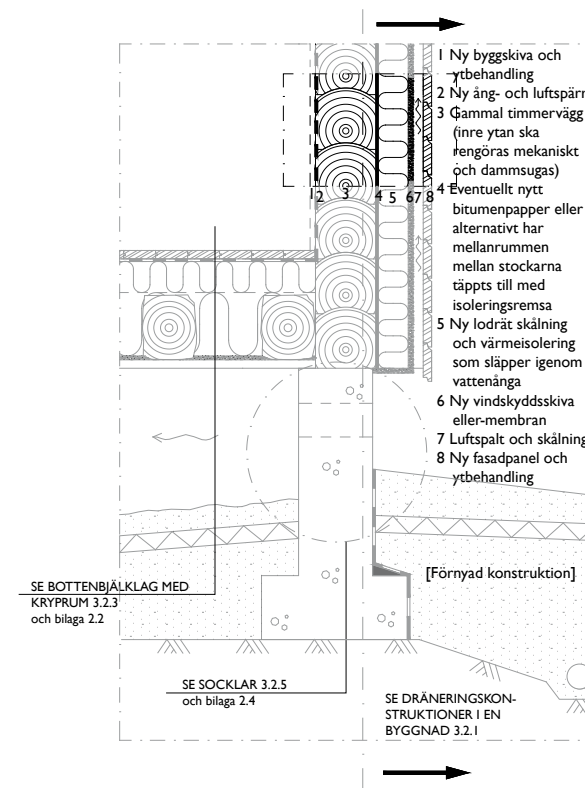
A Ytterväggskonstruktionen förnyas

Reparationsmetoden är inte möjlig vid omfattande skador eftersom det skulle innebära rivning av hela byggnaden. Det är möjligt att lokala skador förnyas och de måste granskas från fall till fall.

B Värmeisoleringen på insidan rivs och förnyas

Det är säkrast att isolera timmerväggar, liksom andra massiva ytterväggskonstruktioner som bara består av ett material, från utsidan med en värmeisolering som släpper igenom vattenånga mycket bra. Det är dock inte alltid möjligt, bl.a. av kulturhistoriska skäl. I det följande presenteras projekteringslösningar för situationer där värmeisoleringen kan göras på utsidan och för situationer där värmeisoleringen måste göras på insidan. I bägge fallen bör projekteraren t.ex. med hjälp av beräkningar försäkra sig om konstruktionens byggnadsfysikaliska funktion.

B 1) Värmeisoleringen kan göras på utsidan



Åtgärder:

Konstruktionerna på insidan och utsidan rivs ända till stockarna. Ytorna rengörs och skadade stockar eller delar av dem byts ut vid behov. En timmerkonstruktion som blivit våt ska torka.

Ny värmeisolering och fasad byggs på utsidan av timmerväggen. På insidan monteras en luft-/ångspärr, som fogas till luft- och ångspärrarna i botten- och mellanbjälklaget. Om det lite fukt avges på insidan av byggnaden (under 5 g/m³), behövs det inte nödvändigtvis något vattentätt skikt på den inre ytan av ytterväggskonstruktionen. Att

fortsätter på sidan 186

C Lufttäteten förbättras

Åtgärder:

I en ytterväggskonstruktion av timmer fungerar antingen ångspärrplast eller luftspärrspapper och en innerbeklädnadsskiva som det lufttäta konstruktionsskiktet. Det rekommenderas att man inte ska förbättra lufttäteten i väggkonstruktionen med hjälp av tätning, eftersom de rörelser i skivunderlaget och särskilt i stommen som beror på variationer i fuktigheten och temperaturen kan vara förhållandevis stora, och då kan man inte garantera att tätningsystemet hålls helt.

Lufttäteten i en timmervägg som värmeisolerats på insidan kan förbättras genom att man tätar ångspärrplastens överlappningar och anslutningar samt gör genomföringarna lufttäta. En del av luftspärrkonstruktionen kan också utgöras av en innerbeklädnadsskiva med lufttäta fogar (t.ex. system med gipskartongskivor). Vid reparationer som syftar till att förbättra lufttäteten i timmerväggar måste skivorna i innerbeklädnaden i allmänhet rivas. Särskild uppmärksamhet bör också fästas vid lufttäteten i ytterväggens anslutningar till botten- och vindsbjälklaget.

I samband med förbättringar av lufttäteten kan man vid behov byta ut värmeisoleringen lokalt eller i större utsträckning samt göra nödvändiga reparationer på stomkonstruktionerna. Vid reparationerna bör man också avlägsna orsaken till skadorna.

Väsentligt vid reparationen:

- tätningsarbetet bör utföras systematiskt och övergripande: om det blir kvar läckage kan de förorenade luftströmmarna till inneluften till och med öka jämfört med utgångsläget

Reparationer med tanke på helheten:

- säkerställande av lufttäteten i golvets, väggens och vindsbjälklagets anslutningar
- eventuellt förnyande av fönstren
- balansering av ventilationen i lokalen och/eller åtgärder för att rätta till/ordna ventilation i den reparerade byggnaden eller det reparerade utrymmet

Risker:

- skadan framskrider om man inte samtidigt minskar fuktbelastningen utifrån
- lufttäteten består inte under hela den planerade livslängden
- skadat material blir kvar i konstruktionen

Energieffektivitet:

- konstruktionens värmeisoleringsförmåga oförändrad, den förbättrade lufttäteten kan öka energieffektiviteten i viss mån
- om fönstren förnyas i samband med reparationen kommer byggnaden att bli energieffektivare

Uppföljning av konstruktionens funktion:

- efter en tätning bör konstruktionens funktionalitet följas upp regelbundet med spårgas

B 1) Värmeisoleringen kan göras på utsidan

konstruktionen är lufttät bör dock alltid kontrolleras. I situationer där man inte har någon särskild ångspärr bör man som värmeisolering- och vindskyddsmaterial på utsidan välja ett hygroskopiskt material, såsom en porös träfiberskiva. Det rekommenderas att man monterar nät i luftspalten för att förhindra att t.ex. gnagare förstör skivorna.

Att förnya värmeisoleringen på utsidan kan bli aktuellt närmast i en situation där ytterbeklädnaden har skadats så allvarligt att den måste rivs i sin helhet. Vid det här reparationsalternativet bör en tillräckligt stor luftspalt skapas i konstruktionen.

Väsentligt vid reparationen:

- väggkonstruktionen ska göras lufttät som en helhet: ång-/luftspärrsskiktet ska vara sammanhängande och det ska överlappa med ång-/luftspärrsskikten i både bottenbjälklaget och mellanbjälklaget
- eventuella orenheter på ytan av stockarna ska avlägsnas mekaniskt
- om byggnaden får mekanisk ventilation i samband med reparationen, bör man omsorgsfullt kontrollera att manteln är lufttät i syfte att minimera skadliga luftläckage

Reparationer med tanke på helheten:

- säkerställande av lufttätheten i golvet, väggens och vindbjälklagets anslutningar
- eventuellt förnyande av fönstren
- balansering av ventilationen i lokalen och/eller åtgärder för att rätta till/ordna ventilation i den reparerade byggnaden eller det reparerade utrymmet.

Risker:

- skadlig fuktcondensering i en konstruktion utan ångspärr, om rikligt med fukt avges till inneluften
- okontrollerade luftläckage genom konstruktionen, om lufttätheten inte uppnås genomgående

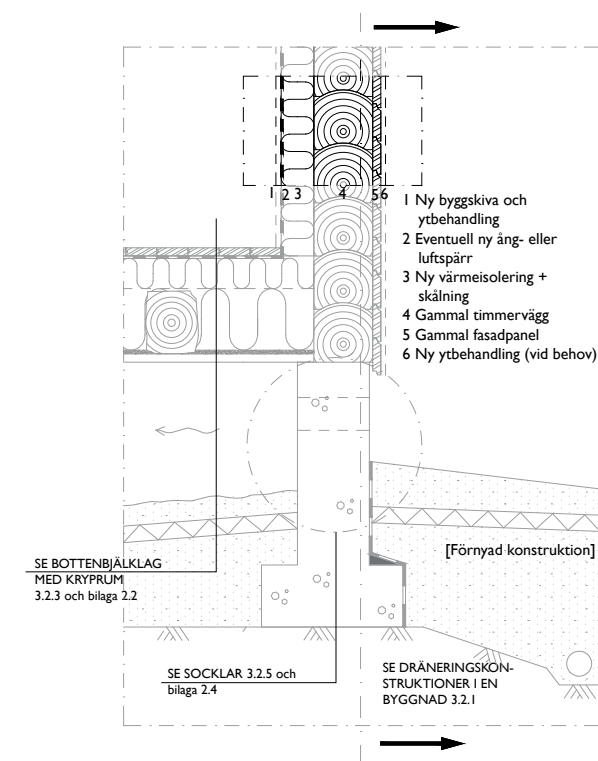
Energieffektivitet:

- konstruktionens värmeisoleringsförmåga blir antagligen bättre
- balanseringen av ventilationen kan ha antingen en förbättrande eller en försämrade effekt på energiprestansen, beroende på utgångsläget
- om fönstren förnyas i samband med reparationen kommer byggnaden att bli energieffektivare

Uppföljning av konstruktionens funktion:

- normala åtgärder i anslutning till fastighetsunderhåll

B 2) Värmeisoleringen görs på insidan



Åtgärder:

Kulturhistoriskt värdefulla timmerhus måste i regel värmeisoleras från insidan. På det sättet förändras inte proportionerna i fasaden, och den ursprungliga fasadbeklädnaden kan i den mån det är möjligt bevaras eller restaureras.

Konstruktionerna på insidan rivs ända till ytan av stockarna. Ytorna rengörs och skadade stockar eller delar av dem byts ut vid behov. En timmerkonstruktion som blivit våt ska torka. Ny värmeisolering, regler och ytkonstruktioner läggs på insidan av timmerväggen. På väggkonstruktionen monteras en luft-/ångspärr, som fogas till luft- och ångspärrarna i botten- och mellanbjälklaget.

Om det uppkommer lite vattenånga på insidan av byggnaden (under 5 g/m³), behövs det inte nödvändigtvis något vattenångtätt skikt i ytterväggskonstruktionen. Att konstruktionen är lufttät bör dock alltid kontrolleras. I situationer där man inte använder någon särskild ångspärr bör man som värmeisolering på insidan välja ett hygroskopiskt material, som en porös träfiberskiva.

Om inneluften avger rikligt med fukt (> 5 g/m³) bör insidan av extra värmeisolering på insidan vara absolut tät mot vattenånga, eller så bör man välja en värmeisolering som i sig är tät mot vattenånga. Om man använder värmeisoleringsmaterial som släpper igenom vattenånga bra

bör insidan av konstruktionen förse med en ångspärr. Om värmeisoleringsarna är styva, cellplastbaserade produkter, ska det inte finnas några sättningar i väggkonstruktionen. Om man har värmeisolering på insidan är även de ställen på mellanväggarna, där värmeisolerings- och ångspärrsskiktet inte är sammanhängande längs hela ytterväggen, problematiska.

Väsentligt vid reparationen:

- väggkonstruktionen ska göras lufttät som en helhet: ång-/luftspärrsskiktet ska vara sammanhängande och det ska överlappa med ång-/luftspärrsskikten i både bottenbjälklaget och mellanbjälklaget
- om byggnaden får mekanisk ventilation i samband med reparationen, bör man omsorgsfullt kontrollera att manteln är lufttät i syfte att minimera skadliga luftläckage

Reparationer med tanke på helheten:

- säkerställande av lufttätheten i golvet, väggens och vindbjälklagets anslutningar
- eventuellt förnyande av fönstren
- balansering av ventilationen i lokalen och/eller åtgärder för att rätta till/ordna ventilation i den reparerade byggnaden eller det reparerade utrymmet

Risker:

- skadlig fuktcondensering i konstruktionen (en konstruktion som värmeisolerats från insidan utsätts för större risker än en konstruktion som värmeisolerats från utsidan, eftersom fukt kan kondenseras i skadliga mängder på insidan av stockarna)
- okontrollerade luftläckage genom konstruktionen, om lufttätheten inte uppnås genomgående
- ång-/luftspärren måste hållas hel under hela livslängden (montering av inredning, elinstallationer, upphängningar osv.)

Energieffektivitet:

- konstruktionens värmeisoleringsförmåga blir antagligen bättre
- balanseringen av ventilationen kan ha antingen en förbättrande eller en försämrade effekt på energiprestansen, beroende på utgångsläget
- om fönstren förnyas i samband med reparationen kommer byggnaden att bli energieffektivare

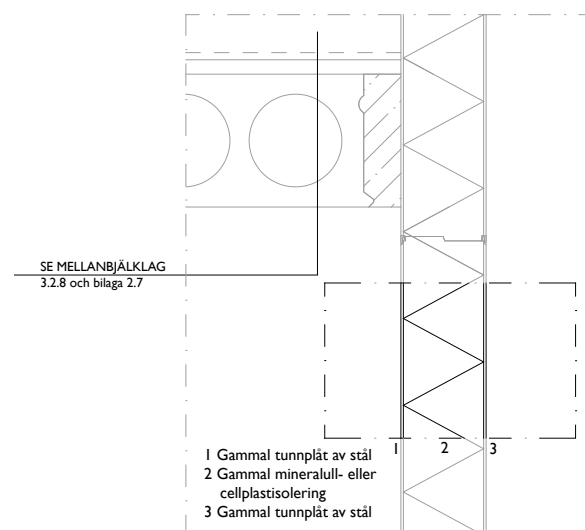
Uppföljning av konstruktionens funktion:

- normala åtgärder i anslutning till fastighetsunderhåll

fortsätter i den intilliggande kolumnen

SANDWICH-ELEMENT MED STÅLYTA (PLÅT-VÄRMEISOLERING-PLÅT)

Ursprunglig konstruktion



Som ytterväggskonstruktion kan man också ha använt en konstruktion av plåt-värmeisolerings-plåt, dvs. sandwich-element med ytskikt av stål. I ytterväggarna uppkommer läckorna vanligtvis i fogar eftersom fogtätningen kan ha brustit av formförändringar och rörelser som orsakats av temperaturväxlingar i metallytan. Vanligtvis har man försökt täppa till läckorna med olika elastiska fogmassor, men även sådana fogar spricker på grund av tvångsrörelser vid temperaturväxlingar.

A Konstruktionen förnyas i sin helhet

Åtgärder:

I det här alternativet ska ytterväggskonstruktionen rivas. Vid valet av ny ytterväggskonstruktion kan man ställas inför flera alternativ. Valet görs utifrån byggnadens användningsändamål och de arkitektoniska målsättningarna.

Reparationer med tanke på helheten:

- ändringar som behöver göras på sockeln och bottenbjälklaget när värmeisoleringen blir tjockare
- förnyande av fönster och dörrar

Risker:

- sedvanliga risker som förknippas med nybyggnad, som att det brister i fukthanteringen på byggplatsen

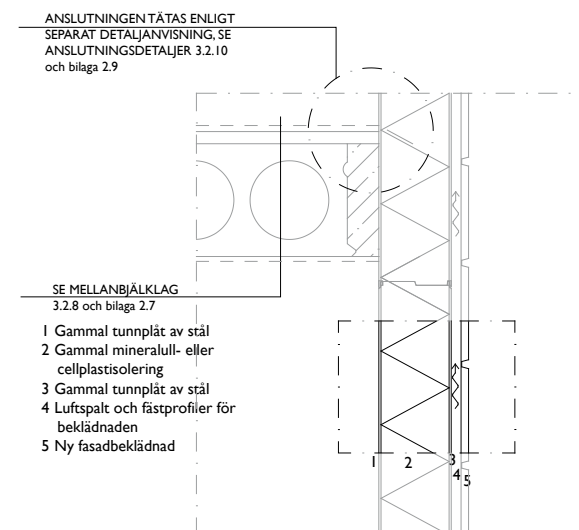
Energieffektivitet:

- värmeisoleringsförmågan i väggen motsvarar det referensvärde för värmegenomgångskoefficienten som tillämpas vid beräkningen av värmeförluster

Uppföljning av konstruktionens funktion:

- normala åtgärder i anslutning till användning och underhåll

B Fasadbeklädnad



Åtgärder:

Fasadytorna rengörs genomgående från orenheter. Vid behov repareras skador på fasaden. På utsidan av elementen görs en fasadbeklädnad som på baksidan har en luftspalt enligt gällande bestämmelser (by 64 Tuulettuvat julkisivut 2016). Beklädnaden kan vara t.ex. kassettbeklädnad eller skivbeklädnad. Den nya beklädnadens anslutningar ska göras så att vatten som kommit in bakom fasadskivorna kan avledas kontrollerat bort från fasaden. Fasadbeklädnaden medför också ändringar i takfots-, fönster- och dörranslutningarna. Vid planeringen av ytterbeklädnaden bör man beakta rörelserna i underlaget.

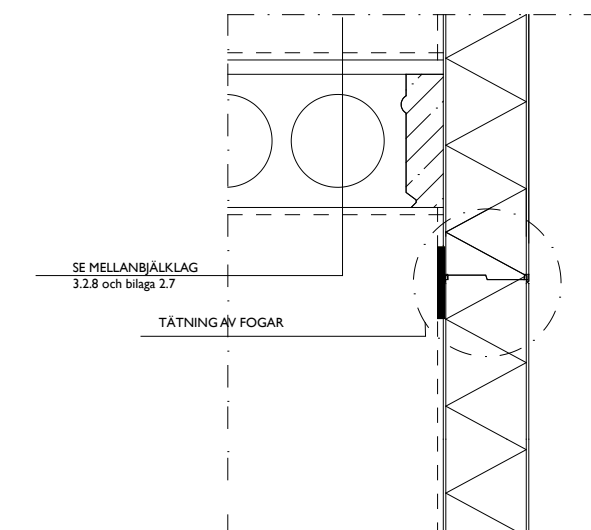
Läckvatten som tränger in genom otäta elementfogar är ett vanligt problem i de ursprungliga lösningarna. Vattnet skadar de konstruktioner som är känsliga för mikroskador (fönsterkarmar, värmeisolering inuti elementen). Man bör se till lufttäteten på den inre ytan av konstruktionen som en helhet och fogarna mellan elementen bör tätas med de åtgärder som läggs fram i reparationsalternativ C.

Väsentligt vid reparationen:

- säkerställande av att konstruktionen är lufttät:
 - beaktande och genomförande av förbättringar i lufttäteten på den inre ytan
- luftspalten ska vara sammanhängande

fortsätter

C Lufttäteten i konstruktionen förbättras



Åtgärder:

Elementfogarnas insida tätas med lämpliga produkter. Vid reparationen bör man säkerställa att de tätningsmaterial som används häftar vid stålytan. Tätningsmetoden väljs utifrån reparationens eftersträvarade livslängd. Lämpliga material är t.ex. vattenisoleringsmassor som bestryks i flytande form, flexibla massor (dock inte sedvanlig silikonmassa eller kitt) och tejp som är avsedda för tätning. Vid valet av metod bör man tänka på att materialet måste hållas helt trots små formförändringar i underlaget.

Det får inte förekomma vattenläckor via otäta ställen på konstruktionerna. Om vatten som rinner in utgör ett problem, ska man välja utvändigt beklädnadsreparation som reparationsätt.

Väsentligt vid reparationen:

- tätningsarbetet bör utföras systematiskt och övergripande: om det blir kvar läckage kan de förorenade luftströmmarna till inneluften till och med öka jämfört med utgångsläget

Reparationer med tanke på helheten:

- i den mån det är möjligt: reparation av fasaden och fönstren som minskar fuktbelastningen på väggen
- balansering och/eller reparation/ordnande av ventilation i den reparerade byggnaden eller det reparerade utrymmet (eller säkerställande av att självdragsventilationen fungerar)

fortsätter

B Fasadbeklädnad

Reparationer med tanke på helheten:

- ändringar som ska göras i fasadens anslutningar
- balansering och/eller reparation/ordnande av ventilation i den reparerade byggnaden eller det reparerade utrymmet (eller säkerställande av att självdragsventilationen fungerar)

Risker:

- inga betydande risker eftersom regnvatten i fortsättningen inte kommer in i elementfogarna

Energieffektivitet:

- monteringen av ytterbeklädnaden påverkar inte energieffektiviteten
- om fönstren förnyas i samband med reparationen kommer byggnaden att bli energieffektivare

Uppföljning av konstruktionens funktion:

- åtgärder i anslutning till normalt fastighetsunderhåll

C Lufttätheten i konstruktionen förbättras

Risker:

- lufttätheten består inte under hela den planerade livslängden
- eventuellt skadat material blir kvar i konstruktionen

Energieffektivitet:

- konstruktionens värmeisoleringsförmåga oförändrad, den förbättrade lufttäteten kan öka energieffektiviteten i viss mån
- balanseringen av ventilationen kan ha antingen en förbättrande eller en försämrande effekt på energiprestandan, beroende på utgångsläget
- om fönstren förnyas i samband med reparationen kommer byggnaden att bli energieffektivare

Uppföljning av konstruktionens funktion:

- efter en tätning bör konstruktionens funktionalitet följas upp regelbundet med spårgas

Bilaga 2.6

Metoder för reparation av vindsbjälklag och vattentak

I den här bilagan behandlas följande vindsbjälklag:

- Reparation av vattentak
- Ventilerade branta tak, där vindsbjälklagskonstruktionen är i betong
- Ventilerade branta tak, där vindsbjälklagskonstruktionen är ett håldäck eller på plats gjuten platta
- Ventilerade branta tak, där vindsbjälklagskonstruktionen är i trä
- Svagt ventilerade, svagt sluttande tak
- Icke-ventilerad takkonstruktion med mineralullsisolering
- Omvända tak.

REPARATION AV VATTENTAK

Vid alla reparationer av vindsbjälklags- och vattentakskonstruktioner är det skäl att fästa uppmärksamhet vid vattentakets skick och återstående livslängd, och utifrån dem kritiskt bedöma kommande behov av att reparera konstruktionerna. Detta bör göras oavsett om reparationen av en fukt- och mikrobsskada på vindsbjälklaget hör samman med en läcka i vattentaket eller inte. På det här sättet minskar man risken för att en nyligen reparerad konstruktion får nya skador; en risk som ökar allteftersom takmaterialet blir äldre. Om skadorna på vindsbjälklaget och vattentaket beror på bristande vattentäthet i vattentaket, behöver vindsbjälklaget i allmänhet mer omfattande åtgärder än bara reparationer på vattentaket.

Takmaterialet kan lappas för att förlänga vattentakets livslängd, eller så kan hela taket eller en klart avgränsad del av det förnyas genomgående. Vid lappning är det viktigt att se till att nytt material ansluts tätt till det gamla takmaterialet.

Vid planeringen av reparationer av vattentaket bör särskild uppmärksamhet fästas vid olika genomföringar, anslutningar samt andra eventuella skarvar och vid hur dessa görs täta mot regnvatten. Lämpliga reparationsmetoder och sätt att täta anslutningarna väljs med utgångspunkt i takmaterialet och taklutningen. Beprövade sätt att bygga vattentakskonstruktioner beskrivs bl.a. i Kattoliitto ry:s publikation *Toimivat katot ohjeet* (Kattoliitto ry 2013), i publikationen *RIL 107-2012 Rakennusten veden- ja kosteudenieristys* samt i Byggnadsinformationssiftelsens RT-kort om olika takmaterial.

Bilderna visar exempel på lappning av plåttak och bitumentak. Behovet av reparation har kunnat avgränsas klart till en liten del av taket.



Bilder: P. Annila, Rakennusinsinööri Petri Annila

Viktigt med tanke på en lyckad reparation:

- säkerställande av att genomföringar, anslutningar och andra skarvar är vattentäta

Reparationer med tanke på helheten:

- nödvändiga reparationer ska göras på vindsbjälklaget och de anslutande konstruktionerna, om det inte handlar om en förutseende reparation på vattentaket
- man bör tänka på att takmaterialen kan innehålla skadliga ämnen

Risker:

- den föråldrade konstruktionen skadas senare på en annan plats
- otillräckliga reparationsåtgärder på vindsbjälklaget

Energieffektivitet:

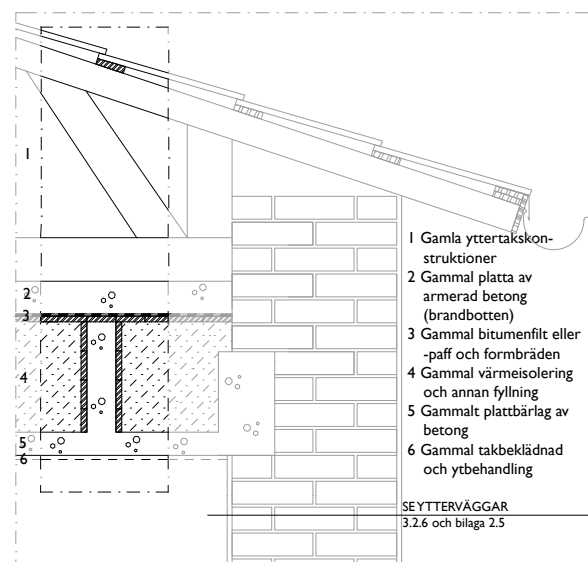
- ingen inverkan på byggnadsdelens energiprestanda

Uppföljning av konstruktionens funktion:

- kontroller i anslutning till normalt fastighetsunderhåll

VENTILERADE BRANTA TAK, DÄR VINDSBJÄLKLAGSKONSTRUKTIONEN ÄR I BETONG

Ursprunglig konstruktion

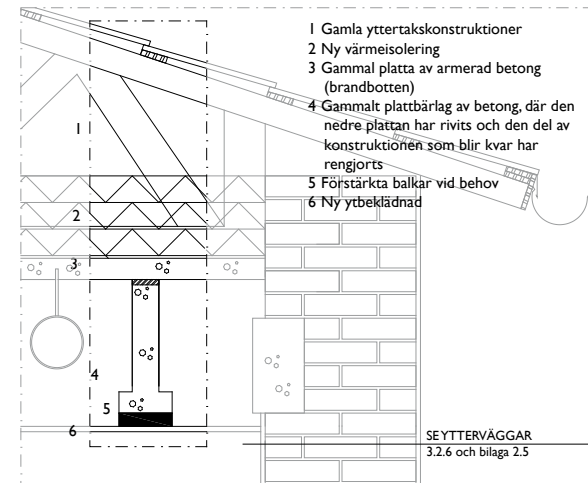


Bilden ovan visar en vanligt förekommande vindsbjälklagskonstruktion där det ovanpå ett bjälklag i betong finns ett kallt vindsutrymme och ett vattentak som vilar på ett fackverk av trä. Värmeisoleringen i vindsbjälklaget varierar, beroende på byggnadsperioden, från organiska fyllnadsmaterial till mineralull och lättklinker.

Skador på konstruktionen beror vanligtvis på att vattentaket läckt eller på föråldrad teknik som går genom konstruktionen, exempelvis så att fukt kondenseras mot ett kallt avloppsrör av gjutjärn eller andra rörrelaterade läckage. Dessutom kan det hända att organiska fyllningar och formvirke fått fuktskador redan under byggnadstiden.

Oberoende av reparationsmetoden bör man ta fasta på takmaterialets återstående livslängd och eventuella behov av reparationer, och utföra nödvändiga reparationsåtgärder på vattentaket.

A Konstruktionens värmeisolering förnyas underifrån



Åtgärder:

Värmeisoleringar och annat fyllnadsmaterial avlägsnas via tillräckligt stora öppningar i nedre ytan av plattbärlaget. Ytorna på den betongkonstruktion som blir kvar rengörs mekaniskt, t.ex. genom sandblästring. Om det behövs efter rivningen ska konstruktionen stärkas med ytterligare gjutning. Formvirket rivs innan konstruktionen tillsluts.

Att konstruktionen är tillräckligt lufttät kan i allmänhet enkelt säkerställas med reparationer av ytplattan. Vid reparationen ska värmeisoleringen, till exempel mineralullsskivorna eller blåsullen, flyttas till ovansidan av betongplattan. Man bör då säkerställa att vindsbjälklaget ventileras tillräckligt genom takfoten. Reparationen gör i allmänhet att värmeförlusterna genom vindsbjälklaget minskar betydligt.

I den mån det behövs och är möjligt kan fastighetsteknik monteras i utrymmet mellan balkarna i plattbärlaget, eller så kan man göra hål för tekniken mellan balkarna.

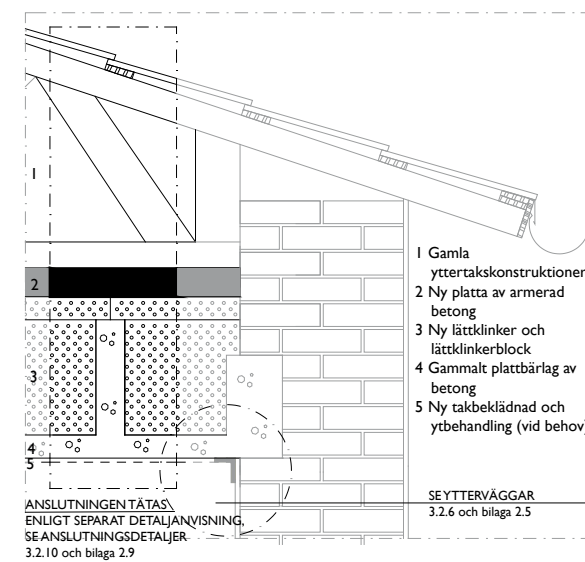
Att förnya värmeisoleringarna och en eventuell brandbotten blir aktuellt i situationer där skadorna på värmeisoleringen i vindsbjälklaget har fortskridit långt och över stora ytor. Reparationen lämpar sig i situationer där höjden på vindsutrymmet inte medger reparationer.

Viktigt med tanke på en lyckad reparation:

- att vattentaket är vattentätt under konstruktionens hela livslängd

fortsätter

B Konstruktionens värmeisolering förnyas ovanifrån



Åtgärder:

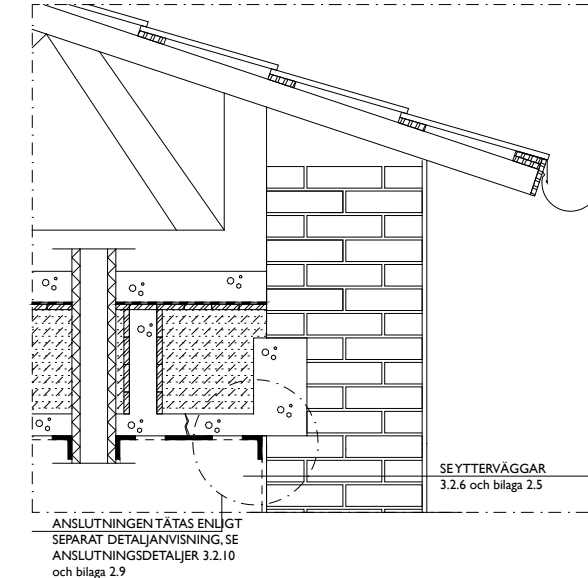
Brandbotten eller annat material ovanpå värmeisoleringen i vindsbjälklaget rivs. Eventuell bitumenfilt/eventuell bitumenpapper kan innehålla skadliga ämnen (asbest, PAH-föreningar). Därefter rivs den gamla värmeisoleringen och gammalt formvirke. Material som ska bli kvar rengörs mekaniskt, t.ex. ett plattbärlag i betong genom sandblästring. Därefter förstärks plattbärlaget vid behov med ny betonggjutning, vars formar rivs innan konstruktionen försluts. Sprickor och andra hål i plattbärlaget tätas, t.ex. genom injektering eller med en membran av bitumen.

Som ny värmeisolering används t.ex. lättklinker och lättklinkerplattor, vilka kan fungera direkt som underlag för ytgjutningen. Alternativt kan man lägga en fuktbeständig filterduk som är öppen för vattenånga ovanpå lättklinkerskiktet före gjutningen. Vid reparationen är det viktigt att bryta köldbryggan vid balkarna i plattbärlaget.

Om det har funnits fastighetsteknik inuti vindsbjälklaget, är det bra att montera den på ytan, om det är tekniskt möjligt. Därtill bör genomföringar i vindsbjälklaget och vattentaket värmeisoleras med isolering som i sig eller vars yta är tillräckligt tät mot vattenånga.

fortsätter

C Lufttäteten i vindsbjälklaget förbättras



Åtgärder:

Tätningen av olika anslutningar och genomföringar är i nyckelposition när det gäller att uppnå en tillräckligt bra lufttätethet i konstruktionen. Det kan göras till exempel med hjälp av genomföringsgummin eller -tätningar. Det är också viktigt att täta ställen där det funnits upphängningar, sprickor och andra hål. Beroende på situationen kan elastisk massa, injektering eller tätningsmembran vara en lämplig lösning.

Förbättringar i konstruktionens lufttätethet kan i de flesta fall bara ses som en förlängning av livslängden med vilken man kan skjuta upp en grundligare renovering med några år.

Viktigt med tanke på en lyckad reparation:

- tätningen ska utföras systematiskt på alla genomföringar, hål och sprickor i nedre plattan
- tätningen ska genomföras som en helhet

Reparationer med tanke på helheten:

- balansering av ventilationen i lokalen och/eller åtgärder för att rätta till/ordna ventilation i den reparerade byggnaden eller det reparerade utrymmet efter allteftersom vindsbjälklaget blir tätare

fortsätter

A Konstruktionens värmeisolering förnyas underifrån

Reparationer med tanke på helheten:

- eventuella åtgärder för att förbättra konstruktionens bärförmåga
- balansering av ventilationen i utrymmet och/eller åtgärder för att rätta till/ordna ventilation i den reparerade byggnaden eller det reparerade utrymmet efter när mellanbjälklaget tätats

Risker:

- att vattentaketets vattentäthet inte varar under hela den under hela den planerade livslängden

Energieffektivitet:

- det är ofta möjligt att avsevärt förbättra konstruktionens värmeisoleringsförmåga

Uppföljning av konstruktionens funktion:

- normala åtgärder i anslutning till fastighetsunderhåll

B Konstruktionens värmeisolering förnyas ovanifrån

Att förnya värmeisoleringarna och en eventuell brandbotten blir aktuellt i situationer där skadorna på värmeisoleringen i vindsbjälklaget har fortskridit långt och över stora ytor. Metoden lämpar sig i situationer där höjden på vindsutrymmet gör att den är möjlig utrymmesmässigt.

Viktigt med tanke på en lyckad reparation:

- att vattentaket är vattentätt under konstruktionens hela livslängd

Reparationer med tanke på helheten:

- vindsbjälklagets och väggkonstruktionernas anslutningar samt genomföringar
- balansering av ventilationen

Risker:

- att vattentaketets vattentäthet inte varar under hela den under hela den planerade livslängden

Energieffektivitet:

- det är ofta möjligt att avsevärt förbättra konstruktionens värmeisoleringsförmåga

Uppföljning av konstruktionens funktion:

- normala åtgärder i anslutning till fastighetsunderhåll

C Lufttätheten i vindsbjälklaget förbättras

Risker:

- fukt- och mikrobskadade material avlägsnas inte vid den här metoden
- består tätheten under hela livslängden

Energiåtervinning

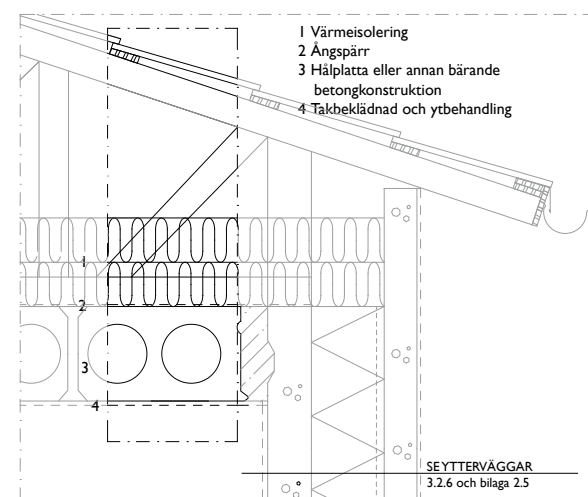
- reparationen minskar luftläckaget genom vindsbjälklaget, men påverkar bara i liten mån hela byggnadens energiprestanda

Uppföljning av konstruktionens funktion:

- att reparationen fungerar under livscykelns bör kontrolleras med regelbundna uppföljningsmätningar (t.ex. med spårgas)

VENTILERADE BRANTA TAK, DÄR VINDSBJÄLKLAGSKONSTRUKTIONEN ÄR ETT HÅLDÄCK ELLER PÅ PLATS GJUTEN PLATTA

Ursprunglig konstruktion

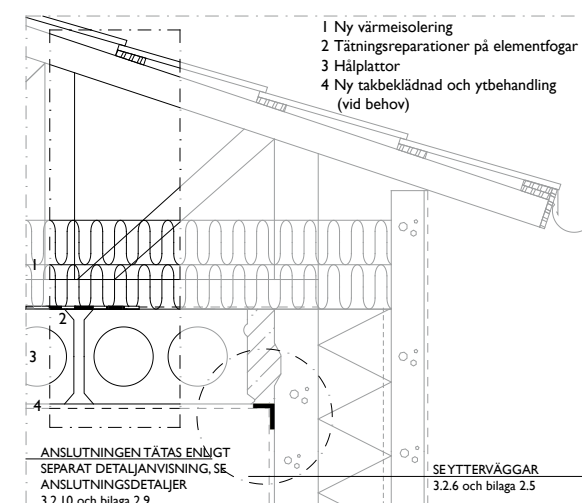


Bilden ovan visar ett modernare vindsbjälklag där värmeisoleringen och träkonstruktioner som hör samman med takformen finns ovanpå ett håldäck eller en annan bärande betongkonstruktion. Som värmeisolering har man vanligtvis använt mineralull eller blåsull.

Skador på konstruktionen beror vanligen på att vattentaket läckt eller att det läckt luft in i konstruktionen. Typiska ställen för läckor är anslutningarna mellan vindsbjälklaget och ytterväggarna samt elementfogar som kanske brustit till följd av att betongkonstruktioner torkat eller rört på sig och som därför skapat en väg för luftläckage till värmeisoleringen. Problemen framhävs i höga utrymmen och i utrymmen med övertryck eller riklig fuktbildning i inneluften.

Oberoende av reparationsmetoden bör man ta fasta på vattentaketets återstående livslängd och eventuella behov av reparationer, och utföra nödvändiga reparationsåtgärder på vattentaket.

B Värmeisoleringen i konstruktionen



Åtgärder:

Gammal, skadad värmeisolering avlägsnas och den delar av betongkonstruktionen som blivit våta torkas och rengörs. Lufttäteten i betongkonstruktionen säkerställs så att elementens gjutfogar och genomföringar tätas med membraner av bitumen som limmas på underlaget. Därtill tätas anslutningarna mellan vindsbjälklaget och väggkonstruktionen från insidan av byggnaden.

Den nya värmeisoleringen kan ha bättre värmeledningsegenskaper än den gamla, och dessutom kan man ofta göra isoleringen tjockare utan att avsevärt försämra ventilationen i vindsbjälklaget. Då kan man genom reparationen oftast också avsevärt minska värmeförlusterna genom vindsbjälklaget och därigenom förbättra byggnadens energiprestanda.

Att förnya värmeisoleringarna blir aktuellt i situationer där skadorna på värmeisoleringen i vindsbjälklaget har fortskridit långt och över stora ytor.

Viktigt med tanke på en lyckad reparation:

- att vattentaket är vattentätt under konstruktionens hela livslängd

Reparationer med tanke på helheten:

- förbättring av konstruktionens lufttätet
- balansering av ventilationen i lokalen och/eller åtgärder för att rätta till/ordna ventilation i den reparerade byggnaden eller det reparerade utrymmet efter allteftersom vindsbjälklaget blir tätare

Risker:

- att vattentaketets vattentätet inte varar under hela den under hela den planerade livslängden

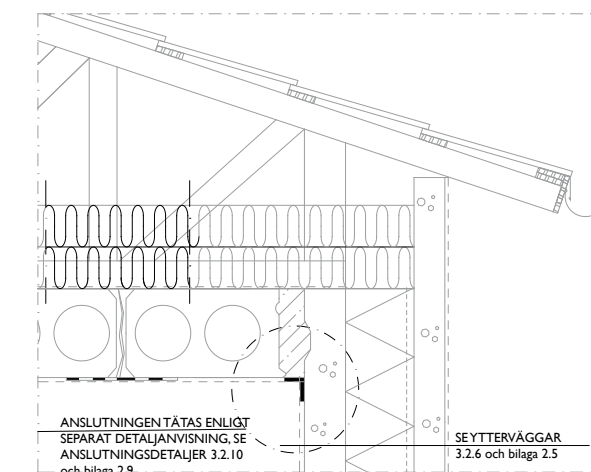
Energieffektivitet:

- det är ofta möjligt att förbättra konstruktionens värmeisoleringsförmåga

Uppföljning av konstruktionens funktion:

- normala åtgärder i anslutning till fastighetsunderhåll

C Lufttäteten i vindsbjälklaget förbättras



Åtgärder:

Lufttäteten i betongkonstruktionen säkerställs så att elementens gjutfogar och genomföringar tätas systematiskt med membraner av bitumen som limmas på underlaget. Därtill tätas anslutningarna mellan vindsbjälklaget och väggkonstruktionen från insidan av byggnaden. Utöver tätningssreparationen bör värmeisoleringen i vindsbjälklaget förnyas i behövlig utsträckning.

Att förbättra lufttäteten i konstruktionen är ett lämpligt reparationsalternativ i situationer där inga stora delar av vindsbjälklagets värmeisolering behöver förnyas på grund av fukt- eller mikroskador.

Viktigt med tanke på en lyckad reparation:

- tätningen ska utföras systematiskt på alla genomföringar, hål och sprickor

Reparationer med tanke på helheten:

- eventuellt reparationer av vattentaket
- balansering av ventilationen i lokalen och/eller åtgärder för att rätta till/ordna ventilation i den reparerade byggnaden eller det reparerade utrymmet efter allteftersom vindsbjälklaget blir tätare

Risker:

- läckagevägar blir kvar i konstruktionen och kan leda till att tätningar behövs på något annat ställe

Energieffektivitet:

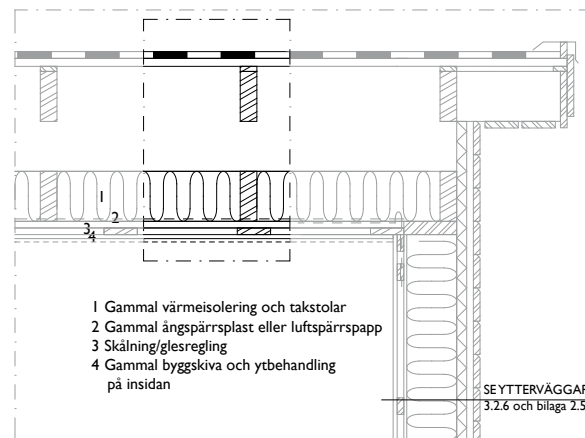
- reparationen minskar luftläckaget genom vindsbjälklaget, men påverkar bara i liten mån hela byggnadens energiprestanda

Uppföljning av konstruktionens funktion:

- normala åtgärder i anslutning till fastighetsunderhåll

VENTILERADE BRANTA TAK, DÄR VINDSBJÄLKLAGSKONSTRUKTIONEN ÄR I TRÄ

Ursprunglig konstruktion

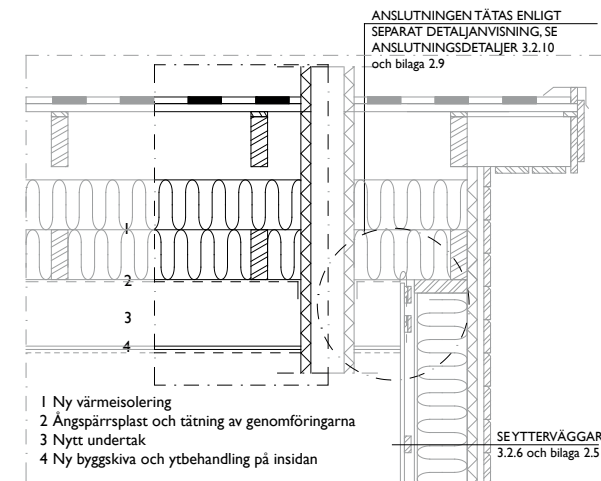


Bilden ovan visar en typisk vindsbjälklagskonstruktion i trä med fackverk som bärande stomme. I nyare byggnader är värmeisoleringen ofta mineralull. Luft- och/eller ångspärrsskiktet kan vara av plast eller papper. I äldre byggnadsbestånd där vindsbjälklaget byggts av träbjälkar kan värmeisoleringen vara sågspån, kutterspån eller mossor.

Skador på konstruktionen hör vanligtvis samman antingen med läckor i vattentaket eller med bristande täthet i ångspärren, som gjort att fukt kondenserats i konstruktionen.

Oberoende av reparationsmetoden bör man ta fasta på vattentaketets återstående livslängd och eventuella behov av reparationer, och utföra nödvändiga reparationsåtgärder på vattentaket.

B Värmeisoleringen i konstruktionen



Åtgärder:

Gammal värmeisolering i konstruktionen samt ytkonstruktionerna på insidan rivs i behövlig omfattning med beaktande av skadorna. Vid reparationen är det viktigt att säkerställa att konstruktionen är tillräckligt lufttät. Luft- och ångspärrsskiktet kan bestå av plastfilm eller en värmeisolering av hård cellplast. Oberoende av materialet ska särskild uppmärksamhet fästas vid tätningen av skarvar och genomföringar.

Om det är möjligt ur teknisk och arkitektonisk synvinkel rekommenderas ett nedsänkt innertak. Då kan man placera fastighetsteknik på ångspärrsskiktet och minska antalet genomföringar. Ångspärrsskiktet tätas till exempel med tejp eller gummi vid genomföringarna.

Att förnya värmeisoleringarna blir aktuellt i situationer där skadorna på värmeisoleringen i vindsbjälklaget har fortskridit långt och över stora ytor. Med reparationen kan man i allmänhet avsevärt förbättra isoleringsförmågan (U-värdet) i en gammal konstruktion.

Viktigt med tanke på en lyckad reparation:

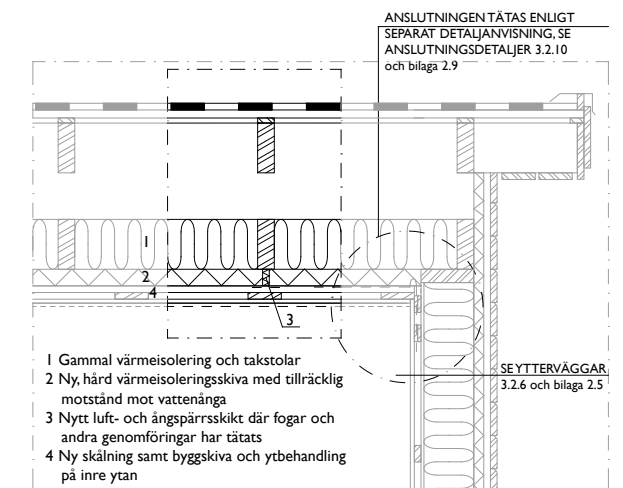
- konstruktioner som blivit våta ska torkas
- ångspärrs- och luftspärrsskiktet ska vara tillräckligt tätt

Reparationer med tanke på helheten:

- eventuellt reparationer i vattentaket
- balansering av ventilationen i lokalen och/eller åtgärder för att rätta till/ordna ventilation i den reparerade byggnaden eller det reparerade utrymmet efter allteftersom vindsbjälklaget blir tätare

fortsätter

C Lufttätheten i vindsbjälklaget förbättras



Åtgärder:

Konstruktionerna rivs underifrån ända till nedre ytan av den bärande konstruktionen. Där görs ett nytt ångspärrsskikt, som kan vara en hård värmeisoleringskiva med bra vattenångmotstånd (som på bilden) eller ett membran. Ångspärrsskiktets anslutningar till varandra och till omgivande konstruktioner och genomföringar ska tätas. Anvisningar om lufttäta anslutningar ges bl.a. i följande handböcker och publikationer: Ilmanpitävien rakenteiden ja liitosten toteutus asuinrakennuksissa (Aho & Korpi, 2009), Matalaenergia- ja passiivitalojen rakenteiden ja liitosten suunnittelu- ja toteutusohjeita (Lahdensivu et al., 2012). På marknaden finns det olika slags produkter som man kan använda för att uppnå tillräckligt täta genomföringar. Vid planeringen av lufttäta anslutningar är det viktigt att tänka på fukt- och värmerörelserna i konstruktionen och att konstruktionerna böjs. Om tätningen görs med elastisk massa bör den ha tillräckligt stor formförändringsförmåga. När man använder ångspärrplast bör man lämna överflödiga folie i anslutningarna. Då rivs plasten inte sönder av rörelser i konstruktionerna.

Förbättring av lufttätheten i konstruktionerna lämpar sig i situationer där det inte finns något behov av att i större utsträckning förnya värmeisoleringen i vindsbjälklaget. Reparationsåtgärder som syftar till att förbättra lufttätheten i en gammal konstruktion bör i allmänhet riktas till ett klart avgränsat område. På så sätt kan man eliminera risken för otillräcklig täthet inom reparationsområdet.

fortsätter

B Värmeisoleringen i konstruktionen

Risker:

- luft- och ångspärrskiktet kan ha otillräcklig täthet eller skadas under monteringsarbetena eller under byggnadens livslängd

Energieffektivitet:

- det är ofta möjligt att avsevärt förbättra konstruktionens värmeisoleringsförmåga

Uppföljning av konstruktionens funktion:

- normala åtgärder i anslutning till fastighetsunderhåll

C Lufttätheten i vindsbjälklaget förbättras

Vid en tättningsreparation når man ofta ett bättre slutresultat om man inom reparationsområdet förnyar det gamla luft- och ångspärrskiktet i sin helhet i stället för att tätä otäta ställen. Luft- och ångspärren är i allmänhet ett material som fyller båda funktionerna. Luft- och ångspärren kan vara ångspärrsplast som har tillräckligt bra motstånd mot vattenånga eller en hård värmeisoleringskiva av cellplast vars fogar tätas med polyuretanskum och/eller tejp.

Viktigt med tanke på en lyckad reparation:

- tätningen ska göras systematiskt i hela reparationsområdet

Reparationer med tanke på helheten:

- eventuellt reparationer i vattentaket
- balansering av ventilationen i lokalen och/eller åtgärder för att rätta till/ordna ventilation i den reparerade byggnaden eller det reparerade utrymmet efter allteftersom vindsbjälklaget blir tätare

Risker:

- eventuella fukt- och mikrobskadade material avlägsnas inte vid den här metoden

Energieffektivitet:

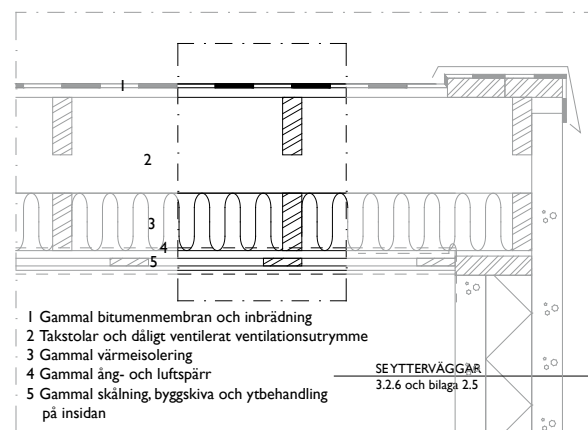
- energieffektiviteten i vindsbjälklaget förbättras om tättningsreparationen görs med en värmeisoleringskiva

Uppföljning av konstruktionens funktion:

- normala åtgärder i anslutning till fastighetsunderhåll

SVAGT VENTILERADE, SVAGT SLUTTANDE TAK

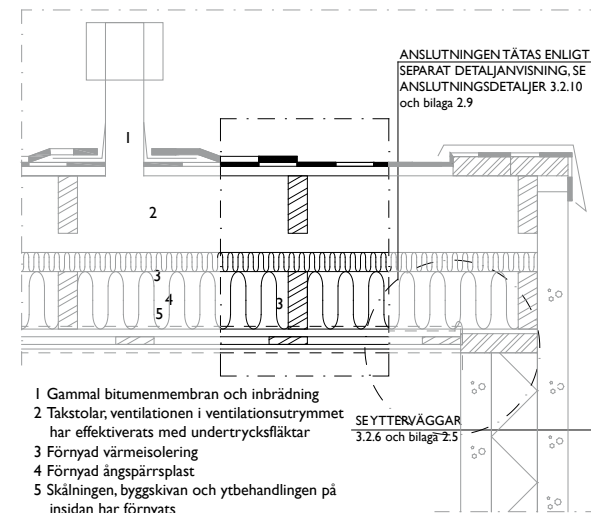
Ursprunglig konstruktion



Bilden ovan visar ett typiskt, svagt ventilerat och svagt sluttande tak, ett s.k. plant tak med bärande stomme av trä. Värmeisoleringen i konstruktionen är ofta mineralull med ångspärrplast nedanför. Taktmaterialet är ofta bitumen som lagts i flera skikt ovanpå råsponnt. Luftspalten mellan råsponnt och värmeisoleringen är i allmänhet mycket svagt ventilerad

Skador på konstruktionen hör vanligtvis samman antingen med läckor i vattentaket eller med bristande täthet i ångspärren, vilket gjort att fukt från inneluften kondenserat i konstruktionen. Oberoende av reparationsmetoden bör man ta ta i beaktande vattentakets återstående livslängd och utföra nödvändiga reparationer.

A Värmeisoleringen i konstruktionen



Åtgärder:

Gammal värmeisolering och ångspärrplast rivs och ersätts med nya material. Anvisningar för hur man gör ett tätt luft- och ångspärrskikt ges bl.a. i följande publikationer: Ilmanpitävien rakenteiden ja liitosten toteutus asuinrakennuksissa (Aho & Korpi, 2009), Matalaenergia- ja passiivitalojen rakenteiden ja liitosten suunnittelu- ja toteutusohjeita (Lahdensivu et al., 2012).

Att förnya värmeisoleringarna blir aktuellt i situationer där skadorna i vindsbjälklaget har fortskridit långt och över stora ytor. I samband med en grundlig renovering kan det vara befogat att även förnya vattentaksstrukturen och taktmaterialet i sin helhet.

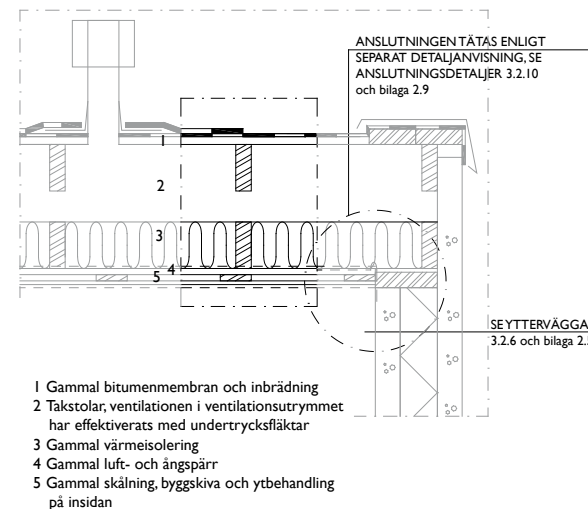
I samband med reparationen är det bra att kontrollera att luftspalten i vindsbjälklaget ventileras tillräckligt, till exempel med en undertrycksfläkt. Konstruktionens energiprestanda kan i allmänhet förbättras bara om den nya värmeisoleringen har mindre värmeledningsförmåga jämfört med den gamla, rivna värmeisoleringen. I många fall är det inte möjligt att göra värmeisoleringsskiktet tjockare.

Viktigt med tanke på en lyckad reparation:

- ång- och luftspärrskiktet ska vara tillräckligt tätt, en ökning i tryckskillnaden över vindsbjälklaget får inte leda till okontrollerade luftläckage
- tätheten hos genomföringarna i vattentaket

fortsätter

B Ventilation i konstruktionen effektiviseras



Åtgärder:

Undertrycksfläktar placeras i takkonstruktionen för bättre ventilation av taket. Monteringen sker med hjälp av genomföringstätning som är ämnade för membrantak och taklutningen i fråga. Bitumenmembranen förs ovanpå genomföringen. Ventilationen kan effektiviseras till exempel genom mekanisk frånluft i en del av undertrycksfläktarna. Då bör man dock beakta negativa effekter av luftläckage genom konstruktionen och vid behov även vidta åtgärder för att förbättra lufttätheten. Vid stora taktytor görs det i allmänhet bäst med hjälp av undertrycksfläktar. Dessutom bör man möjliggöra ett luftflöde in i konstruktionen via takfoten, om så inte varit fallet tidigare.

Reparationsmetoden lämpar sig i situationer där taktmaterialet och lutningarna i vattentaket är i skick, och inga reparationer behövs göras på luft- och ångspärrskiktet. Reparationen kan också utföras som en skadeförebyggande åtgärd. Det rekommenderas att man i samband med reparationen även monterar inspektionsluckor så att man kan följa skicket på vindsbjälklaget.

Viktigt med tanke på en lyckad reparation:

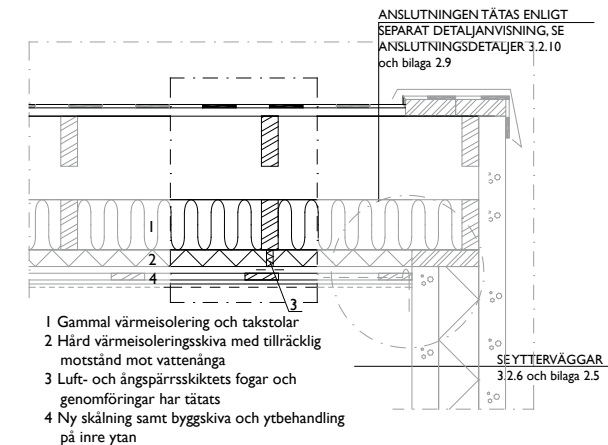
- ång- och luftspärrskiktet ska vara tillräckligt tätt, en ökning i tryckskillnaden över vindsbjälklaget får inte leda till okontrollerade luftläckage
- tätheten hos genomföringarna i vattentaket

Reparationer med tanke på helheten:

- eventuellt reparationer i vattentaket

fortsätter

C Lufttätheten i vindsbjälklaget förbättras



Åtgärder:

Konstruktionerna rivs underifrån ända till nedre ytan av den bärande konstruktionen. På nedre ytan av den bärande konstruktionen monteras en ny ångspärr, som kan vara en hård värmeisoleringskiva av cellplast med bra vattenångmotstånd (som på bilden) eller ett membran. Ångspärrskiktets anslutningar till varandra och till omgivande konstruktioner och genomföringar ska tätas. Om luft- och ångspärrskiktet görs av värmeisoleringskiva ska vattenångmotståndet vara tillräckligt starkt även i fogarna mellan skivorna. Två vattenångtäta material bör inte lämnas på varandra i konstruktionen. Ångspärrplasten får inte belastas till exempel av värmeisoleringens tyngd. Detta kan lösas t.ex. genom tätare regler (mellanrum < 250 mm) under ångspärrplasten.

Förbättring av lufttätheten i konstruktionerna lämpar sig i situationer där det inte finns något behov av att i större utsträckning förnya värmeisoleringen i vindsbjälklaget. Reparationsåtgärder som syftar till att förbättra lufttätheten i en gammal konstruktion bör i allmänhet riktas till ett klart avgränsat område. På så sätt kan man eliminera risken för otillräcklig täthet inom reparationsområdet. Vid en tättningsreparation när man ofta ett bättre slutresultat om man inom reparationsområdet förnyar det gamla luft- och ångspärrskiktet i sin helhet i stället för att täta otäta ställen. Luft- och ångspärren är i allmänhet ett material som fyller båda funktionerna.

fortsätter

A Värmeisoleringen i konstruktionen

Reparationer med tanke på helheten:

- eventuellt reparationer i vattentaket
- balansering av ventilationen i lokalen och/eller åtgärder för att rätta till/ordna ventilation i den reparerade byggnaden eller det reparerade utrymmet efter allteftersom vindsbjälklaget blir tätare

Risker:

- otillräcklig täthet i luft- och ångspärrskiktet

Energieffektivitet:

- det är ofta möjligt att avsevärt förbättra konstruktionens värmeisoleringsförmåga

Uppföljning av konstruktionens funktion:

- normala åtgärder i anslutning till fastighetsunderhåll

B Ventilation i konstruktionen effektiviseras

- arbeten som knyter an till det mekaniska ventilations-systemet

Risker:

- otillräcklig täthet i luft- och ångspärrskiktet
- mekanisk frånluft ska fungera under hela livslängden för reparationen

Energieffektivitet:

- luftflödet kan i viss mån öka värmeförlusterna

Uppföljning av konstruktionens funktion:

- normala åtgärder i anslutning till fastighetsunderhåll

C Lufttätheten i vindsbjälklaget förbättras

På marknaden finns det olika slags produkter som man kan använda för att uppnå tillräckligt täta genomföringar. Vid planeringen av lufttäta anslutningar är det viktigt att tänka på fukt- och värmerörelserna i konstruktionen och att konstruktionerna böjs. Om tätningen görs med elastisk massa bör den ha tillräckligt stor formförändringsförmåga. När man använder ångspärrplast bör man lämna överflödiga folie i anslutningarna. Då rivs plasten inte sönder av rörelser i konstruktionerna.

Viktigt med tanke på en lyckad reparation:

- tättningsreparationen ska göras systematiskt i hela reparationsområdet

Reparationer med tanke på helheten:

- eventuellt reparationer i vattentaket
- balansering av ventilationen i lokalen och/eller åtgärder för att rätta till/ordna ventilation i den reparerade byggnaden eller det reparerade utrymmet efter allteftersom vindsbjälklaget blir tätare

Risker:

- fukt- och mikroskadade material avlägsnas inte vid den här metoden

Energieffektivitet:

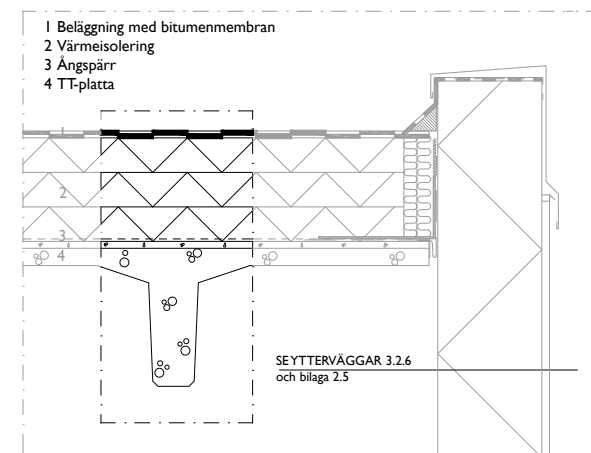
- reparationen minskar luftläckaget genom vindsbjälklaget, men påverkar bara i liten mån hela byggnadens energiprestanda
- i och med reparationen kan värmeisoleringskiktet i det område av vindsbjälklaget som ska repareras göras tjockare som en separat åtgärd som förbättrar energieffektiviteten

Uppföljning av konstruktionens funktion:

- normala åtgärder i anslutning till fastighetsunderhåll

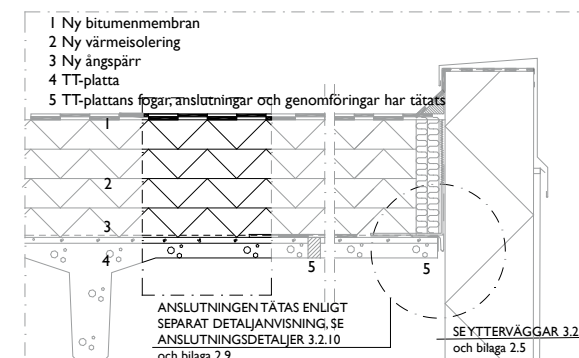
ICKE-VENTILERAD TAKKONSTRUKTION MED MINERALULLSISOLERING

Ursprunglig konstruktion



Bilden ovan visar en vanligen förekommande, icke-ventilerad takkonstruktion där det finns mineralullsisolering och en bitumenmembran på ett TT-däck av betong. Vanligtvis beror skador på läckor i vattentaket eller på att fukt överförs via luftläckage från inneluften till konstruktionen. Läckor i vattentaket kan uppkomma vid mekanisk belastning, som underhållsarbeten.

B Värmeisoleringen i konstruktionen



Åtgärder:

Bitumenmembranen och de våta och skadade materialen avlägsnas ända ned till ytan av betongplattan. Vid behov ska betongkonstruktionen torkas och ytorna rengöras. Att betongplattan är lufttät säkerställs till exempel med hjälp av en bitumenremsa som läggs på TT-däckens fogar och genom tätning av genomföringarna.

Den nya värmeisoleringen kan ha bättre värmeledningsförmåga än den gamla, och dessutom kan man ofta göra isoleringen tjockare. Då kan man genom reparationen oftast också avsevärt minska värmeförlusterna genom vindsbjälklaget och därigenom förbättra byggnadens energiprestanda.

Att förnya värmeisoleringarna blir aktuellt i situationer där fukt- och mikrobskadorna på värmeisoleringen i vindsbjälklaget har fortskridit långt och/eller över stora ytor. Dessutom kan det vara anledning att förnya värmeisoleringarna om man förnyar vattentaket. Efter att gammal värmeisolering har avlägsnats är det i allmänhet skäl att säkerställa att betongkonstruktionen är tillräckligt lufttät. Det kan göras till exempel med hjälp av en bitumenremsa som läggs på TT-däckens fogar och genom tätning av genomföringarna.

Viktigt med tanke på en lyckad reparation:

- konstruktionen bör torkas i tillräcklig omfattning
- säkerställande av att konstruktionen är lufttät
- att vattentaket är vattentätt under konstruktionens hela livslängd

Reparationer med tanke på helheten:

- reparationer på takfotsanslutningar
- ändringar/reparationer i systemet för bortledning av vatten från vindsbjälklaget

Risker:

- att vattentakets vattentäthet inte varar under hela den under hela den planerade livslängden

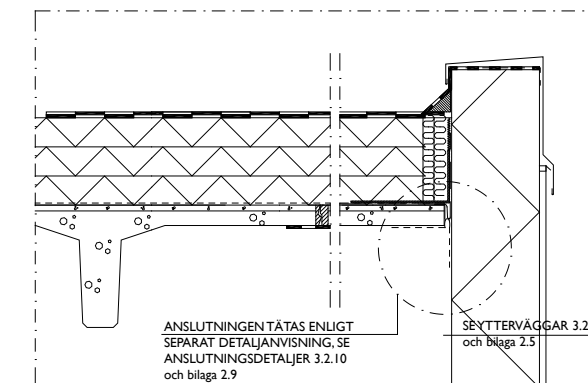
Energieffektivitet:

- det är ofta möjligt att förbättra konstruktionens värmeisoleringsförmåga

Uppföljning av konstruktionens funktion:

- normala åtgärder i anslutning till fastighetsunderhåll

C Lufttätheten i vindsbjälklaget förbättras



Åtgärder:

Betongelementens fogar, anslutningen mellan vindsbjälklaget och ytterväggen samt genomföringarna tätas med ett ändamålsenligt tätningssystem. Utöver tätningssystemet bör värmeisoleringen i vindsbjälklaget förnyas i behövlig utsträckning.

Förbättringar av lufttätheten i konstruktionen lämpar sig i situationer där värmeisoleringen i vindsbjälklaget inte behöver förnyas i någon större utsträckning på grund av fukt- eller mikrobskador, samt i situationer där inga stora delar av vattentaket behöver repareras eller förnyas.

Viktigt med tanke på en lyckad reparation:

- tätningen ska utföras systematiskt på alla genomföringar, hål och sprickor

Reparationer med tanke på helheten:

- eventuellt reparationer i vattentaket
- balansering av ventilationen i lokalen och/eller åtgärder för att rätta till/ordna ventilation i den reparerade byggnaden eller det reparerade utrymmet efter allteftersom vindsbjälklaget blir tätare

Risker:

- läckagevägar blir kvar i konstruktionen, vilket kan leda till att tätningar behövs på något annat ställe

Energieffektivitet:

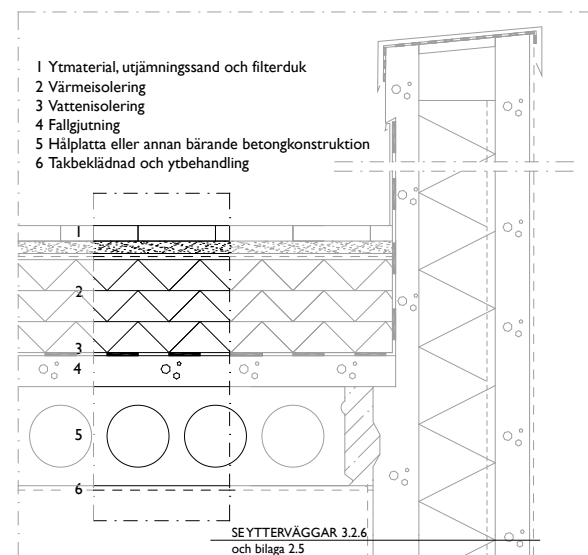
- reparationen minskar luftläckaget genom vindsbjälklaget, men påverkar bara i liten mån hela byggnadens energiprestanda

Uppföljning av konstruktionens funktion:

- normala åtgärder i anslutning till fastighetsunderhåll

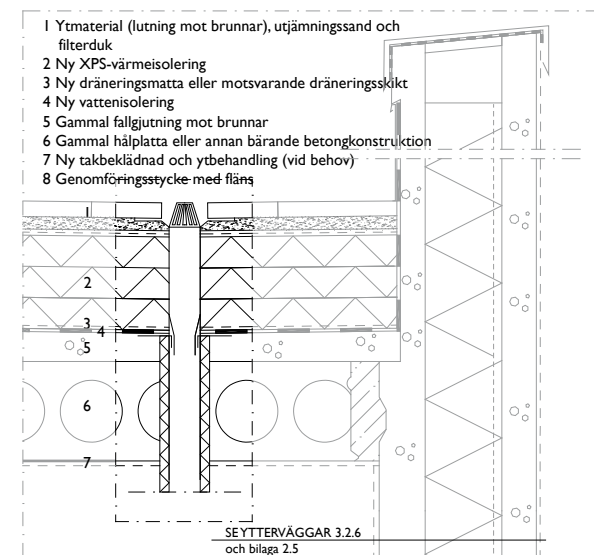
OMVÄNDA TAK

Ursprunglig konstruktion



Bilden ovan visar en vanligen förekommande, omvänt takkonstruktion där tätskiktet finns under värmeisoleringen. Skador på konstruktionen beror ofta på läckor i tätskiktet, främst vid olika anslutningar och genomföringar. Skador på tätskiktet kan också uppkomma av belastning. Risken för skador ökar om ytmaterialen på ett omvänt tak eller fallgjutningen mot regnvattenbrunnarna är för brant. Vattenisoleringens livslängd kan vidare förkortas om underlaget inte är tillräckligt hållbart eller om tätskiktet lossnat från underlaget.

A Förnyelse av tätskiktet i konstruktionen



Åtgärder:

Konstruktionsskikten rivs till fallgjutningens yta. Betongytan rengörs och torkas, och skador lappas efter behov. Betongkonstruktionen som utgör underlag för tätskiktet ska vara tillräckligt hållfast för att säkerställa tätskiktets vidhäftning.

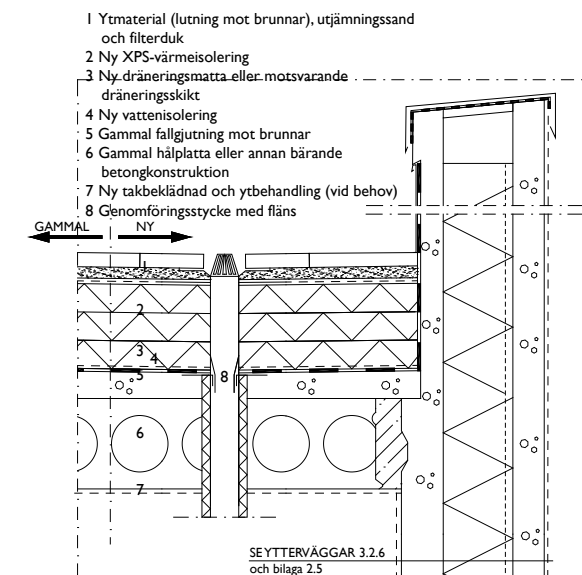
Genomföringar, till exempel takbrunnar, görs med genomförings- och brunnspaket som är ämnade för omvända tak. Merparten av regnvattnet leds till takbrunnens övre del från takets yta med hjälp av lutningar. Under värmeisoleringen läggs en dräneringsmatta eller ett motsvarande dräneringsskikt. Dräneringsskiktet ska ha tillräcklig tryckhållfasthet med beaktande av takets last och dess egenvikt. Vatten som filtreras genom isoleringsskiktet leds till brunnens nedre del med hjälp av tätskiktet, dräneringsskiktet och fallgjutningen.

Med reparationen kan man i allmänhet förbättra värmeisoleringsförmågan (U-värdet) i en gammal konstruktion.

När ett omvänt tak gjorts vattentätt är det viktigt att reparera konstruktionerna nedanför, till exempel ytmaterialen på undertaken eller väggarnas övre delar såtillvida materialen har skadats. Om läckor har gjort att även konstruktioner nedanför ett omvänt tak har fått skador, bör självfallet även dessa repareras. Anvisningar om omvända tak ingår i publikationen RIL 107-2012 Rakenmusten veden- ja kosteuden-eristysohjeet.

fortsätter

B Bortledningen av ytvattnet förbättras



Åtgärder:

Vid reparationen förnyas tillbörliga delar av tätskiktet och värmeisoleringen. Tätheten mellan en takbrunn och tätskiktet säkerställs med hjälp av en genomföringskrage som passar takbrunnens. Ytkonstruktionerna görs så att de sluttar mot takbrunnarna. Frostskyddskablar förhindrar att takbrunnarna och områdena kring dem fryser igen. I konstruktionerna nedanför (ytmaterialen och väggarnas övre delar) görs dessutom behövliga reparationer av fuktskador enligt anvisningarna i andra kapitel av denna handbok.

Reparationen lämpar sig i situationer där den grundläggande konstruktionen för det omvända taket är i skick: fallgjutningarna sluttar mot takbrunnar, tätskiktet har en återstående livslängd och det finns ingen anledning till omfattande förnyelser av värmeisoleringen. Läckaget bör kunna lokaliserat och avgränsas klart. I fall av den här typen hör skadorna ofta samman med att en enskild takbrunn har gått sönder eller täppts till, till exempel om vatten har frusit.

Viktigt med tanke på en lyckad reparation:

- att tätskiktet är tätt och att genomföringar och anslutningar görs på tillbörligt sätt

Reparationer med tanke på helheten:

- reparationer av eventuella skador i utrymmet nedanför
- eventuella ändringar och/eller reparationer i systemet för vattenbortledning

fortsätter

A Förnyelse av tätskiktet i konstruktionen

Viktigt med tanke på en lyckad reparation:

- att betongkonstruktionen är intakt och tillräckligt hållfast
- att tätskiktet är tätt och att genomföringar och anslutningar görs på tillbörligt sätt

Reparationer med tanke på helheten:

- reparationer av eventuella skador i betongkonstruktionen och utrymmet nedanför
- eventuella ändringar och/eller reparationer i systemet för vattenbortledning

Risker:

- otillräcklig täthet i tätskiktet
- för lätta reparationer eller inga reparationer alls på anslutande konstruktioner (till exempel övre delen av väggarna)

Energieffektivitet:

- det är ofta möjligt att avsevärt förbättra konstruktionens värmeisoleringsförmåga

Uppföljning av konstruktionens funktion:

- normala åtgärder i anslutning till fastighetsunderhåll, där man ser till att systemet för vattenbortledning är rent och fungerar

B Bortledningen av ytvattnet förbättras

Risker:

- vid en punktmässig reparation lyckas man inte reparera alla ställen som läcker
- för lätta reparationer eller inga reparationer alls på anslutande konstruktioner (till exempel övre delen av väggarna)

Energieffektivitet:

- reparationen har inga effekter för konstruktionens eller byggnadens energiprestanda

Uppföljning av konstruktionens funktion:

- normala åtgärder i anslutning till fastighetsunderhåll, där man ser till att systemet för vattenbortledning är rent och fungerar

Bilaga 2.7

Metoder för reparation av mellanbjälklag

I den här bilagan behandlas följande mellanbjälklag:

- Mellanbjälklag i trä med fyllning
- Betongbjälklag med reglat golv ovanpå eller en övre platta i betong fristående från den bärande konstruktionen
- Dubbelt bjälklag av betong
- Mellanbjälklag i betong med isolering och pågjutning
- Betongkonstruktioner i tak på skyddsrum
- Specialfall beträffande mellanbjälklag
 - VOC-problem
 - vatten i håldäckens kanaler.

MELLANBJÄLKLAG AV TRÄ MED FYLLNING

Ursprunglig konstruktion

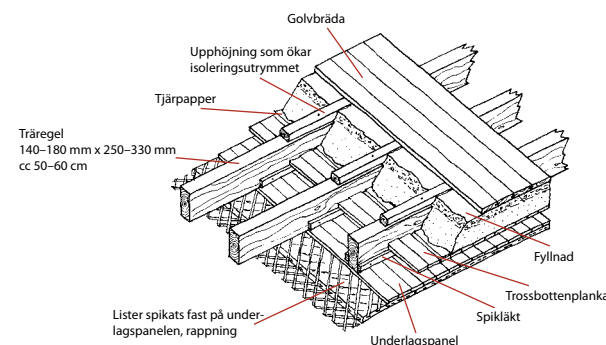
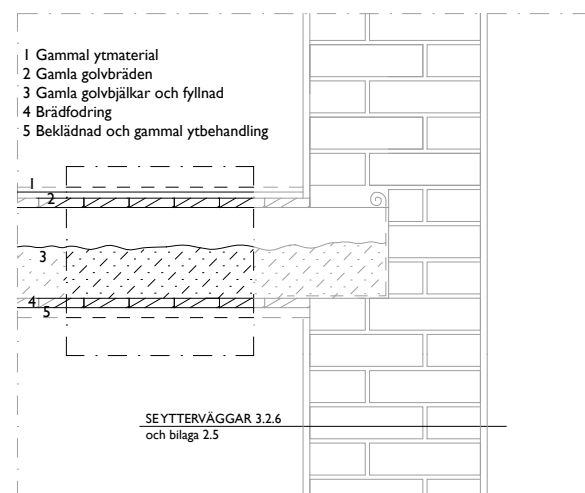
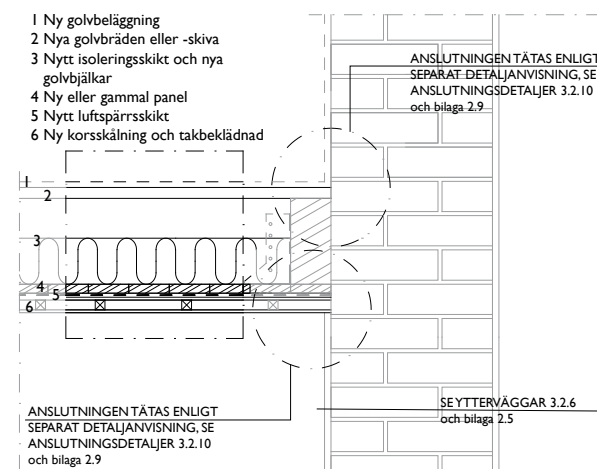


Illustration av ett mellanbjälklag i trä med fyllning (källa: Kerrostalot 1880-2000, Bygginformationsstiftelsen RTS sr, 2016)

fortsätter

A Hela konstruktionen förnyas



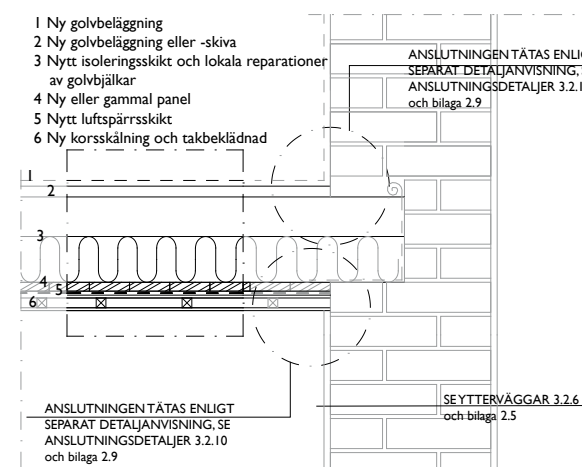
Åtgärder:

De gamla mellanbjälklagskonstruktionerna rivs i sin helhet och byggs på nytt. I den reparerade konstruktionen infälls de nya träbjälkarna inte längre in i tegelväggen, utan stöds på ytan av den.

Att förnya hela konstruktionen är ändamålsenligt om betydande skador som försämrar bärförmågan har konstaterats på bjälkarna. De nya golvbjälkarna kan vara i trä eller stål, i vissa fall även i betong som gjuts på plats. De övriga konstruktionerna i mellanbjälklaget bestäms utifrån arkitektoniska, byggnadsakustiska och brandtekniska målsättningar. För att undvika risken för fuktskador rekommenderas det att rör som hör till värme-, vatten- och avloppssystemen inte monteras inuti mellanbjälklaget.

fortsätter

B Skadat material avlägsnas från konstruktionen

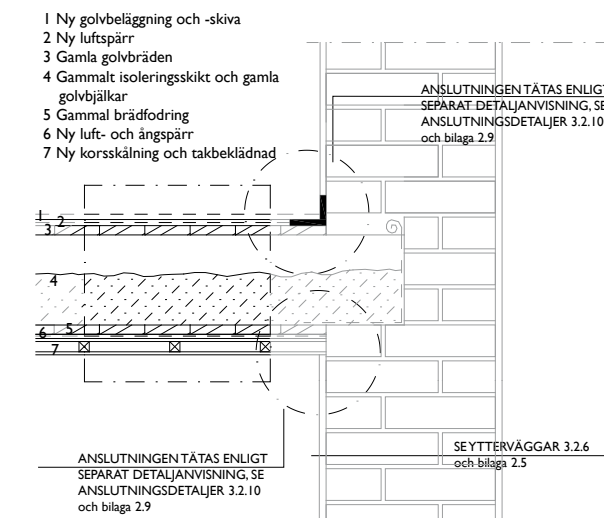


Åtgärder:

Gamla ytmaterial, golvbräden och fyllnadsmaterial rivs. Lokala rötskador på golvbjälkarna repareras så att man byter ut trädelar till nya och avlägsnar mikrobskador på ytan mekaniskt (hyvling eller slipning så djupt som det behövs). I vissa fall kan man överväga att lämna kvar gamla, rötskadade trädelar, om den fuktälla som orsakade skadorna har eliminerats eller kommer att elimineras vid reparationen, och golvet har tillräcklig bärförmåga. Om det finns rikligt med rötskador på golvet bärande konstruktioner, kan golvbjälkarna ersättas helt med nytt, fuktbeständigare material (stålbalkar eller limträbalkar/fanérlaminat). Värmeisoleringsmaterialet bör väljas med hänsyn till utrymmenas akustikkrav. Luftspärren monteras tätt mot väggen.

fortsätter

C Lufttäteten i konstruktionen förbättras



Åtgärder:

Konstruktionen tätas med luftspärffolie som fästs omsorgsfullt på de omgivande konstruktionerna så att anslutningen blir lufttät. Om hålrummen mekaniskt försätts i undertryck får reparationen en något längre livslängd. Undertrycksarrangemanget bör byggas separat för varje balkmellanrum.

Tätning rekommenderas inte som reparationsmetod för träbjälklag med fyllning. Erfarenheter har visat att tätning av träkonstruktioner inte ger långvariga resultat på grund av fuktrörelserna i träet. Förbättring av lufttäteten kan tillämpas endast om det inte är möjligt att riva mellanbjälklagen. Då strävar man efter att minska överföringen av föroreningar från mellanbjälklaget till rumsluften.

fortsätter

Ursprunglig konstruktion

Träbjälklaget har byggts på golvbjälkar i trä som stöds av en massivtegelvägg. Anslutningar av det här slaget är ofta utsatta för fuktskador eftersom fukt som orsakas av drivande regn överförs från ytterväggskonstruktionen till bjälkarna och kan ge rötskador.

I gamla byggnader har man vanligtvis haft sand, kutter-spån, sågspån, mossa, halm eller torv som fyllnadsmaterial. Dessutom kan man som fyllning ha använt träbaserade skivor samt byggavfall, som bruk och tegelstycken. Vid den här konstruktionen är det mycket vanligt att man, i samband med tidigare reparations- och ändringsarbeten, ovanpå de ursprungliga golvkonstruktionerna och nedanför inner-taksstrukturen lagt flera nya konstruktionsskikt som eventuellt innehåller skadliga ämnen.

I gamla träbjälklag uppkommer det fuktskador till följd av vattenskador, som läckor i våtrum, rörläckor eller släckvatten av eldsvådan. Efter en vattenskada bör ett träbjälklag öppnas och torkas snabbt eftersom mikrober börjar växa mycket snabbt i fyllnadsmaterialen.

A Konstruktionen förnyas kokonaan

Väsentligt vid reparationen:

- allt skadat material bör avlägsnas
- reparationen får inte försämra väggkonstruktionens bärrighet och konstruktionernas stabilitet

Reparationer med tanke på helheten:

- reparationer på fasaden som minskar fuktbelastningen på väggen
- alla utrymmen i byggnaden förnyas
- balansering av ventilationen och/eller åtgärder för att rätta till/ordna ventilation i den reparerade byggnaden eller det reparerade utrymmet

Risker:

- inga betydande risker eftersom allt skadat material avlägsnas från konstruktionen

Energieffektivitet:

- konstruktionsmässiga ändringar i mellanbjälklaget påverkar i sig inte energiförbrukningen i byggnaden

Uppföljning av konstruktionens funktion:

- normala åtgärder i anslutning till fastighetsunderhåll

B Skadat material avlägsnas från konstruktionen

Även efter reparationen kommer golvbjälkar i trä att vara belägna inuti ytterväggskonstruktionen och därmed utsätts för fuktbelastning utifrån. Dessutom uppkommer där en köldbrygga. I den mån det är möjligt bör man minska den externa fuktbelastningen i samband med reparationen. Temperaturskillnaderna i konstruktionen kan jämnas ut t.ex. med hjälp av puts på isolering på väggens utsida, något som förbättrar anslutningens byggnadsfysikaliska funktion. Med hänsyn till byggnadsskyddet blir det dock inte så ofta aktuellt med puts på isolering eftersom mellanbjälklag i trä i regel finns i skyddade byggnader, varvid inga stora ändringar tillåts på fasaden.

Väsentligt vid reparationen:

- bärförmågan bör alltid kontrolleras av konstruktionsplaneraren när en konstruktion rivs och byggs upp på nytt
- om användningsändamålet ändras bör man tänka på vilka byggnadsakustiska och brandtekniska krav som ställs på den nya konstruktionen (även genomföringarna)
- stegljudsisolering och brandtekniska krav ska tas i beaktande
- när fyllning avlägsnas blir konstruktionen lättare, och då kan det uppkomma skador på mellanbjälklagets nedre yta allteftersom böjningarna blir mindre; mekanisk belastning på mellanbjälklaget under arbetet kan också orsaka mer vibrationer i konstruktionen än vid normal användning; det bör beaktas särskilt i skyddade objekt, där mellanbjälklagets nedre yta har skyddats (olika putsade ytor osv.)

Reparationer med tanke på helheten:

- reparationer på fasaden som minskar fuktbelastningen på väggen
- balansering av ventilationen i utrymmet och/eller åtgärder för att rätta till/ordna ventilation i den reparerade byggnaden eller det reparerade utrymmet efter när mellanbjälklaget tätats

Risker:

- lufttäteten består inte under hela den planerade livslängden

Energieffektivitet:

- konstruktionsmässiga ändringar i mellanbjälklaget påverkar i sig inte energiförbrukningen i byggnaden

Uppföljning av konstruktionens funktion:

- normala åtgärder i anslutning till fastighetsunderhåll

C Lufttäteten i konstruktionen förbättras

Väsentligt vid reparationen:

- tättningsarbetet bör utföras systematiskt och övergripande: om det blir kvar läckage kan de förorenade luftströmmarna till ineluften till och med öka jämfört med utgångsläget
- tätningarna får inte försämra konstruktionens byggnadsfysikaliska funktion
- balansering av ventilationen och/eller åtgärder för att rätta till/ordna ventilation i den reparerade byggnaden eller det reparerade utrymmet

Reparationer med tanke på helheten:

- reparationer på fasaden som minskar fuktbelastningen på väggen
- balansering av ventilationen i utrymmet och/eller åtgärder för att rätta till/ordna ventilation i den reparerade byggnaden eller det reparerade utrymmet efter när mellanbjälklaget tätats
- om hålrummen i mellanbjälklaget ska försättas i undertryck krävs det ett eget ventilationsarrangemang som inte är kopplat till den övriga ventilationen i byggnaden

Risker:

- skadan fortsätter att breda ut sig om man inte samtidigt avlägsnar eller väsentligt minskar fuktbelastningen utifrån
- lufttäteten består inte under hela den planerade livslängden
- skadat material blir kvar i konstruktionen
- undertrycksregleringen fungerar inte (läckage, driftstörningar)

Energieffektivitet:

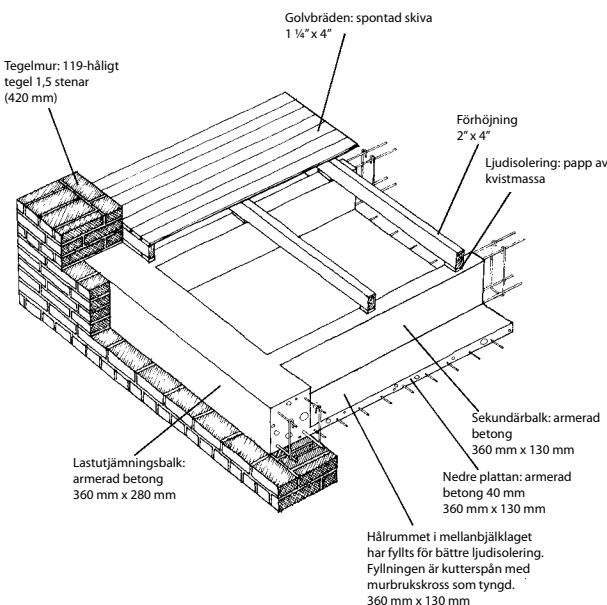
- konstruktionsmässiga ändringar i mellanbjälklaget påverkar i sig inte energiförbrukningen i byggnaden
- undertrycksregleringen i konstruktionen kan försämra energieffektiviteten

Uppföljning av konstruktionens funktion:

- efter en tätning bör konstruktionens funktionalitet följas upp regelbundet med spårgas

BETONGBJÄKLAGE MED REGLAT GOLV OVANPÅ ELLER EN ÖVRE PLATTA AV BETONG FRISTÅENDE FRÅN DEN BÄRANDE KONSTRUKTIONEN

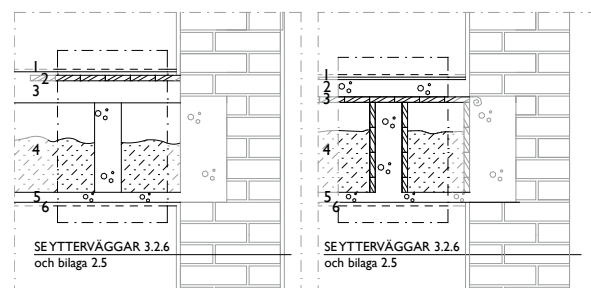
Ursprunglig konstruktion



A Konstruktionen förnyas

I praktiken är det tekniskt omöjligt att helt och hållet förnya balkarna i ett mellanbjälklag av armerad betong.

Illustration av ett plattbärlag med reglat golv ovanpå (Kerrostalot 1880-2000, Bygginformationsstiftelsen RTS sr, 2016)



- 1 Gammalt ytmaterial (eventuellt flera skikt)
- 2 Gamla golvbräden
- 3 Gammal golvskälning
- 4 Gammalt fyllnads- eller isoleringsskikt, balk av armerad betong och luftspalt
- 5 Gammal bottenplatta av armerad betong
- 6 Gammalt ytmaterial, gammal ytbehandling

- 1 Gammalt ytmaterial (eventuellt flera skikt)
- 2 Gammal ytbetongplatta som inte fungerar konstruktionsmässigt med nedre bjälklaget (s.k. fristående övre platta).
- 3 Gamla formbräden med skyddspapper eller -papp ovanpå
- 4 Gammalt fyllnads- eller isoleringsskikt, balk av armerad betong och luftspalt
- 5 Gammal bottenplatta av armerad betong
- 6 Gammalt ytmaterial, gammal ytbehandling

Plattbärlaget av armerad betong har konstruerats så att nedre plattan och balken har gjutits som en helhet. Ovanpå dem har man lagt ett reglat golv som stöds i balkmellanrummen (bild på vänster) eller så har en separat ytplatta gjutits i formar ovanpå balkarna.

fortsätter

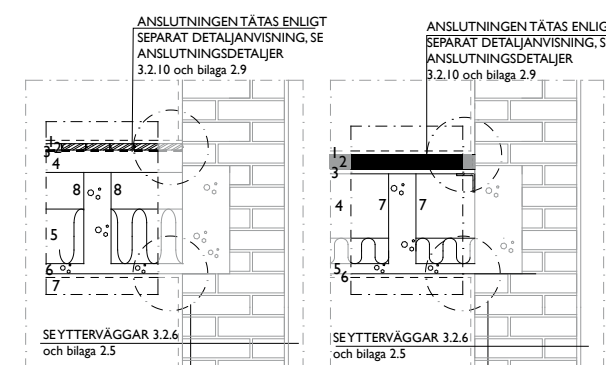
B Skadat material avlägsnas från konstruktionen

I en situation där man konstaterar riklig mikrobiell tillväxt i fyllningsmaterialet i ett plattbärlag, bör man välja att avlägsna det skadade formvirket och fyllningen i hållrummen. Denna reparationsmetod rekommenderas ofta också i samband med grundliga renoveringar.

Rivningsarbetet utförs enklast från ovasidan. På det sättet är det lättare att bevara nedre ytans struktur och eventuella ytbehandlingar i original. Rivningen kan också göras underifrån.

Om rivningsmetoder och rengöring, se kapitel 3.4 *Hantering av förhållandena på arbetsplatsen.*

B 1) Skadat material avlägsnas ovanifrån



- 1 Nytt ytmaterial och tätning av konstruktionernas anslutningar och genomföringar
- 2 Nya golvbräden eller skivkonstruktion
- 3 Luftspärrskikt
- 4 Ny skälning
- 5 Nytt isoleringsskikt, gammal balk av armerad betong
- 6 Gammal bottenplatta av armerad betong
- 7 Ny beklädnad och/eller ytbehandling vid behov
- 8 Dammbindning

- 1 Nytt ytmaterial och tätning av konstruktionernas anslutningar och genomföringar
- 2 Ny platta av armerad betong
- 3 Ny samverksansskiva
- 4 Nytt isoleringsskikt, gammal balk av armerad betong och eventuellt undertrycksreglering i hållrummet
- 5 Gammal bottenplatta av armerad betong (behandling med dammbindning)
- 6 Ny beklädnad och/eller ytbehandling
- 7 Dammbindning

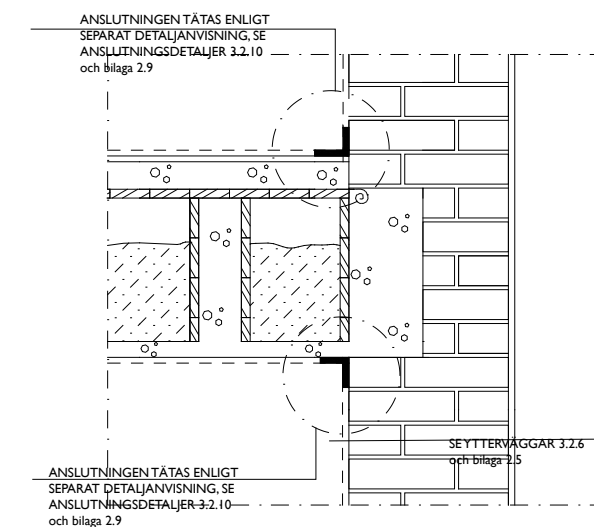
Åtgärder:

Den gamla golvkonstruktionen rivs i sin helhet och mellanrummen mellan balkarna töms. Därefter rengörs ytorna på betongkonstruktionerna och dammbindning appliceras. Mellanrummen mellan balkarna isoleras till exempel med mineralull.

Bärigheten i gamla bärande konstruktioner bör kontrolleras, eftersom den nya konstruktionen som ska byggas ovanpå i allmänhet väger mer än den gamla. Vid rivning ovanifrån sker inga förändringar i konstruktionens övergripande stabilitet. Brand- och byggnadsakustiska krav påverkar valet av den nya konstruktionen.

fortsätter på sidan 220

C Lufttäteten i golvkonstruktionen förbättras



Åtgärder:

Anslutningar mellan mellanbjälklaget och väggen samt genomföringar tätas medelst ändamålsenliga materialkombinationer. Reparationsmetoden lämpar sig i situationer där konstruktionerna inte utsätts för kontinuerlig fuktbelastning. Om hållrummen mekaniskt försätts i undertryck får reparationen en något längre livslängd. Undertrycksarrangemanget bör byggas separat för varje balkmellanrum.

Reparationerna syftar till att förhindra skadliga luftläckage från eventuella mikrobskadade material via konstruktionens anslutningar, genomföringar och sprickor till rumsluften.

Förbättringar av lufttäteten i golvkonstruktionen kan tillämpas som reparationslösning när den övre plattan är av armerad betong. Tätningsreparation lämpar sig inte för golvkonstruktioner i trä, eftersom erfarenheter har visat att det på grund av fuktrörelserna i träet är svårt att uppnå tillräcklig lufttätethet och att en reparation inte har någon lång livslängd.

Väsentligt vid reparationen:

- tätningsarbetet bör utföras systematiskt och övergripande: om det blir kvar läckage kan de förorenade luftströmmarna till inneluften till och med öka jämfört med utgångsläget

Reparationer med tanke på helheten:

- reparationer på fasaden som minskar fuktbelastningen på väggen
- balansering av ventilationen i utrymmet och/eller åtgärder för att rätta till/ordna ventilation i den reparerade byggnaden eller det reparerade utrymmet efter när mellanbjälklaget tätats

fortsätter

Ursprunglig konstruktion

Hålrummet mellan konstruktionens övre och nedre del har vanligtvis fyllts med blandat material eller byggavfall. Krossat tegel, bruk eller betong, kutterspån, sågspån, koks-
slagg, torv, mossa och sand är exempel på vanligt fyllnads-
material. De har fungerat både som ljudisolering och som
brand- och värmeisolering. Dessutom finns det ofta kvar
formvirke som inte rivits.

Material i hålrum är känsliga för fuktskador. Mikrobska-
dor kan bero på fukt från byggnadstiden, kondenserad fukt
i närheten av köldbryggor, fukt under användningen (bl.a.
vatten som använts vid städning, vatten i våtrum) samt
rörläckor. Dessutom är det vanligt att de material som an-
vänts som fyllning redan från första början innehållit rikligt
med mikrober.

Ovanpå det ursprungliga golvet har man ofta lagt flera
nya skikt under de olika skederna av byggnadens livscykel.
Dessa material kan innehålla skadliga ämnen.

Vid reparationer av plattbärlag bör man tänka på balken:
efter reparationen utgör den fortsättningsvis en köldbrygga.
Bakom den kan det som värmeisolering finnas, som ofta
har mikrobskador. Temperaturskillnaderna i konstrukti-
onen kan jämnas ut t.ex. med hjälp av puts på isolering på
väggens utsida, något som förbättrar anslutningens bygg-
nadsfysikaliska funktion. Med hänsyn till byggnadsskyddet
blir det dock inte så ofta aktuellt med puts på isolering efter-
som mellanbjälklag i trä i regel finns i skyddade byggnader,
varvid inga stora ändringar tillåts på fasaden.

B 1) Skadat material avlägsnas ovanifrån

Den nya däckkonstruktionen kan byggas i trä eller arme-
rad betong. Vid en träkonstruktion är det svårt att säkerstäl-
la lufttäteten. Under brädgolv ska ett separat luftspärrs-
skikt monteras i mellanbjälklaget.

Den nya ytplattan gjuts ovanpå en stålskiva som mon-
terats ovanpå plattbärlaget som en så kallad samverkans-
platta, eller så kan den nya gjutningen göras direkt ovanpå
betongplattan medför jämfört med den gamla konstruk-
tionen. Det ursprungliga bärande bjälklaget bör förstärkas
vid behov. I byggtidtabellerna bör man också beakta en till-
räckligt lång torkningstid för betongkonstruktionen innan
golvet beläggs (ovanpå en samverkansplatta kan betongen
bara torka uppåt).

Om man använder lättklinker som fyllning i hålrummen,
bör ett ångspärrskikt monteras nedanför betongplattan.
Annars kommer fukten i den nya betongplattan att delvis
överförs till lättklinkerskiktet och i en sådan omgivning
är fukthalten länge gynnsamt hög för mikrobiell tillväxt,
även om lättklinkern var torr när den lades. Vid mellan-
bjälklagsreparationer bör man sträva efter att sträva efter att
minimera fukt i lättklinkern. Lättklinkern bör således blåsas
utan tillsättning av vatten eller levereras i säckar.

Väsentligt vid reparationen:

- betongytor som blir kvar ska rengöras omsorgsfullt och dammbindning appliceras
- byggnadsakustiska och brandtekniska krav ska tas i beaktande
- kontrollerad uttorkning av den extra fukt som den nya betongplattan tillför konstruktionen ska tas i beaktande

Reparationer med tanke på helheten:

- reparationer på fasaden som minskar fuktbelastningen på väggen
- eventuella åtgärder för att förbättra konstruktionens bärförmåga
- balansering av ventilationen i utrymmet och/eller åtgärder för att rätta till/ordna ventilation i den repa-
rade byggnaden eller det reparerade utrymmet efter när
mellanbjälklaget tätats

Risker:

- inga betydande risker eftersom allt skadat material av-
lägsnas från konstruktionen

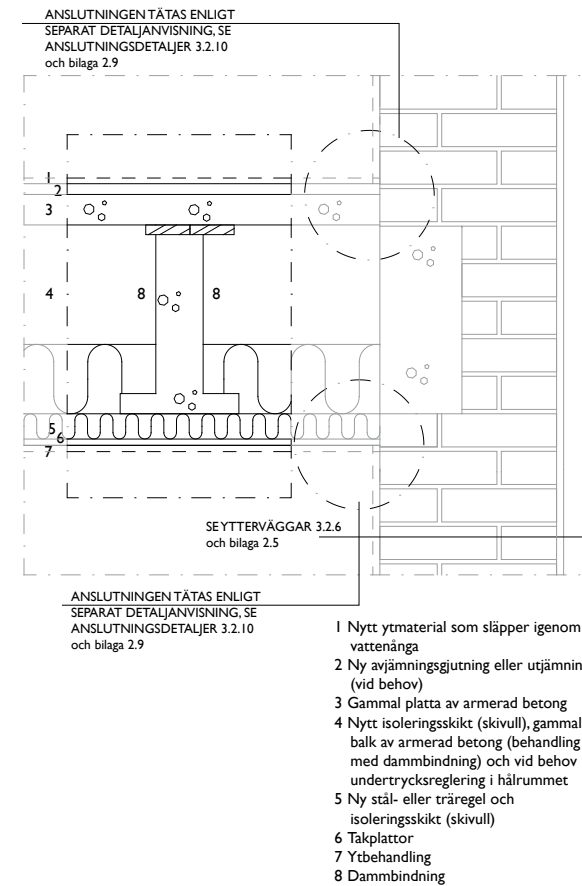
Energieffektivitet:

- konstruktionsmässiga ändringar i mellanbjälklaget på-
verkar i sig inte energiförbrukningen i byggnaden

Uppföljning av konstruktionens funktion:

- normala åtgärder i anslutning till fastighetsunderhåll

B 2) Skadat material avlägsnas underifrån (plattbärlag i betong)



Åtgärder:

För att fyllningarna ska kunna avlägsnas bör nedre plattan
rivas delvis så att en del av den gamla plattan lämnas kvar
kring balkarna. Konstruktionsplaneraren bestämmer bred-
den den del som rivs respektive sparas. När plattan rivs mel-
lan bjälkarna kan man bli tvungen att stöda bjälkarna med
stålförstärkning. Mellanrummen mellan bjälkarna töms och
rengörs och dammbindning appliceras på ytorna.

En övre platta i betong har i allmänhet avskilts från
bjälkarna med formvirke, i vissa fall med en korkremsa.
Vid rivning underifrån får man inte bort formvirket och
korkremsor, utan de blir kvar i konstruktionen och måste
inkapslas. Dessutom kan man skapa undertryck i mellan-
bjälklagskonstruktionen. Undertrycket bör arrangeras se-
parat för varje balkmellanrum.

På undersidan av den gamla plattan monteras stål- eller
träreglar och på dem fästs skivorna till det nya undertaket.
Av monterings tekniska skäl väljer man i allmänhet skivor av
mineralull som ljudisolering. Behovet av isolering bestäms
också utifrån brandtekniska föreskrifter och byggnadsakus-
tiska krav.

fortsätter i den intilliggande kolumnen

C Lufttäteten i golvkonstruktionen förbättras

- om hålrummen i mellanbjälklaget ska försättas i under-
tryck krävs det ett eget ventilationsarrangemang som
inte är kopplat till den övriga ventilationen i byggnaden

Risker:

- skadan framskrider om man inte samtidigt minskar
fuktbelastningen utifrån
- lufttäteten består inte under hela den planerade livs-
längden
- skadat material blir kvar i konstruktionen
- undertrycksregleringen fungerar inte (läckage, drift-
störningar)

Energieffektivitet:

- konstruktionsmässiga ändringar i mellanbjälklaget på-
verkar i sig inte energiförbrukningen i byggnaden
- undertrycksregleringen i konstruktionen kan försämra
energieffektiviteten

Uppföljning av konstruktionens funktion:

- efter en tätning bör konstruktionens funktionalitet följas
upp regelbundet med spårgas

fortsättning från föregående kolumn

Väsentligt vid reparationen:

- betongytor som blir kvar ska rengöras omsorgsfullt och
dammbindning appliceras
- byggnadsakustiska och brandtekniska krav ska tas i
beaktande
- skadat material som blir kvar i konstruktionen måste
kapslas in

Reparationer med tanke på helheten:

- reparationer på fasaden som minskar fuktbelastningen
på väggen
- eventuella åtgärder för att förbättra konstruktionens
bärförmåga
- balansering av ventilationen i utrymmet och/eller åtgärder
för att rätta till/ordna ventilation i den repa-
rade byggnaden eller det reparerade utrymmet efter när
mellanbjälklaget tätats

Risker:

- skadat material blir kvar i konstruktionen
- försämrad ljudisolering

Energieffektivitet:

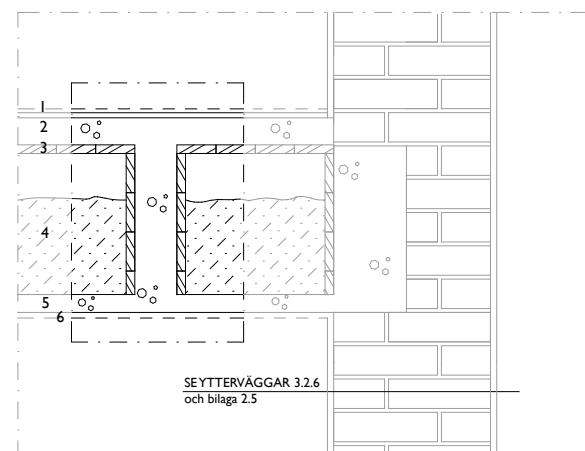
- konstruktionsmässiga ändringar i mellanbjälklaget på-
verkar i sig inte energiförbrukningen i byggnaden
- undertrycksregleringen i konstruktionen kan försämra
energieffektiviteten

Uppföljning av konstruktionens funktion:

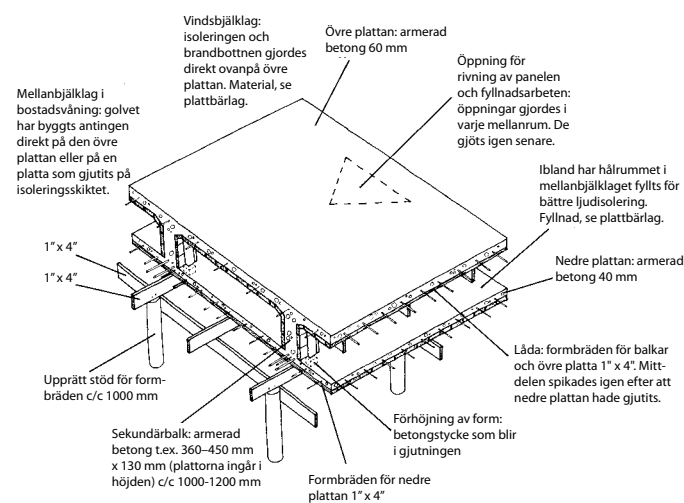
- normala åtgärder i anslutning till fastighetsunderhåll
- uppföljning av hur en eventuell undertrycksreglering
fungerar

DUBBELT BJÄKLKLAG AV BETONG

Ursprunglig konstruktion



- 1 Gammalt yrmaterial (eventuellt flera skikt)
- 2 Gammal övre platta av armerad betong
- 3 Gammalt formbräde
- 4 Gammalt fyllnads- och isoleringsskikt och balk av armerad betong
- 5 Gammal bottenplatta av armerad betong
- 6 Gammal takbeklädnad och ytbehandling



Konstruktion med dubbelt bjälklag (bild: Kerrostalot 1940-1960, Bygginformationsstiftelsen RTS sr, 2016)

I ett dubbelt bjälklag är det vanligt att man först gjutit den nedre plattan och därefter gjutit balkarna och däckat som en konstruktion. I ett dubbelt bjälklag har balkarnas övre armering placerats i den övre plattan.

Hållrummet mellan konstruktionens övre och nedre del har vanligtvis fyllts med blandat material eller byggav-

fortsätter

A Konstruktionen förnyas

I praktiken är det tekniskt omöjligt att helt och hållet förnya balkarna i ett mellanbjälklag av armerad betong.

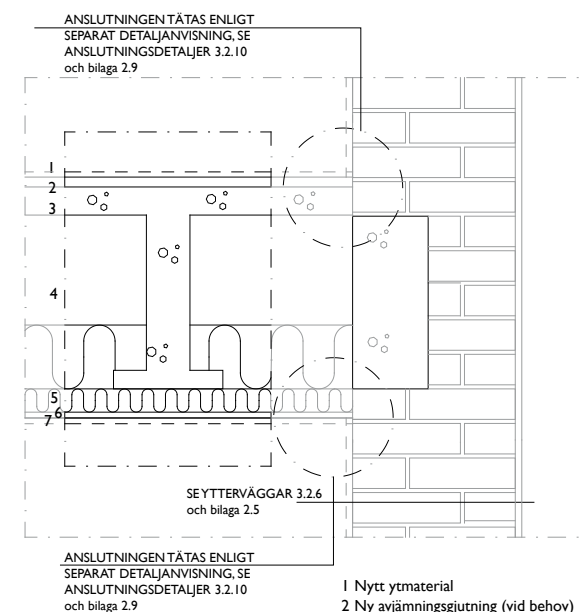
B Skadat material avlägsnas från konstruktionen

I en situation där man konstaterar rikligt med mikrobiell tillväxt i hållrummen i en dubbelplatta, bör man välja att avlägsna det skadade formvirket och fyllningen från hållrummen. Denna reparationsmetod rekommenderas ofta också i samband med grundliga renoveringar.

En dubbelplatta kan rivas antingen ovanifrån eller underifrån. I båda fallen gör man öppningar i mellanrummen mellan bjälkarna. Att riva plattan ovanifrån är ingen vanlig metod, men kan vara tekniskt enklare i situationer där rikligt med fastighetsteknik monterats på undersidan av den nedre plattan och det inte är ändamålsenligt att riva all denna teknik. Om byggnadsskyddet begränsar bearbetningen av den övre eller den nedre ytan, kan man välja riktningen på rivningen enligt de villkoren.

Om rivningsmetoder och rengöring, se kapitel 3.4 *Hantering av förhållandena på arbetsplatsen.*

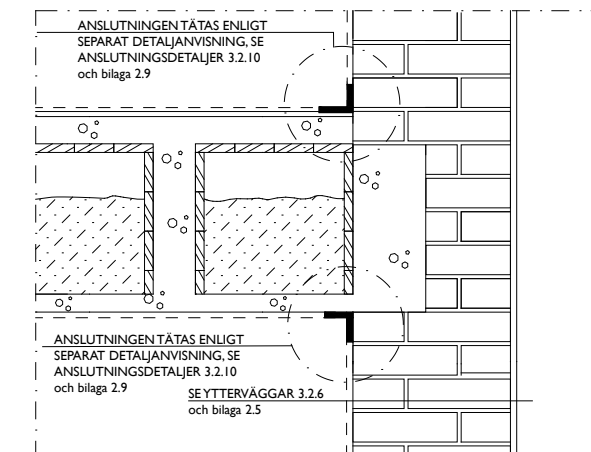
B I) Skadat material avlägsnas underifrån



- 1 Nytt yrmaterial
- 2 Ny avjämningsgjutning (vid behov)
- 3 Gammal platta av armerad betong
- 4 Nytt isoleringsskikt (skivull), gammal balk av armerad betong (behandling med dammbindning) och vid behov undertrycksreglering i hållrummet
- 5 Ny stål- eller träregel och isoleringsskikt (skivull)
- 6 Nya takplattor
- 7 Ny ytbehandling

fortsätter på sidan 224

C Lufttätheten i golvkonstruktionen förbättras



Åtgärder:

Anslutningar mellan mellanbjälklaget och väggen samt genomföringar tätas med elastiska materialkombinationer. Reparationsmetoden lämpar sig i situationer där konstruktionerna inte utsätts för kontinuerlig fuktbelastning. Om hållrummen mekaniskt försätts i undertryck får reparationen en något längre livslängd. Undertrycksarrangemanget bör byggas separat för varje balkmellanrum.

Reparationerna syftar till att förhindra skadliga luftläckage från eventuella mikrobskadade material via konstruktionens anslutningar, genomföringar och sprickor till rumsluften.

Väsentligt vid reparationen:

- tätningssarbetet bör utföras systematiskt och övergripande: om det blir kvar läckage kan de förorenade luftströmmarna till inneluften till och med öka jämfört med utgångsläget
- om man vill försätta mellanbjälklaget i undertryck, bör undertrycksregleringen göras separat för varje mellanrum i bjälklaget

Reparationer med tanke på helheten:

- reparationer på fasaden som minskar fuktbelastningen på väggen
- balansering av ventilationen i utrymmet och/eller åtgärder för att rätta till/ordna ventilation i den reparerade byggnaden eller det reparerade utrymmet efter när mellanbjälklaget tätats
- om hållrummen i mellanbjälklaget ska försättas i undertryck krävs det ett eget ventilationsarrangemang som inte är kopplat till den övriga ventilationen i byggnaden

fortsätter

Ursprunglig konstruktion

fall. Krossat tegel, bruk eller betong, kutterspån, sågspån, koksslagg, mossor och sand är exempel på vanligt fyllnads-material. De har fungerat både som ljudisolering och som brand- och värmeisolering. Dessutom finns det ofta kvar formvirke som inte rivits.

Material i hålrum är känsliga för fuktskador. Mikrobskador kan bero på fukt från byggnadstiden, kondenserad fukt i närheten av köldbryggor, fukt under användningen (bl.a. vatten som använts vid städning, vatten i våtrum) samt rörläckor. Dessutom är det vanligt att de material som använts som fyllning redan från första början innehållit rikligt med mikrober.

Ovanpå det ursprungliga golvet har man ofta lagt flera nya skikt under de olika skedena av byggnadens livscykel. Dessa material kan innehålla skadliga ämnen.

En balk i en dubbelplatta stöder sig på balken i ytterväggen. Mellan balken och tegelmuren (eller betongkonstruktionen på utsidan) har man i allmänhet lagt tunn korkisolering, och en sådan har ofta mikrobskador. Temperaturskillnaderna i konstruktionen kan jämnas ut t.ex. med hjälp av puts på isolering på väggens utsida, något som förbättrar anslutningens byggnadsfysikaliska funktion. Med hänsyn till byggnadsskyddet blir det dock inte så ofta aktuellt med puts på isoleringen i skyddade byggnader, eftersom inga stora ändringar tillåts på fasaden.

B 1) Skadat material avlägsnas underifrån

Åtgärder:

För att fyllningarna och formvirket ska kunna avlägsnas bör nedre plattan rivas delvis så att en del av den gamla plattan lämnas kvar kring balkarna. Konstruktionsplaneraren bestämmer bredden på den del som rivs respektive sparas. I kanterna, nära de bärande väggkonstruktionerna, ska mellanbjälklaget rivas via öppningar som specificerats av konstruktionsplaneraren. När plattan rivs mellan bjälkarna kan man bli tvungen att stöda bjälkarna med stålförstärkning. Mellanrummen mellan bjälkarna töms och rengörs och dammbindning appliceras på ytorna.

På undersidan av den gamla plattan monteras stål- eller träreglar och på dem fästs skivorna till det nya undertaket. Av monterings tekniska skäl väljer man i allmänhet skivor av mineralull som ljudisolering. Behovet av isolering bestäms också utifrån brandtekniska föreskrifter och byggnadsakustiska krav. Om ytmaterial på övre sidan av mellanbjälklaget förnyas, kan stegljudisolering monteras nedanför det.

Väsentligt vid reparationen:

- betongytor som blir kvar ska rengöras omsorgsfullt och appliceras med dammbindning
- byggnadsakustiska och brandtekniska krav ska tas i beaktande

Reparationer med tanke på helheten:

- reparationer på fasaden som minskar fuktbelastningen på väggen
- eventuella åtgärder för att förbättra konstruktionens bärförmåga
- balansering av ventilationen i utrymmet och/eller åtgärder för att rätta till/ordna ventilation i den reparerade byggnaden eller det reparerade utrymmet efter när mellanbjälklaget tätats

Risker:

- inga betydande risker med hänsyn till inneluften, eftersom allt skadat material avlägsnas vid reparationen
- ljudisoleringen försämras om inga specialåtgärder vidtas

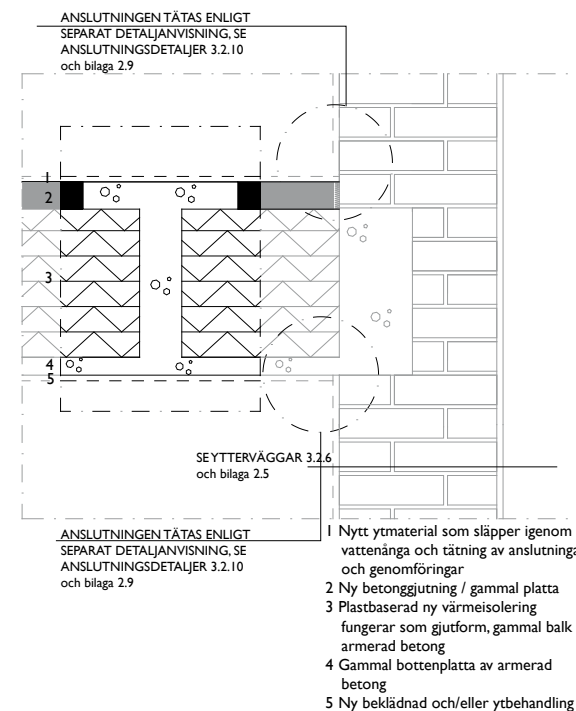
Energieffektivitet:

- konstruktionsmässiga ändringar i mellanbjälklaget påverkar i sig inte energiförbrukningen i byggnaden

Uppföljning av konstruktionens funktion:

- normala åtgärder i anslutning till fastighetsunderhåll

B 2) Skadat material avlägsnas ovanifrån



Åtgärder:

Den övre plattan rivs i sektorer mellan sekundärbjälkarna. Intill varje bjälke lämnas ett område utanför rivningen. Konstruktionsplaneraren bestämmer bredden på det område som rivs respektive sparas. Formvirke och fyllningar avlägsnas och de ytorna på betongkonstruktionerna rengörs. När konstruktionen rivs ovanifrån bör man kontrollera bärförmågan hos de gamla konstruktionerna, eftersom den nya konstruktionen som byggs ovanpå ofta är tyngre än den gamla. Dessutom bör man kontrollera behovet av att stöda konstruktionen under arbetet, då gjutningen av den övre plattan medför extra belastning på mellanbjälklaget.

Mellanrummen mellan bjälkarna fylls med EPS-isolering och fungerar samtidigt som gjutformer för den nya plattan. Den nya plattan gjuts till samma nivå som den gamla och vidhäftningen vid den ursprungliga betongkonstruktionen säkerställs enligt konstruktionsplanerna. Ovanpå den övre plattan kan man lägga stegljudisolering och på denna en cementbaserad avjämningsmassa. Till sist monteras det önskade ytmaterial på plattan. Brand- och byggnadsakustiska krav påverkar valet av den nya konstruktionen.

Ljudisoleringen i konstruktionen kan förbättras genom att man lägger mineralull, en akustiskprofil och gipsskivor på plattans nedre yta.

Väsentligt vid reparationen:

- de betongytor som blir kvar bör rengöras omsorgsfullt

fortsätter i den intilliggande kolumnen

C Lufttätheten i golvkonstruktionen förbättras

Risker:

- skadan framskrider om man inte samtidigt minskar fuktbelastningen utifrån
- lufttätheten består inte under hela den planerade livslängden
- skadat material blir kvar i konstruktionen
- undertrycksregleringen fungerar inte (läckage, driftstörningar)

Energieffektivitet:

- konstruktionsmässiga ändringar i mellanbjälklaget påverkar i sig inte energiförbrukningen i byggnaden
- undertrycksregleringen i konstruktionen kan försämra energieffektiviteten

Uppföljning av konstruktionens funktion:

- efter tätningen bör konstruktionens funktion följas upp regelbundet med spårgas

fortsättning från föregående kolumn

- byggnadsakustiska och brandtekniska krav ska tas i beaktande
- den extra fukt som den nya betongplattan tillför bör torka under kontrollerade former innan golvet beläggs

Reparationer med tanke på helheten:

- reparationer på fasaden som minskar fuktbelastningen på väggen
- eventuella åtgärder för att förbättra konstruktionens bärförmåga
- balansering av ventilationen i utrymmet och/eller åtgärder för att rätta till/ordna ventilation i den reparerade byggnaden eller det reparerade utrymmet efter när mellanbjälklaget tätats

Risker:

- inga betydande risker eftersom allt skadat material avlägsnas från konstruktionen
- när fyllning avlägsnas blir konstruktionen lättare, och då kan det uppkomma skador på mellanbjälklagets nedre yta; det bör beaktas särskilt i skyddade objekt, där mellanbjälklagets nedre yta har skyddats (olika putsade ytor osv.); mekanisk belastning på mellanbjälklaget under arbetet kan också orsaka mer vibrationer i konstruktionen än vid normal användning

Energieffektivitet:

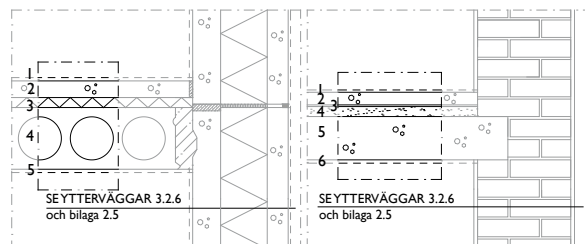
- konstruktionsmässiga ändringar i mellanbjälklaget påverkar i sig inte energiförbrukningen i byggnaden
- balanseringen av ventilationen kan ha antingen en förbättrande eller en försämrande effekt på energiprestansen, beroende på utgångsläget

Uppföljning av konstruktionens funktion:

- normala åtgärder i anslutning till fastighetsunderhåll

MELLANBJÄLKLAG AV BETONG MED ISOLERING OCH PÅGJUTNING

Ursprunglig konstruktion



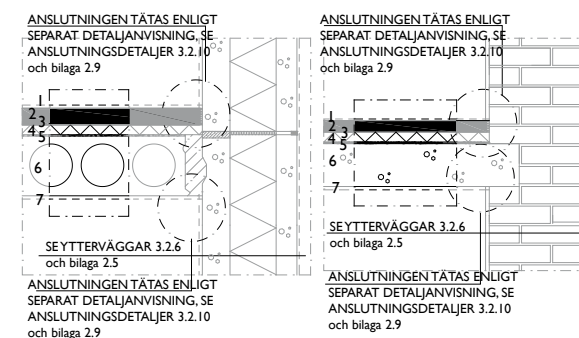
- | | |
|-----------------------------------|---|
| 1 Gammal ytmaterial | 1 Gammal ytmaterial |
| 2 Gammal platta av armerad betong | 2 Gammal platta av armerad betong |
| 3 Gammalt isoleringsskikt | 3 Gammalt papper/gammal papp som skydd för gjutningen |
| 4 Gammal hålplatta | 4 Gammalt fyllnadsskikt |
| 5 Gammal ytmaterial | 5 Gammal massivplatta som gjutits på plats |
| | 6 Gammal ytmaterial |

Mellanbjälklag i betong och separat stegljudsisolerings-skikt kan få utbredda fuktskador om det kommer in vatten i isoleringsskiktet. Sådana situationer kan uppkomma t.ex. vid plötsliga vattenläckor. Vatten som hamnat i isoleringen kan sprida sig till ett stort område på den bärande plattan. Dessutom kan byggfukt och smuts som blivit kvar på den bärande plattan (t.ex. sågspån) förorsaka mikrobiell tillväxt i isoleringen.

A Konstruktionen förnyas

I praktiken är det tekniskt omöjligt att helt och hållet förnya ett mellanbjälklag av armerad betong.

B Pågjutningen och isoleringen förnyas



- | | |
|--|--|
| 1 Nytt ytmaterial som släpper igenom vattenånga samt tätningar (vid behov) | 1 Nytt ytmaterial som släpper igenom vattenånga samt tätningar (vid behov) |
| 2 Gammal platta av armerad betong | 2 Gammal platta av armerad betong |
| 3 Nytt gjutningsskydd (t.ex. fiberduk) | 3 Nytt gjutningsskydd (t.ex. fiberduk) |
| 4 Nytt isoleringsskikt, elasticerad EPS | 4 Nytt isoleringsskikt, elasticerad EPS |
| 5 Ny utjämning (avjämning av underlaget) | 5 Ny utjämning (avjämning av underlaget) |
| 6 Gammal hålplatta | 6 Gammal massivplatta |
| 7 Ny undertaxbeklädnad/ytbehandling (vid behov) | 7 Ny undertaxbeklädnad/ytbehandling (vid behov) |

Åtgärder:

Pågjutningen och isoleringen avlägsnas. Ytorna rengörs omsorgsfullt och betongbjälklaget får torka. Ovanpå den bärande plattan monteras fuktbeständig stegljudsisolering. Pågjutningen gjuts och ytmaterialen läggs.

Väsentligt vid reparationen:

- de betongytter som blir kvar bör rengöras omsorgsfullt
- pågjutningen bör torka tillräckligt innan golvet beläggs
- kraven på stegljudsisolering bör tas i beaktande

Reparationer med tanke på helheten:

- säkerställande av lufttäteten i anslutningen mellan golvet och väggen
- lätta mellanväggar behöver eventuellt förnyas

Risker:

- inga betydande risker eftersom allt skadat material avlägsnas från konstruktionen

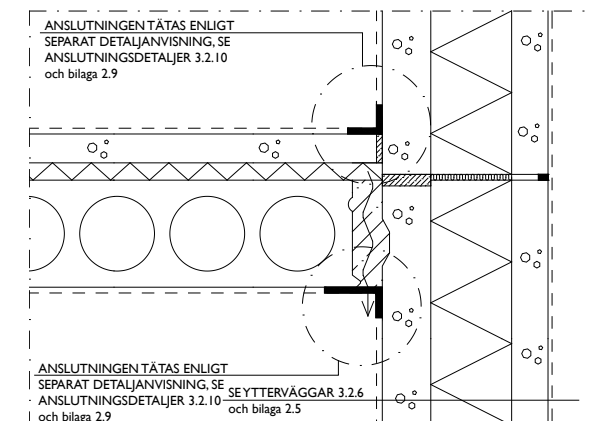
Energieffektivitet:

- konstruktionsmässiga ändringar i mellanbjälklaget påverkar i sig inte energiförbrukningen i byggnaden

Uppföljning av konstruktionens funktion:

- normala åtgärder i anslutning till fastighetsunderhåll

C Lufttäteten i konstruktionen förbättras



Åtgärder:

Anslutningarna mellan pågjutningen samt betongbjälklaget och väggen samt genomföringarna tätas med elastiska materialkombinationer. Reparationsmetoden lämpar sig i situationer där konstruktionerna inte utsätts för kontinuerlig fuktbelastning. Reparationerna syftar till att förhindra skadliga luftläckage från eventuella mikroskadade material via konstruktionens anslutningar och sprickor till rumsluften.

Förbättringar av konstruktionens lufttätet kan tillämpas som ett reparationssätt vid en plötslig, mindre vattenskada. En förutsättning är att man börjar torka konstruktionen snabbt och effektivt. Då behöver man inte nödvändigtvis riva hela stegljudsisoleringen, om materialet inte består av organiska ämnen.

Väsentligt vid reparationen:

- tätningsarbetet bör utföras systematiskt och övergripande: om det blir kvar läckage kan de förorenade luftströmmarna till ineluften till och med öka jämfört med utgångsläget

Reparationer med tanke på helheten:

- reparationer på fasaden som minskar fuktbelastningen på väggen
- balansering av ventilationen och/eller åtgärder för att rätta till/ordna ventilation i den reparerade byggnaden eller det reparerade utrymmet

Risker:

- lufttäteten består inte under hela den planerade livslängden
- det kan hända att skadat material blir kvar i konstruktionen

Energieffektivitet:

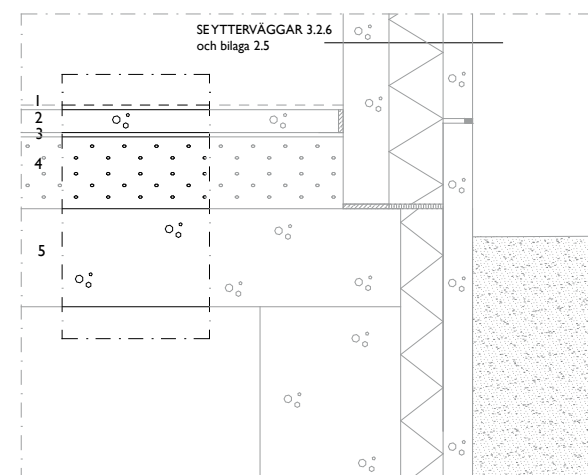
- konstruktionsmässiga ändringar i mellanbjälklaget påverkar i sig inte energiförbrukningen i byggnaden

Uppföljning av konstruktionens funktion:

- efter en tätning bör konstruktionens funktionalitet följas upp regelbundet med spårgas

BETONGKONSTRUKTIONER I TAK PÅ SKYDDSRUM

Ursprunglig konstruktion



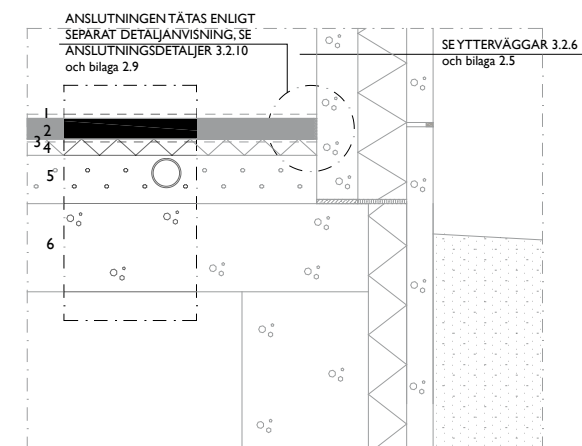
- 1 Gammal ytmaterial
- 2 Gammal platta av armerad betong
- 3 Gammal byggskiva (hårdfiberskiva)
- 4 Gammalt fyllnadsskikt (i allmänhet lättklinker eller sands)
- 5 Gammal bärande platta av armerad betong (befolkningsskyddsrummets tak)

Mellanbjälklag i betong som fungerar som tak i skyddsrum är mycket tjocka och torkar därför mycket långsamt. Taket på ett skyddsrum har vanligtvis fyllts med lättklinker eller sand, som kan innehålla fukt och små mängder av ämnen som är känsliga för mikroskador. Dessutom kan det hända att man för pågjutningen använt träbaserade skivor som skadas av fukt. I fyllnadslagret är det vanligt att fukthalten länge är hög. En hög fukthalt gör i sig ingen skada, om ytmaterialen släpper igenom vattenånga och pågjutningen har täta anslutningar och genomföringar. Antagandet är dock att det i fyllnadsskiktet råder gynnsamma förhållanden för mikrobiell tillväxt och därför får det inte förekomma luftläckage från skiktet till inneluften.

A Konstruktionen förnyas

I praktiken är det tekniskt omöjligt att helt och hållet förnya konstruktioner av armerad betong i ett skyddsrum.

B Pågjutningen och fyllningsskikten förnyas



- 1 Nytt ytmaterial som släpper igenom vattenånga samt tätningar
- 2 Ny platta av armerad betong
- 3 Ny fiberduk
- 4 Ny EPS-isolering (som gjutform)
- 5 Nytt fyllnadsskikt och dräneringssystem
- 6 Gammal bärande platta av armerad betong

Åtgärder:

Pågjutningen och isoleringsskikten avlägsnas ända till den bärande konstruktionen. Ytorna rengörs omsorgsfullt och betongbjälklaget får torka. Ett nytt lättklinkerskikt eller alternativt skumglas läggs när betongen är torr. Anslutningarna vid pågjutningen och väggarna/pelarna ska tätas omsorgsfullt. I det nya lättklinkerskiktet dras ventileringsrör som kopplas till en kanalfläkt för frånluft. Frånluften ska ledas tillräckligt långt bort från byggnaden så att frånlufts-röret inte finns i friskluftsintagets omedelbara närhet. En projekterare som är insatt i ventilationsfrågor bör kontrollera frånluftskanalens placering. Det rekommenderas att man som beläggning på pågjutningen använder material som släpper igenom vattenånga.

Väsentligt vid reparationen:

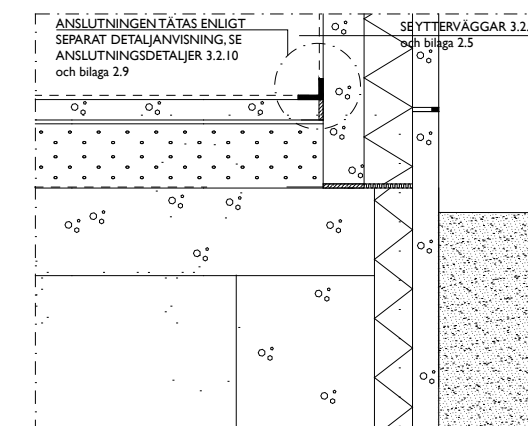
- de betongytor som blir kvar bör torkas och rengöras omsorgsfullt
- mätning av fukten för att konstatera att pågjutningen och fyllnadsskiktet är torra innan de beläggs med ytmaterial

Reparationer med tanke på helheten:

- säkerställande av lufttäteten i anslutningen mellan golvet och väggen
- åtgärder för att ordna ventilation i fyllnadsskiktet

fortsätter

C Lufttäteten i konstruktionen förbättras



Åtgärder:

Anslutningar mellan pågjutningen och väggen samt genomföringar tätas medelst ändamålsenliga materialkombinationer. Reparationsmetoden lämpar sig i situationer där konstruktionerna inte utsätts för kontinuerlig fuktbelastning. Reparationerna syftar till att förhindra skadliga luftläckage från eventuella mikroskadade material via konstruktionens anslutningar och sprickor till rumsluften.

Förbättringar av konstruktionens lufttätet kan tillämpas som reparationslösning om det bara förekommer smärre luftläckage med föroreningar från fyllnadsskiktet till inneluften. Dessutom lämpar sig reparationsmetoden om konstruktionen utsatts för en mindre vattenskada och en rivning av hela ytplattan vore överdimensionerat i förhållande till skadan. Då ska fyllnadsskiktet torkas med fläktar och otäta anslutningar göras lufttäta med produkter som släpper igenom vattenånga.

Vid reparationen bör ytmaterialen väljas så att de släpper igenom vattenånga och tål fuktbelastning, varvid fukten i fyllnadsskiktet kan torka genom diffusion. Skadliga luftflöden till rumsluften kan också elimineras genom att man skapar ett undertryck i fyllnadsskiktet.

Väsentligt vid reparationen:

- tätningsarbetet bör utföras systematiskt och övergripande: om det blir kvar läckage kan de förorenade luftströmmarna till inneluften till och med öka jämfört med utgångsläget
- balansering av ventilationen och/eller åtgärder för att rätta till/ordna ventilation i den reparerade byggnaden eller det reparerade utrymmet

fortsätter

B Pågjutningen och fyllningsskikten förnyas

- balansering av ventilationen i lokalen och/eller åtgärder för att rätta till/ordna ventilation i den reparerade byggnaden eller det reparerade utrymmet

Risker:

- inga betydande risker eftersom allt skadat material avlägsnas från konstruktionen
- ventilationen i fyllnadsskiktet fungerar inte (läckage, driftstörningar)

Energieffektivitet:

- konstruktionsmässiga ändringar i mellanbjälklaget påverkar i sig inte energiförbrukningen i byggnaden

Uppföljning av konstruktionens funktion:

- normala åtgärder i anslutning till fastighetsunderhåll

C Lufttätheten i konstruktionen förbättras

Reparationer med tanke på helheten:

- reparationer på fasaden som minskar fuktbelastningen på väggen
- balansering av ventilationen och/eller åtgärder för att rätta till/ordna ventilation i den reparerade byggnaden eller det reparerade utrymmet
- eventuella åtgärder för att ordna ventilation i fyllnadsskiktet

Risker:

- skadan framskrider om man inte samtidigt minskar fuktbelastningen utifrån
- lufttätheten består inte under hela den planerade livslängden
- det kan hända att skadat material blir kvar i konstruktionen
- undertrycksregleringen fungerar inte (läckage, driftstörningar)

Energieffektivitet:

- konstruktionsmässiga ändringar i mellanbjälklaget påverkar i sig inte energiförbrukningen i byggnaden
- undertrycksregleringen i konstruktionen kan försämra energieffektiviteten

Uppföljning av konstruktionens funktion:

- efter en tätning bör konstruktionens funktionalitet följas upp regelbundet med spårgas

SPECIALFALL BETRÄFFANDE MELLAN-BJÄLKLAG

Som specialfall behandlas i detta sammanhang följande:

- VOC-problem
- vatten i håldäckens kanaler.

VOC-problem

I det nyare byggnadsbeståndet förekommer det fuktskador på golvbeläggningarna i mellanbjälklag om de har monterats på en våt betongyta eller om plattan blivit våt under användningen. Avjämningsmassa, lim och beläggning som lagts på för fuktig betong börjar reagera med den alkaliska fukten, varvid det bildas skadliga kemiska föreningar (s.k. VOC-föreningar). Särskilt riskfyllda konstruktioner är tjocka massivplattor samt konstruktioner som har samverkansplattor och plattbärlag, eftersom betongplattor i sådana torkar mycket långsamt och endast i en riktning om de beläggs för snabbt.

I regel kan VOC-föreningar som förekommer i ytskikten av en konstruktion elimineras genom att man avlägsnar den gamla golvbeläggningen, limmet och avjämningsmassan. Dessutom är ventilering av en betongyta som man rengjort genom fräsning ett effektivt sätt att minska VOC-föreningarna i konstruktionen. Inkapsling av en betongplattas yta med luft- och vattenångtät beläggning bör övervägas från fall till fall (särskilt i golvkonstruktioner mot mark). Om man inte med säkerhet lyckas sänka halten av VOC-föreningar genom att avlägsna ytmaterialen och ventilerer konstruktionen, bör betongytan därtill kapslas in (se kapitel 3.3.4 *Inkapsling*).

Efter en tillräckligt lång vädring bör man kontrollera att betongen som ska beläggas är tillräckligt torr. Mätningen ska göras enligt gällande anvisningar om fuktmätning i konstruktioner (RT 14-10675).

Vatten i håldäckens kanaler

I samband med tillverkningen görs hål på nedre ytan av båda ändorna på ett håldäck för att vatten ska kunna rinna ut. Ibland har dessa hål täppts till av en eller annan orsak.

Under byggplatsfasen kan vatten komma in i hålrummen till exempel om snö inte skottas bort från plattorna utan man smälter den eller låter den smälta på platsen. Största delen av vattnet har kommit in redan i byggfasen när däck- en redan varit monterade på plats. Det beror delvis på att håldäck böjs uppåt på grund av sin förspända konstruktion och regn eller snö som fallit på bjälklaget under byggnadstiden i huvudsak rör sig mot väggarna. Vattnet kan rinna in i hålrummen längs väggarna om det inte avlägsnas tillräckligt snabbt. Under byggskedet kan vatten nå hålrummen framför allt via öppningar och reserveringar i håldäcken.

Eftersom ett håldäck är tillverkat av betong, och mycket tät sådan, är däckets i sig ingen gynnsam livsmiljö för mikrobiell tillväxt. Om man däremot monterar t.ex. en plastmatta med lim på ytan av ett vått håldäck, kan limmet och avjämningsmassan reagera och medföra VOC-utsläpp (flyktiga organiska föreningar). Diffusionen genom den täta betongen i plattan är dock mycket långsam.

Om vatten i hålrummen leds till de andra konstruktionerna finns det risk för fukt- och mikrobskador. Vatten i hålrum orsakar emellertid närmast estetiska problem, men eventuellt också skador på konstruktionerna. Om vatten tränger igenom ett håldäck medför det oftast färgdefekter på avjämningsmassan eller målfärgen på plattans nedre yta. De vanligaste skadorna är således gulaktiga eller mörka ställen på avjämningsmassan på mellanbjälklagets nedre yta.

Om man upptäcker att det finns vatten i hålrummen bör skadans omfattning utredas. Därefter planeras torkningen och görs en fuktmättningsplan. För det mesta blir man tvungen att borra rikligt med hål på ytorna av de konstruktioner som ska torkas, och därför måste ytorna få ny beläggning senare. Håldäcken torkas mekaniskt. När hålrummen och betongen konstaterats vara torra, ska hålen täppas till och beläggningen förnyas.

Bilaga 2.8

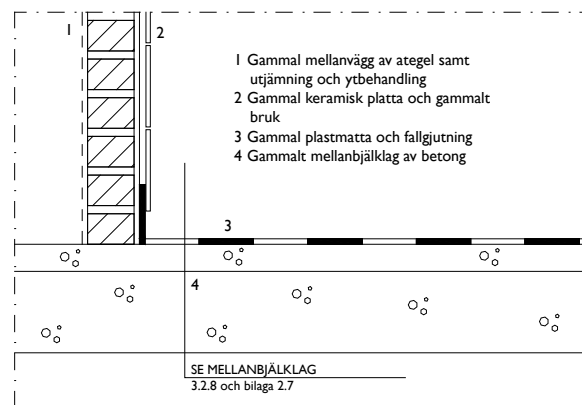
Metoder för reparation av våtrum

I den här bilagan behandlas följande våtrum:

- Vattenisolering ovanpå betongplatta, mellanvägg i betong eller murverk
- Våtrum i betong eller murverk i källarvåning
- Våtrum i en byggnad i trä.

VATTENISOLERING OVANPÅ BETONGPLATTA, MELLANVÄGG I BETONG ELLER MURVERK

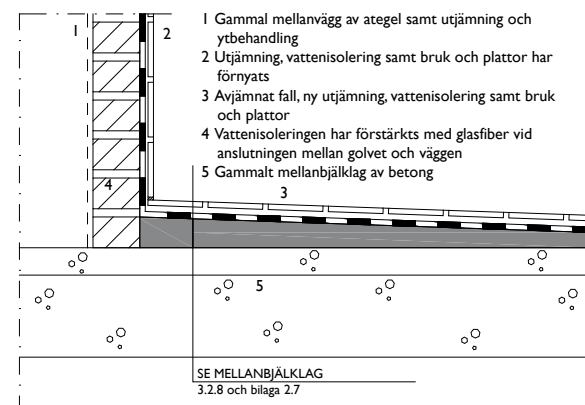
Ursprunglig konstruktion



Bilden ovan föreställer ett exempel på mellanbjälklag i betong med en murad mellanvägg. I exemplet har golvet belagts med plastmatta och väggarna med kakel.

I exemplet beror fukt- och mikroskador ofta på brister i tätskiktet. Antingen är tätskiktet inte tätt eller så saknas det. Tätskiktet läcker vanligen vid anslutningar och fogar.

A Våtrumets konstruktioner förnyas



Åtgärder:

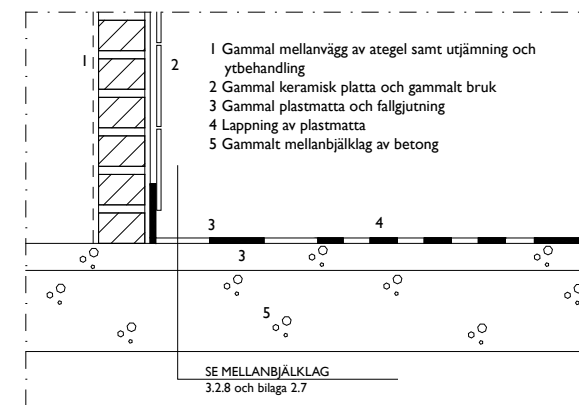
Vid reparationen avlägsnas gammalt, skadat material ända ner till den hållfasta konstruktionen som ska bevaras. Gammal avjämningsmassa avlägsnas enligt behov så att man får en tillräckligt bra vidhäftningsyta för det nya tätskiktet. Vid reparationen bör man beakta eventuella andra behov av reparation på de omgivande konstruktionerna, i detta fall gällande mellanväggs- och mellanbjälklagskonstruktionerna.

När konstruktionerna har torkats byggs fallgjutningar och avjämnningar i behövlig utsträckning. När avjämningsarna och gjutningarna har torkat läggs ett enhetligt tätskikt som till exempel förstärks vid anslutningar med fiberremсор och manschetter/kragar som hör till tätsystemet. Materialegenskaperna (tätskiktet och därtill hörande material) väljs enligt underlaget och rådande förhållanden. Detta bör tas i beaktande särskilt i källarutrymmen där fukt strömmar in mot utrymmena genom konstruktionen. Då bör man undvika tätskikt som bildar en ogenomsläpplig yta, som plastmattor. När tätskiktet har torkat monteras de nya ytmaterialen.

Reparationsmetoden lämpar sig för situationer där skadorna på våtrumets konstruktioner är omfattande och man kan anse att tätskiktets livslängd är begränsad. Reparationer

fortsätter

B Vattenisoleringen repareras



Åtgärder:

Beläggningen och tätskiktet rivs omkring läckaget. Innan nya material monteras bör man säkerställa att konstruktionen har torkat.

Reparationen lämpar sig i fall där tätskiktets läckage inte har medfört större skador på de omgivande konstruktionerna eller där skadorna kan repareras från utsidan av våtrummet. För att reparationen ska lyckas måste stället som läcker kunna lokaliseras. En reparation av ett begränsat område kan betraktas som en förlängning av en befintlig konstruktions livslängd. Därför är det anledning att man vid planeringen av reparationen bedömer kommande behov av reparationer i våtrummet och i omgivande konstruktioner. Om konstruktionerna i våtrummet närmar sig slutet av sin livslängd, och ingen tillfällig lösning behövs för att möjliggöra användningen av våtrummet, är det bättre att ta våtrummet ur bruk och göra en grundlig renovering av det. Om de övriga konstruktionerna har flera år kvar av sin livslängd och våtrummet är tämligen nytt (under 10 år) är lappning ett lämpligt reparationsalternativ.

fortsätter

A Våtrummetts konstruktioner förnyas

i konstruktioner som ansluter sig till våtrum kan leda till reparationsåtgärder även i våtrummet, även om det inte skulle finnas brister i t.ex. tätskiktet. Som exempel kan nämnas en grundlig renovering av platta på mark som innefattar våtrum. Därtill kan brister i tätskiktet i gamla våtrum göra att konstruktionerna i rummen måste förnyas.

Viktigt med tanke på en lyckad reparation:

- konstruktionerna måste torka tillräckligt innan tätskiktet appliceras
- tätskiktets tjocklek ska uppfylla materialtillverkarens anvisningar
- golvet ska ha tillräckliga lutningar

Reparationer med tanke på helheten:

- omgivande konstruktioner repareras efter behov

Risker:

- orent eller fuktigt underlag leder till bristfällig vidhäftning i tätskiktet

Uppföljning av konstruktionens funktion:

- normala åtgärder i anslutning till fastighetsunderhåll

B Vattenisoleringen repareras

Viktigt med tanke på en lyckad reparation:

- lappningen ska göras tätt på och överlappa med de gamla materialen

Reparationer med tanke på helheten:

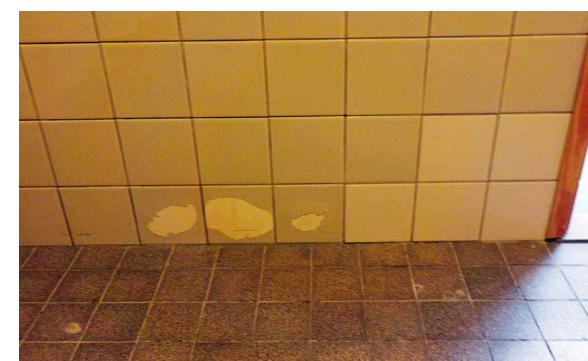
- de omgivande konstruktionerna behöver eventuellt också torkas och repareras

Risker:

- den föråldrade konstruktionen skadas senare på en annan plats

Uppföljning av konstruktionens funktion:

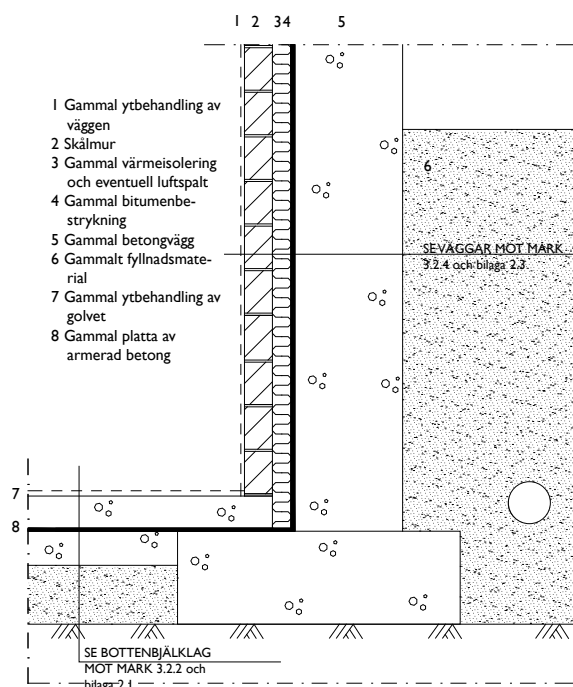
- normala åtgärder i anslutning till fastighetsunderhåll



Bilden ovan visar ett exempel på en gammal reparation av ett tätskikt. Vid reparationen har också plattor förnyats. Reparationen har förlängt livslängden med några år, men det blir inom kort aktuellt att förnya hela tvättrummet. (Bild: P. Annila, Rakennusinsinööri Petri Annila)

VÄTRUM I BETONG ELLER MURVERK I KÄLLARVÄNING

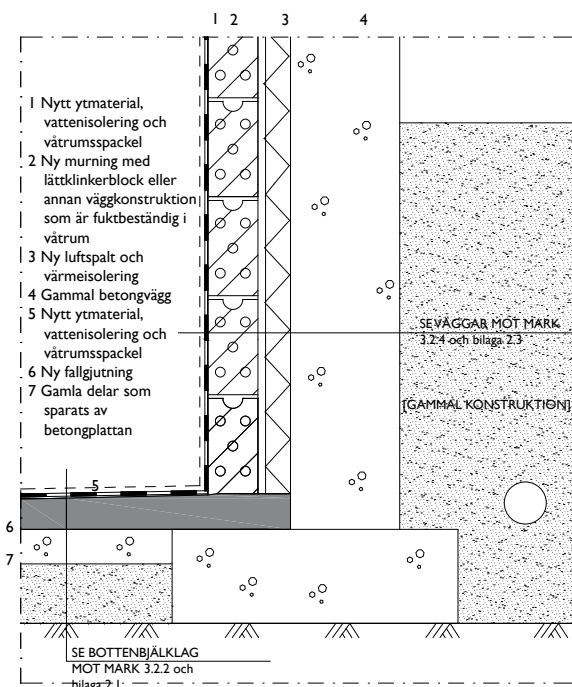
Ursprunglig konstruktion



Bilden ovan visar ett exempel på ett tvättrum i en källare. Beroende på tvättrumets ålder kan ytmaterialen vara plastmatta, tapet eller keramiska plattor. Värmeisoleringen i en vägg mot mark kan vara mineralull, cementbaserade träullsskivor, och därtill kan det finnas en luftspalt mellan skålmuren och värmeisoleringen.

Vanligtvis beror behovet av reparation på att värmeisoleringen mikrobskadats. Det kan återigen vara en följd av fuktbelastningen från våtrummet och/eller fuktbelastningen från marken. Omfattningen av fukten från marken påverkas bland annat av hur bra dräneringskonstruktionerna på utsidan fungerar och hur tät en eventuell bitumenstrykning eller motsvarande tätskikt på betongkonstruktionernas yta är.

A Våtrumets konstruktioner förnyas



Åtgärder:

Vid reparationen avlägsnas de gamla skadade väggkonstruktionerna. Det förutsätter i allmänhet även rivning av skålmuren. Bitumenstrykning eller eventuellt annat tätskikt avlägsnas mekaniskt från betongkonstruktionens yta. Andra reparationsåtgärder på väggar mot mark behandlas mer detaljerat i bilaga 4, Ytterväggar mot mark.

Som värmeisolering på insidan lämpar sig till exempel en starkt kapillärbrytande vattenisolering som har god vattenånggenomsläpplighet. Mellan värmeisoleringen och den nya muren av lättklinkerblock eller någon annan för våtrum lämplig väggkonstruktion och den bärande betongkonstruktionen lämnas en minst 30 mm bred luftspalt som är öppen från väggens övre del till undertaket och därmed ventileras. Avjämnningen, fuktskiktet och ytmaterialen appliceras på ytan av väggen av lättklinkerblock.

Lutningen i golvet repareras vid behov och nytt tätskikt appliceras. Tätskiktet ska släppa igenom vattenånga. Reparationer av bottenbjälklag behandlas mer ingående i bilaga 2.1 och 2.2. Om det finns ett gammalt tätskikt i konstruktionen, ligger det mellan två betongplattor. Man bör bedöma behovet av att avlägsna ett gammalt, dolt tätskikt. Om man

fortsätter på nästa sida

inte kan säkerställa att konstruktionen hålls torr mellan det gamla och det nya tätskiktet är det säkrast att avlägsna det gamla.

Reparationssättet lämpar sig i situationer där fuktbelastningen från marken utanför byggnaden är obetydlig och dräneringen på utsidan inte behöver repareras.

Viktigt med tanke på en lyckad reparation:

- omgivande konstruktioner repareras efter behov.
- fuktbelastningen från marken kan hållas under kontroll utan reparationer på dräneringskonstruktionerna

Reparationer med tanke på helheten:

- de omgivande konstruktionerna behöver eventuellt också torkas och repareras
- reparationer av väggen mot mark
- eventuella åtgärder för att förbättra ventilationen

Risker:

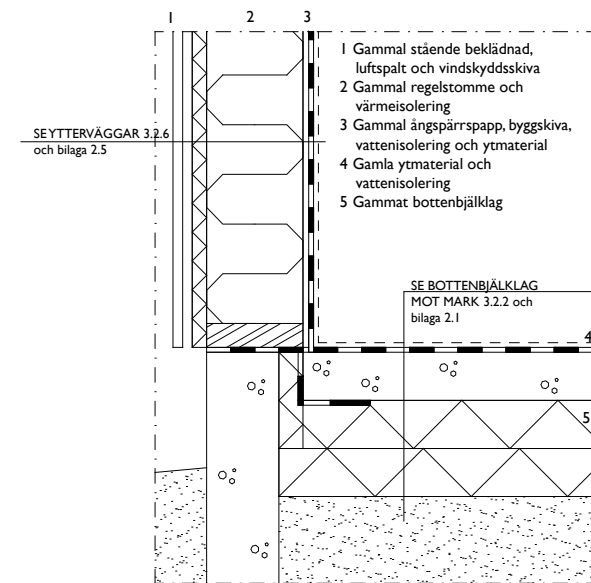
- man försummar att göra nödvändiga reparationer på dräneringskonstruktionerna och konstruktionerna belastas av en betydlig fuktbelastning

Uppföljning av konstruktionens funktion:

- normala åtgärder i anslutning till fastighetsunderhåll

VÅTRUM I EN TRÄBYGGNAD

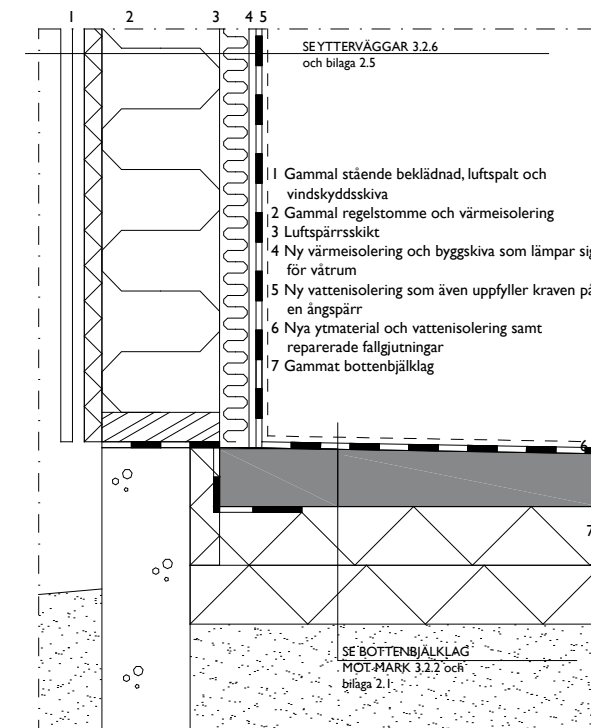
Ursprunglig konstruktion



Bilden ovan visar ett exempel på ett våtrum i en träbyggnad där ytterväggens inre beklädnad, vattenisolering och ytmaterial har monterats direkt på stomkonstruktionens inre yta.

Typisk skada orsakas av läckage i tätskiktet, vilket kan leda till omfattande reparationsbehov i ytter- samt mellanväggar.

A Våtrumets konstruktioner förnyas



Åtgärder:

I väggkonstruktionen rivs gamla skivkonstruktioner och ytmaterial, och därtill görs nödvändiga reparationer och materialbyten i träregelstommen och värmeisoleringen. Därefter monteras luftspärrspapper eller -skivor, extra värmeisolering och för våtrum anpassade byggnadsskivor på inre ytan av stommen. Därefter läggs ett nytt tätskikt och ytmaterial på skivorna.

Vad gäller golvet görs nödvändiga reparationer i bottenbjälklaget. I exempelfallet har det gamla ytmaterial och tätskiktet rivits och lutningen i golvet rättats till. Därefter har ny vattenisolering och ytmaterial monterats.

Reparationen lämpar sig för situationer där de konstruktioner som omger våtrummet behöver repareras; i exempelfallet ytterväggarna och/eller bottenbjälklaget. Principerna för hur man reparerar dessa behandlas mer ingående i andra kapitel i denna handbok.

fortsätter på nästa sida

Viktigt med tanke på en lyckad reparation:

- skadat material ska avlägsnas från konstruktionen
- konstruktioner som blivit våta ska torkas
- tätskiktets tjocklek ska uppfylla materialtillverkarens anvisningar
- golvet ska ha tillräckliga lutningar

Reparationer med tanke på helheten:

- de omgivande konstruktionerna behöver eventuellt också torkas och repareras
- eventuella reparationer i ytterväggen
- eventuella åtgärder för att förbättra ventilationen

Risker:

- man försummar nödvändiga reparationer i de omgivande konstruktionerna
- konstruktioner som blivit våta får inte torka på ett tillräckligt stort område eller tills de är tillräckligt torra

Uppföljning av konstruktionens funktion:

- normala åtgärder i anslutning till fastighetsunderhåll

Bilaga 2.9

Anslutningsdetaljer och genomföringar

I den här bilagan behandlas följande konstruktionsdetaljer:

1. Vattentak – yttervägg

- Vattentak med underlagstak – yttervägg

2. Vindsbjälklag – yttervägg

- Vindsbjälklag i trä – yttervägg av trä
- Vindsbjälklag i betong – yttervägg av trä
- Vindsbjälklag i betong – yttervägg i betong eller murverk
- Vindsbjälklag i trä – yttervägg i betong eller murverk
- Elementyttervägg – vindsbjälklag i byggplåt

3. Fönster – yttervägg

- Fönster – yttervägg i trä
- Fönster – yttervägg i betong eller murverk

4. Mellanbjälklag – yttervägg

- Mellanbjälklag av trä – yttervägg i betong eller murverk
- Mellanbjälklag av trä – yttervägg av trä
- Mellanbjälklag i betong – yttervägg i betong eller murverk
- Mellanbjälklag i betong – yttervägg av trä
- Tak i skyddsrum – omgivande konstruktioner

5. Plan utomhus – yttervägg

- Takterrass – yttervägg i betong eller murverk

6. Bottenbjälklag med krypgrund – yttervägg

- Bottenbjälklag av trä med krypgrund – yttervägg av trä
- Bottenbjälklag av trä med krypgrund – yttervägg i betong eller murverk

7. Väg mot mark – bottenbjälklag mot mark

- Bottenbjälklag i betong – yttervägg i betong eller murverk

8. Bottenbjälklag mot mark – mellanvägg

- Bottenbjälklag i betong mot mark – mellanvägg i betong
- Bottenbjälklag i betong – bärande mellanvägg av trä
- Bottenbjälklag i betong – icke-bärande mellanvägg av trä

9. Sockel – bottenbjälklag

- Sockel i betong eller murverk – bottenbjälklag i betong mot mark (förnyas)
- Sockel i betong eller murverk – bottenbjälklag i betong mot mark (tätas)
- Väg av trästomme och falssockel – bottenbjälklag i betong på mark

10. Dilatationsfogar

11. Rörkanaler

12. Utrymme mellan trappa och mark.

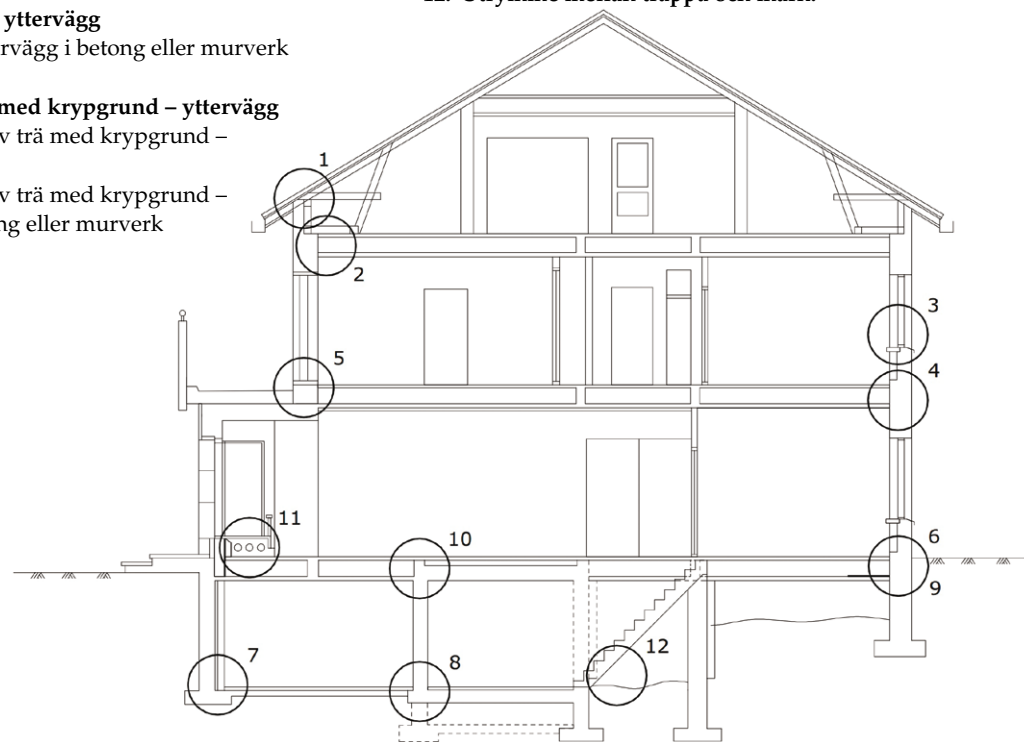
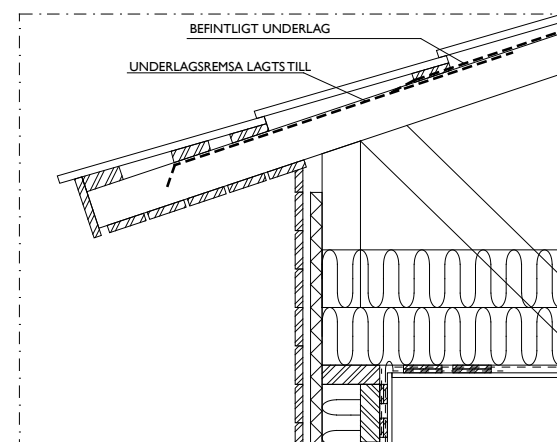


Bild 1. I den här bilagan behandlas följande konstruktionsdetaljer.

I. VATTENTAK – YTTERVÄGG

Vattentak med underlagstak – yttervägg



Tillämpningsområden:

- byggnader där underlagstaket slutar före ytterväggens yttre yta och kan orsaka att vatten leds in i värmeisoleringskikten i vindsbjälklaget eller ytterväggen

Reparationsanvisningar:

A) Underlagstaket repareras genom att vattentaket rivs lokalt

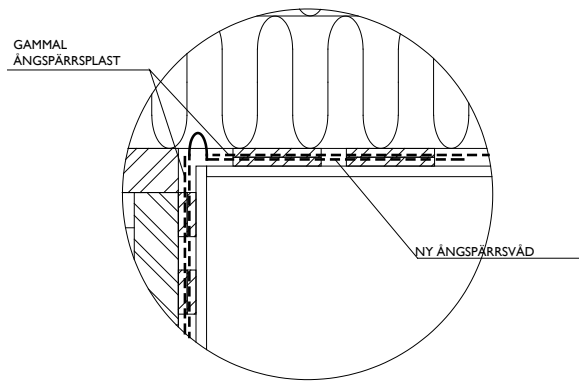
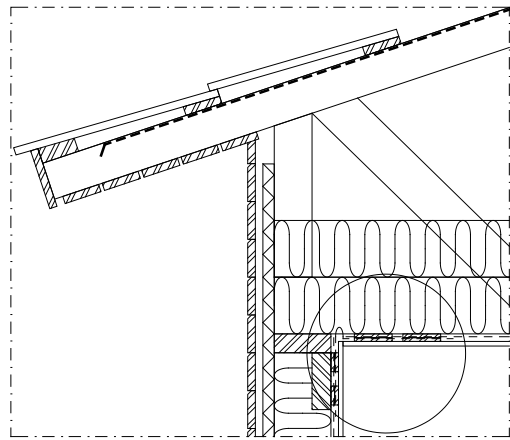
- vattentaket, läkten och eventuella ribbor för upphöjning rivs från takfoten; en ny våd appliceras så att det befintliga underlagstaket överlappar den nya på en sträcka av minst 300 mm
- den nya våden monteras så att nedre kanten sträcker sig till minst 250 mm från ytterväggens yttre yta
- upphöjningsribborna och takläkten monteras på plats
- den rivna delen av vattentaket monteras på nytt

B) Underlagstaket repareras utan att man river vattentaket

- brädfodringen på undre sidan av takfoten rivs så att det nya underlagstaket kan läggas underifrån
- den nya våden av underlagstak monteras på nedre ytan av takläkten; OBS! monterings sättet kan skada takläkten och därför rekommenderas reparationen som en tillfällig åtgärd som förlänger livslängden fram till en grundlig reovering
- den nya våden ska sträcka sig ända till ändan av takfoten eller till minst 250 mm från ytterväggens ytteryta

2. VINDSBJÄLKLAG – YTTERVÄGG

Vindsbjälklag i trä – yttervägg av trä



Tillämpningsområden:

- konstruktioner där både ytterväggen och vindsbjälklaget är i trä

Reparationsanvisningar:

- innertaket och de inre ytorna av väggens övre del rivs ända ned till den befintliga ångspärren; OBS! ångspärren får inte gå sönder
- ytorna rengörs omsorgsfullt genom att dammsuga bort all lös smuts och allt damm

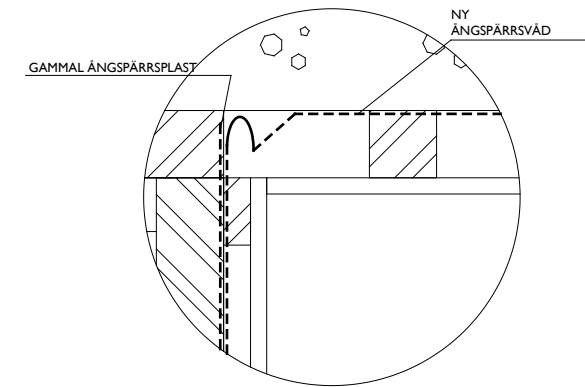
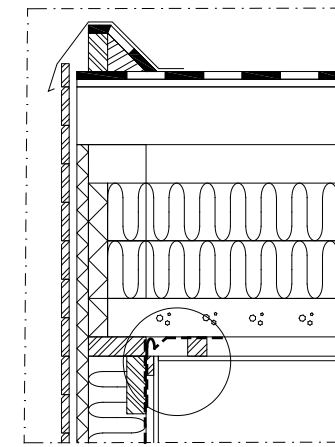
A) Ångspärren förnyas inte i sin helhet

- nödvändiga reparationer görs på ångspärren för att säkerställa att skiktet är enhetligt och tätt
- en våd läggs till i anslutningen mellan ytterväggen och vindsbjälklaget så att den överlappar minst 150 mm med den befintliga ångspärrensplasten
- befintliga ångspärrar kring anslutningen lösgörs så att en trälist kan appliceras längs med reglarna i väggen och taket; en list kan också monteras på nedre ytan av takstolarnas underram, varvid den kommer att döljas av undertaket; på motsvarande sätt kan listen fästas på inre sidan av väggens regler; den befintliga ångspärren viks ovanpå listen
- i ytterväggens övre del trycker man ångspärren mellan två trälistor med skruvar
- i anslutningen görs ett veck i plasten som tillåter rörelser i konstruktionen utan att söndra ångspärren
- vid vindsbjälklaget trycker man ångspärren mellan två trälistor med skruvar
- därefter görs prov med spårgas och nödvändiga lufttätningar
- innerväggarna färdigställs
- lister ska i första hand fästas med lim för att ångspärrensplasten inte ska gå sönder; om man spikar får spikarna inte gå igenom ångspärren

B) Ångspärren förnyas i sin helhet

- i anslutningen görs ett veck i plasten som tillåter rörelser i konstruktionen utan att söndra ångspärren
- våderna ska överlappa varandra minst 150 mm; om ett veck har gjorts på en våd som är fäst i ytterväggen, ska överlappningen göras på vindsbjälklagets sida och tvärtom
- anslutningarnas täthet säkras med att fästa trälistor på båda sidor om dem med skruvar
- därefter görs prov med spårgas och nödvändiga lufttätningar
- innerväggarna färdigställs
- lister ska i första hand fästas med lim för att ångspärrensplasten inte ska gå sönder; om man spikar får spikarna inte gå igenom ångspärren

Vindsbjälklag i betong – yttervägg av trä



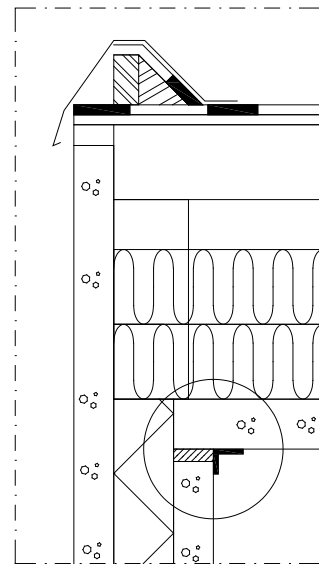
Tillämpningsområden:

- byggnader där den bärande stommen är pelare-balk-stomme i betong och ytterväggarna är icke-bärande träregelväggar

Reparationsanvisningar:

- innerväggens ytmaterial rivs ända till den befintliga ångspärren; OBS! ångspärren får INTE gå sönder; I taket avlägsnas ytmaterialen till undre ytan av betongplattan, ända till det första mellanrummet mellan reglarna (ungefär 400 mm i reglarnas riktning)
- ytorna rengörs omsorgsfullt genom att dammsuga bort all lös smuts och allt damm
- trasig ångspärr ersätts med ny där det behövs och ska överlappa minst 150 mm med den gamla ångspärren; anslutningsstället tejpas och dras åt med hjälp av träreglar
- en plastvåd läggs till i anslutningen mellan taket och väggen; den ska överlappa ångspärren i ytterväggen och fästas tätt på ytterväggen med hjälp av trälistor och skruvar
- plastvåden ska försees med ett veck eller så ska den vara tillräckligt elastisk så att den tillåter rörelser i konstruktionen utan att brista
- på vindsbjälklaget fästs plastvåden med en massa som lämpar sig för systemet och/eller trycks tätt mot betongplattan med hjälp av en trälist och skruvar
- därefter görs prov med spårgas och nödvändiga lufttätningar
- innerväggarna färdigställs

Vindbjälklag i betong – yttervägg i betong eller murverk

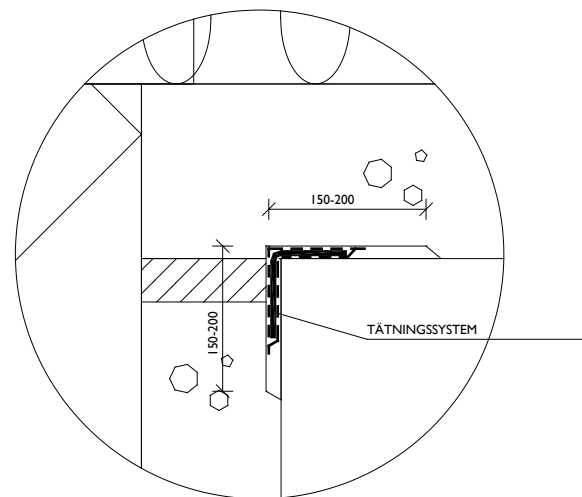


Tillämpningsområden:

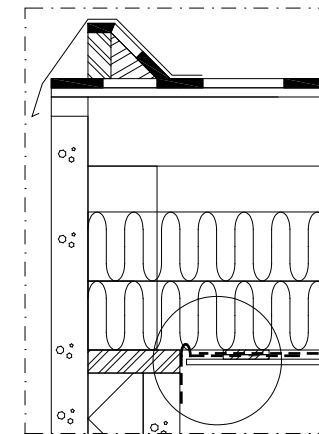
- byggnader där vindbjälklaget är i betong och ytterväggen i betong eller murverk

Reparationsanvisningar:

- ytmaterialen avlägsnas genom slipning på minst 150 mm avstånd från ytterväggens och vindbjälklagets anslutning
- ytorna rengörs omsorgsfullt genom att dammsuga bort all lös smuts och allt damm; därefter ska man säkerställa att underlaget är hållfast och rakt
- en remsa som hör till det valda tätningssystemet monteras i anslutningen enligt monteringsanvisningarna för systemet; remsan monteras över hela anslutningens längd, inte bara vid synliga läckage
- därefter görs prov med spårgas och nödvändiga luftätningar
- avjämning och finish



Vindbjälklag i trä – yttervägg i betong eller murverk

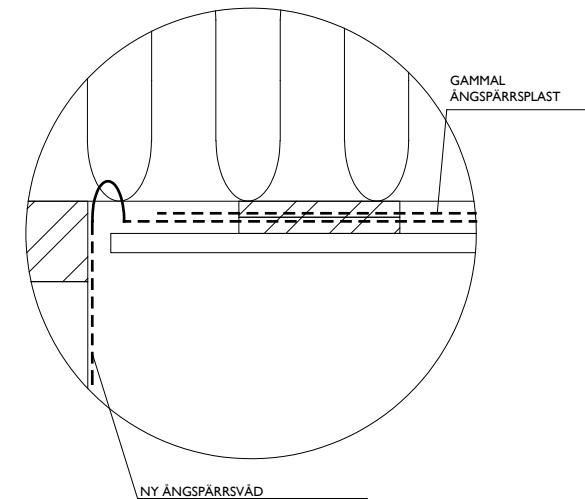


Tillämpningsområden:

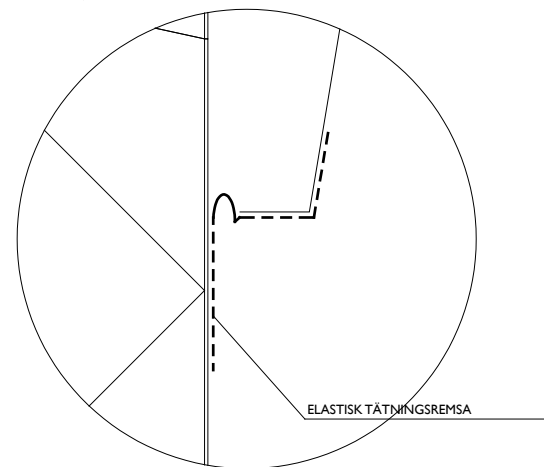
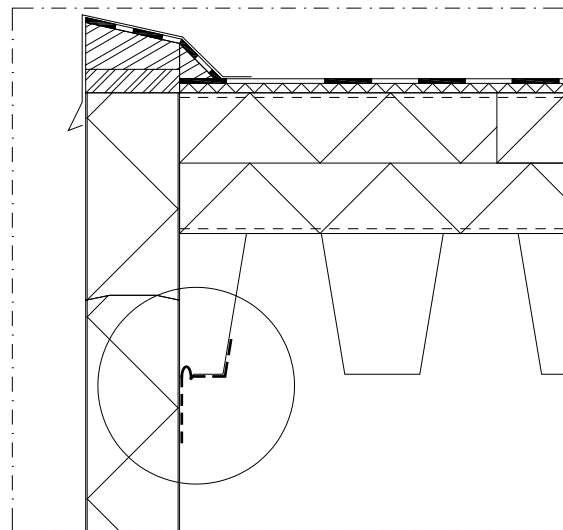
- byggnader där ytterväggarna är i trä och vindbjälklaget i trä har en ångspärr som luftspärr

Reparationsanvisningar:

- innertaketets ytmaterial rivs åtminstone kring anslutningen; OBS! ångspärren får INTE skadas under rivningsarbetet
- väggens ytmaterial rivs åtminstone kring anslutningen
- övriga nödvändiga reparationer av ångspärren
- ytorna rengörs omsorgsfullt genom att dammsuga bort all lös smuts och allt damm; därefter ska man säkerställa att underlaget är hållfast och rakt
- i anslutningen fästs en tätningsremsa som överlappar den befintliga ångspärrensplasten med minst 150 mm
- tätningsremsan trycks tätt mot vindbjälklagets nedre yta med hjälp av trälistor och skruvar
- på ytterväggen ska tätningsremsan limmas på ytterväggens insida enligt produktens arbetsbeskrivning
- tätningsremsan ska förses med ett veck eller så görs tätningen med en produkt vars elasticitet tillåter rörelser i anslutningen utan att brista
- därefter görs prov med spårgas och nödvändiga luftätningar
- avjämning och finish



Yttervägg av stålplåtelement – vindsbjälklag i byggplåt



Tillämpningsområden:

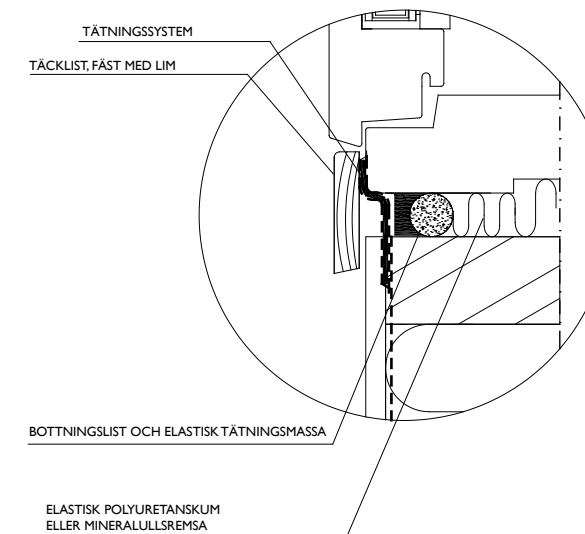
- byggnader där ytterväggen är av plåt–värmeisoleringsplåtelement och vindsbjälklaget är isolerat med mineralull

Reparationsanvisningar:

- eventuella ytmaterial och gamla tätningar rivs från området kring anslutningen
- ytorna rengörs omsorgsfullt genom att dammsuga bort all lös smuts och allt damm; därefter ska man säkerställa att underlaget är hållfast och rakt
- i anslutningen monteras en tätningsremsa som fästs enligt systemets arbetsanvisningar så att man limmar den på insidan av ytterväggselementen och undre ytan av byggplåten
- tätningsremsan ska vara tillräckligt elastisk för att den ska hålla mot den böjning som orsakas av belastningen på byggplåten utan att brista
- därefter görs prov med spårgas och nödvändiga lufttätningar
- slutbehandling

3. FÖNSTER –YTTERVÄGG

Fönster – trävägg, tätningsreparation



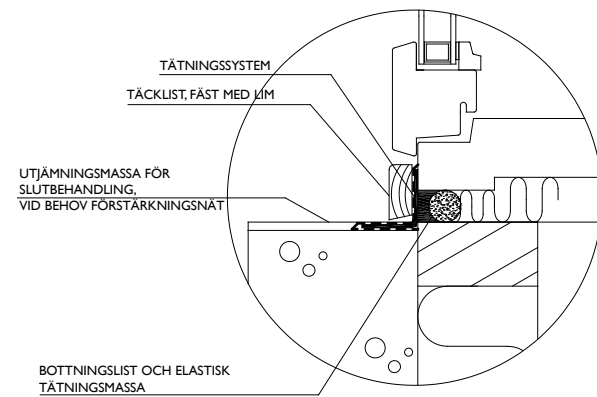
Tillämpningsområden:

- byggnader där ett fönster ansluter till en yttervägg som är i trä eller annan yttervägg med ångspärr

Reparationsanvisningar:

- väggsnivorna rivs på alla sidor om fönstret ända till det första mellanrummet mellan reglarna; OBS! ångspärren får INTE gå sönder
- ytorna rengörs omsorgsfullt genom att dammsuga bort all lös smuts och allt damm; därefter ska man säkerställa att underlaget är hållfast och rakt
- springan mellan fönsterkarmen och regeln tätas med elastisk tätningsmassa mot bottenlistan; vid behov ska isolering avlägsnas från springan till det djup som krävs för installeringen av bottenlistan och tätningsmassan, och vidhäftningsytorna rengörs
- tätningen överlappas med ångspärren i anslutningen mellan fönstret och fönsterregeln enligt systemleverantörens anvisningar; vanligtvis används fogband som är avsedda för tätning, alternativt appliceras ett tätskikt, varefter man trycker en elastisk remsa och applicerar tätskiktet; arbetet utförs enligt systemleverantörens anvisningar
- vid monteringen av tätningen ska man beakta att byggnadsdelarna eventuellt kan förflyttas i förhållande till varandra
- tätningsprov och behövliga reparationer av lufttäteten
- nya skivor monteras i stället för de som avlägsnats
- avjämning och finish
- lister limmas fast eller fästs mekaniskt så att tätningarna inte går sönder; om man spikar får spikarna inte gå igenom tätningskiktet

fönster – yttervägg i betong eller murverk, tättningsreparation



Tillämpningsområden:

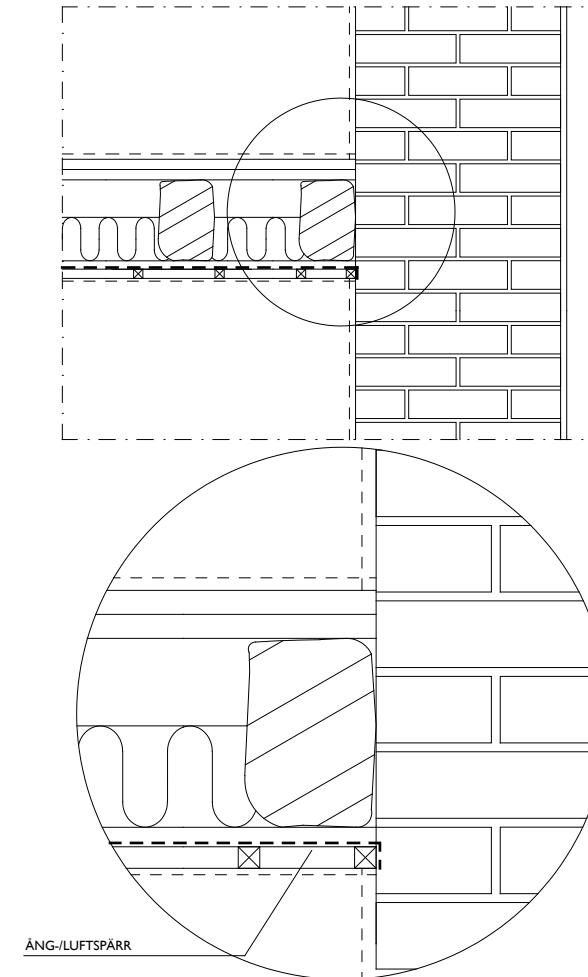
- byggnader där ett fönster finns i en yttervägg i betong eller murverk

Reparationsanvisningar:

- ytbeläggningarna avlägsnas från fönsteröppningarnas innersmyg ända ned till betongens eller murverkets yta
- ytorna diamantslipas och ända ned till betongen eller murverket; OBS! även i hörnen
- ytorna rengörs omsorgsfullt genom att dammsuga bort all lös smuts och allt damm; därefter ska man säkerställa att underlaget är hållfast och rakt
- vid behov ska underlaget avjämnas med en produkt som hör till tätningssystemet
- springan mellan fönsterkarmen och regeln tätas med elastisk tätningsmassa mot bottenlistan; vid behov ska isolering avlägsnas från springan till det djup som krävs för installeringen av bottenlistan och tätningsmassan, och vidhäftningsytorna rengörs
- tätningen appliceras i fönsteranslutningen enligt systemleverantörens anvisningar; här använder man vanligtvis fogband som är avsedda för tätning, eller alternativt stryker man på vattenisolering, varefter man trycker fast elastisk hörnförstärkning och bestryker ytan med vattenisoleringssystemet; arbetet utförs enligt systemleverantörens anvisningar
- vid monteringen av tätningen ska man beakta att byggnadsdelarna eventuellt kan förflyttas i förhållande till varandra
- tätningsprov och behövliga reparationer av lufttäteten
- avjämning och finish
- lister limmas fast eller fästs mekaniskt så att tätningarna inte går sönder; om man spikar får spikarna inte gå igenom tätningskikten

4. MELLANBJÄLKLÄG –YTTERVÄGG

Mellanbjälklag i trä – yttervägg i betong eller murverk, skadat material avlägsnas från konstruktionen



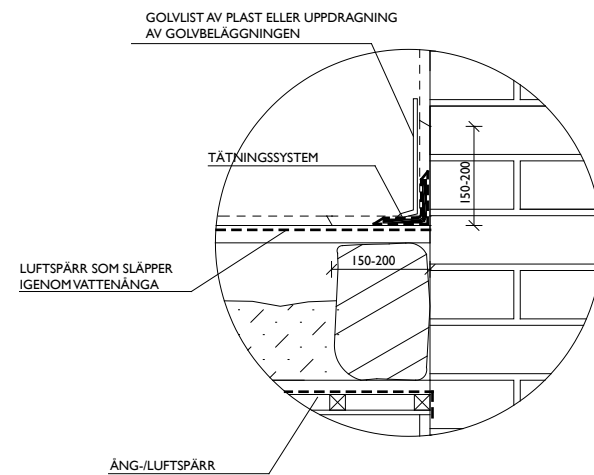
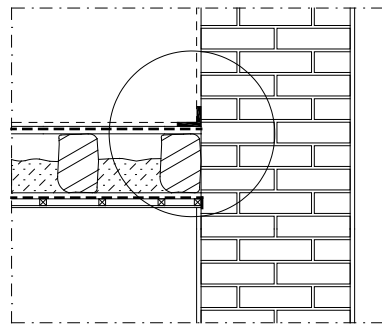
Tillämpningsområden:

- byggnader som har ett mellanbjälklag i trä med fyllnad och där ytter-/mellanväggskonstruktionen är i betong eller murverk
- konstruktionerna rör sig mycket lite i förhållande till varandra, ungefär < 5 mm

Reparationsanvisningar:

- golvkonstruktionerna rivs helt bortsett från de bärande balkarna
- balkarnas ytor rengörs mekaniskt och dammsugas överallt, likaså väggytan på det område som rivs
- väggytan avjämnas vid behov, för att den luftspärr som ska monteras på mellanbjälklagets nedre yta ska kunna fästas tätt
- vid behov torkas väggkonstruktionen och skadade träbalkar förnyas/stärks
- på golvbjälkarnas undre yta monteras brädfodring och ljudisolering (akustik) ovanpå dem
- på den undre ytan monteras en luftspärr (plastfilm) ovanpå brädfodringen med hjälp av regler; vid skarvar ska luftspärren överlappa > 200 mm, tejpning samt pressförbindning; kanten på luftspärren tätas med pressförbindning mot väggytan
- på övre ytan av golvbjälkarna monteras nya regler vid behov (för att räta upp konstruktionen) samt brädfodring eller skivor och nytt ytmaterial
- tätningsprov och behövliga reparationer av lufttäteten
- avjämning och finish

Mellanbjälklag i trä – yttervägg i betong eller murverk, tätningsreparation



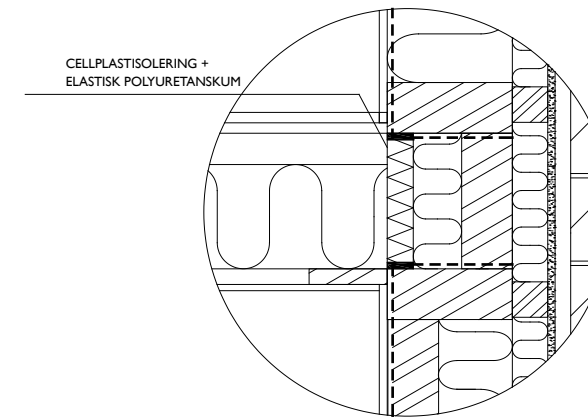
Tillämpningsområden:

- byggnader som har ett mellanbjälklag i trä med fyllnad och där ytter-/mellanväggskonstruktionen är i betong eller murverk
- konstruktionerna rör sig mycket lite i förhållande till varandra, ungefär < 5 mm

Reparationsanvisningar:

- väggens ytmaterial rivs från anslutningsområdet på ett ca 150–200 mm brett område, golvmaterial rivs i sin helhet ända till ytan av de gamla golvbrädorna eller -skivorna; mellanbjälklagets övre och nedre yta ska tätas, och därför bör beläggningar/ytmaterial avlägsnas på båda sidorna av konstruktionen
- ytorna på BETONGVÄGGAR diamantslipas och damm avlägsnas ända ned till betongytorna; OBS! även i hörnen
- på TEGELVÄGGAR, där den inre ytan har putsats och målats, ska HELA målytan rengöras omsorgsfullt så att den blir ett bra underlag för vidhäftning; OBS! även i hörnen
- ytorna rengörs omsorgsfullt genom att dammsuga bort all lös smuts och allt damm; därefter ska man säkerställa att underlaget är hållfast och rakt
- underlaget avjämnas med en produkt som ingår i tätningssystemet
- ovanpå golvbrädorna eller -skivorna monteras det luftspärrsskikt som ingår i tätningssystemet i enlighet med systemleverantörens anvisningar
- tätningen appliceras i hörnanslutningen enligt systemleverantörens anvisningar; här använder man vanligtvis fogband som är avsedda för tätning; alternativt påstryks underlaget med tätskikt, varefter anslutningen förseglas med fiber(förstärknings)remsa innan skiktet härdat; till slut påförs ett ytskikt av tätskiktet; behandlingsomgångar och/eller montering av fogband som är avsedda för tätning; enligt systemleverantörens anvisningar
- vid monteringen av tätningen ska man beakta att byggnadsdelarna eventuellt kan förflyttas i förhållande till varandra
- på undersidan monteras en luftspärr (plastfilm) ovanpå brädfodringen med hjälp av regler; vid skarvar ska luftspärren överlappa > 200 mm, tejpning samt pressförbindning; kanten på luftspärren tätas med pressförbindning mot väggytan; ett annat alternativ är att montera fogband som är avsedda för tätning, enligt systemleverantörens anvisningar
- tätningsprov och behövliga reparationer av lufttäteten
- avjämning och finish
- lister limmas fast eller fästs mekaniskt så att tätningarna inte går sönder; om man spikar får spikarna inte gå igenom tätningskikten

Mellanbjälklag i trä – yttervägg i trä, tätningsreparation



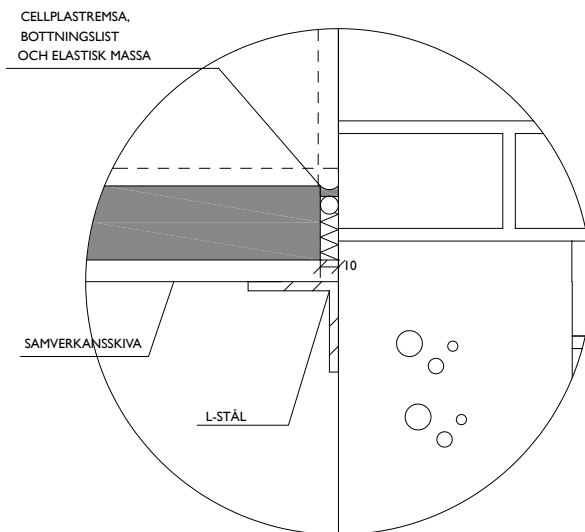
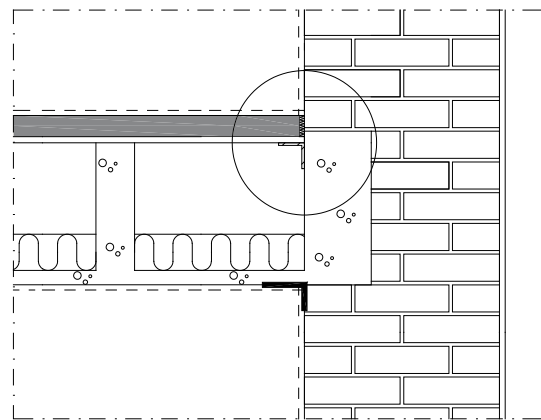
Tillämpningsområden:

- byggnader där mellanbjälklaget är i trä och ytter-/mellanväggarna har träreglar
- konstruktionerna rör sig mycket lite i förhållande till varandra, ungefär < 5 mm

Reparationsanvisningar:

- mellanbjälklagskonstruktionen öppnas längs hela ytterväggen på cirka 1 meter brett område; värmeisoleringen och skadat material avlägsnas
- trasig ångspärr vid mellanbjälklagets regler avlägsnas i området mellan hammarbandets övre yta och syllens nedre yta; HEL Ångspärr på en icke-bärande vägg får INTE avlägsnas
- träkonstruktioner som blivit våta ska torkas, ytorna rengöras och dammsugas
- golvbjälkarnas fäste i en icke-bärande vägg kontrolleras och spikas fast vid behov; på det sättet kan man säkerställa att en golvbjälke inte böjs i kanten
- vid ångspärren, mellan reglarna, monteras en cellplastisoleringskiva som fäst alltigenom vid de omgivande träkonstruktionerna med elastiskt polyuretanskum; dessutom tejpas ytorna av skummade fogar fast i ångspärren och golvbjälkarna med en lufttät tejp med bra vidhäftning
- ljudisolering monteras i mellanbjälklaget
- tätningsprov och behövliga reparationer av lufttäteten
- avjämning och finish

Mellanbjälklag i betong – yttervägg i betong eller murverk, grundlig reparation av plattbärlag i betong



Tillämpningsområden:

- byggnader där plattbärlaget är i betong och golvkonstruktionen är byggd i trä eller ytter- (eller fasad-)/ mellanväggskonstruktionen är byggd i murverk
- konstruktionerna rör sig mycket lite i förhållande till varandra, ungefär < 5 mm

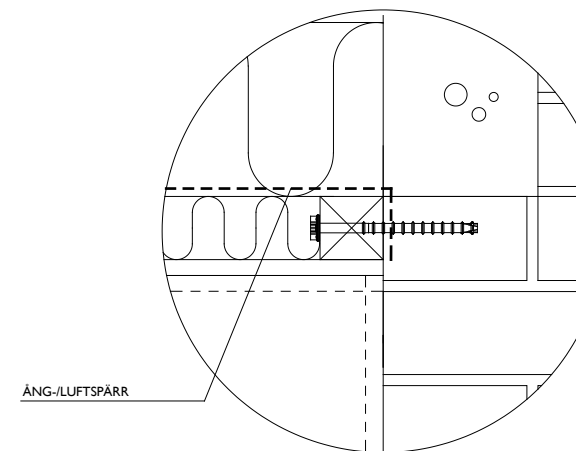
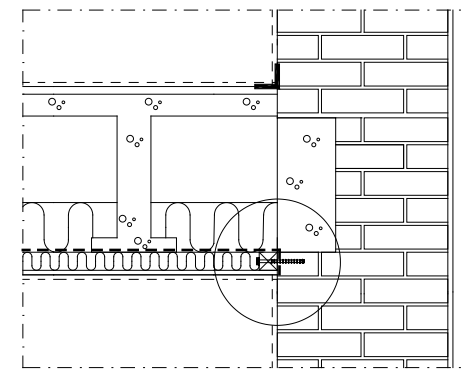
Reparationsanvisningar, purku yläpuolelta:

- den gamla golvkonstruktionen rivs i sin helhet ovanifrån
- fyllnad i mellanbjälklaget och eventuellt formvirke avlägsnas
- ytorna rengörs mekaniskt genom sandblästring och/ eller med en gasbrännare; till sist ska ytorna dammsugas
- väggkonstruktionen och den befintliga fyllnaden torkas vid behov
- vid behov tätas anslutningarna mellan nedre plattan och väggkonstruktionen, se punkten mellanbjälklag i betong – yttervägg i betong eller murverk, tätningsreparation av dubbelt bjälklag i betong
- hålrum målas utvändigt genomgående (dammbindning)
- isolering (akustik, brandsäkerhet) monteras på botten av hålrummen
- den nya golvkonstruktionen byggs antingen i trä eller betong; OBS! om en träkonstruktion ersätts med en betongplatta kommer den totala vikten att öka, vilket oftast förutsätter ytterligare stöd (t.ex. stålbalkar)
- tätning med elastisk massa mellan den nya ytplattan och väggen
- tätningsprov och behövliga reparationer av lufttäteten
- avjämning och finish

Övrigt:

- spruckna väggar eller bärlagets nedre plattor bör tätas antingen genom injektering eller tätningsreparation
- genomföringar och eldosor osv. tätas enligt systemleverantörens anvisningar
- avjämningsmassan (bruket) är det lufttäta skiktet i en mur av block; vid behov förbättras avjämningen på väggen i mellanbjälklaget
- i en platta med samverkansplåt kan betongen ha en mycket lång torkningstid

Mellanbjälklag i betong – yttervägg i betong eller murverk, grundlig reparation av ett dubbelt bjälklag i betong



Tillämpningsområden:

- byggnader som har ett hålbjälklag i betong och där ytter-/ mellanväggskonstruktionen är i betong eller murverk
- konstruktionerna rör sig mycket lite i förhållande till varandra, ungefär < 5 mm

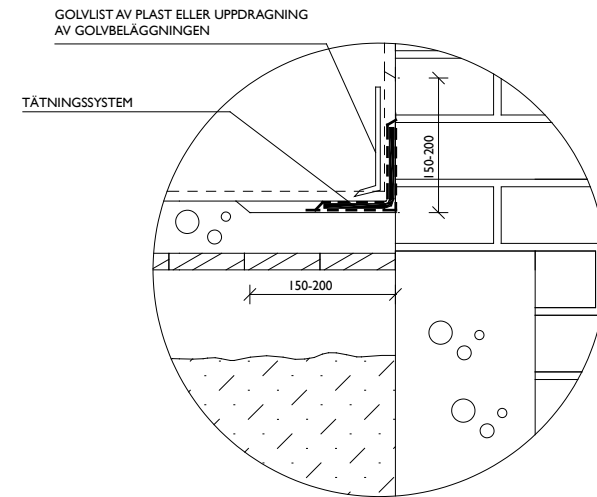
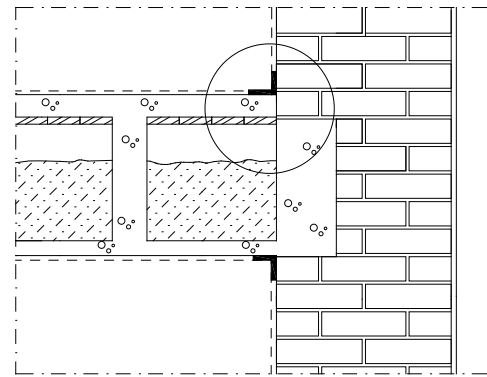
Reparationsanvisningar, purku alapuolelta:

- den gamla dubbelplattan rivs från undersidan så att balkarna inte skadas
- vägg- och golvbeläggning rivs ovanifrån på ett ca 150–200 mm brett område från anslutningen
- fyllnader och formvirke avlägsnas från mellanbjälklaget
- ytorna på hålrummen i plattan rengörs mekaniskt genom sandblästring och/ eller med en gasbrännare; till sist ska ytorna dammsugas
- vid behov avjämnas väggytan med fiberbruk för att luftspärren ska kunna monteras tätt på den
- väggkonstruktionen och den befintliga fyllnaden torkas vid behov
- vid behov tätas anslutningen mellan övre plattan och väggkonstruktionen, se punkten mellanbjälklag i betong – yttervägg i betong eller murverk, tätningsreparation av ett dubbelt bjälklag i betong
- hålrum målas utvändigt genomgående (dammbindning)
- isolering (akustik, brandsäkerhet) monteras mellan bjälkarna
- på mellanbjälklagets nedre yta monteras en luftspärr (plastfilm) med hjälp av regler 50 x 50 mm²; vid skarvar ska luftspärren överlappa > 200 mm, tejpning samt pressförbindning; kanten på luftspärren tätas med pressförbindning mot väggytan
- ett isoleringsskikt monteras i mellanrummet mellan reglarna och taket beläggs med skivor (brandskydd)
- avjämning och finish

Övrigt:

- sprickor som går genom en vägg- och betonggolvs konstruktion bör tätas antingen genom injektering eller tätningsreparation
- genomföringar och eldosor osv. tätas efter behov enligt systemleverantörens anvisningar
- avjämningsmassan på ytor av block är ett lufttätt skikt, och därför bör väggen vid behov jämnas ut inifrån golvkonstruktionen så att den blir hel

Mellanbjälklag i betong – yttervägg i betong eller murverk, tätningsreparation av ett dubbelt bjälklag i betong



Tillämpningsområden:

- byggnader som har ett hålbjälklag i betong och där ytter-/mellanväggskonstruktionen är i betong eller murverk
- konstruktionerna rör sig mycket lite i förhållande till varandra, ungefär < 5 mm

Reparationsanvisningar:

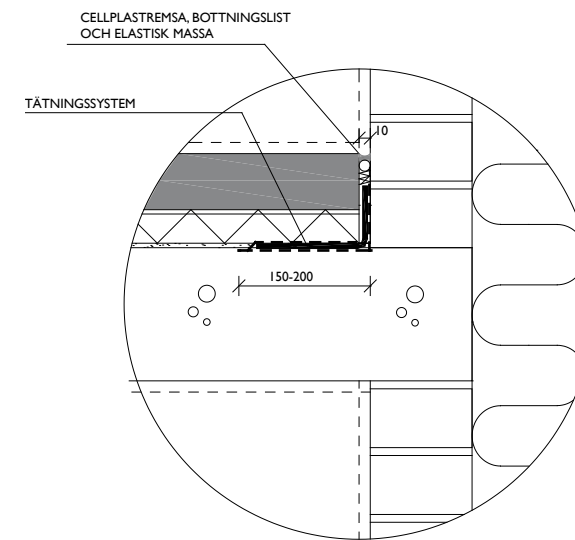
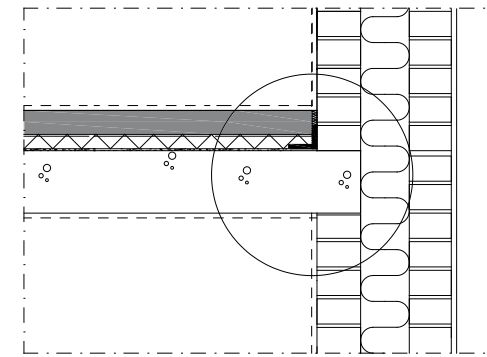
- vägg- och golvbeläggning rivs på ett ca 150–200 mm brett område från anslutningen eftersom både plattans övre och nedre yta ska tätas bör beläggningen avlägsnas från bägge sidorna
- ytorna på betongväggar diamantslipas och damm avlägsnas ända ned till betongytorna; OBS! även i hörnen
- på TEGELVÄGGAR, där den inre ytan har putsats och målats, ska HELA målytan rengöras omsorgsfullt så att den blir ett bra underlag för vidhäftning; OBS! även i hörnen
- golvytorna diamantslipas och damm avlägsnas ända till betongytorna; OBS! även i hörnen
- ytorna rengörs omsorgsfullt genom att dammsuga bort all lös smuts och allt damm; därefter ska man säkerställa att underlaget är hållfast och rakt
- underlaget avjämnas med en produkt som ingår i tätningssystemet
- tätningen appliceras i hörnen enligt systemleverantörens anvisningar; här använder man vanligtvis fogband som är avsedda för tätning; alternativt påstryks underlaget med tätskikt, varefter anslutningen förseglas med fiber(förstärknings)remsa innan skiktet härdar; till slut påförs ett ytskikt av tätskiktet; behandlingsomgångar och montering av fogband som är avsedda för tätning; enligt systemleverantörens anvisningar
- vid monteringen av tätningen ska man beakta att byggnadsdelarna eventuellt kan förflyttas i förhållande till varandra
- därefter görs prov med spårgas och nödvändiga lufttätningar
- avjämnning och finish
- lister ska fästas med lim så att tätningarna inte förstörs

Övrigt:

- tätningsreparationen ska också göras på mellanväggarna
- sprickor i vägg- och golvkonstruktionen bör tätas antingen genom injektering eller motsvarande tätningsreparation som vid golv-vägganslutningen
- genomföringar och eldosor osv. tätas enligt systemleverantörens anvisningar
- avjämningsmassan (bruket) är det lufttäta skiktet i en mur av block; vid behov förbättras avjämnningen från plattans ovansida ända till takgränsen

Att försätta varje hålrum i undertryck bör bedömas separat från fall till fall

Mellanbjälklag i betong – yttervägg i betong eller murverk, förnyande av flytande betongplatta



Tillämpningsområden:

- byggnader som har en separat betongplatta som åtskilts av ett isoleringsskikt ovanpå den bärande betongplattan och där ytter-/mellanväggskonstruktionen är i betong eller murverk
- konstruktionerna rör sig mycket lite i förhållande till varandra, ungefär < 5 mm

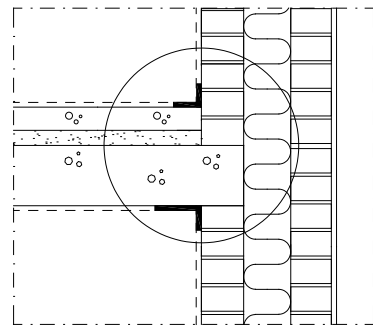
Reparationsanvisningar:

- den gamla ytbetongplattan och isoleringsskikten rivs i sin helhet ända ned till den bärande konstruktionen
- konstruktionerna torkas vid behov
- anslutningen mellan den bärande plattan och väggen tätas antingen genom en tätningsreparation eller vid betongelementkonstruktioner med en elastisk produkt; i mellanbjälklag som byggts av håldäck ska tätningen sträcka sig > 50 mm ovanpå plattan
- ytan på den bärande plattan rätas ut vid behov
- värmeisolering monteras på den bärande plattan (elastisk EPS-golvisolering)
- insidan av väggen (lättklinkerblock) rätas ut vid behov
- ytplattan armeras och gjuts
- tätning av springan mellan ytplattan och väggen, t.ex. bottningslist + elastisk fogmassa, vid behov behandlas vidhäftningsytorna med primer
- tätningsprov och behövliga reparationer av lufttäteten
- avjämnning och slutbehandling av golvytan när golvet har torkat till den relativa fuktighet som förutsätts för monteringen av golvbeläggningen

Övrigt:

- springan mellan ytplattan och väggen tätas även vid sådana mellanväggar som står på den bärande plattan
- på murade väggar utgör avjämningsmassan ett lufttätt skikt; avjämnningen förbättras vid behov
- genomföringar och eldosor osv. tätas enligt systemleverantörens anvisningar

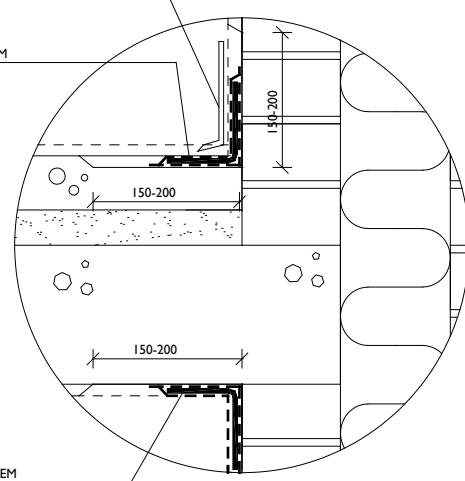
Mellanbjälklag i betong – yttervägg i betong eller murverk, tätningsreparation av flytande betongplatta



GOLVLIST AV PLAST ELLER UPPDRAGNING AV GOLVBELÄGGNINGEN

TÄTNINGSSYSTEM

TÄTNINGSSYSTEM



Tillämpningsområden:

- byggnader som har en separat betongplatta som åtskilts av ett fyllnadsskikt ovanpå den bärande betongplattan och där ytter-/mellanväggskonstruktionen är i betong eller murverk
- konstruktionerna rör sig mycket lite i förhållande till varandra, ungefär < 5 mm

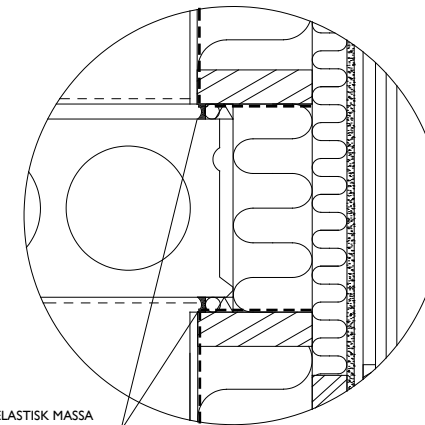
Reparationsanvisningar:

- vägg- och golvbeläggning rivs på ett ca 150–200 mm brett område från anslutningen eftersom både plattans övre och nedre yta ska tätas bör beläggningen avlägsnas från bägge sidorna
- ytorna på BETONGVÄGGAR diamantslipas och damm avlägsnas ända ned till betongytorna; OBS! även i hörnen
- på TEGELVÄGGAR, där den inre ytan har putsats och målats, ska HELA målytan rengöras omsorgsfullt så att den blir ett bra underlag för vidhäftning; OBS! även i hörnen
- golvytorna diamantslipas och damm avlägsnas ända ned till betongytorna; OBS! även i hörnen
- ytorna rengörs omsorgsfullt genom att dammsuga bort all lös smuts och allt damm; därefter ska man säkerställa att underlaget är hållfast och rakt
- underlaget behandlas med avjämningsmassa som hör till tätningssystemet
- tätningen appliceras i hörnen enligt systemleverantörens anvisningar; här använder man vanligtvis fogband som är avsedda för tätning; alternativt påstryks underlaget med tätskikt, varefter anslutningen förseglas med fiber(förstärknings)remsa innan skiktet härdar; till slut påförs ett ytskikt av tätskiktet; behandlingsomgångar och montering av fogband som är avsedda för tätning; enligt systemleverantörens anvisningar
- vid monteringen av tätningssystemet ska man beakta att byggnadsdelarna eventuellt rör sig i förhållande till varandra
- därefter görs prov med spårgas och nödvändiga lufttätningar
- avjämnning och finish
- lister ska fästas med lim så att tätningarna inte förstörs

Övrigt:

- tätningsreparationer ska också göras på de mellanväggar som står på den bärande plattan
- sprickor i vägg- och golvkonstruktionen bör tätas antingen genom injektering eller motsvarande tätningsreparation som vid golv-vägganslutningen
- genomföringar och eldosor osv. tätas enligt systemleverantörens anvisningar
- avjämningsmassan (bruket) är det lufttäta skiktet i en mur av block; vid behov förbättras avjämnningen från plattans ovansida ända till takgränsen

Mellanbjälklag i betong – yttervägg i trä, tätningsreparation



BOTTNINGSLIST OCH ELASTISK MASSA

Tillämpningsområden:

- byggnader som har en bärande betongplatta och ytter-/mellanväggskonstruktion av trä
- konstruktionerna rör sig mycket lite i förhållande till varandra, ungefär < 5 mm

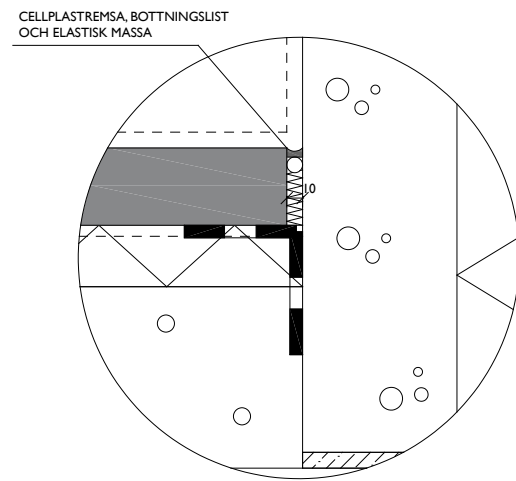
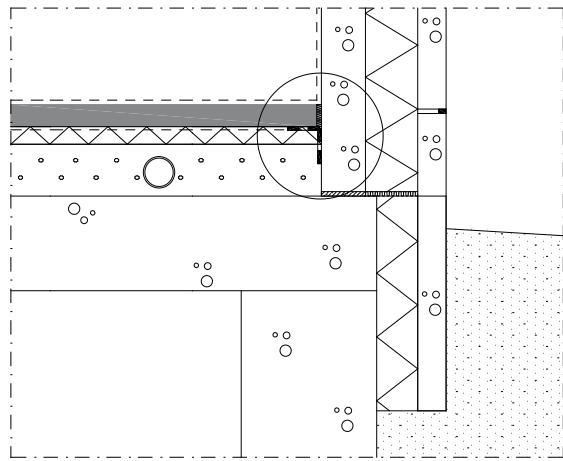
Reparationsanvisningar:

- golvbeläggning avlägsnas på ett ungefär 150–200 mm brett område från anslutningen ända till ytan av den bärande plattan
- ytorna diamantslipas och damm avlägsnas ända till betongytorna; OBS! även i hörnen
- ytorna rengörs omsorgsfullt genom att dammsuga bort all lös smuts och allt damm; därefter ska man säkerställa att underlaget är hållfast och rakt
- från fogen mellan träkonstruktionen och betongplattan avlägsnas material till ett djup av ca 30 mm; OBS! ångspärren får INTE gå sönder!
- springan mellan ångspärren och betongplattan tätas med bottningslist och elastisk fogmassa, vidhäftningsytorna behandlas med primer vid behov
- tätningsprov och behövliga reparationer av lufttäteten
- golv-, tak- och väggytor avjämnas och slutbehandlas när avjämningsmassorna har torkat

Övrigt:

- tätningskonstruktioner görs på båda sidorna om mellanbjälklaget, och därför måste konstruktionerna öppnas och tätas även från undersidan

Tak i skyddsrum – omgivande konstruktioner, förnyande av golvkonstruktionen



Tillämpningsområden:

- byggnader där det finns en flytande betongplatta ovanpå skyddsrummet och där ytter-/mellanväggskonstruktionen är i betong eller murverk
- konstruktionerna rör sig mycket lite i förhållande till varandra, ungefär < 5 mm

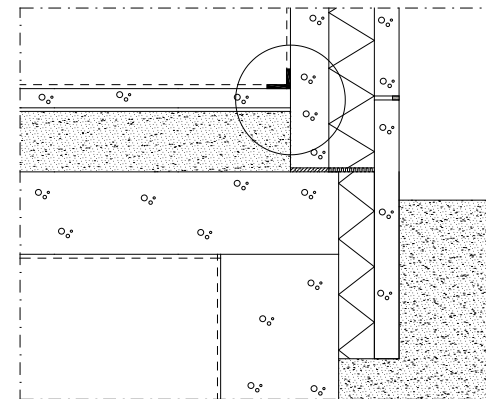
Reparationsanvisningar:

- den gamla betongplattan och värmeisoleringskikten rivs i sin helhet ända ned till den bärande konstruktionen
- ytan rengörs genom dammsugning, konstruktionerna torkas vid behov
- insidan av väggen (lättklinkerblock) rätas ut vid behov
- på väggytan monteras bitumenmembran som viks ovanpå värmeisoleringen
- på den bärande plattan monteras ett skikt av lättklinker eller skumglas samt dräneringsrör som leder ut luft med hjälp av en blåsare
- värmeisolering och filterduk läggs ovanpå skiktet av lättklinker
- ytplattan armeras och gjuts
- tätning av springan mellan ytplattan och väggen, t.ex. bottningslist + elastisk fogmassa, vid behov behandlas vidhäftningsytorna med primer
- avjämning och slutbehandling av golvytan när golvet har torkat till den relativa fuktighet som förutsätts för monteringen av golvbeläggningen

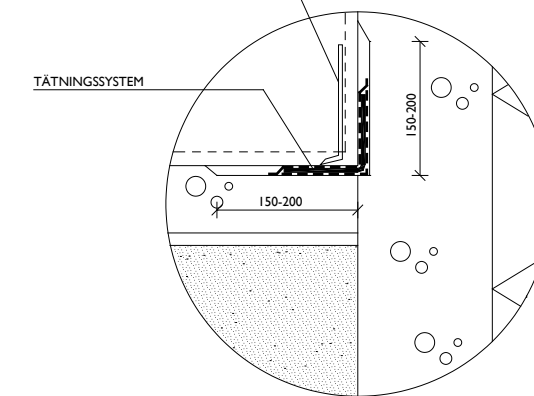
Övrigt:

- tätningskonstruktioner görs även på mellanväggar och pelare som står på skyddsrummets tak
- på murade väggar utgör avjämningsmassan ett lufttätt skikt; avjämnningen förbättras vid behov
- springan mellan den övre betongplattan och väggen kan också tätas med ett tätningssystem på konstruktionens övre yta

Tak i skyddsrum – omgivande konstruktioner, tätningsreparation



GOLVLIST AV PLAST ELLER UPPDRAGNING AV GOLVBELÄGGNINGEN



Tillämpningsområden:

- byggnader där det finns en flytande betongplatta ovanpå skyddsrummet och där ytter-/mellanväggskonstruktionen är i betong eller murverk
- konstruktionerna rör sig mycket lite i förhållande till varandra, ungefär < 5 mm

Reparationsanvisningar:

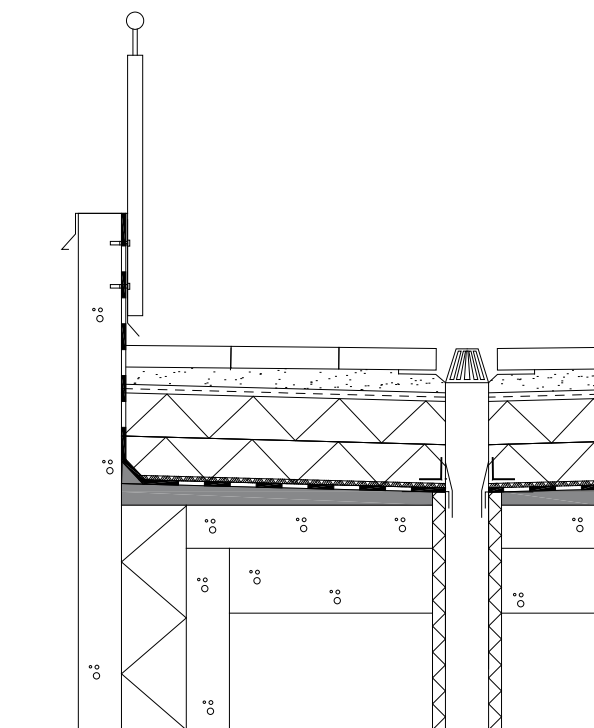
- vägg- och golvbeläggning avlägsnas på ett ca 150–200 mm brett område från anslutningen
- ytorna på BETONGVÄGGAR diamantslipas och damm avlägsnas ända ned till betongytorna; OBS! även i hörnen
- på TEGELVÄGGAR, där den inre ytan har putsats och målats, ska HELA målytan rengöras omsorgsfullt så att den blir ett bra underlag för vidhäftning; OBS! även i hörnen
- golvytorna diamantslipas och damm avlägsnas ända ned till betongytorna; OBS! även i hörnen
- ytorna rengörs omsorgsfullt genom att dammsuga bort all lös smuts och allt damm; därefter ska man säkerställa att underlaget är hållfast och rakt
- underlaget avjämnas med en produkt som ingår i tätningsystemet
- tätningen appliceras i hörnfogen enligt systemleverantörens anvisningar; här använder man vanligtvis fogband som är avsedda för tätning; alternativt påstryks underlaget med tätskikt, varefter anslutningen förseglas med fiber(förstärknings)remsa innan skiktet härdats; till slut påförs ett ytskikt av tätskiktet; behandlingsomgångar och montering av fogband som är avsedda för tätning; enligt systemleverantörens anvisningar
- vid monteringen av tätningen ska man beakta att byggnadsdelarna eventuellt kan förflyttas i förhållande till varandra
- därefter görs prov med spårgas och nödvändiga luftåtgärningar
- avjämning och finish
- lister ska fästas med lim så att tätningarna inte förstörs

Övrigt:

- tätningsreparationer ska också göras på de mellanväggar och pelare som står på den bärande plattan
- sprickor i vägg- och golvkonstruktionen bör tätas antingen genom injektering eller motsvarande tätningsreparation som vid golv-vägganslutningen
- avjämningsmassan (bruket) är det lufttäta skiktet i en mur av block; vid behov förbättras avjämnningen från plattans ovansida ända till takgränsen
- genomföringar, eldosor osv. på den övre plattan tätas efter behov enligt systemleverantörens anvisningar

5. PLAN UTOMHUS –YTTERVÄGG

Takterrass – yttervägg i betong eller murverk, förnyande



Tillämpningsområden:

- byggnader där ett trafikerat däck har byggts som en så kallad omvänd konstruktion

Reparationsanvisningar:

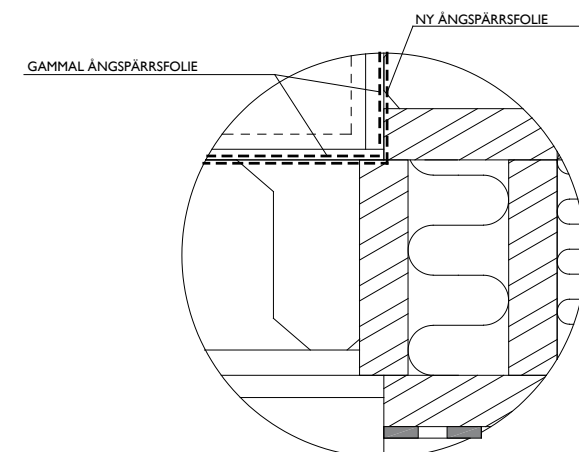
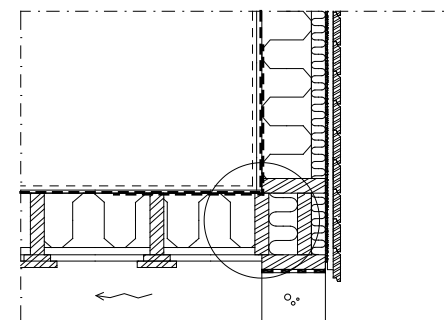
- gamla konstruktionsskikt rivs i sin helhet ända till övre ytan av den bärande betongplattan
- konstruktioner som blivit våta torkas vid behov
- plattans övre yta görs bearbetas vid behov för att förbättra vidhäftningen
- fallgjutning görs på ytan av den bärande plattan för att vatten ska ledas till takbrunnarna
- när fallgjutningen torkat till en fukthalt som tillåter beläggning, monteras en ny brunn för ett s.k. omvänt tak samt ett tätskikt som dras upp ≥ 300 mm ovanför den färdiga ytan
- ovanpå tätskiktet läggs en dräneringsmatta som gör det möjligt för vatten som rör sig ovanpå tätskiktet att rinna ned i takbrunnen
- värmeisolering (spontat XPS) som tål fukt och absorberar väldigt lite vatten monteras på plats
- filtertyg och takbrunnens övre del monteras ovanpå värmeisoleringen
- monteringssand och ytplattorna läggs

Övrigt:

- vattenisoleringen dras upp ≥ 300 mm från den färdiga ytan mot samtliga vertikala konstruktioner
- vattenisoleringens
- ett tillförlitligt sätt att montera anslutningen på ytterväggen beskrivs i RIL 255-1-2014, Rakennusfysiikka 1, Rakennusfysiikallinen suunnittelu ja tutkimukset

6. BOTTENBJÄLKLAG MED KRYPPGRUND –YTTERVÄGG

Bottenbjälklag i trä med kryppgrund – yttervägg i trä, tätningsreparation



Tillämpningsområden:

- byggnader som har ett ventilerat bottenbjälklag i trä med kryppgrund och ytter-/mellanväggskonstruktion av träreglar
- konstruktionerna rör sig mycket lite i förhållande till varandra, ungefär < 5 mm

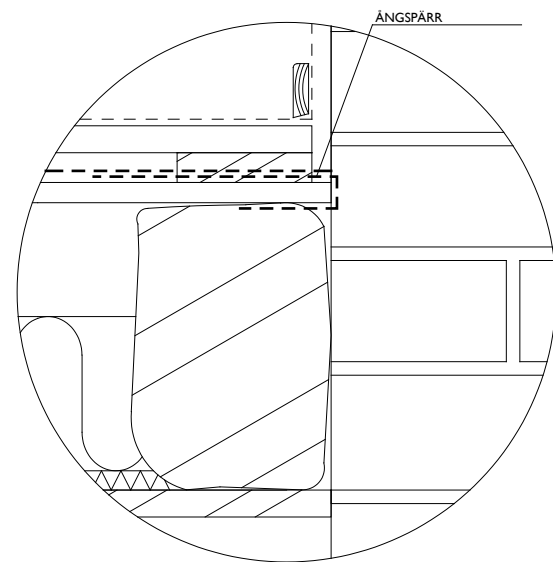
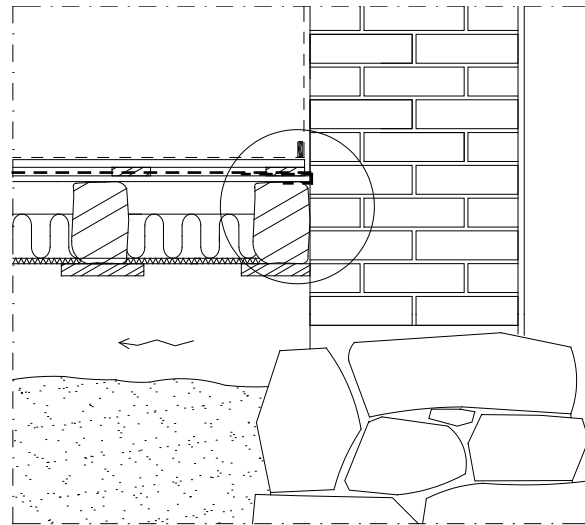
Reparationsanvisningar:

- bottenbjälklags- och väggkonstruktionen öppnas från insidan längs hela ytterväggen på ett cirka 1 meter brett område; ångspärren får INTE gå sönder!
- ångspärren bryts i horisontal riktning i mitten av syllen och viks upp mot väggen, bort ur vägen
- värmeisolering som blivit vått och övrigt skadat material avlägsnas
- träkonstruktioner som blivit våta torkas vid behov
- konstruktionerna rengörs genom dammsugning
- golvbjälkarnas infästning i en icke-bärande vägg kontrolleras och spikas fast vid behov; på det sättet kan man säkerställa att balken inte böjs i kanten
- befintlig, oskadad och vid behov ny värmeisolering monteras
- i anslutningen mellan bottenbjälklag och vägg monteras en ny ångspärr så att den dras upp ca 500 mm på väggen och ungefär lika mycket ovanpå golvbjälkarna
- den gamla ångspärren överlappas med den nya och skarvarna tejpas
- därefter görs prov med spårgas och nödvändiga luftätningar
- väggskivor och golvet ytkonstruktioner monteras på plats
- avjämning och finish
- lister limmas fast för att det inte ska gå hål på tätningarna; tätningsprov och behövliga reparationer

Övrigt:

- tätningsreparationer görs också på mellanväggar, eldosor och genomföringar
- en tätningsreparerad anslutning förhindrar också att radon tränger in i inneluften

Bottenbjälklag i trä med krypgrund – yttervägg i betong eller murverk, skadat material avlägsnas från konstruktionen



Tillämpningsområden:

- byggnader där bottenbjälklaget är i trä med fyllnad och där ytter-/mellanväggskonstruktionen är i betong eller murverk
- konstruktionerna rör sig mycket lite i förhållande till varandra, ungefär < 5 mm

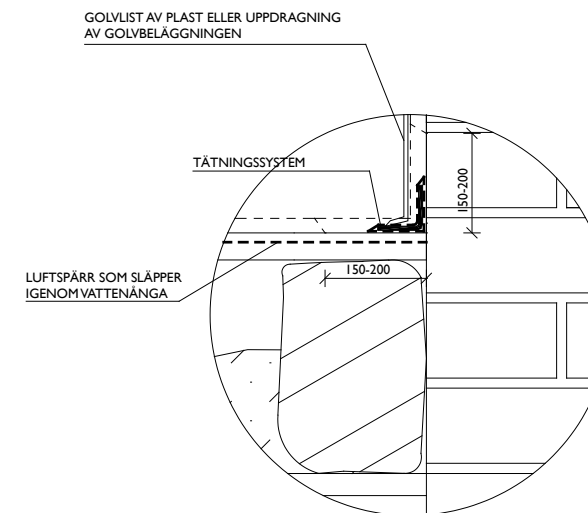
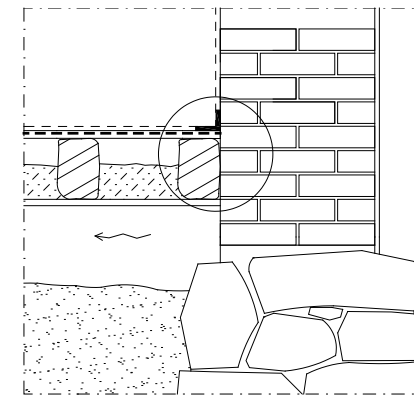
Reparationsanvisningar:

- golvkonstruktionerna rivs helt bortsett från de bärande balkarna
- balkarnas ytor rengörs mekaniskt och dammsugas överallt, likaså väggytan på det område som rivs
- väggytan rätas ut och avjämnas vid behov, för att ångspärren ska kunna fästas tätt på den
- vid behov torkas väggkonstruktionen och skadade golvbjälkar förnyas/stärks
- brädor monteras på undre ytan av golvbjälkarna och ovanpå dem vindskyddsskivor
- värmeisolering läggs mellan golvbjälkarna
- på ovansidan av golvbjälkarna monteras skivor, och ovanpå dem läggs ångspärren, kanterna viks under skivan > 100 mm och anslutningen trycks ihop med skruvar; ångspärrens skarvar ska överlappa med > 200 mm och tejpas tätt
- ovanpå ångspärren läggs regler, t.ex. 22 x 100 mm², k400; mellan väggen och reglarna lämnas en minst 10 mm bred skarv
- ovanpå reglarna läggs skivor med en minst 10 mm bred skarv från väggen
- nytt golvmaterial monteras på skivan
- fotlister monteras så att luft kan cirkulera under golvbeläggningen

Övrigt:

- reparationer görs även vid mellanväggar
- sprickor som går genom väggkonstruktionen bör tätas antingen genom injektering eller tätningsreparation
- avjämningsmassan (bruket) är det lufttäta skiktet i en mur av block; därför bör väggen vid behov avjämnas i sin helhet
- ett tätt bottenbjälklag förhindrar också att radon tränger in i inneluften

Bottenbjälklag i trä med krypgrund – yttervägg i betong eller murverk, tätningsreparation



Tillämpningsområden:

- byggnader som har ett bottenbjälklag i trä med fyllnad och där ytter-/mellanväggskonstruktionen är i betong eller murverk
- konstruktionerna rör sig mycket lite i förhållande till varandra, ungefär < 5 mm

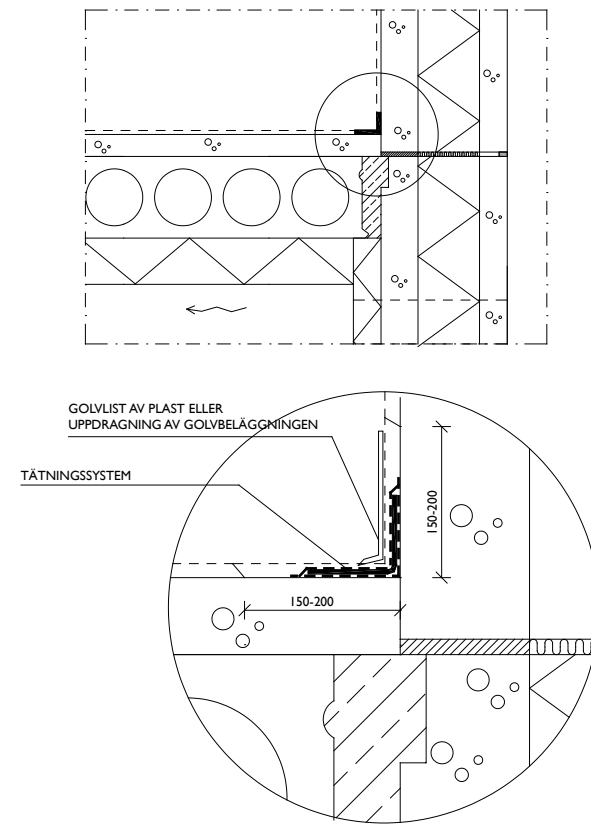
Reparationsanvisningar:

- väggens ytmaterial rivs från anslutningsområdet på ett ca 150–200 mm brett område, golvmaterial rivs i sin helhet ända till ytan av de gamla golvbrädorna eller -skivorna
- ytorna på BETONGVÄGGAR diamantslipas och damm avlägsnas ända ned till betongytorna; OBS! även i hörnen
- på TEGELVÄGGAR, där den inre ytan har putsats och målats, ska HELA målytan rengöras omsorgsfullt så att den blir ett bra underlag för vidhäftning; OBS! även i hörnen
- ytorna rengörs omsorgsfullt genom att man suger bort all lös smuts och allt damm; därefter ska man säkerställa att underlaget är hållfast och rakt
- underlaget avjämnas med en produkt som ingår i tätningsystemet
- ovanpå golvbrädorna eller -skivorna monteras det luftspärsskikt som ingår i tätningsystemet i enlighet med systemleverantörens anvisningar
- tätningen appliceras i hörnen enligt systemleverantörens anvisningar; här använder man vanligtvis fogband som är avsedda för tätning; alternativt påstryks underlaget med tätskikt, varefter anslutningen förseglas med fiber(förstärknings)remsa innan skiktet härdats; till slut påförs ett ytskikt av tätskiktet; behandlingsomgångar och montering av fogband som är avsedda för tätning; enligt systemleverantörens anvisningar
- vid monteringen av tätningen ska man beakta att byggnadsdelarna eventuellt kan förflyttas i förhållande till varandra
- tätningsprov och behövliga reparationer av lufttäteten
- avjämnning och finish
- lister ska fästas med lim så att tätningarna inte förstörs

Övrigt:

- tätningsreparationer görs också på mellanväggar, eldosor och genomföringar
- sprickor som går genom väggkonstruktionen bör tätas antingen genom injektering eller motsvarande tätningsreparation som vid golv-vägganslutningen
- avjämningsmassan (bruket) är det lufttäta skiktet i en mur av block; därför bör väggen vid behov avjämnas i sin helhet
- ett tätningsreparerat bottenbjälklag förhindrar också att radon tränger in i inneluften

Bottenbjälklag i betong med krypgrund – yttervägg i betong eller murverk, tättningsreparation



Tillämpningsområden:

- byggnader som har ett ventilerat bottenbjälklag i betong med värmeisolering på undersidan, och där ytter-/mellanväggskonstruktionen är i betong eller murverk
- konstruktionerna rör sig mycket lite i förhållande till varandra, ungefär < 5 mm

Reparationsanvisningar:

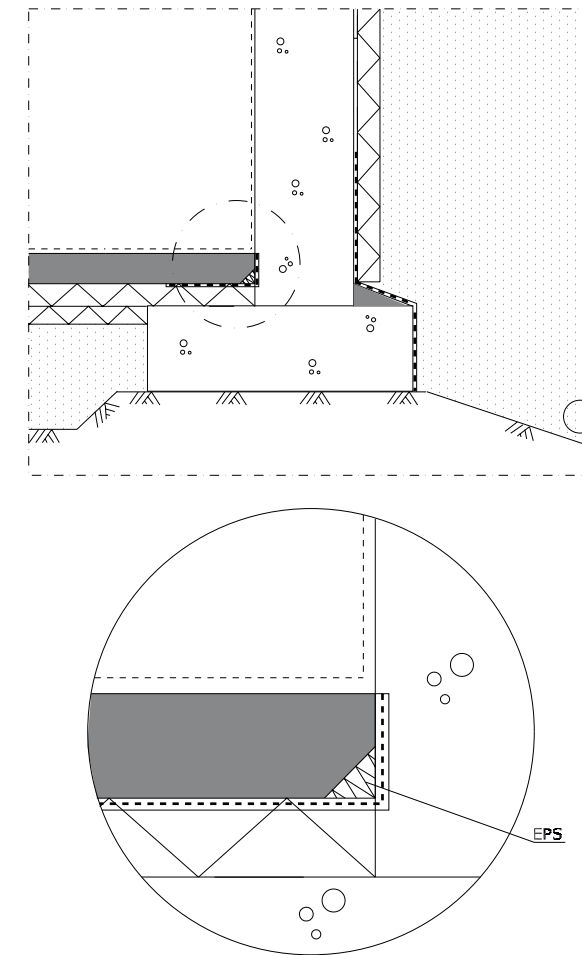
- vägg- och golvbeläggning avlägsnas på ett ca 150–200 mm brett område från anslutningen
- ytorna på BETONGVÄGGAR diamantslipas och damm avlägsnas ända ned till betongytorna; OBS! även i hörnen
- på TEGELVÄGGAR, där den inre ytan har putsats och målats, ska HELA målytan rengöras omsorgsfullt så att den blir ett bra underlag för vidhäftning; OBS! även i hörnen
- golvytorna diamantslipas och damm avlägsnas ända ned till betongytorna; OBS! även i hörnen
- ytorna rengörs omsorgsfullt genom att dammsuga bort all lös smuts och allt damm; därefter ska man säkerställa att underlaget är hållfast och rakt
- underlaget avjämnas med en produkt som ingår i tätningssystemet
- tätningen appliceras i hörnfogen enligt systemleverantörens anvisningar; här använder man vanligtvis fogband som är avsedda för tätning; alternativt påstryks underlaget med tätskikt, varefter anslutningen förseglas med fiber(förstärknings)remsa innan skiktet härdats; till slut påförs ett ytskikt av tätskiktet; behandlingsgångar och montering av fogband som är avsedda för tätning; enligt systemleverantörens anvisningar
- vid monteringen av tätningen ska man beakta att byggnadsdelarna eventuellt kan förflyttas i förhållande till varandra
- tätningsprov och behövliga reparationer av lufttäteten
- avjämnning och finish
- lister ska fästas med lim så att tätningarna inte förstörs

Övrigt:

- tätningsreparationer görs även på anslutningar mellan och genomföringar i bärande mellanväggar samt pelare och bottenbjälklaget
- sprickor i vägg- och golvkonstruktionen bör tätas antingen genom injektering eller motsvarande tätningsreparation som vid golv-vägganslutningen
- avjämningsmassan (bruket) är det lufttäta skiktet i en mur av block; därför bör väggen vid behov avjämnas i sin helhet
- en tätningsreparerad anslutning förhindrar också att radon tränger in i inneluften

7.VÄGG MOT MARK – BOTTENBJÄLKLAG MOT MARK

Bottenbjälklag i betong – yttervägg i betong eller murverk, förnyande



Tillämpningsområden:

- byggnader som har en betongplatta mot mark och källarväggs inneryta är i betong eller murverk; kan tillämpas även på tätning av anslutningar mellan mellanväggar av stenmaterial och betongplattan
- på konstruktionen görs även ett utvändigt tätskikt och värmeisolering

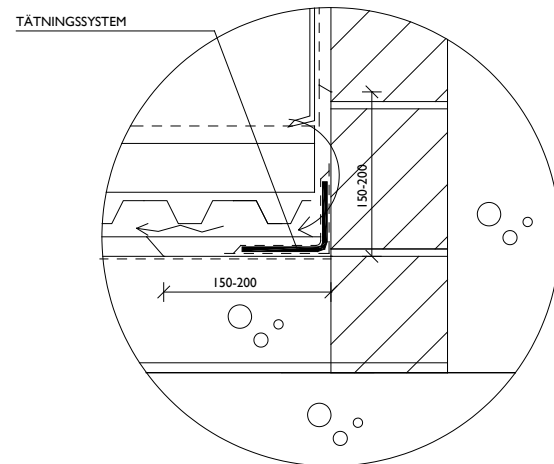
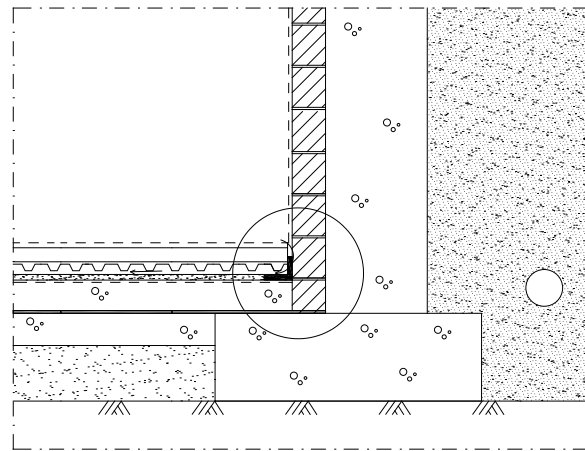
Reparationsanvisningar:

- marken utanför källarvåningens vägg grävs upp för att jordtrycket inte ska belasta konstruktionen
- dräneringen kontrolleras och förnyas vid behov
- den gamla betongplattan mot mark och värmeisoleringarna samt de invändiga väggkonstruktionerna rivs helt och hållet ända till den bärande konstruktionen
- vid behov byts bärlagret mot > 300 mm tjockt kapillär-brytande skikt av makadam/dräneringsgrus, filtertyg under
- radonrör monteras i bärlagret
- insidan av väggen (lättklinkerblock) rätas ut vid behov
- på insidan av väggens nedre kant läggs en bitumenmembran som radontätning
- värmeisoleringsskivor ovanpå det kapillärbrytande makadamskiktet
- våden som fästs på väggen viks ovanpå värmeisoleringsskivorna
- betongplattan armeras och gjuts
- därefter görs prov med spårgas och nödvändiga luftätningar
- avjämnning och slutbehandling av golvytan när golvet har torkat till den relativa fuktighet som förutsätts för monteringen av golvbeläggningen

Övrigt:

- tätningskonstruktionerna görs även på mellanväggar och pelare som står på egna fundament under golvet
- på murade väggar utgör avjämningsmassan ett lufttätt skikt; avjämnningen förbättras vid behov
- täta anslutningar förhindrar också att radon tränger in i inneluften

Bottenbjälklag i betong – yttervägg i betong eller murverk, ventilerad ytkonstruktion



Tillämpningsområden:

- byggnader som har en betongplatta mot mark och där källarvåningens vägg har en inneryta i betong eller murverk; kan tillämpas även på tätning av anslutningar mellan mellanväggar av stenmaterial och betongplattan
- konstruktionerna rör sig mycket lite i förhållande till varandra, ungefär < 5 mm

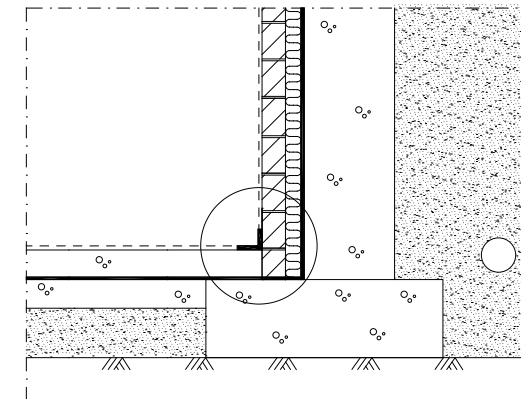
Reparationsanvisningar:

- skadade väggkonstruktioner rivs ända ned till betongytan
- väggens ytmaterial rivs till ca 150-200 mm från anslutningsområdet
- ytorna på BETONGVÄGGAR diamantslipas och damm avlägsnas ända ned till betongytorna; OBS! även i hörnen
- på TEGELVÄGGAR, där den inre ytan har putsats och målats, ska HELA målytan rengöras omsorgsfullt så att den blir ett bra underlag för vidhäftning; OBS! även i hörnen
- ytorna rengörs omsorgsfullt genom att dammsuga bort all lös smuts och allt damm; därefter ska man säkerställa att underlaget är hållfast och rakt
- vid behov ska betongplattan och väggkonstruktionen torkas
- vid behov ska väggens nedre del och golvet rätas ut med avjämningsmassa som ingår i tätningssystemet
- tätning av golvytan enligt systemleverantörens anvisningar
- tätningen appliceras i hörnfogen enligt systemleverantörens anvisningar; här använder man vanligtvis fogband som är avsedda för tätning; alternativt påstryks underlaget med tätskikt, varefter anslutningen förseglas med fiber(förstärknings)remsa innan skiktet härdat; till slut påförs ett ytskikt av tätskiktet; arbetet utförs enligt systemleverantörens anvisningar
- vid monteringen av tätningen ska man beakta att byggnadsdelarna eventuellt kan förflyttas i förhållande till varandra
- därefter görs prov med spårgas och nödvändiga lufttätningar
- ovanpå det tätade bottenbjälklaget monteras en räfflad eller skrovlig skiva 10 mm från väggarna
- de nya materialen monteras som torra (på underlaget); golvkonstruktionerna lämnas minst 10 mm öppna från väggarna
- golvlisterna monteras så att det är möjligt för luft att ventileras under den räfflade eller skrovliga skivan

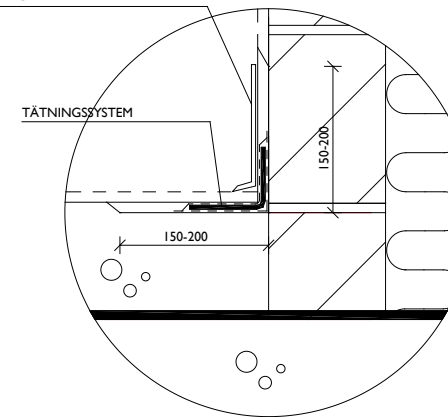
Övrigt:

- tätningskonstruktioner görs också på mellanväggar och genomföringar
- på murade väggar utgör avjämningsmassan ett lufttätt skikt; avjämningsmassan förbättras vid behov
- luft som cirkulerar under den räfflade eller skrovliga skivan ska ledas ut

Bottenbjälklag i betong – yttervägg i betong eller murverk, ventilerad ytkonstruktion



GOLVLIST AV PLAST ELLER UPDRAGNING
AV GOLVBELÄGGNINGEN



Tillämpningsområden:

- byggnader som har en betongplatta mot mark och källarväggens inneryta är i betong eller murverk; kan tillämpas även på tätning av anslutningar mellan mellanväggar i betong eller murverk och betongplattan
- konstruktionerna rör sig mycket lite i förhållande till varandra, ungefär < 5 mm

Reparationsanvisningar:

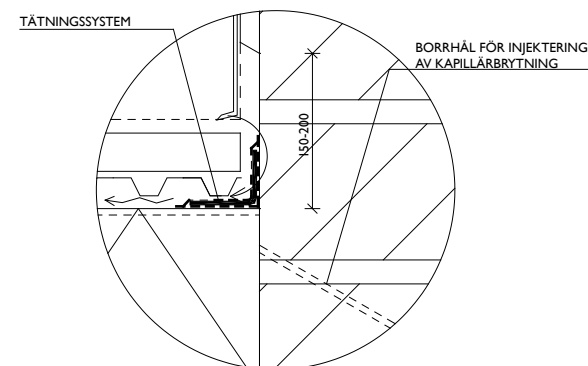
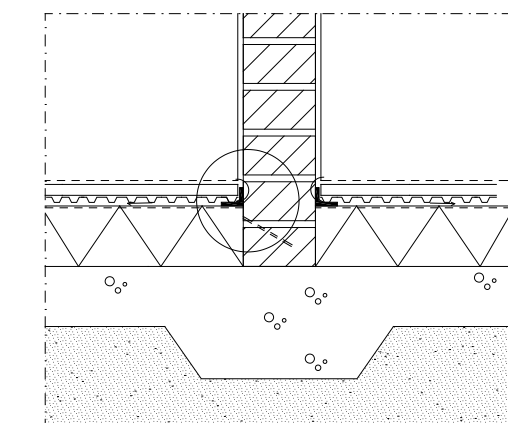
- väggens och golvet ytmaterial rivs på ett ca 150-200 mm brett område från anslutningen
- ytorna på BETONGVÄGGAR diamantslipas och damm avlägsnas ända ned till betongytorna; OBS! även i hörnen
- på TEGELVÄGGAR, där den inre ytan har putsats och målats, ska HELA målytan rengöras omsorgsfullt så att den blir ett bra underlag för vidhäftning; OBS! även i hörnen
- golvytorna diamantslipas och damm avlägsnas ända ned till betongytorna; OBS! även i hörnen
- ytorna rengörs omsorgsfullt genom att dammsuga bort all lös smuts och allt damm; därefter ska man säkerställa att underlaget är hållfast och rakt
- underlaget avjämnas med en produkt som ingår i tätningssystemet
- tätningen appliceras i hörnfogen enligt systemleverantörens anvisningar; här använder man vanligtvis fogband som är avsedda för tätning; alternativt påstryks underlaget med tätskikt, varefter anslutningen förseglas med fiber(förstärknings)remsa innan skiktet härdat; till slut påförs ett ytskikt av tätskiktet; behandlingsomgångar och montering av fogband som är avsedda för tätning; enligt systemleverantörens anvisningar
- vid monteringen av tätningen ska man beakta att byggnadsdelarna eventuellt kan förflyttas i förhållande till varandra
- därefter görs prov med spårgas och nödvändiga lufttätningar
- avjämnning och finish
- lister ska fästas med lim så att tätningarna inte förstörs

Övrigt:

- tätningsreparationer görs också på mellanväggar, eldosor och genomföringar
- sprickor i vägg- och golvkonstruktionen bör tätas antingen genom injektering eller motsvarande tätningsreparation som vid golv-vägganslutningen
- avjämningsmassan (bruket) är det lufttäta skiktet i en mur av block; därför bör väggen vid behov avjämnas i sin helhet
- en tätningsreparerad anslutning förhindrar också att radon tränger in i inneluften

8. BOTTENBJÄLKLÄG MOT MARK – MELLANVÄGG

Bottenbjälklag i betong mot mark – mellanvägg i betong eller murverk, förnyande av övre platta



Tillämpningsområden:

- byggnader som har en dubbel betongplatta mot mark och där en mellanvägg som står på bottenplattan har en inneryta av betong eller murverk

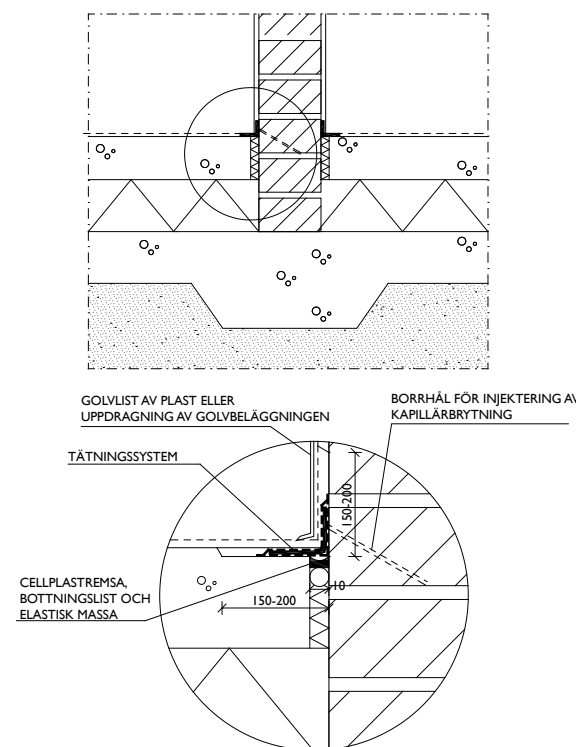
Reparationsanvisningar:

- den gamla övre plattan och värmeisoleringsarna rivs i sin helhet
- vid behov ska den nedre plattan och väggkonstruktionen torkas
- vid behov borras hål för injektering i mellanväggens nedre del
- väggytor nedanför den gamla golvytan diamantslipas och damm avlägsnas ända till tegel- eller betongytorna; OBS! även i hörnen
- ytorna rengörs omsorgsfullt genom att dammsuga bort all lös smuts och allt damm; därefter ska man säkerställa att underlaget är hållfast och rakt
- underlaget avjämnas med en massa som är avsedd för våtrum
- ett nytt värmeisoleringskikt läggs ovanpå bottenplattan, fogarna tätas med polyuretanskum och ovanytan tätas genom tejping
- ett tätningssystem monteras i anslutningen mellan mellanväggen och värmeisoleringen enligt systemleverantörens anvisningar här använder man vanligtvis fogband som är avsedda för tätning; alternativt påstryks underlaget med tätskikt, varefter anslutningen förseglas med fiber(förstärknings)remsa innan skiktet härdat; till slut påförs ett ytskikt av tätskiktet; arbetet utförs enligt systemleverantörens anvisningar
- därefter görs prov med spårgas och nödvändiga lufttätningar
- ovanpå det tätade bottenbjälklaget monteras en räfflad eller skrovlig skiva 10 mm från väggarna
- de nya materialen monteras som torra (på underlaget) golvkonstruktionerna lämnas minst 10 mm från väggarna
- golvlisterna monteras så att det är möjligt för luft att ventileras under den räfflade eller skrovliga skivan

Övrigt:

- tätningssystemet görs också på ytterväggar och pelare samt genomföringar
- på murade väggar utgör avjämningsmassan ett lufttätt skikt; avjämnningen förbättras vid behov
- luft som cirkulerar under den räfflade eller skrovliga skivan ska ledas ut

Bottenbjälklag i betong mot mark – mellanvägg i betong eller murverk, tättningsreparation



Tillämpningsområden:

- byggnader som har en dubbel betongplatta mot mark och där en mellanvägg som står på bottenplattan har en inneryta av betong eller murverk
- konstruktionerna rör sig mycket lite i förhållande till varandra, ungefär < 5 mm

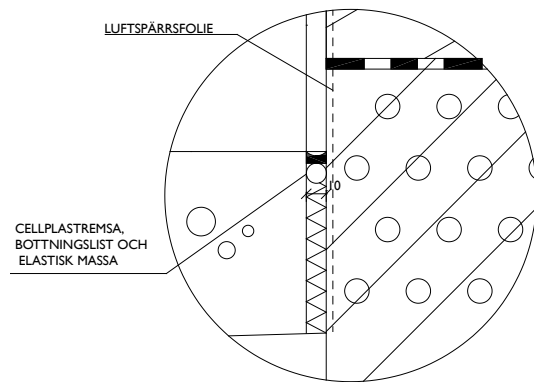
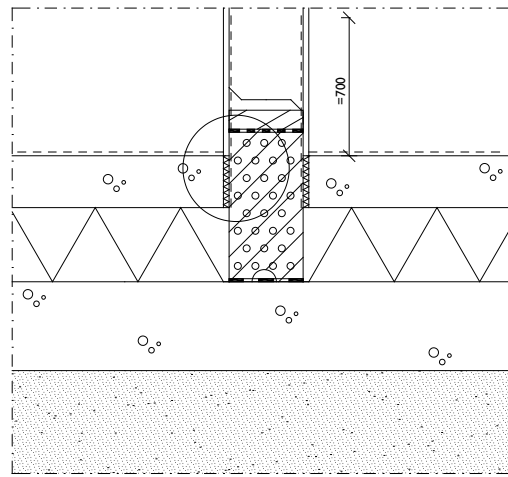
Reparationsanvisningar:

- väggens och golvet ytmaterial rivs på ett ca 150–200 mm brett område från anslutningen
- ytorna på BETONGVÄGGAR diamantslipas och damm avlägsnas ända ned till betongytorna; OBS! även i hörnen
- på TEGELVÄGGAR, där den inre ytan har putsats och målats, ska HELA målytan rengöras omsorgsfullt så att den blir ett bra underlag för vidhäftning; OBS! även i hörnen
- gammalt material avlägsnas från springan mellan ytplattan och väggen
- vid behov borras hål för injektering och görs den egentliga injekteringen i mellanväggen
- ytorna rengörs omsorgsfullt genom att dammsuga bort all lös smuts och allt damm; därefter ska man säkerställa att underlaget är hållfast och rakt
- underlaget behandlas med avjämningsmassa som hör till tätningssystemet
- tätning av springan mellan ytplattan och väggen, t.ex. bottningslist + elastisk fogmassa, vid behov behandlas vidhäftningsytorna med primer
- tätningen appliceras i hörnfogen enligt systemleverantörens anvisningar; här använder man vanligtvis fogband som är avsedda för tätning; alternativt påstryks underlaget med tätskikt, varefter anslutningen förseglas med fiber(förstärknings)remsa innan skiktet härdat; till slut påförs ett ytskikt av tätskiktet; behandlingsomgångar och montering av fogband som är avsedda för tätning; enligt systemleverantörens anvisningar
- vid monteringen av tätningen ska man beakta att byggnadsdelarna eventuellt kan förflyttas i förhållande till varandra
- tätningssystemet och behövliga reparationer av lufttätningen
- avjämnning och finish
- lister ska fästas med lim så att tätningarna inte förstörs

Övrigt:

- tättningsreparationer görs också på ytterväggar och pelare samt genomföringar
- sprickor i vägg- och golvkonstruktionen bör tätas antingen genom injektering eller motsvarande tättningsreparation som vid golv-vägganslutningen
- avjämningsmassan (bruket) är det lufttäta skiktet i en mur av block; därför bör väggen vid behov avjämnas i sin helhet

Bottenbjälklag i betong – bärande mellanvägg i trä



Tillämpningsområden:

- byggnader som har en dubbel betongplatta mot mark och en bärande mellanvägg i trä som står på bottenplattan
- konstruktionerna rör sig mycket lite i förhållande till varandra, ungefär < 5 mm

Reparationsanvisningar:

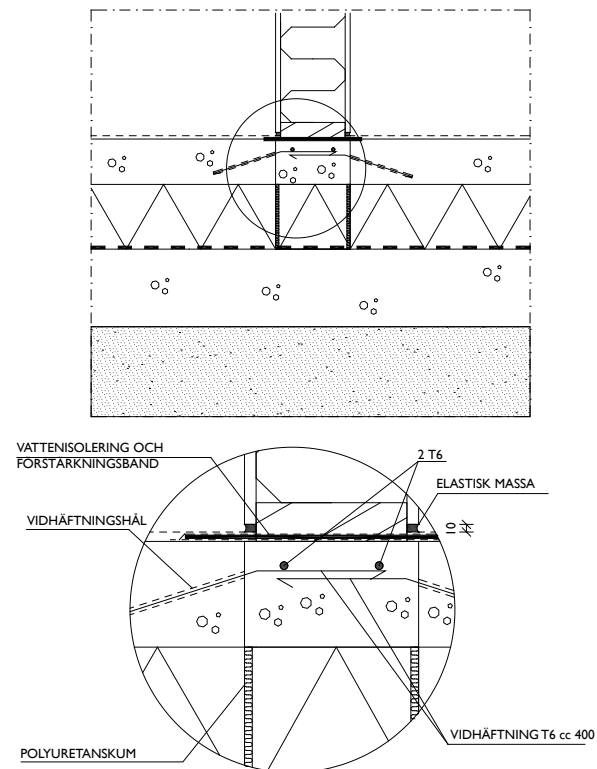
- skivbeklädnaden på väggen avlägsnas efter behov, dock minst upp till en höjd av ca 700 mm; OBS! en eventuell ångspärr får INTE gå sönder
- luftspärren lösgörs från väggbalkarna och lyfts upp för den tid arbetet ska utföras, värmeisoleringsarna avlägsnas från väggens nedre del
- väggbalkarna stöds med en balk som överför vertikalast antingen till betongplattan eller bara till en del av balkarna vertikala stöd monteras och balkarna stärks i nödvändig omfattning
- stombalkarna kapas av ca 150 mm ovanför golvet övre yta (dock så högt upp att de nya konstruktionerna kan byggas) och den gamla syllen tas bort
- allt skadat och löst material ska avlägsnas från insidan av konstruktionen; gammal bitumen/-membran (eller filt) kan innehålla skadliga ämnen och mikrober, och arbetsmetoden måste väljas därefter
- ytorna rengörs mekaniskt t.ex. med stålborste efter rengöringen ska man dammsuga det ställe som ska repareras
- vid behov avfuktning av betongkonstruktionen (RH < 85 %) före den mekaniska reningen
- en våd av bitumenmembran limmas på övre sidan av nedre plattan
- lättklinkerblock placeras tätt mot varandra; ungefär vid var tredje blockfog monteras en rostfri hylsa med invändig gänga och en gängstång, gängans diameter 8–10 mm, i nedre plattan
- mellanrummen mellan lättklinkerblocken muras igen med bruk
- innerytan av lättklinkerblocken jämnas ut med fiberbruk så att den blir lufttät ända upp till betongplattan, efter att murningen har torkat
- på övre ytan av lättklinkerblocken monteras en våd av bitumenmembran och en syll; syllen avjämnas mot blocken med muttrar med breda brickor undertill
- de kapade stombalkarna kilas tätt mot syllen; balkarnas nedre ändar och kilarna fästs med vinkeljärn i syllen
- det tillfälliga stödet för väggarna avlägsnas, varvid belastningen förskjuts till den förnyade konstruktionen; stödet flyttas och motsvarande åtgärd vidtas på nästa del av väggen
- vid behov monteras en ny luftspärr (plastfilm) i hela öppningen och nedre kanten dras nedanför betongplat-

- tans nedre yta; den gamla luftspärren som lyftes upp tidigare läggs ovanpå den nya och skarvarna tejpas täta
- springan mellan plattan mot mark och väggen tätas med en elastisk fogmassa; luftspärren mellan betongplattan och lättklinkerblocken dras åt med en bottningslist under massan
- därefter görs prov med spårgas och nödvändiga lufttätningar
- den nya mellanväggen monteras på plats, avjämnas och ytorna färdigställs
- lister ska fästas med lim så att tätningarna inte förstörs

Övrigt:

- anslutningen mellan golvet och blockförhöjningen tätas på båda sidorna av väggen
- sprickor som går genom golvkonstruktionen bör tätas antingen genom injektering eller tätningsreparation
- på murade väggar utgör avjämningsmassan/putsen ett lufttätt skikt; avjämnningen förbättras vid behov ända från betongplattans övre yta
- på tätning mellan en betongplatta och en upphöjning av lättklinkerblock kan man vid behov tillämpa tätningsreparation, se punkten mellanbjälklag i betong – yttervägg i betong eller murverk, tätningsreparation av ett dubbelt bjälklag i betong, om reparationen förutsätter särskild säkerhet

Bottenbjälklag i betong – icke-bärande mellanvägg av trä



Tillämpningsområden:

- byggnader som har en dubbel betongplatta mot mark och en icke-bärande mellanvägg i trä som står på bottenplattan

Reparationsanvisningar:

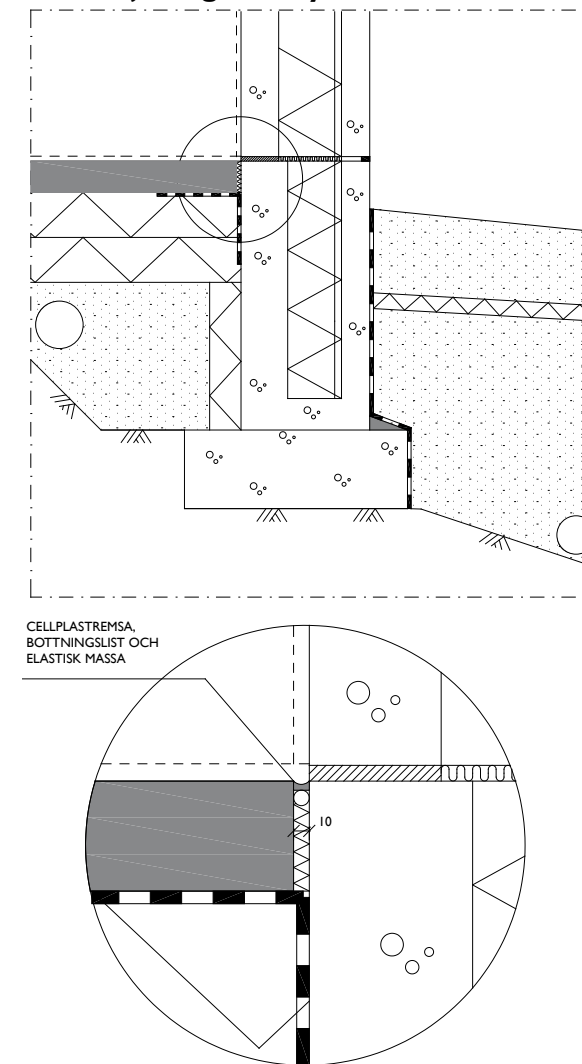
- den gamla mellanväggen rivs i sin helhet
- allt skadat och löst material ska avlägsnas från den öppnade konstruktionen; gammal bitumen/-membran (eller filt) kan innehålla skadliga ämnen och mikrober, och arbetsmetoden måste väljas därefter
- ytorna rengörs mekaniskt t.ex. med stålborste för att allt trämaterial ska fås bort; efter rengöringen ska lokalen dammsugas
- vid behov avfuktning av betongkonstruktionen (RH < 85 %) före den mekaniska rengöringen
- hål borras i kanterna av ytplattan för bättre vidhäftning
- golvbeläggning rivs på ett ca 150–200 mm brett område från anslutningen
- betongytorna diamantslipas och damm avlägsnas ända till betongytan; OBS! även i hörnen
- ny värmeisolering läggs på ytan av bottenplattan; isoleringen monteras tätt mot de gamla isoleringarna, vid behov tätning med polyuretanskum
- vidhäftningar injekteras T6 cc400 i förankringshålen
- långsgående armeringsstänger 2 T6 fästs i förankringsjärnen
- fördjupningen gjuts i nivå med golvet
- när betongen har torkat monteras tätningssystemet över anslutningarna mellan den gamla plattan och den nya gjutningen enligt systemleverantörens anvisningar; här använder man vanligtvis fogband som är avsedda för tätning; alternativt påstryks underlaget med tätskikt, varefter anslutningen förseglas med fiber(förstärknings) remsa innan skiktet härdat; till slut påförs ett ytskikt av tätskiktet; arbetet utförs enligt systemleverantörens anvisningar
- vid monteringen av tätningssystemet ska man beakta att byggnadsdelarna eventuellt rör sig i förhållande till varandra
- därefter görs prov med spårgas och nödvändiga lufttätningar
- den nya väggkonstruktionen byggs
- avjämning och slutbehandling av ytorna

Övrigt:

- sprickor som går genom golvkonstruktionen bör tätas antingen genom injektering eller tätningsslag

9. SOCKEL – BOTTENBJÄKLKLAG

Sockel i betong eller murverk – bottenbjälklag i betong mot mark, bottenbjälklaget förnyas



Tillämpningsområden:

- byggnader som har ett bottenbjälklag i trä med fyllnad och där ytter-/mellanväggskonstruktionen är i betong eller murverk
- konstruktionerna rör sig mycket lite i förhållande till varandra, ungefär < 5 mm

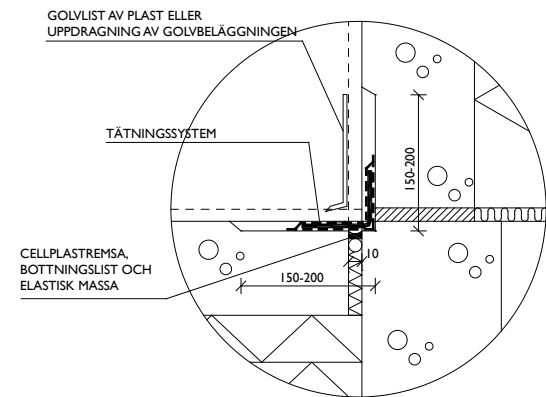
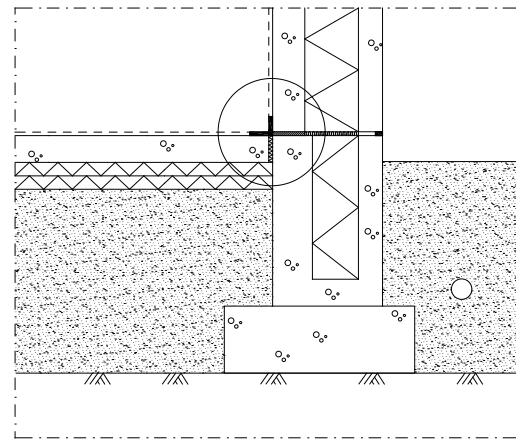
Reparationsanvisningar:

- den gamla övre plattan och värmeisoleringarna rivs i sin helhet
- vid behov byts bärlagret mot > 300 mm tjockt kapillärbrytande skikt av makadam/dräneringsgrus, filtertyg under
- radonrör monteras i bärlagret
- marken intill sockeln grävs upp från insidan och sockelns yta rengörs
- insidan av sockeln (lättklinkerblock) rätas ut vid behov
- på insidan av sockeln läggs en våd av bitumenmembran som radontätning
- på insidan av sockeln monteras värmeisolering av cellplast upprätt
- värmeisoleringsskivor ovanpå det kapillärbrytande makadamskiktet
- membranvåden som fästs på väggen viks ovanpå värmeisoleringsskivorna
- betongplattan armeras och gjuts
- tätning av springan mellan plattan mot mark och väggen, t.ex. en våd av cellplast, bottningsslist + elastisk fogmassa, vid behov behandlas vidhäftningsytorna med primer
- därefter görs prov med spårgas och nödvändiga lufttätningar
- avjämning och slutbehandling av golvytan när golvet har torkat till den relativa fuktighet som förutsätts för monteringen av golvbeläggningen

Övrigt:

- tätningsslag görs även på mellanväggar och pelare som står på egna fundament under golvet
- på murade väggar utgör avjämningsmassan ett lufttätt skikt; avjämnningen förbättras vid behov
- täta anslutningar förhindrar också att radon tränger in i inneluften

Sockel i betong eller murverk – bottenbjälklag i betong mot mark, tätningsreparation



Tillämpningsområden:

- byggnader som har ett bottenbjälklag i trä med fyllnad och där ytter-/mellanväggskonstruktionen är i betong eller murverk
- konstruktionerna rör sig mycket lite i förhållande till varandra, ungefär < 5 mm

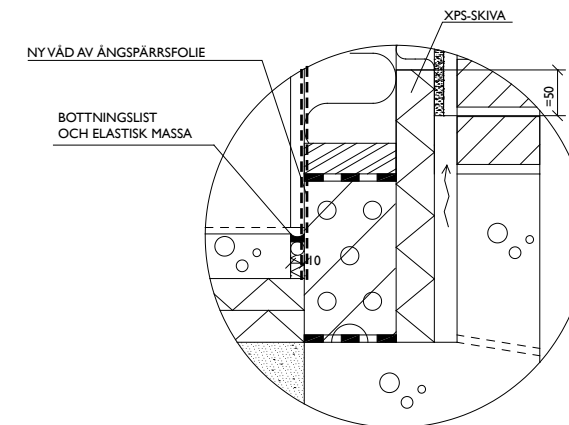
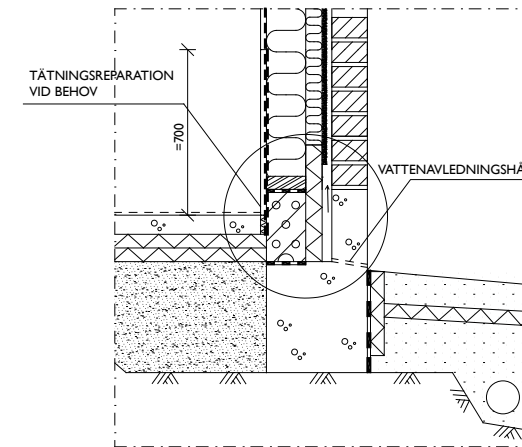
Reparationsanvisningar:

- väggens och golvets ytmaterial rivs på ett ca 150–200 mm brett område från anslutningen
- ytorna diamantslipas och damm avlägsnas ända ned till tegel- eller betongytorna; OBS! även i hörnen
- gammalt material avlägsnas från springan mellan plattan mot mark och sockeln
- ytorna på BETONGVÄGGAR diamantslipas och damm avlägsnas ända ned till betongytorna; OBS! även i hörnen
- på TEGELVÄGGAR, där den inre ytan har putsats och målats, ska HELA målytan rengöras omsorgsfullt så att den blir ett bra underlag för vidhäftning; OBS! även i hörnen
- betongplattans ytor rengörs omsorgsfullt genom att man suger bort all lös smuts och allt damm; därefter ska man säkerställa att underlaget är hållfast och rakt
- underlaget avjämnas med en produkt som ingår i tätningsystemet
- tätning av springan mellan plattan mot mark och vägg, t.ex. bottningsslist + elastisk fogmassa, vid behov behandlas vidhäftningsytorna med primer
- tätningen appliceras i hörnfogen enligt systemleverantörens anvisningar; här använder man vanligtvis fogband som är avsedda för tätning; alternativt påstryks underlaget med tätskikt, varefter anslutningen förseglas med fiber(förstärknings)remsa innan skiktet härdats; till slut påförs ett ytskikt av tätskiktet; arbetet utförs enligt systemleverantörens anvisningar
- vid monteringen av tätningen ska man beakta att byggnadsdelarna eventuellt kan förflyttas i förhållande till varandra
- därefter görs prov med spårgas och nödvändiga lufttätningar
- avjämnning och finish
- lister ska fästas med lim så att tätningarna inte förstörs

Övrigt:

- tätningsreparationer görs även på mellanväggar och pelare som har egna fundament, samt på genomföringar
- sprickor i vägg- och golvkonstruktionen bör tätas antingen genom injektering eller motsvarande tätningsreparation som vid golv-vägganslutningen
- avjämningsmassan (bruket) är det lufttäta skiktet i en mur av block; därför bör väggen vid behov avjämnas i sin helhet
- en tätningsreparerad anslutning förhindrar också att radon tränger in i inneluften

Vägg med trästomme och falssockel – bottenbjälklag i betong mot mark, grundlig reparation



Tillämpningsområden:

- byggnader som har en betongplatta mot mark och som väggkonstruktion en yttervägg med trästomme i en falssockel
- konstruktionerna rör sig mycket lite i förhållande till varandra, ungefär < 5 mm

Reparationsanvisningar:

- innerväggens ytmaterial rivs vid, dock minst upp till en höjd av ca 700 mm; OBS! ångspärren får INTE gå sönder
- ångspärren lösgörs från väggstolparna och lyfts upp för den tid arbetet ska utföras; värmeisoleringarna avlägsnas från väggens nedre del
- väggbalkarna stöds med en balk som överför vertikalast antingen till betongplattan eller bara till en del av balkarna; vertikala stöd monteras och balkarna stärks i nödvändig omfattning
- stombalkarna kapas av ca 150 mm ovanför golvets övre yta (dock så högt upp att de nya konstruktionerna kan byggas) och den gamla syllen tas bort
- allt skadat och löst material ska avlägsnas från den öppnade konstruktionen; gammal bitumen/-membran (eller filt) kan innehålla skadliga ämnen och mikrober, och arbetsmetoden måste väljas därefter
- hål för att leda bort vatten borras i det yttre skalet av sockeln
- ytorna rengörs mekaniskt t.ex. med stålborste efter rengöringen ska man dammsuga det område som ska repareras
- vid behov avfuktning av betongkonstruktionen (RH < 85 %) före den mekaniska rengöringen
- bitumenmembran limmas på ytan av betongkonstruktionen
- den nya värmeisoleringen fästs med lim och med hjälp av kilar gjorda av värmeisoleringskiva mot insidan av sockeln ytterskal samt upptill tätt mot mineralullen på utsidan så, att vindsyddsskivan och värmeisoleringen överlappar varandra med minst 50 mm; kilarna av värmeisoleringskiva bildar en luftspalt mellan sockelns ytterskal och värmeisoleringskivan
- lättklinkerblock placeras tätt mot värmeisoleringen och mot varandra; ungefär vid var tredje blockfog monteras en rostfri hylsa med invändig gänga och en gängstång, gångans diameter 8–10 mm, i betongsockeln
- mellanrummen mellan lättklinkerblocken muras ihop
- innerytan av lättklinkerblocken jämnas ut med fiberbruk så att den blir lufttät ända ner till betongplattans nedre yta, efter att murningen har torkat

fortsätter

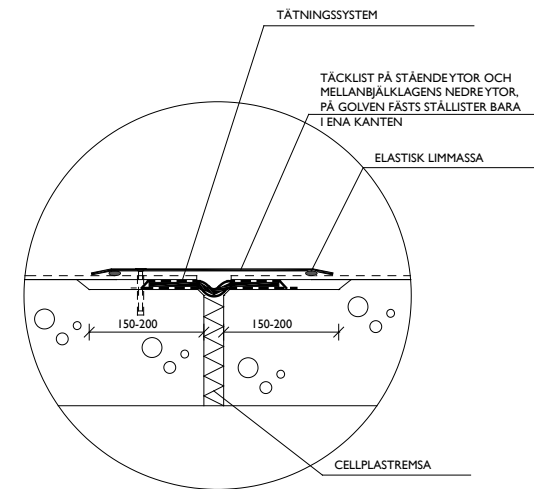
- på övre ytan av lättklinkerblocken monteras en våd av bitumenmembran och en syll; syllen avjämnas mot blocken med muttrar med breda brickor undertill
- de kapade stombalkarna kilas tätt mot syllen; balkarnas nedre ändar och kilarna fästs med vinkeljärn i syllen
- det tillfälliga stödet för väggarna avlägsnas, varvid belastningen förskjuts till den förnyade konstruktionen; stödet flyttas och motsvarande åtgärd vidtas på nästa del av väggen
- en ny ångspärr monteras i hela öppningen och nedre kanten dras nedanför betongplattans nedre yta; den gamla ångspärren som lyftes upp tidigare läggs ovanpå den nya och skarvarna tejpas täta
- springan mellan plattan mot mark och väggen tätas med en elastisk fogmassa; ångspärren mellan betongplattan och lättklinkerblocken trycks ihop med en bottenlist under massan
- därefter görs prov med spårgas och nödvändiga luftätningar
- den nya mellanväggen monteras på plats, avjämnas och ytorna färdigställs
- lister ska fästas med lim så att tätningarna inte förstörs

Övrigt:

- sprickor som går genom golvkonstruktionen bör tätas antingen genom injektering eller tätningsreparation
- på murade väggar utgör avjämningsmassan/putsen ett lufttätt skikt; avjämningsmassan förbättras vid behov ända från betongplattans undre yta
- på tätning mellan en betongplatta och en upphöjning av lättklinkerblock kan man vid behov tillämpa tätningsreparation, se punkten mellanbjälklag i betong – yttervägg i betong eller murverk, tätningsreparation av ett dubbelt bjälklag i betong, om reparationen förutsätter särskild säkerhet
- en tätningsreparerad anslutning förhindrar också att radon tränger in i inneluften

10. DILATATIONSFOGAR, ALLA BYGGNADSDELAR

Tätning av dilatationsfogar



Tillämpningsområden:

- byggnader där det finns en strukturell dilatationsfog mellan stenbaserade material, som betong eller murverk
- konstruktionerna rör sig tämligen lite i förhållande till varandra, ungefär < 10 mm

Reparationsanvisningar:

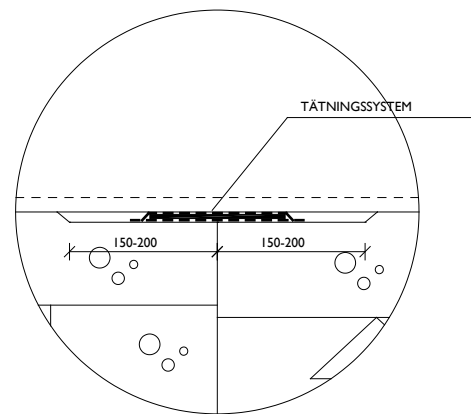
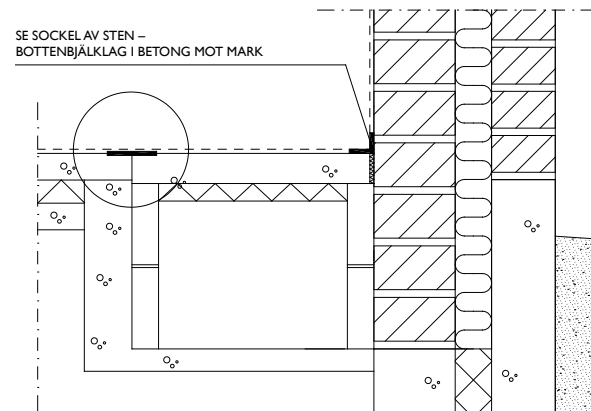
- ytmaterial på väggar, golv och tak rivs i ett ca 150–200 mm brett och 5–10 mm djupt område kring anslutningen, beroende på vilket tätningsssystem som ska användas
- gammalt, skadat material avlägsnas från rörelsefog
- väggytorna i BETONGKONSTRUKTIONER diamantslipas och damm avlägsnas ända till betongytorna; OBS! även i hörnen
- på TEGELVÄGGAR, där den inre ytan har putsats och målats, ska HELA målytan rengöras omsorgsfullt så att den blir ett bra underlag för vidhäftning; OBS! även i hörnen
- ytorna rengörs omsorgsfullt genom att dammsuga bort all lös smuts och allt damm; därefter ska man säkerställa att underlaget är hållfast och rakt
- underlaget avjämnas med en produkt som ingår i tätningsystemet
- springan i fogen täpps till t.ex. med cellplast eller bottenbandsband + elastisk fogmassa, vid behov behandlas vidhäftningsytorna med primer
- tätningen appliceras i dilatationsfogen enligt systemleverantörens anvisningar; här använder man vanligtvis fogband som är avsedda för tätning; alternativt påstryks underlaget med tätskikt, varefter anslutningen förseglas med fiber(förstärknings)remsa innan skiktet härdats; till slut påförs ett ytskikt av tätskiktet; arbetet utförs enligt systemleverantörens anvisningar
- vid monteringen av tätningsystemet ska man beakta att byggnadsdelarna rör sig i förhållande till varandra; därför ska hörnremsan tryckas fast så att det bildas 5–10 mm djupa "påsar" som tillåter de rörelser som dilatationsfogen utsätts för
- därefter görs prov med spårgas och nödvändiga luftätningar
- avjämnning och finish
- tätningarna skyddas antingen med bottenlist och elastisk fogning på ytan, eller så täcks dilatationsfogarna t.ex. med plåt, eller en kombination av nämnda
- för att konstruktionerna ska kunna röra sig ska mekaniska skydd bara fästas i ena kanten

Övrigt:

- tätningsreparation på samtliga dilatationsfogar
- sprickor i vägg- och golvkonstruktionen bör tätas antingen genom injektering eller motsvarande tätningsreparation som vid dilatationsfogar
- avjämningsmassan (bruket) är det lufttäta skiktet i en mur av block; därför bör väggen vid behov avjämnas i sin helhet
- en tätningsreparerad fog förhindrar också att radon tränger in i inneluften via bottenbjälklaget

11. RÖRKANALER

Rörkanal på undersidan av ett bottenbjälklag i betong, tätningsreparation



Tillämpningsområden:

- byggnader där en rörkanal har anslutits till en betongplatta mot mark
- konstruktionerna rör sig mycket lite i förhållande till varandra, ungefär < 5 mm

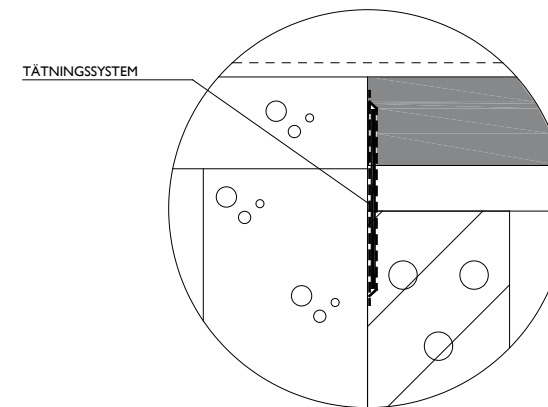
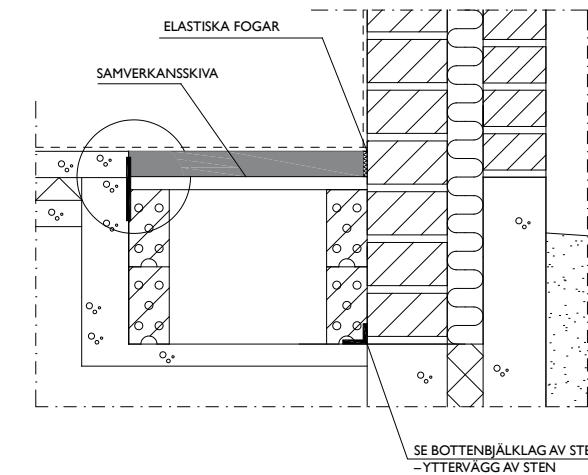
Reparationsanvisningar:

- väggens och golvet ytmateriell rivs på ett ca 150–200 mm brett område från anslutningen
- gammalt material rivs från anslutningen mellan väggen och golvet
- ytorna på BETONGVÄGGAR och -golv diamantslipas och damm avlägsnas ända till betongytorna; OBS! även i hörnen
- på TEGELVÄGGAR, där den inre ytan har putsats och målats, ska HELA målytan rengöras omsorgsfullt så att den blir ett bra underlag för vidhäftning; OBS! även i hörnen
- ytorna rengörs omsorgsfullt genom att dammsuga bort all lös smuts och allt damm; därefter ska man säkerställa att underlaget är hållfast och rakt
- underlaget avjämnas med en produkt som ingår i tätningssystemet
- vid behov tätning av springan mellan plattan mot mark och väggen, t.ex. bottningslist + elastisk fogmassa, vid behov behandlas vidhäftningsytorna med primer
- tätningen appliceras i hörnfogen enligt systemleverantörens anvisningar; här använder man vanligtvis fogband som är avsedda för tätning; alternativt påstryks underlaget med tätskikt, varefter anslutningen förseglas med fiber(förstärknings)remsa innan skiktet härdat; till slut påförs ett ytskikt av tätskiktet; arbetet utförs enligt systemleverantörens anvisningar
- vid monteringen av tätningen ska man beakta att byggnadsdelarna eventuellt kan förflyttas i förhållande till varandra
- därefter görs prov med spårgas och nödvändiga lufttätningar
- avjämnning och finish
- lister ska fästas med lim så att tätningarna inte förstörs

Övrigt:

- tätningsreparationen görs på alla anslutningsställen mellan rörkanalen och golvet
- sprickor i vägg- och golvkonstruktionen bör tätas antingen genom injektering eller motsvarande tätningsreparation som vid golv-vägganslutningen
- avjämningsmassan (bruket) är det lufttäta skiktet i en mur av block; därför bör väggen vid behov avjämnas i sin helhet
- rörkanalen försätts mekaniskt i undertryck i förhållande till utrymmena

Rörkanal på undersidan av ett bottenbjälklag i betong, grundlig reparation



Tillämpningsområden:

- byggnader där en rörkanal ansluter sig till en betongplatta mot mark och där väggkonstruktionen är i betong eller murverk
- konstruktionerna rör sig mycket lite i förhållande till varandra, ungefär < 5 mm

Reparationsanvisningar:

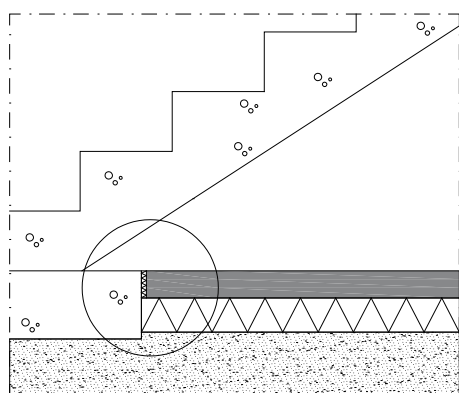
- den gamla betongplattan rivs i sin helhet
- rörkanalen töms på allt material, även på rören (rörisoleringarna kan innehålla asbest)
- ytorna rengörs mekaniskt genom sandblästring eller med en gasbrännare; till sist ska ytorna dammsugas
- väggkonstruktionen och den betongkonstruktion i kanalen som ska bevaras avfuktas vid behov
- anslutningen mellan rörkanalens bottenplatta och väggkonstruktionen samt mellan ytplattan och rörkanalen tätas genom tätningsreparation, se punkten mellanbjälklag i betong – yttervägg i betong eller murverk, tätningsreparation av ett dubbelt bjälklag i betong
- hålrum målas utvändigt genomgående (dammbindning)
- lättklinkerblock muras på kanterna av kanalen
- rör och elledningar monteras
- den nya golvkonstruktionen byggs på en samverkansplåt; betongen kan behöva lång torkningstid
- tätning av springan mellan kanalens betongdäck och väggen, t.ex. bottningslist + elastisk fogmassa, vid behov behandlas vidhäftningsytorna med primer
- tätningsprov och nödvändiga reparationer av lufttäteten
- avjämnning och finish

Övrigt:

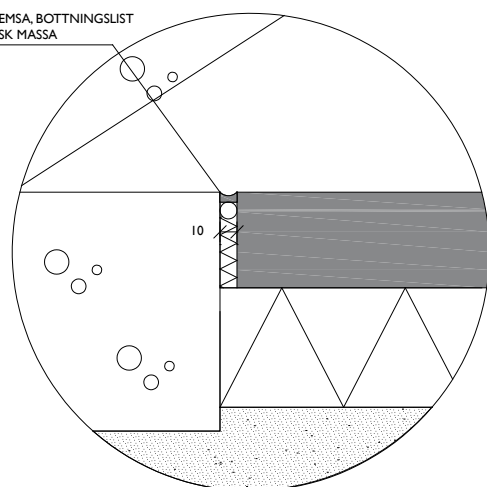
- sprickor som går genom kanalväggarna och betongplattan bör tätas antingen genom injektering eller tätningsreparation
- på murade väggar utgör avjämningsmassan ett lufttäta skikt; avjämnningen förbättras vid behov
- vid behov ska rörkanalen försätts mekaniskt i undertryck i förhållande till utrymmena

12. UTRYMME UNDER TRAPPAN

Reparation av ett utrymme under trappan i betong eller murverk



CELLPLASTREMSA, BOTTNINGSLIST
OCH ELASTISK MASSA



Tillämpningsområden:

- byggnader där det finns formvirke, jord osv. i ett utrymme under trappan eller i andra slutna, icke-ventilerade hålrum som är i kontakt med inneluften

Reparationsanvisningar, purku yläpuolelta:

- man bör komma åt hålrummet för att kunna genomföra rivnings- och byggnadsarbetena; öppningen bör vara minst 800 x 800 mm²
- allt organiskt material avlägsnas och markytan jämnas ut efter behov
- alla ytor rengörs mekaniskt t.ex. genom sandblästring och/eller med en gasbrännare; till sist ska ytorna dammsugas
- de konstruktioner som ska bevaras avfuktas efter behov
- värmeisolering av cellplast läggs på den avjämnade markytan
- ovanpå den gjuts en armerad, 80 mm tjock betongplatta
- tätning av springan mellan betongplattan och väggen, t.ex. bottningslist + elastisk fogmassa, vid behov behandlas vidhäftningsytorna med primer
- ventilation ordnas i utrymmet enligt en separat plan
- arbetsöppningen stängs t.ex. genom murning
- kanterna av öppningen tätas vid behov
- tätningsprov och nödvändiga reparationer av lufttät-heten
- avjämnning och finish

Övrigt:

- sprickor som går genom hålrummets väggar bör tätas antingen genom injektering eller tätningsreparation
- avjämningsmassan (bruket) är det lufttäta skiktet i en mur av block; därför bör väggen vid behov avjämnas i sin helhet

PRESENTATIONSBLAD

Utgivare	Miljöministeriet		
Författare	Inari Weijo, Jukka Lahdensivu, Timo Turunen, Susanna Ahola, Esko Sistonen, Camilla Vornanen-Winqvist, Petri Annila		
Publikationens titel	Reparation av fukt- och mikroskadade byggnader		
Publikationsserie och nummer	Miljöministeriets publikationer 2019:21		
Diarie-/projektnummer	YM23/612/2015	Publikationens tema	Byggd miljö
ISBN PDF	978-952-361-027-9	ISBN pub	978-952-361-028-6
ISSN PDF	2490-1024	ISSN pub	2490-0648
URN adress	http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-361-027-9		
Sidantal	286	Språk	Svenska
Nyckelord	Byggande, byggnad, renovering, reparationsprojektering, fuktskada, mikroskada, problem med inomhusluften		
Sammandrag	<p>Denna handledning handlar om renovering av fukt- och mikroskadade byggnader och behandlar de olika faserna i ett renoveringsprojekt, reparationsprojektering och lagstiftningen på området. Utöver befintliga renoveringsmetoder och faktorer som påverkar valet av dessa redogör handledningen för mer detaljerade renoveringsprinciper genom olika principiella lösningar. Handledningen tar också upp kvalitetssäkringsmetoder samt arbetsredskap och metoder som används vid övervakning av renoveringens resultat. I samband med projekt för renovering av fukt- och mikroskadade byggnader kan också byggnadens energiprestanda förbättras. Då är det viktigt att säkerställa att den renoverade konstruktionen, som eventuellt också försetts med extra värmeisolering, är byggnadsfysikaliskt välfungerande efter de vidtagna åtgärderna.</p> <p>De lösningar som presenteras i handboken är principiella lösningar, och med hjälp av informationen om dessa kan reparationsprojekterare utarbeta detaljerade planer som lämpar sig för olika slags renoveringsprojekt med beaktande av detaljerna och särdragen hos byggnaden, byggnadsdelarna och de installationstekniska systemen. De principiella lösningarna är inte avsedda att tillämpas som sådana vid reparationsprojektering. Problem med inomhusluften och de olägenheter för hälsan som dessa orsakar utgör ofta en väldigt komplex helhet, och därför är det viktigt att man i reparationsprojekteringen har kontroll över helheten. Som ett led i reparationsprojekteringen är det också viktigt att fastställa vilka kvalitetssäkringsmetoder som ska användas i byggplatsfasen samt vilka åtgärder som krävs för att man ska kunna fastställa och följa upp hur väl renoveringen lyckats.</p> <p>Det primära målet med renoveringen är att eliminera de olägenheter för hälsan som fukt- och mikroskador eller andra föroreningar i inomhusluften orsakar. I reparationsprojekteringen är det viktigt att från fall till fall alltid bestämma vilka renoveringsmetoder som är lämpliga och hur omfattande och grundlig renoveringen ska vara. Ibland krävs det att den skadade konstruktionen rivs och anläggs på nytt för att olägenheterna för hälsan ska kunna elimineras. Andra gånger kan det räcka med att avlägsna den faktor som lett till konstruktionsskador och genom att täta och kapsla in konstruktioner förhindra att föroreningar släpps ut i inomhusluften.</p>		
Beställningar/distribution	Digital version: http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/ Försäljning: Ab Bygginfo		
Förläggare	Miljöministeriet		

KUVAILEHTI

<i>Julkaisija</i>	Ympäristöministeriö		
<i>Tekijä(t)</i>	Inari Weijo, Jukka Lahdensivu, Timo Turunen, Susanna Ahola, Esko Sistonen, Camilla Vornanen-Winqvist, Petri Annila		
<i>Julkaisun nimi</i>	Reparation av fukt- och mikroskadade byggnader (Kosteus- ja mikrobivaurioituneiden rakennusten korjaus)		
<i>Julkaisusarjan nimi ja numero</i>	Ympäristöministeriön julkaisuja 2019:21		
<i>Diaari/hankenumero</i>	YM23/612/2015	<i>Teema</i>	Rakennettu ympäristö
<i>ISBN PDF</i>	978-952-361-027-9	<i>ISBN nid.</i>	978-952-361-028-6
<i>ISSN PDF</i>	2490-1024	<i>ISSN nid.</i>	2490-0648
<i>URN-osoite</i>	http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-361-027-9		
<i>Sivumäärä</i>	286	<i>Kieli</i>	Ruotsi
<i>Asiasanat</i>	Rakentaminen, rakennus, korjaus, korjaussuunnittelu, kosteusvaurio, mikrobivaurio, sisäilmaongelma.		
<i>Tiivistelmä</i>	<p>Kosteus- ja mikrobivaurioituneiden rakennusten korjausta käsittelevässä oppaassa tarkastellaan korjaushankkeen vaiheita, korjaussuunnittelua ja aiheeseen liittyvää lainsäädäntöä. Käytössä olevia korjausmenetelmien ja niiden valintaan vaikuttavien tekijöiden käsittelyn lisäksi oppaassa esitetään yksityiskohtaisempia korjauseriaatteita periaateratkaisujen kautta. Oppaassa käydään läpi myös laadunvarmistusmenetelmiä sekä korjausten onnistumisen seurannassa käytössä olevia työkaluja ja menetelmiä. Kosteus- ja mikrobivaurioihin liittyvissä korjaushankkeissa voidaan parantaa myös rakennuksen energiatehokkuutta, jolloin on tärkeää varmistua siitä, että korjattu ja mahdollisesti lisälämmöneneristetty rakenne on toimenpiteiden jälkeen rakennusfysikaalisesti toimiva.</p> <p>Oppaassa esitetyt ratkaisut ovat periaateratkaisuja, joiden antamien tietojen avulla korjaussuunnittelija voi laatia yksityiskohtaiset suunnitelmat aina kuhunkin korjaushankkeeseen soveltuviksi ottaen huomioon rakennuksen, rakennusosien ja taloteknisten järjestelmien yksityiskohdat ja erityispiirteet. Periaateratkaisuja ei ole tarkoitettu käytettäväksi sellaisenaan korjaussuunnittelussa. Sisäilmaongelmat ja niistä seuraavat terveyshaitat ovat usein varsin monimutkainen kokonaisuus, minkä johdosta korjaussuunnittelussa on keskeistä huolehtia kokonaisuuden hallinnasta. Osana korjaussuunnittelua on tärkeää myös määrittää työmaavaiheessa käytettävät laadunvarmistusmenetelmät sekä korjausten onnistumisen todentamiseen ja seurantaan liittyvät toimet.</p> <p>Korjausten ensisijaisena tavoitteena on poistaa kosteus- ja mikrobivaurioista tai muista sisäilman epäpuhtauksista aiheutuva terveyshaitta. Korjaussuunnittelussa on keskeistä aina tapauskohtaisesti määrittää soveltuvat korjaustavat, korjausten laajuus ja korjausten perusteellisuus. Terveyshaitan poistaminen voi toisinaan edellyttää vaurioituneen rakenteen purkamista ja uusimista. Toisinaan rakenteen vaurioitumiseen johtaneen tekijän poistaminen ja epäpuhtauksien pääsyn estäminen sisäilmaan rakenteita tiivistämällä ja kapseloimalla voivat olla riittäviä toimenpiteitä.</p>		
<i>Julkaisun myyntijakaja</i>	Sähköinen versio: julkaisut.valtioneuvosto.fi Julkaisumyynti: Rakennustieto Oy		
<i>Kustantaja</i>	Ympäristöministeriö		

DOCUMENTATION PAGE

<i>Publisher</i>	Ministry of the Environment		
<i>Author(s)</i>	Inari Weijo, Jukka Lahdensivu, Timo Turunen, Susanna Ahola, Esko Sistonen, Camilla Vorananen-Winqvist, Petri Annila		
<i>Title of publication</i>	Reparation av fukt- och mikrobskadade byggnader (Renovation and repair of buildings with moisture and microbial damage)		
<i>Publication series and number</i>	Publications of the Ministry of the Environment. 2019:21		
<i>Register number</i>	YM23/612/2015	<i>Theme of publication</i>	Built environment.
<i>ISBN PDF</i>	978-952-361-027-9	<i>ISBN pub.</i>	978-952-361-028-6
<i>ISSN PDF</i>	2490-1024	<i>ISSN pub</i>	2490-0648
<i>Website address URN</i>	http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-361-027-9		
<i>No. of pages</i>	286	<i>Language</i>	Swedish
<i>Keywords</i>	Construction, building, renovation and repair, renovation planning, moisture damage, microbial damage, indoor air problems		
<i>Abstract</i>	<p>This guide on the renovation and repair of buildings with moisture and microbial damage explores the various stages of a renovation project, renovation design and the legislation on the topic. In addition to the available renovation and repair methods and the factors influencing the selection of the appropriate method, the guide presents more detailed principles of renovation and repair with the help of various solutions in principle. The guide also reviews quality assurance methods and the tools and practices in place for monitoring the success of renovation and repair work. Renovation and repair projects connected to moisture and microbial damage can also improve a building's energy efficiency. In this case, it is important to be sure that after the work is complete, the renovated structure, which may now have additional insulation, is still functional from the perspective of building physics.</p> <p>The solutions presented in the guide are solutions in principle. Based on the information provided in the solutions, renovation designers can prepare detailed plans for each renovation project taking into account the details and special features of the building, its structural elements and its technical building systems. The solutions in principle are not intended to be applied directly to renovation planning as such. Indoor air problems and the resulting health risks are often a very complex issue, which means that it is essential for renovation design to approach the situation holistically. Another important aspect of renovation design is determining the quality assurance methods to be used during the construction phase and deciding on the measures needed to verify and monitor the success of the renovation work.</p> <p>The primary goal of the renovation and repair work is to remove the moisture and microbial damage or other health risks caused by contaminants in the indoor air. In renovation design, it is always essential to determine the appropriate renovation methods and the scope and thoroughness of the renovation work on a case-by-case basis. Sometimes, removing a health risk requires the demolition and rebuilding of the damaged structure. In other cases, it can be enough to remove the factor that led to the structures becoming damaged and prevent the contaminants from entering the air by sealing and encapsulating the affected structures.</p>		
<i>Publication sales/ Distributed by</i>	Online version: julkaisut.valtioneuvosto.fi Publication sales: Building Information Ltd		
<i>Publisher</i>	Ministry of the Environment		

Fukt- och mikroskador i byggnader orsakar ofta problem med inomhusluften, men problem orsakas också av andra faktorer som är oberoende av fukt. Problemen och orsakerna till dem bör klarläggas för att man ska kunna försäkra sig om att reparationsarbetena kan planeras och genomföras så bra som möjligt och att den reparerade byggnaden är sund och säker för användarna.

Handledningen innehåller praktisk information för dem som planerar reparationer i fukt- och mikroskadade byggnader. Handledningen kan också användas som läromedel i branschen. Innehållet i handledningen har utarbetats med tanke på offentliga servicebyggnader som uppförts efter 1940-talet och sedvanliga konstruktioner som förekommer i dem. Reparationsprinciperna kan emellertid tillämpas även på det övriga byggnadsbeståndet.

I handledningen behandlas de olika faserna i ett reparationsprojekt, innehållet i reparationsplanerna och lagstiftning som gäller ämnet. Vid sidan av de tillgängliga reparationsmetoderna och faktorer som påverkar valet av metod behandlas också mer detaljerade reparationsprinciper. Handledningen innehåller vidare en genomgång av kvalitetssäkringsmetoder samt verktyg och metoder som kan användas för uppföljning av resultaten av reparationerna.

Försäljning:
www.rakennustietokauppa.fi

ISBN: 978-952-361-028-6



Ympäristöministeriö
Miljöministeriet
Ministry of the Environment

ISBN: 978-952-361-028-6 (pub)
ISBN: 978-952-361-027-9 (PDF)
ISSN: 2490-0648 (pub)
ISSN: 2490-1024 (PDF)