

Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds-
och växtproduktionsvetenskap

Studium av beläggningar med naturstenshällar i Helsingborg

Study of slabs of natural stone for external paving in Helsingborg

Julia Rehnström



Självständigt arbete • 15 hp
Landskapsingenjörsprogrammet
Alnarp 2019

Studium av beläggningar med naturstenshällar i Helsingborg

Study of slabs of natural stone for external paving in Helsingborg

Julia Rehnström

Handledare: Kurt Johansson, SLU, Institutionen för Landskapsarkitektur, planering och förvaltning

Examinator: Frida Andreasson, SLU, Institutionen för Landskapsarkitektur, planering och förvaltning

Omfattning: 15 hp

Nivå och fördjupning: G2E

Kurstitel: Examensarbete i landskapsarkitektur inom landskapsingenjörsprogrammet

Kurskod: EX0793

Program/utbildning: Landskapsingenjörsprogrammet

Examen: Landskapsingenjör

Ämne: Landskapsarkitektur

Utgivningsort: Alnarp

Utgivningsår: 2019

Omslagsbild: *Julia Rehnström*

Elektronisk publicering: <http://stud.epsilon.slu.se>

Nyckelord: Natursten, beläggningar, hårdgjorda, ytor, hällar, Helsingborg, anläggningsprocessen

SLU, Sveriges lantbruksuniversitet

Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds- och växtproduktionsvetenskap

Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning

Sammanfattning

Detta examensarbete är gjort i samarbete med Helsingborgs stad och har i syfte att ta reda på förutsättningar att ytterligare säkra beslutsprocessen från projektstart till färdig anläggning av hårdgjorda ytor i urbana miljöer. Som beställare vill man att resultatet av ett projekt blir som förväntat, eftersom det inte alltid blir så finns det anledning att undersöka var det kan bli fel och varför. För att genomföra detta och komma fram till en slutsats innehåller arbetet en bakgrund med information, förklaringar och anvisningar, en undersökning av fyra platser i Helsingborgs kommun, en diskussion samt sammanfattning och slutsats. Arbetet är avgränsat till dessa fyra platser som har beläggningar av naturstenshällar av granit.

Undersökningen innehåller granskning av olika handlingar rörande projektet samt en fältstudie där jag själv studerat resultatet av de fyra platserna:

1. *Kullagatan Etapp 2*
2. *Lilla Torggatan*
3. *Carl Krooks gata/Bollbrogatan*
4. *Kullagatan Etapp1*

De handlingarna som granskades var förfrågningsunderlag och slutbesiktningsprotokoll. Genom att jämföra föreskrifterna i projektet med anvisningar som tas upp i bakgrunden kunde jag konstatera om förbättringar i projektets allmänna föreskrifter var av behov.

I fältundersökningen visade det sig finnas fel i resultatet på fler av platserna i både större och mindre utsträckning. Genom fältstudien kunde jag ge en bedömning om utförande har följt föreskrifter men även om det fanns problem i nuläget och vilka.

Efter undersökningen framgick det att det kunde vara flera olika orsaker till de problem jag fann på plats och därmed olika parter som kunde vara ansvariga. Det fanns olika möjligheter och arbetet går inte ut på att peka ut någon, det har i syfte att ge möjliga förslag till förbättringar och därför ligger fokus på detta i slutsatsen. Ett antal olika återkommande problem i beläggningarna kunde urskiljas och jag kom fram till fem möjliga orsaker för dessa innefattande prioritering, projektering, utförande och underhållning/skötsel.

1. Prioritering av värmeslingor före god överbyggnad
2. Projekteringsproblem t. ex gällande motstöd och värmeslingor
3. Dålig packning av bärlager, särskilt vid omgestaltning på befintlig överbyggnad
4. Saknad av distanser i fogarna
5. Ofyllda fogar i beläggningen

Förbättringsförslag i korta drag:

1. Prioritera alltid god överbyggnad
2. Ställ mer tydliga krav till projektören gällande funktion under rådande omständigheter
3. Begär egenkontroll av entreprenören och/eller kontroll genom extern kontrollant. Understryk och förtydliga kraven på packning samt jämnhet av bärlager i förfrågningsunderlaget
4. Precisera förekommandet av distanser i förfrågningsunderlaget, eventuellt begär fler där man misstänker svagare punkter i konstruktionen
5. Förbättra struktur och etablera rutin kring skötselbestämmelser

Innehållsförteckning

Sammanfattning	3
Inledning	5
Metod/genomförande	5
Bakgrund	6
Beskrivning av bygg/anläggningsprocessen	6
Markbeläggning med naturstenshällar som slitlager	7
Natursten	7
<u>Aktuell trafikbelastning</u>	<u>7</u>
<u>Överbyggnad: dimensionering, material och montering</u>	<u>8</u>
<u>Dränering</u>	<u>9</u>
<u>Mothåll</u>	<u>9</u>
<u>Stenens egenskaper som slitlager</u>	<u>10</u>
<u>Slitlager: dimensionering, material och montering</u>	<u>11</u>
<u>Material</u>	<u>13</u>
<u>Mönsterbild</u>	<u>14</u>
<u>Fogar</u>	<u>15</u>
<u>Underhåll</u>	<u>15</u>
Syfte, frågeställning	16
Granskning av handlingar	17
Platser	18
Granskning av förfrågningsunderlag med hjälp av checklista	18
Finns i föreskrifter något som avviker från anvisningar t. ex. AMA	22
Slutbesiktningsprotokoll och egenkontrollprotokoll	22
Granskning av skötselinstruktion/underhållsplan	23
Fältstudie med hjälp av checklista	24
Diskussion	31
Slutsats	38
Källförteckning	39

Inledning

I kursen Material – konstruktion och projektering ingår markbeläggningar med natursten. Under detta skede underströk Kurt Johansson (muntligt, 2015) att det är viktigt att naturstenschällar monteras på rätt sätt avseende faktorer som sättsand, fogar, bärlager etc. men också att beläggningen ifråga underhålls på rätt sätt. Johansson (2015) hade redan vissa förslag till examensarbete angående montering av naturstenschällar. I samband med detta blev han kontaktad av Drifts-och underhållsavdelningen i Helsingborgs stad gällande orsaken till att hållarna i vissa områden inte fungerade. Kunde det handla om problem i konstruktion och utförande, var det brist på god underhållning av ytan eller möjligtvis något annat? Johansson och Helsingborgs stad kom överens om att detta kunde vara en lämplig problemställning för ett examensarbete som en del i projektet *Klimatsäkrade systemlösningar för urbana ytor*. Denna uppgift gav han till mig som studerande landskapsingenjör på SLU Alnarp.

Det läggs mycket resurser och engagemang på de flesta av ytorna vi träder på, särskilt i centralt stadsbelägna områden. Det är kommunen som i samband med andra aktörer gör detta, de olika aktörerna kopplas till olika skeden i projektet, och ibland blir det bra men också mindre bra. Det finns många anledningar till varför det är viktigt att de olika stegen i processen görs korrekt och får ett gott resultat. Framförallt är det självklart att alla resultat och förväntningar helst ska vara så nära varandra som möjligt. För människor i staden är det också viktigt att deras omgivning ser trevlig ut, att den är välskött och trygg. En liten detalj som inte blir bra kan störa helhetsintrycket. Kan man möjligtvis undvika eller åtgärda det? För att svara på detta måste man ställa frågor om vad det är som blivit fel från början till slut i hela processen.

Jag valde att tacka ja till detta examensarbete då det känns meningsfullt att studera en efterfrågad undersökning med tillhörande lösning. Under arbetets har jag också fått möjlighet att se ett färdigt resultat och backa bandet där jag gått igenom processens olika steg och aktörer. Detta är en annan stor del i varför jag valde att arbeta med denna problemställning eftersom i stort sätt samtliga steg och aktörer kan kopplas till variation och definition av en landskapsingenjörs yrkesframtid.

Min frågeställning är: Varför har ytorna som granskas i detta arbete, fått det resultatet de fått och framförallt varför har vissa inte fungerat som planerat? Kan man göra förbättringar i beslutsgången genom hela bygg/anläggningsprocessen som leder till att alla blir bra, d.v.s. säkra resultatet i hela processen från projektering till underhåll?

Syftet med detta arbete är att ta reda på förutsättningar att ytterligare säkra beslutsprocessen från projektstart till färdig anläggning av hårdgjorda ytor i urbana ytor med Helsingborg som utgångspunkt. Allra största delen av hårdbelagda ytor fungerar enligt förväntan, d.v.s. som det föreskrivits. Det händer dock att någon del av slutresultatet inte blir som det ska.

Metod/Genomförande

Metoden består av möten med handledare representanter för Helsingborgs stad, informationssammanställning för bakgrund samt fältstudier av naturstenschällar. I samband med fältstudier har jag också granskat förfrågningsunderlag, projektering, anläggning samt skötselbestämmelser för de olika platserna. Jag fick även närvara vid besiktning.

Avgränsning:

Detta arbete baseras på fyra utvalda platser som endast har beläggning med naturstenschällar av granit inom Helsingborgs kommun. Därför görs ingen fördjupning kring övriga stentyper inom detta arbete. Trafikbelastningen på de aktuella platserna begränsas i huvudsak till trafikklass 1–2.

Bakgrund

Beskrivning av bygg/anläggningsprocessen

Eftersom denna rapport har i syfte att säkerställa, och därmed ta reda på var fel i byggprocessen kan uppstå vill jag inte utesluta någon part. För att förstå att det är flera olika parter i ett projekt som kan ha stor inverkan på det slutgiltiga resultatet kommer här en kortfattad genomgång på hur upphandlandet av ett byggprojekt går till enligt J. Söderberg, 2011.

1. Starten för ett byggprojekt börjar med att någon ser ett behov av att något behöver byggas/anläggas, denna person kallas för byggherren och bestämmer förutsättningarna rörande bygget.
2. Form av upphandling kan väljas av byggherren utifrån olika omständigheter genom att framställa förutsättningar i form av krav och önskemål.
3. Förfrågningsunderlag ska tas fram så att byggherren kan få anbud. För att få fram det måste han/hon dock först ha skrivit avtal med projektör om denne inte redan har detta.
4. Förfrågan om anbud, med färdigställt förfrågningsunderlag, skickas ut till utvalda entreprenader som kommer att få tid till att lämna anbud.
5. Byggherren utser entreprenör(-er) när han/hon fått in de olika anbuden som ska ingå i entreprenadavtalet som sedan formaliseras i ett entreprenadkontrakt.
6. Entreprenadtiden startar, entreprenaden skriver avtal med olika underentreprenörer samt leverantörer och byggandet pågår.
7. När entreprenadtiden löper ut avslutar de med att göra en slutbesiktning av arbetet. När byggnadsperioden är slut kan upphandlingen brukas och vanligtvis har projektet en viss garantitid.
8. Under garantitiden får byggherren möjlighet att bruka bygget under en tid då entreprenaden hålls ansvarig för felande resultat. Innan den angivna tiden utgår ska en garantibesiktning genomföras.
9. När detta är gjort är byggprojektet färdigt och det enda som kvarstår är preskriptionstid, med detta menas att även om entreprenörens ansvar i stort sett upphör vid slut av garantitid är det ändå så att de kan hållas ansvariga om vissa extrema fel uppstår.

I denna process ingår olika parter för att skapa ett gemensamt resultat: byggherre, projektör, byggprojektledare/byggledare, kontrollant, entreprenör, leverantör samt övriga parter för transport, städning och bevakning. När bygget är klart och garantitiden är slut finns det fortfarande en faktor som inte nämnts, som påverkar resultatet, skötsel och underhållsarbete. Det verkar oklart vilken part som är ansvarig för denna del men det borde vara en anställd hos byggherren (J. Söderberg, 2011).

För att identifiera problem kan man ställa frågan: Vad är det som har bestämts från början och hur har detta utförts? Om utförande av byggnadsprocessen görs som angivet i förfrågningsunderlaget och resultatet blir dåligt måste man ändra på framtida förfrågningsunderlag. Likaså om utförande av skötsel görs som angivet i skötselbestämmelser och resultatet blir dåligt bör man även se över dessa för framtida skötsel. I fallet där entreprenören har avvikit från förfrågningsunderlaget kan det vara utförandet som påverkar resultatet negativt, samma gäller för avvikelser från skötselbestämmelser. Detta synsätt gör det enklare att bestämma var något har gått fel och därmed lösa problemet men det verkar som att detta inte är så simpelt i praktiken.

Markbeläggning med naturstenschällar som slitlager

Natursten har många bra egenskaper, både estetiska och tekniska. I kompendiet *Natursten* (Johansson, 2011) lyfter författaren fram att sten är en naturprodukt vilket medför stor variation i stenens uttryck. Textur, kulör och struktur skapar tillsammans något unikt hos materialet som kan ge liv åt utemiljöer. En naturstensprodukt kan definieras som något naturen har tillverkat samt att det är ett sammanhängande stycke som tas ur ett helt block ur berget (Johansson, 2011).

Natursten använt på rätt sätt kan få stort ekologiskt mervärde (Johansson, 2011). Vid val av rätt material med korrekt utförd montering och underhåll blir detta möjligt. En konstruktions nytta och värde måste uppskattas som större än kostnaderna för att den ska vara motiverad (Bensch och Fors, 2011). Värdet/nyttan kan bedömmas genom att granska hållbarhet, funktion och estetik hos konstruktionen (Bensch och Fors, 2011). Vid val av sten bör samtliga av dessa faktorer beaktas, men hur stor betydelse var och en ges beror på användningssituationen. Kostnaden bör bedömmas i sin helhet som livscykelkostnaden vilket innefattar produktion, material, transport, montering och underhåll (Bensch och Fors, 2011). Utifrån detta kan kostnader minimeras och konstruktionen kan hålla långsiktigt goda kvaliteter som uppskattas av brukarna. Att de olika aspekterna som hållbarhet, funktion och estetik blir tillgodosedda är väldigt eftertraktat och natursten har stor potential (Bensch och Fors, 2011).

Natursten

Påverkande faktorer

De faktorer som påverkar en beläggning av natursten och dess resultat är:

1. Aktuell trafikbelastning

För att göra en markbeläggning så hållbar som möjligt finns det rekommendationer gällande belastning på platsen, detta är indelat i trafikklasser. Nedan visar exempel på relevanta klasser för detta arbete, för mer information se tabell 1.

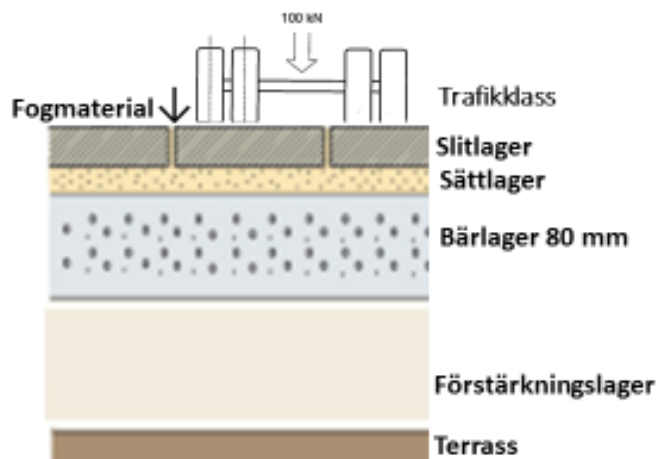
- O – Gång-cykelväg, parkeringsplats, lätta varutransporter
- 1 – Brandväg, torgytor mm
- 2 – Gator/vägar

2. Överbyggnad: dimensionering, material och montering

Dimensionering

Vid anläggning av en yta med hållar av natursten är det viktigt hur underlaget ser ut och hur det är monterat. I överbyggnaden ingår terrassen, förstärkningslager, bärlager, sättsand och hållar av natursten fyllda med fogsand. (Fig. 1. Vinnova, 2014).

Överbyggnaden kan se annorlunda ut beroende på trafikklass men vad gäller anvisningar och råd har vissa saker förändrats. Det som påverkar dimensioneringen av överbyggnaden är trafikklassen, terrassmaterialet och klimatzonen.



Figur 1. De olika lagren i överbyggnaden (Vinnova, 2014)

I häftet Utemiljö av Sveriges stenindustriförbund är vissa ändringar och tillägg, baserade på Vinnova, 2015, under införande. Dessa finns tillgängliga på deras hemsida <http://www.sten.se/>. Det som har ändrats är att oavsett vilken trafikklass det handlar om ska sättslaget alltid vara 20–40 mm och bärlager ska alltid vara 80 mm. Det som sedan kan skilja är förstärkningslaget beroende på terrassmaterial och klimatzon. Stenhällens tjocklek bestäms av dess ytformat (längd/bredd förhållandet), dess böjdraghållfasthet och givetvis trafikklass.

Material

För att en konstruktion med natursten inte ska få kortare livslängd eller bli ekonomiskt ohållbar måste materialen som används vid monteringen vara lämpliga. Vid konstruering av en naturstensbeläggning används bärlager, sättsmaterial, fogmaterial, och själva stenen. Det är viktigt att alla fraktioner i de olika underliggande horisonterna stämmer med vad som rekommenderas enligt AMA Anläggning 10 (2011).

Montering

Förutsättningar för en markbeläggning ska uppfylla goda resultat gällande de tre faktorerna funktion, hållbarhet och estetik kan vara beroende av monteringsjobbet. ”Monteringen är minst hälften av det totala resultatet” enligt Johansson, 2011. Överbyggnaden görs av terrassen, förstärkningslager, obundet bärlager, sättsand sedan hållarna med fyllning av fogsand. Överbyggnaden skall utföras enligt AMA 07/ATB VÄG (SSF, 2007). Det är viktigt att bärlaget är jämt och packat ordentligt då detta ska hålla upp hållarna och vara stabilt för belastning. En tumregel är att man kan låta en lastbil köra på ytan, om det då blir avtryck från lastbilens hjul kan man konstatera att det är för dåligt packat (SSF, 2007). Underlaget ska då vara så jämt och plant att det endast får finnas max 9 mm avvikelse i höjddled på 3 meters mätlängd enligt AMA 07, DCB.312 (SSF, 2007). Höjdsättningsanvisningar ska följas i anläggning av underlaget. Sättsandens uppgift är inte att avgöra den slutgiltiga höjden, den ska inte användas som komplement där bärlager är för högt/lågt eller för dåligt packat. Då sättsanden inte har någon bärande funktion kommer den inte kunna jämna ut ett dåligt monterat bärlager, resultatet blir då sättningar, ojämnheter och sprickbildning. Det ska hålla en jämn tjocklek som också ska packas noggrant.

3. Dränering

Vid anläggning är det mycket viktigt att tänka på att beläggningen får god dränering, särskilt vid ytor med tung trafik. Sådana ytor skall läggas på ett obundet bärlager då bundet bärlager har visat sig vara svårdränerat (SSF, 2007). Avrinning på ytor i stadsmiljö sker mot antingen en vanlig dagvattenbrunn, ytvattenränna eller rännsten. Det har visat sig att stående vatten i högre trafikklass medför att hållarna i beläggningen pumpas loss, detta leder till en ohållbar anläggning och måste därför undvikas (SSF, 2007). I nordiskt klimat där temperaturen understiger 0° Celsius fryser stående vatten och då blir risken högre för frostsprängning och att stenar lossnar i beläggningen. För att avrinning ska ske behöver ytan ha ett visst fall så att vattnet inte blir stående. Viktigt är att fallet på bärlager- och förstärkningslagerytan är lika stort som slitytan. (Vinnova, 2015). Beläggningar med biltrafik bör av nämnda skäl ha större fall än ytor med gångtrafik. Biltrafikerade ytor ska ha ett fall som längsgående är minst 2 % och tvärgående på 2,5 % (SSF, 2007). På körbanor brukar höjdsättningen fördelas så att höjdpunkten av gatan är i mitten, detta kallas för bombering, avrinning sker då åt båda sidor om gatan. Beläggningar som avser gångtrafik med bearbetad natursten bör ha ett fall på minst 1 %.

4. Mothåll

Om det inte finns något som spänner in ytan kommer hållarna/plattorna att förskjutas ur sitt läge och slitytan tappar sin funktion. Detta leder till underhålls- och reparationskostnader. Med mothåll menas den produkt/konstruktionsdetalj som behövs för att hålla ihop beläggningens yta och hålla den stabil. Med det måste produkten även kunna ta upp de belastningarna ytan utsätts för. Dessa produkter måste vara dimensionerade så att de har en viss tjocklek i förhållande till tjockleken på hållarna, motstödet måste gå längre ner i marken för att ge ett stabilt resultat. Dessutom måste de vara rätt monterade.

Ett alternativ är kantsten, detta har visat sig utgöra ett bra motstöd för bland annat biltrafikerade gator samt god förmåga att ta upp belastningar (SSF, 2007). Ett annat alternativ som ses ofta på gågator är ytvattenrännor som går längs med beläggningen, detta används som både dräneringslösning och mothåll. Med ytvattenränna som mothåll gäller det att material och dimensioner på rännan är tillräckliga för att ta upp sidokrafterna i beläggningen. En beläggning behöver generellt sett alltid mothåll, där den aktuella beläggningen angränsar till ”mjuka ytor” så som gräs eller planteringar är det extra viktigt (SSF, 2007). Där beläggningen angränsar till hårda ytor är det möjligt att dessa är tillräckliga för att hålla stenen på plats dock är det alltid bra att använda kantsten eller annat mothåll för att säkra sig ett bättre resultat och mindre skötselutgifter.

Mothåll behöver inte endast vara placerade i kanten av beläggningen, i större ytor med natursten kan det vara fördelaktigt att placera några förstärkningspunkter inom ytan. Det som kan göras är att beläggningar som består av naturstenschällar med en viss dimension kan bli mer stabila om några hållar dimensioneras med större tjocklek och placeras ut med jämna mellanrum i beläggningen. En annan möjlighet är att istället för att göra naturstenschällarna tjockare, kan längder av natursten placeras utspritt över ytan mellan hållarna. Dessa längder bör då ha en längd som tar upp minst två bredder av hållarna och går djupare ner i marken. Dessa lösningar för mothåll ger effekten av flera motståndspunkter så att hållarna inte glider och verkar ge bra resultat. Bild 1 visar ett exempel med storgatsten på Varvstorget i Lomma kommun där man har lagt i granitlängder mitt i beläggningen för att göra den mer stabil, ytan används för parkering.



Bild 1 Av: Julia Rehnström
Granitlängder på Varvstorget I
Lomma kommun

5. Stenens egenskaper som slitlager

Det går inte att ändra egenskaper hos ett stenmaterial då det skapats av naturen under förloppet av miljarder år, därför måste stensorten väljas med eftertanke. Då människan inte kan påverka får vi ta de egenskaper som finns och lägga vikt på att utnyttja dem på smartast sätt. Valet görs då utifrån de tekniska egenskaperna, estetik och pris (Bensch och Fors, 2011).

Estetiska egenskaper

Estetiska värden hos stenen är kulör, textur och mönster. Dessa kan man till viss del påverka genom att välja ytbearbetning hos stenen som ska användas. Form är också viktigt i estetiken, särskilt i avseende för hur en yta ser ut i sin helhet. Formen är förutsättningen för vilka slags mönster stenen kan läggas i och med det en faktor till vilket intryck det blir på platsen.

Tekniska egenskaper

I funktionellt syfte är egenskaper avgörande för om en stensort kan användas (Johansson, 2011). Tekniska egenskaper bestäms av stenens ingående mineraler samt hur de är sammanfogade (Johansson, 2011). De egenskaper hos stenen som hör till det tekniska och är väsentliga för bygg-och anläggningssektorn är (Bensch och Fors, 2011):

- Beständighet mot kemisk påverkan
Hur väl stenen motstår kemiska påfrestningar så som, - salt, rengöringsmedel och luftföroreningar kan vara väldigt viktigt ur ett långsiktigare perspektiv (Johansson, 2011).
- Beständighet mot mekanisk påverkan
Hårdhet och avnötning bestäms av mineralerna hos stenen (SSF, 2007).
- Fysikaliska egenskaper (vattenabsorption och hållfasthet)
Vattenabsorption/porositet är avgörande för stenmaterialets beständighet mot frostsador, nedsmutsning och biologisk nedbrytning. Hållfasthet innefattar stenens sprödhet, böjdraghållfasthet och allmänna förmåga att ta upp laster. Böjdraghållfastheten kan vara av stor betydelse vid anläggning av plattor med tyngre trafikbelastning (SSF, 2007). Se vidare dimensionering nedan.
- Bearbetningsbarhet
Olika sten har olika egenskaper när det gäller bearbetning. Friktionen hos stenytan, men även uttrycket hos stenen/platsen, avgörs oftast helt av vilken ytbearbetning som väljs (SSF, 2007).

Vid val av sten och ytbearbetning bör man enligt (SSF, 2007) tänka på:

- Trafikbelastning – Den valda stenens hållfasthetsegenskaper måste tåla den förskrivna trafiklasten inom normala dimensioner (tjocklek och ytmått), ha tillräcklig mekanisk och kemisk resistens och måttlig vattenadsorption (se ovan).
- Halksäkerhet – ytans friktion avgör hur halksäkert det är att gå på, friktionen är olika beroende på vilken ytbearbetning man väljer.
- Framkomlighet/jämnhet – för att ytan ska ha god framkomlighet är det viktigt att den inte är för bucklig eller ojämn då detta skapar snubbelrisk för gående och hindrar funktionsnedsatta från att kunna ta sig över ytan. Detta kan man undvika genom att välja en ytbearbetning som är mer jämn i helhet.

- Kontrast – eftersom att det finns flera kulörer, format och ytbearbetningar kan man utnyttja detta för att skapa större tillgänglighet på en yta genom att skapa kontraster och taktila markeringar.
- Beständighet – beständighet mot kemiska påfrestningar som tölsalter och frost är viktigt för ett hållbart resultat.

Egenskaper hos granit

I byggnadssammanhang kan man säga att granit tillhör den grupp som innefattar silikatsten vilket innebär sten som har hög resistans mot sura medel (Bensch och Fors, 2011). De tekniska egenskaperna hos granit lämpar sig väl för användning i utemiljö då stentypen klassas som både tålig och har allmänt god beständighet (SSF, 2007).

De ytbearbetningar som används med hållar/plattor av granit är *flammad*, *krysshamrad*, och enstaka fall *råkilad* och *råkopp* (SSF, 2007). För att få en yta att stå ut ifrån andra kan fokus dras till stenens mönstring, kulör och format vid val av sten då det skulle finnas få bearbetningsmöjligheter. En *flammad* yta klassas som halksäker då ytan blir sträv, det är en bra bearbetning för att bevara stenens naturliga textur och lyster (SSF, 2007). *Krysshamrad* bearbetning ger en strävare yta och är därför mycket halksäker, lämpar sig bra till trafikerade beläggningar (SSF, 2007). Denna bearbetning används oftast till sågade plattor, kanterna på dessa bör fasas med 3 mm på ovansidan för att minska risk för utspjälkning och för att göra den färdiga beläggningen mer gångvänlig (SSF, 2007).

6. Slitlager: dimensionering, material och montering

Dimensionering

Hällens dimension begränsas av trafikklassen och stenens böjdraghållfasthet. Långsmala plattor klarar sig sämre än kvadratiska vid tung trafik då de blir utsatta för större böjpåkänningar. Ytan får inte understiga 0,1m² när det handlar om material för en markbeläggning. För fallande längder ska ett visst förhållande mellan längd och bredd gälla, stenens längd ska normalt vara 1,5–3 gånger stenens bredd.

Gällande naturstensbeläggningar måste man beräkna vilken tjocklek på stenen som fungerar utan att det leder till onödiga kostnader. På en biltrafikerad yta måste stenen kunna motstå de böjdraghållfastheter som uppstår då bilen rullar över hållar vars undre ytor inte är i full kontakt mot underlaget. Det är svårt att skapa full kontakt mellan stenen och underlaget och sättsand är i denna fråga sämre än läggbruk. Dock kan beläggning lagd i sand med fördel bli en flexibel yta. Med en bra fog av natursand eller krossmaterial kan ytan få goda egenskaper i att ta upp rörelser i underlaget. Vid val av dimensioner måste beställaren säkra att stenen klarar av den befintliga eller kommande trafikklassen. Vid förslag på dimensioner kan han/hon då räkna ut om den gör det genom att räkna ut brottlasten, P(kN)(Vinnova, 2015)(formel 1). Böjdraghållfastheten kan hittas för olika stensorter på <http://www.sten.se/> i deras stenkartotek. Om det handlar om importerad sten borde beställaren först be om redovisning av tekniska egenskaper. Siffran 1,6 är en säkerhetsfaktor som kompenserar för eventuella skillnader mellan beräkning och faktiskt brottlast.

Formel 1

R_{tf} = böjdraghållfasthet (MPa)
 W = plattans bredd (mm)
 T = plattans tjocklek (mm)
 L = plattans längd (mm)

$$P = \frac{R_{tf} W t^2}{1500 L \times 1,6}$$

Plattans tjocklek (t) kan således räknas ut i fallet då beställaren vet vilken belastning ytan ska tåla men är osäker på vilket tjocklek plattorna/hällarna ska ha för att klara av det (formel 2).

Formel 2

$$t = \sqrt{\frac{1,6 \times 1500LP}{R_{tf}W}}$$

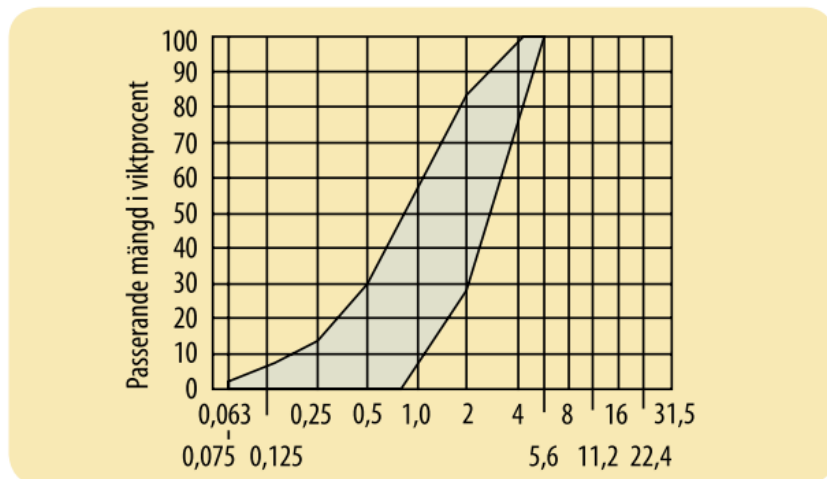
Beställare kan själv räkna ut om en viss dimension på sten kommer ge ett hållbart resultat, detta är en fördel då han/hon har belägg för sina förslag som också blir mer genomtänkta. För att en person inte ska behöva göra detta varje gång en anläggning skall utföras finns det några standardrekommendationer denne kan följa (SSF, 2007) (Tabell 1).

Tabell som vägledning vid val av stentjocklek med utgångspunkt från trafikbelastning och stenens böjdraghållfasthet																				
SS-EN 1341		Plattor, format, tjocklek i mm															Gatsten	Bärlager		
Trafikklass enl Väg 94	Klass	Minsta brottlast KN	Beskrivning (exempel)	350x350					700x 350					1050x350					Format enl tabell 5.2	Obundet bärlager min
				40	60	80	100	120	40	60	80	100	120	40	60	80	100	120		
	1-2	3	Uteplats, altan, etc utan möjlighet för fordonstrafik																	
G*	3	6	Entrégång, uteplats, lektyr, innergård utan trafik																	
GC	4	9	Gång- cykelväg med enstaka lätta fordon, garageinfart																	80
0*	5	14	Gång- cykelväg, P-plats. Lätta varutransporter																	80
1	6	25	Brandväg, torgtor mm.																	150
2		40	Gator/vägar																	150
3		60	Gator/vägar																	150
* Definition enligt Svensk Markbetong					Rekommenderad för stensorter med minsta böjdraghållfasthet 10 MPa															
					Rekommenderad för stensorter med minsta böjdraghållfasthet 15 MPa															
					Rekommenderad för stensorter med minsta böjdraghållfasthet 20 MPa															
					Rekommenderad för gatsten med minsta tryckhållfasthet 150 MPa															
					Ej godkänd utan särskild dimensionering															

Tabell 1. Vägledning vid val av stentjocklek, beräkningar enligt SS-EN 1341 (SSF, 2007)

Material

Vid anläggning av hållar/plattor skall antingen naturgrus 0–8 mm eller krossmaterial 2–8 mm användas som sättmaterial och fogsand (SSF, 2007). Sanden eller krossmaterialet för fogen skall vara välgraderat enligt Figur 2 (nedan) för att få en stabil konstruktion (SSF, 2007). Anledning till att graderat material är bättre än enkornigt är att det inte sopas upp så lätt av maskinell renhållning.



Figur 2. Siktcurva av sand för sättning och fogning av hållar/plattor (SSF, 2007)

Montering

Med ändring av (SSF, 2007) gällande naturstensbeläggning ska lagret med sättsand vara 20–40 mm (30 ± 10 mm) tjockt och bärlager 80 mm för samtliga trafikklasser.

Hällar ska läggas i 30 ± 10 mm sättsand eller krossmaterial med fraktion 0–8 mm (SSF, 2007), alternativt makadam 2–4 mm (personlig kommentar Kurt Johansson, 2016-01-18). Sanden/krossmaterialet ska noggrant packas tre gånger med en vibroplatta, 200 kg. Det har visat sig från erfarenhet att packning med vibroplatta ger en mer stabil grund än om sanden endast dras av med rätskiva. Eftersom sättlagrets tjocklek ändrats till 30 mm, borde detta medföra att det räcker med 100 kg vibroplatta (personlig kommentar Kurt Johansson, 2016-01-18). Efter packning lägger man ett sista utjämnande lager sand som dras av med rätskiva, därefter läggs hållarna på. Den slutgiltiga höjden ska i förhållande till angränsande hårda ytor vara 5–10 mm högre så att ytan kommer i rätt nivå efter den satt sig. I och med ändringen av sättlagertjockleken bör överhöjningen ändras till 4–7 mm (personlig kommentar Kurt Johansson, 2016-01-18). Packning bör även göras efter hållarna är lagda då tjockleken på hållarna är tjockare än 70 mm, då packar man med en lättare vibroplatta, 100 kg, som är försedd med gummiplatta.

7. Mönsterbild

Det finns olika möjligheter till mönster för att skapa ett uttryck hos en yta (Figur 3). Mönstret utgörs av i vilket format stenen beställs och hur den monteras på plats med hänsyn till placering och förband. Detta skall alltså vara bestämt innan beställning av sten. För att få ett bra resultat bör man tänka på att olika format av sten lämpar sig olika bra för olika ändamål. Tjocklek på stenen är av betydelse för hållfasthet i högre trafikklass och beställaren bör inte välja en långsmal platta då detta innebär högre risk för knäckning. Se formel under rubrik *Slitlager: dimensionering material och montering*. Det är gynnsamt både med hänsyn till rengöring och spjälkningsrisk att plattornas överkanter är lätt avfasade (SSF, 2007). Plattor med spetsiga hörn är inte att rekommendera då dessa lätt bryts. För stabilitetens skull bör heller inte plattans area understiga $0,1 \text{ m}^2$, förutom vid undantag där den ska användas som passbit mot en fast beläggning.

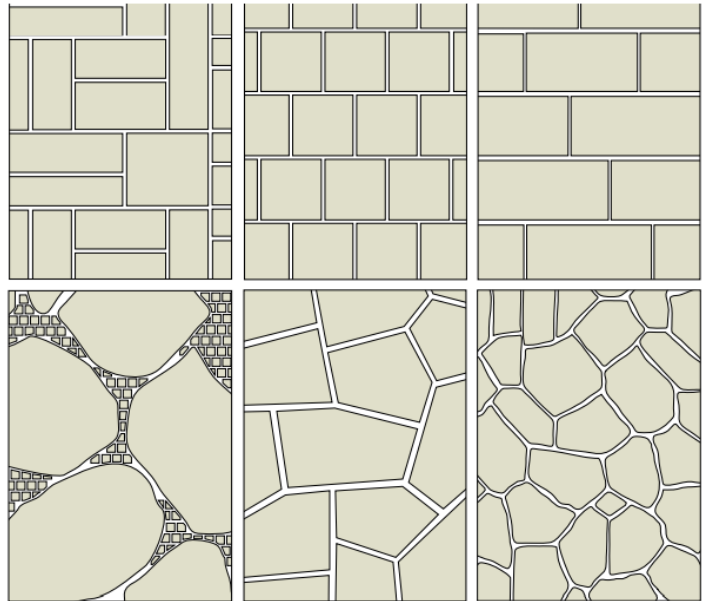
Den vanligaste form vid trafikerade beläggningar är kvadratiske eller rektangulära plattor, detta för bättre stabilitet och säkrare läggning. Med plattor av denna form kan olika mönster läggas så som fallande längder, enkelt förband eller genomgående fog (Jallow et. al. 2011).

Med fallande längder menas ett horisontellt mönster där längden på hållarna/plattorna varierar vanligen mellan 1,5 till 3 gånger plattans bredd. Bredden på samtliga plattor ska vara ganska lika och de ska läggas i slumpartad följd (SSF, 2007).

Fogförskjutningen för fallande längder skall vara minimum $1/5$ av plattans bredd men det får aldrig bli under 100 mm (SSF, 2007). De fallande längderna innebär att det blir en viss oregelbundenhet gällande de parallella fogarna.

På grund av detta kan hållarna läggas strategiskt så att de tillsammans passar ytan bättre vilket innebär färre passbitar och mindre kapning på plats. Med användning av samma stensort hos samtliga hållar/plattor utgör denna mönsterbild den variant som oftast blir billigast och är också därför vanligast under förutsättningarna.

I ett enkelt förband eller halvstensförband bildar hållar/plattor av samma dimensioner oftast ett tvärgående mönster. De läggs då med en lodrät fogförskjutning som utgör halva stenen. Mönster med genomgående fog både horisontellt och lodrät rekommenderas inte på grund av att det finns hög risk för att hållarna/plattorna förskjuts, särskilt i tyngre trafik. Rundare form eller icke-rektangulära plattor som läggs i ett oregelbundet mönster är inte lämpliga på ytor som belastat med tyngre trafik.



Figur 3. Olika läggningmönster (SSF, 2007)

8. Fogar

Beläggning med natursten utförs alltid med fog. Utan dem kan ytan inte användas. Det finns olika material för fog, fogbruk och tillsatser som kan användas men eftersom samtliga fogar i undersökningen har sandfog kommer de inte tas upp. Fogen innebär mellanrummet mellan beläggnings hällar som är fyllda med sand eller makadam. Fogen har i uppgift att hålla hällarna på plats och med detta förhindra utspjälkning. Med fog hjälps plattorna/hällarna i beläggnings åtgärder och samverkar för att klara av tyngre laster (tabell 2).

Tabell 2. Rekommenderade bredder och toleranser på fogar i markbeläggningar med plattor/hällar (SSF, 2007)

	Sandfog	Bruksfog
Rektangulära plattor med sågade kanter	6±3	8±3
Rektangulära plattor med huggna kanter	10-20	10-20
Oregelbundna plattor med huggna kanter	10-40	10-40

Vid beläggning som läggs i sand eller krossmaterial rekommenderas fogning med naturgrus (0–8 mm) eller krossmaterial (2–4 mm), man använder samma material till fogning som man haft till sättning. Detta blir en flexibel konstruktion. När sanden ska ner i fogen ska den sopas diagonalt över ytan för att komma ner i skarvarna och sedan ska ytan vattnas så att sanden packas, denna process ska utföras två gånger. Utförandet av fogfyllnad och bevattning ska göras noggrant och blir avgörande för hur väl hällarna/plattorna låser varandra samt hur stabil, hållbar och tillgänglig ytan blir. Det är också viktigt att mellanrummen inte innebär ojämnheter, det finns gränser för hur stor höjdskillnad det får vara mellan hällarna. Detta kallas språng vid fog och får högst vara 3 mm skillnad i höjd mellan två kanter på intilliggande hällar. För stort fogsprång kan bero på att fogarna inte är tillräckligt fyllda vilket leder till förskjutning men det kan också bero på för dåligt packat bärlager då detta skapar höjdskillnader och buktighet.

9. Underhåll

Natursten har goda förutsättningar avseende de tre aspekterna funktion, hållbarhet och estetik. Det är ett tåligt material som åldras vackert men utan god skötsel och underhåll av beläggning får ytan ingen chans att hålla god standard (SSF, 2007). Några typiska delar i underhållning av en naturstensyta är bland annat maskinell sopning, fyllning av fogar, ogrärensning, snöröjning och isbekämpning, åtgärd av sättningar och skador (SSF, 2007).

Bekämpning av ogräs sker främst mekaniskt, vanligt är att använda sig av borstning på ytorna. Borstning eller sopning görs med en sopmaskin, de flesta av dessa har en uppsugningsförmåga och detta kan innebära problem för stenbeläggningar. Fogens fyllnad är en vital faktor för att hålla skötsel- och reparationsinsatser låga. På en nyanlaggd yta har materialet i fogarna inte packats ännu vilket innebär att de inte kunnat sätta sig för att utgöra stabilitet. En sopmaskin kan förstöra dem genom att suga upp fogmaterial och/eller gröpa ur fogarna med sina borstar (SSF, 2007).

Fyllning av fogar är väldigt viktigt för att stenar i beläggnings inte ska lossna och förskjutas, detta bör kompletteras kontinuerligt. De första åren kan skötsel och komplettering av fogar vara avgörande för ytans hållbarhet i längden, de bör därför fyllas ofta under denna period och även gärna vid behov (SSF, 2007).

Snö- och is ska främst bekämpas med mekaniska medel, alltså inte med tössalter. Typiskt plogas snö bort från ytan och is kan bekämpas utan salt med utläggning av grus. Ett annat alternativ som används i Helsingborgs stad på gågatan är markvärme genom värmeslingor. Genom att värma upp ytan kan man enkelt undvika bildning av is och snö då det smälter bort direkt, en fördel med detta är att man inte behöver lägga resurser på eller ta hänsyn till snöröjning och grusning. Detta är möjligt och fungerar bra i och med stenens värmeledande egenskaper som även ger en jämn fördelning av värmen. Problemen med konstruktionen är att värmeförlust ner i marken måste begränsas så mycket som möjligt och att den inte lämpar sig för belastning av fordonstrafik. Tillsammans utgör värmeisolering, sättsand och rör ett väldigt tjockt lager under naturstenen som blir ett glidskikt med större risk för förskjutningar och sättningar. På grund av detta klarar inte konstruktionen ett hållbart resultat vid den belastning som biltrafik innebär. Ytan bör hålla en viss standard för gång- och cykeltrafik så länge fogar hålls efter kontinuerligt och vid behov (SSF, 2007).

Reparation eller omläggning av sten kan göras ganska lätt så länge skötselpersonalen har tillgång till samma stenmaterial som redan finns i befintlig beläggning. När ersättning av sten görs med samma stenmaterial kan den nya stenen urskiljas till en början då den inte är sliten och ligger lite högre upp än den befintliga men den får samma patina och sätter sig till samma höjd ganska snabbt.

Syfte

Syftet med detta arbete är att ta reda på förutsättningar att ytterliga säkra beslutsprocessen från projektstart till färdig anläggning av hårdgjorda ytor i urbana ytor med Helsingborg som utgångspunkt. Allra största delen av hårdbelagda ytor fungerar enligt förväntan, d.v.s. som det föreskrivits. Det händer dock att någon del av slutresultatet inte blir som det ska.

Frågeställning/Mål:

- Varför har de ytor, som ska undersökas, fått det resultatet de fått och framförallt varför har vissa inte fungerat som planerat?
- Kan man göra förbättringar i beslutsgången genom hela bygg/anläggningsprocessen som leder till att alla blir bra, d.v.s. säkra resultatet i hela processen från projektering till underhåll?

Granskning av handlingar

Platser

Fyra platser i Helsingborgs kommun med fyra olika beläggningar undersöktes. Handlingar fanns tillgängliga för beläggningarna 1 och 2, beläggningar 3 och 4 undersöktes endast i fältstudie. De fyra platser som undersöktes i Helsingborgs kommun är följande:

1. *Kullagatan Etapp 2* – Området startar vid Hästmöllegränden och sträcker sig till strax söder om korsningen Kullagatan/Nedre Långvinkelsgatan.
2. *Lilla Torggatan* - Lilla Torggatan fram till Norra Kyrkogatan.
3. *Carl Krooks gata/Bollbrogatan* - Korsningen där Carl Krooks gata och Bollbrogatan möts.
4. *Kullagatan Etapp 1* - mellan Kullagatan etapp 2 och Stortorget.

Granskning av förfrågningsunderlag med hjälp av checklista

Checklista granskning av förfrågningsunderlag

- a. Beställare, projektör, entreprenör och leverantör
- b. Anläggningsår, funktion och trafikklass
- c. Överbyggnad
- d. Dräneringslösning, skelettjord och mothåll
- e. Mönsterbild, förband, fogsprång och fogbredd
- f. Materialval för fogar, sättning och hållar d.v.s. slitlagret

Checklistorna är sorterade med hänsyn till undersökningens gång och bygger på allmän information kring beläggningarna samt faktorer som kan påverka dem.

Förfrågningsunderlag för beläggningarna på platserna 1 och 2 fanns tillgängliga och tillhandahölls av Helsingborgs stadsbyggnadsförvaltning. Dessa beläggningar ingår i projektet "Lilla Torggatan och Kullagatan etapp 2" som har genomförts år 2015–2016 på beställning av Helsingborgs stad. Båda områden innefattas alltså av ett enda förfrågningsunderlag vars information talar för båda beläggningarna.

All text i grå ruta hänvisar till de administrativa föreskrifterna ur förfrågningsunderlaget.

- a. Beställare, projektör, entreprenör och leverantör

Beställare: Helsingborgs Stad, SBF

Projektör: Tyréns AB

Entreprenör: Anläggning & Kabel Entreprenad i Malmö AB (AKEA AB)

Leverantör: Det åligger entreprenören att tillhandahålla stenmaterial

- b. Anläggningsår, funktion och trafikklass

Anläggningsår: 2015

Funktion: inte angivet

Trafikklass: Trafikklassen är inte angiven men förfrågningsunderlaget hänvisar följande:

Helsingborgs stads trafikföreskrift "Förbud mot trafik med tung lastbil" anger vilka vägar som ska användas för tung trafik inom Helsingborgs tätort och vilka undantag som finns.

Ur detta kan man urskilja gatorna Kullagatan samt Lilla Torggatan som områden där tung trafik ej får föras och utesluta de högre trafikklasserna. Antagligen gäller trafikklass 1.

c. Överbyggnad

AMA KOD: CBB

JORDSCHAKT

Större delen av schakten kommer att utföras i befintlig överbyggnad.

AMA KOD: DCB.552

JUSTERINGSLAGER AV OBUNDET BÄRLAGERMATERIAL KATEGORI B TILL BELAGDA YTOR

Avser justering till överbyggnadstyp A-J, L och M enligt ritningar 10 833 401–10 833 402 krossat bergmaterial 0–40, t=var mm. Dock min 80 mm

Tabell 3 Av: Julia Rehnström. Kullagatan Etapp 2 överbyggnad A enligt ritning 10 833 402 i förfrågningsunderlaget.

Benämning	Material	mm	AMA kod
Gångbana granithällar t-VAR			
Beläggning	Granithällar	120 ± 2	DCG 12
Kross	Fraktion 1–4	50	-
Obundet bärlager	Krossmaterial 0–40 mm	min 80	DCG 312

Tabell 4 Av: Julia Rehnström. Lilla Torggatan överbyggnad C enligt ritning 10 833 402 i förfrågningsunderlaget.

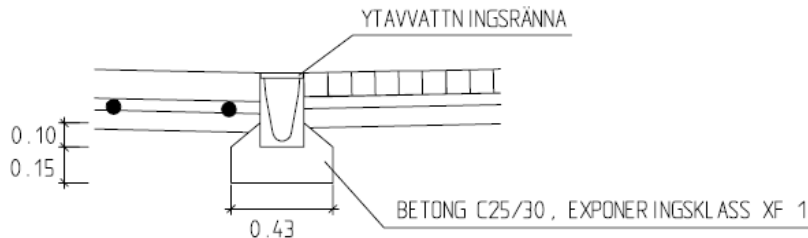
Benämning	Material	mm	AMA kod
Gångbana granithällar t-VAR			
Beläggning	Granithällar	120 ± 2	DCG 12
Kross	Fraktion 1–4	30	-
Obundet bärlager	Krossmaterial 0–40 mm	min 80	DCG 312

Det enda som skiljer överbyggnaden för Kullagatan och Lilla Torggatan är att sättlagret är 20 mm tjockare på Kullagatan, detta på grund av att det ska integreras markvärmeslingor i beläggningsen på Kullagatan. VAR betyder att befintlig överbyggnad ska justeras med varierad tjocklek. Eftersom justering av bärlager utförts borde egenkontrollprotokoll finnas.

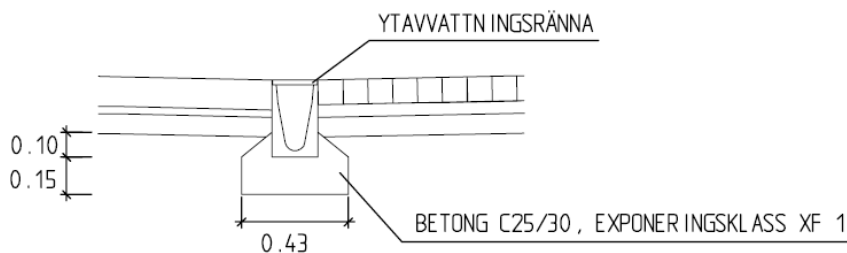
d. Dräneringslösning, skelettjord och mothåll

I Förfrågningsunderlaget framgår inget mothåll i form av kantstöd, man kan anta att ytavvattningsrännorna även fungerar som ett slags mothåll i beläggningen. Eventuell skelettjord i beläggning framgår inte.

Principskiss 6 enligt ritning 10 833 402 i förfrågningsunderlaget.
Kullagatan Etapp 2, läggingsanvisningar för ytavvattningsränna.



Principskiss 7 enligt ritning 10 833 402 i förfrågningsunderlaget.
Lilla Torggatan, läggingsanvisningar för ytavvattningsränna.



- e. Mönsterbild, förband, fogsprång och fogbredd
- f. Materialval för fogar, sättning och hållar

AMA KOD: DCG1

Med ändring av AMA Anläggning 07 gäller att:
Sikt (mm) 0,075 i tabell DCG/1 ska vara 0,063.

Med tillägg till AMA Anläggning 07 gäller att:
Sättning och fogning skall ske med kross 1–4 mm till både granitplattor, granithällar och smågatsten.

Sättningslagret skall vara helt jämnt. Eventuella ojämnheter får inte justeras i sättningslagret.

AMA KOD: DCG.12

BELÄGGNING AV NATURSTENSPLATTOR

Läggning/Fogar:

Granithällarna skall läggas i förband med förskjutning minst 200 mm. Fog i fog får ej förekomma. Fogbredd ska vara 5–8 mm och välfyllda med fogand. Distanser i fogar ska användas och vara Pallbricka BULO PBR5.

Distanser skall ej vara synliga, placeras ca 2 cm under färdig yta. Ingen bit får understiga 600 mm i färdig yta. Vid kapning av hållar ska kanthörn fasas på ovsidan 3 mm.

Jämnhet

Hällarna ska ligga i nivå med varandra, helt utan avvikelser.

Granithällar i stråket och platsbildning

Avser överbyggnadstyp A, B och C

Kinesisk granit G354C eller likvärdig. Färg och kvalitet skall vara genomgående i hela partiet.

Tjocklek 120 mm, ± 2mm. Ovansidan krysshamrad, övriga sidor sågande. Synliga kanter fasade 3 mm.

Rader i stråket har tre olika bredder: 300 mm, 400 mm och 500 mm.

För 300 mm bredd gäller att de enskilda hällarnas längd ska vara 600–900 mm. Avslutningssten ska ha minst 450 mm längd.

För 400 mm bredd gäller att de enskilda hällarnas längd ska vara 800–1200 mm. Avslutningssten ska ha minst 600 mm längd.

För 500 mm bredd gäller att de enskilda hällarnas längd ska vara 1000–1500 mm. Avslutningssten ska ha minst 750 mm längd.

Radernas bredd ska varieras slumpmässigt. Samma bredd får förekomma i maximalt 2 rader intill varandra.

Sågning

Ändstenar i varje rad skall sågas på plats.

Stenar i vinkelförändring skall sågas på fabrik.

Vid vinkelförändring är minsta tillåtna bredd på rad 280 mm.

På ritning 10 833 402 visas hur mönstret på platsbildningen ska utformas.

Böjdraghållfasthet skall vara minst 15MPa.

I anvisningar för dimensioner och läggning av granithällar enligt ritning **10 833 402** i förfrågningsunderlaget stämmer nästan allt med det som angivits i administrativa föreskrifter förutom några få tillägg. De avvikande tilläggen visas nedan i kursiv text.

Beläggning av granithällar i stråk enligt ritning 10 833 402:

Avslutningssten(passbit) ska ha minst 750 mm längd i övergång mot avvikande beläggning.

Radernas bredd skall varieras slumpmässigt. Samma bredd får förekomma i maximalt 2 rader intill varandra. Fog i fog får inte förekomma och samma bredd får inte förekomma i rader intill varandra.

Vad menas med detta när man ändå inte använder denna fraktion? Man använder 1–4 mm som anges.

Med ändring av AMA Anläggning 07 gäller att:

Sikt (mm) 0,075 i tabell DCG/1 ska vara 0,063.

Finns i föreskrifterna något som avvikerfrån anvisningar och allmänna föreskrifter (typ AMA, Utemiljö)?

Det mesta i föreskrifterna stämmer bra överens med anvisningar ur både AMA och häftet Utemiljö, det finns några få avvikelser.

- Under rubriken jämnhet står det ”Hällarna ska ligga i nivå med varandra, helt utan avvikelser”. Detta innebär alltså att det inte får finnas något fogsprång alls medan anvisningarna i Utemiljö säger att en tolerans på 3 mm fogsprång är tillåtet. Det borde vara i det närmsta omöjligt att ha toleransen 0 som AMA kan tolkas.
- En komplikation med beslutet att ha värmeslingor på en yta som är trafikerad av fordon. Utemiljö anger att alla ytor som ska trafikeras av fordon i någon form ej bör ha en överbyggnad med värmeslingor. Nu är det inte tung trafik på Kullagatan men eftersom där är någon form av fordonstrafik är det ändå en avvikelse.
- För övrigt finns det en avvikelse mellan administrativa föreskrifter och det som angivits i ritningarna. I ritningarna förekommer angivelsen ” *Avslutningssten ska ha minst 750 mm längd i övergång mot avvikande beläggning.* ”. Denna angivelse finns ej med i administrativa föreskrifter. Ett annat tillägg är även att ” *samma bredd får inte förekomma i rader intill varandra.* ” när det i samma stycke står att det får förekomma i max 2 rader intill varandra som det även gör i de administrativa föreskrifterna.
- Det som angivits i förfrågningsunderlaget angående fogbredd kan även ses som en avvikelse då AMA och Utemiljö föreskriver en fogbredd på 6 ± 3 . I de administrativa föreskrifterna är det angivet fogbredd 5–8 mm vilket är inom samma ram men med mindre variationstolerans. Kravet på distansbrickor säkrar den nedre gränsen för fogbredden.
- Längden på de fallande hällarna har begränsats från $1\frac{1}{2}$ till 2 gånger bredden.
- Hällarna är ovanligt tjocka för trafikclass 1. Enligt formel i Vinnova 2014 skulle det räcka med 80 mm.

Slutbesiktningsprotokoll och egenkontrollprotokoll

Slutbesiktningsprotokoll finns och jag fick även möjlighet att följa med på slutbesiktningen som ägde rum i november månad. I denna besiktning framkom följande konstaterade fel:

Generellt

- För lite fogsand på samtliga platser

Lilla Torggatan

- Ej en tredjedels stenar. Observeras under garantitiden
- Häll hög
- Ej rak stensättning
- Brunn låg
- Stenar skadade

Granskning av skötselinstruktion/underhållsplan

AMA KOD: DHB

SKÖTSEL AV MARKANLÄGGNING UNDER GARANTITIDEN

Med tillägg till AMA 07 gäller att:

E skall upprätta en underhållsplan, som ska innehålla kontrollplan med avrapporteringsystem, för garantiskötsel.

Anläggningen skall uppvisa ett vårdat intryck under garantitiden.

Kemiska bekämpningsmedel får ej användas.

Skötsel av markbeläggningar m m under garantitiden

Med tillägg till AMA 07 gäller att:

Växtlighet i hårdgjorda ytor borttas, gäller även fogar. Borttagning skall utföras på sådant sätt att den inte påverkar markbelägningens funktion, konstruktion, livslängd eller ytans jämnhet.

Skötsel av beläggning av gatsten under garantitiden

Med tillägg till AMA 07 gäller att:

Avser även granithällar samt kullerstensytor. Beläggningen skall kontrolleras varje månad under det första halvåret. Vid behov skall fogmaterialet fyllas på. Vid varje tillfälle meddelas B att åtgärd utförts.

Behov av påfyllnad av fogmaterial skall kontrolleras 1 ggr/månad under det första halvåret och därefter 2 ggr/år.

Detta är det som bestämts för garantitiden. Egenkontrollplan fanns inte tillgängligt avseende detta.

Gällande fortsatt skötsel och underhåll, efter garantitiden då beställaren tar över ansvaret, fanns inga uppgifter.

Fältstudie med hjälp av checklista

Checklista fältstudie

- a. Material för fog och hällar
- b. Mönsterbild och förband
- c. Mothåll
- d. Fogar: bredd, fyllnad, språng
- e. Buktighet hos ytan, lutning
- f. Har hällar rört på sig och/eller skadats?
- g. Sättmaterial, tjocklek och fraktion
- h. Genomförande av underhåll
- i. Träd, dränering, brunnar?
- j. Övrigt anmärkningsvärt

Checklistorna är sorterade med hänsyn till undersökningens gång och bygger på allmän information kring beläggningarna samt faktorer som kan påverka dem.

Kullagatan Etapp 2

a. Hällar

Dimensioner för hällar: bredder 300, 400 och 500 mm. Fallande längder tvärs riktningen.

Hällar med bredd:

300 mm har i majoritet en längd runt 700 mm.

Minsta längd på avslutningssten/passbit 175 mm.

400 mm har i majoritet en längd runt 1000 mm. Minsta längd på avslutningssten/passbit 385 mm.

500 mm har i majoritet en längd runt 1150 mm. Minsta längd på avslutningssten/passbit 160 mm.

b. Mönsterbild och förband

Hällarna är lagda i fallande längder med rader med max två likadana bredder intill varandra. Minsta fogförskjutning ligger på 105 mm. Två rader med samma bredd på hällar intill varandra förekommer.

c. Mothåll

Det finns inga kantstöd på plats, mothållet är en ytavvattningsränna med bredd 210 mm bredd som går längs hela beläggningen fram till Hästmöllegränden. Andra sidans mothåll utgörs av byggnader.



Bild 3 Av: Julia Rehnström

Skadade hällar och försvunnen fog

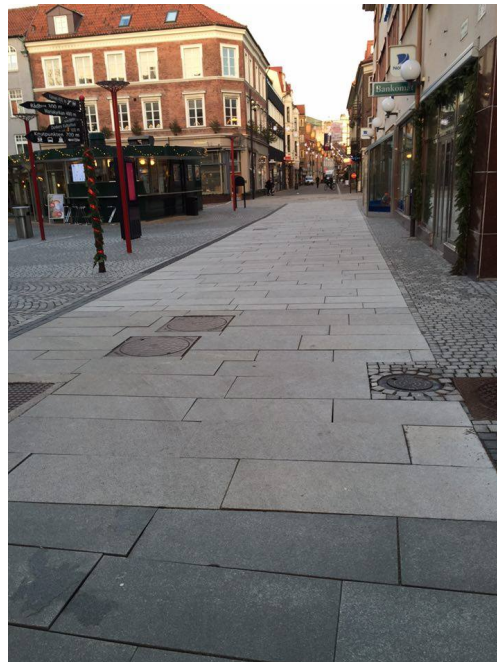


Bild 2 Av: Julia Rehnström

Kullagatan Etapp 2

d. Fogar: bredd, fyllnad, språng

Bredd: nästan alla ligger mellan 4–8 mm, majoriteten på 7 mm.

Fyllnad: Den lägsta fyllnaden är 100 mm under markyta, för majoriteten av fogarna är fyllnaden 5 mm under markhöjd.

Språng: Största fogsprång låg på 10 mm men majoriteten hade ett ganska lågt tal. De ligger inte i nivå med varandra (0-tolerans) vilket är omöjligt.

e. Buktighet hos ytan, lutning

Beläggningsen är överlag ganska jämn men det finns problem vid brunnarna där ytan även belastas av svängande biltrafik. På detta område var ytan redan ojämn. Gatan har en lutning från byggnaden, ingen vanlig bombering. Lutningen för avvattning är bra i anknnytning till ytavvattningsrännan och här är fortfarande beläggningsen jämn.



Bild 5 Av: Julia Rehnström

Förskjuten håll där fogen blivit större



Bild 4 Av: Julia Rehnström

Bil som kör in på Kullagatan från Hästmöllegränden

f. Har hållar rört på sig och/eller skadats?

Hällarna har förskjutits och skadats där bilarna kör över ytan från Hästmöllegränden. Det har skapat större fogsprång och dålig fogfyllnad. När jag står på plats och ser bilar köra på ytan kan jag märka att hållarna redan är ganska lösa. Som man kan se på bilden brevid har nog hållarna rört på sig ganska nyligen eftersom att fogen fortfarande är kvar fastän det har blivit en glipa.

g. Sättmaterial, tjocklek och fraktion

Information ej tillgänglig då jag inte lyckades få möjlighet att lyfta på hållar. Vid den blottning av sättlagret som uppstod vid uppgrävningen vid värmekopplingen (bild 7) kunde man dock få en uppfattning om att fraktionen var ung. 1–4 mm.

h. Genomförande av underhåll

Ingen information men där fogfyllning saknas glider plattorna. Skötsel under garantitiden. Beställaren meddelas att åtgärd utförts. Vem hos beställaren ska meddelas?

i. Träd, dränering, brunnar?

Inga träd på plats. Dränering i form av ytavvattningsränna. Det finns 3 brunnar och en lucka för telekammare samlat på den plats där bilarna korsar Kullagatan, det verkar bli ganska mycket problem kring dessa i denna beläggning.

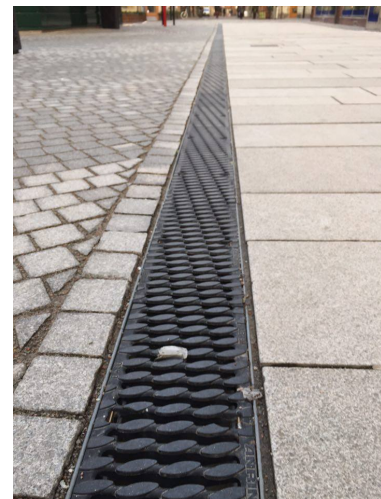


Bild 6 Av: Julia Rehnström

Ytavvattningsränna mellan naturstenshällar och gatsten

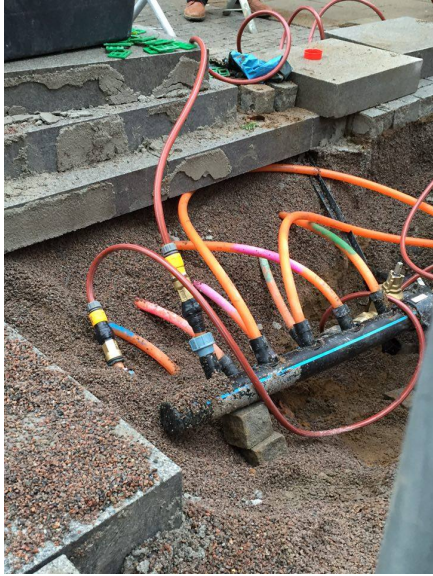


Bild 7 Av: Julia Rehnström
*Uppgrävd beläggning där rör för
värmeslingor syns*

j. Övrigt anmärkningsvärt
Området där det blivit mest problem verkar inte ha något bra motstöd då ytavvattningsrännan inte sträcker sig till detta område. Det verkar också som att det blir mest problem där bilarna svänger men inga problem där de kör rakt fram. Jag råkade också vara på plats när man hade grävt ner och öppnat upp platsen där det idag är mycket problem. Som man kan se nedan är det här man har lagt ner ett tjockare rör som värmeslingorna är kopplade till. Troligtvis är sättsandslagret mer än 50 mm här.

Lilla Torggatan

a. Hällar

Dimensioner för hällar: bredder 300, 400 och 500 mm.

Hällar med bredd:

300 mm har i majoritet en längd runt 650 mm.

Minsta längd på avslutningssten/passbit 155 mm.

400 mm har i majoritet en längd runt 1100 mm.

Minsta längd på avslutningssten/passbit 300 mm.

500 mm har i majoritet en längd runt 1150 mm.

Minsta längd på avslutningssten/passbit 165 mm.

Avviker alltså från den föreskrivna minimilängden.

b. Mönsterbild och förband

Hällarna är lagda i fallande längder tvärs riktningen

helt utan rader som har likadana bredder intill

varandra. Minsta fogförskjutning ligger på 50 mm.

Avviker alltså från den föreskrivna minimilängden.

c. Mothåll

Det finns inga kantstöd på plats, mothållet är en

ytavvattningsränna med bredd 215 mm bredd som

går längs hela beläggningen fram till Stortorget.

d. Fogar: bredd, fyllnad, språng

Bredd: I stort sett alla mellan 5 – 9 mm.

Fyllnad: Samtliga fogarna har fyllnaden 5 mm under markhöjd.

Språng: Största fogsprång ligger på 7 mm men det är en enstaka, resterande har max 2–3 mm. De ligger alltså inte i nivå med varandra.



Bild 8 Av: Julia Rehnström
Lilla Torggatan

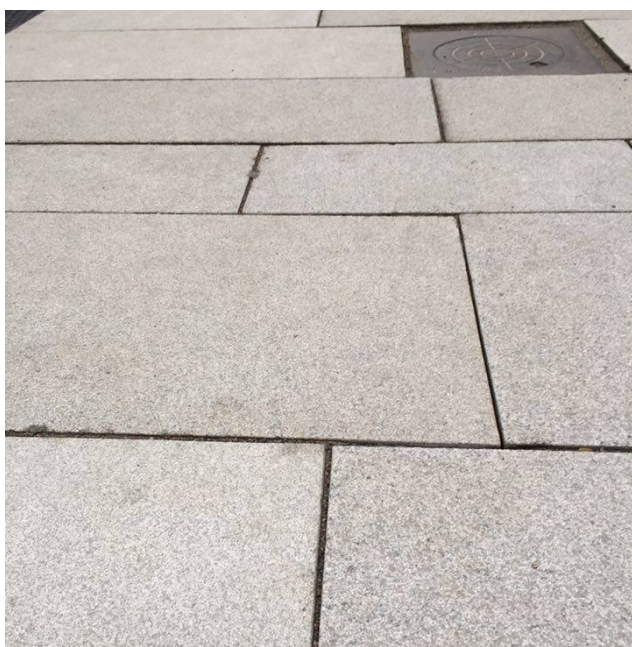


Bild 9 Av: Julia Rehnström
Exempel på fogar och fogförskjutning på plats

e. Buktighet hos ytan, lutning

Inga ojämnheter, ytan är plan med lutning mot ytavvattningsränna.

f. Har hällar rört på sig och/eller skadats?

Hällarna har ej gått sönder, fogarna ligger kvar och det finns inga tecken på att hällarna har förskjutits ur sitt läge.

g. Sättmaterial, tjocklek och fraktion

Information ej tillgänglig då vi inte lyckades få möjlighet att lyfta på hällar.

h. Genomförande av underhåll

Ingen information. Skötsel under garantitiden. Beställaren meddelas att åtgärd utförts.

i. Träd, dränering, brunnar?

Inga träd på plats. Dränering i form av ytavvattningsränna. Det finns några få brunnar i beläggningen men de verkar inte utgöra några problem.

j. Övrigt anmärkningsvärt

Ingen information.

Kullagatan Etapp 1

a. Hällar

Dimensioner för hällar: bredder 300, 400 och 500 mm.

Hällar med bredd:

300 mm har i majoritet en längd runt 600 mm.

400 mm har i majoritet en längd runt 900 mm.

500 mm har i majoritet en längd runt 1100 mm.

Det finns ingen avslutningssten som har en väsentligt kort längd.

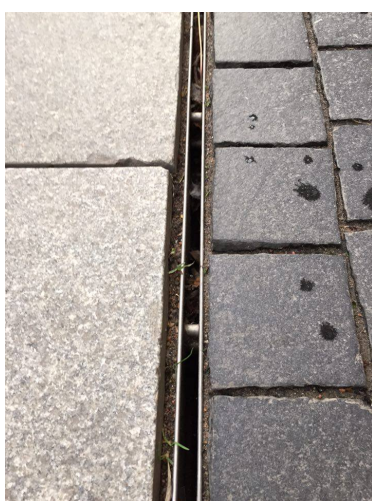


Bild 11 Av: Julia Rehnström
Slitsavvattningsränna mellan natursten och gatsten

c. Mothåll

Det finns inga kantstöd på plats. Två smala slitsavvattningsrännor längs båda sidorna av gatan inspända mellan två byggnader har fått fungera som mothåll.

d. Fogar: bredd, fyllnad, språng

Bredd: I mitten av gatan är fogarna ganska stora, mellan 6 – 12 mm. Övriga fogar ligger runt 6 mm. Tack vare plastdistanser är det få hällar som saknat fog och fläkt sönder. D.v.s. ytters få fogar har bredd under 5 mm.

Fyllnad: De flesta fogar har fyllnaden 11 mm under markytan. Minsta fyllnad ligger på 27 mm under markytan.

Språng: Största fogsprång ligger på 6 mm, flera fogar har detta språng.



Bild 10 Av: Julia Rehnström
Kullagatan. Här har mönstret anpassats till vattenavrinningen och därmed bomberingen.

b. Mönsterbild och förband

Hällarna är lagda i fallande längder med rader med max två likadana bredder intill varandra. Minsta fogförskjutning ligger på 60 mm. Hällarna ligger inte helt i slumpmässig ordning, man kan urskilja en centrerad läggning av hällar i gatan så att det inte förekommer fog i mittlinjen. Två rader med samma bredd på hällar intill varandra förekommer. Mönstret har anpassats till bomberingen (d.v.s. vattenavrinning till rännorna på båda sidorna) och kravet på max fogsprång 3 mm.

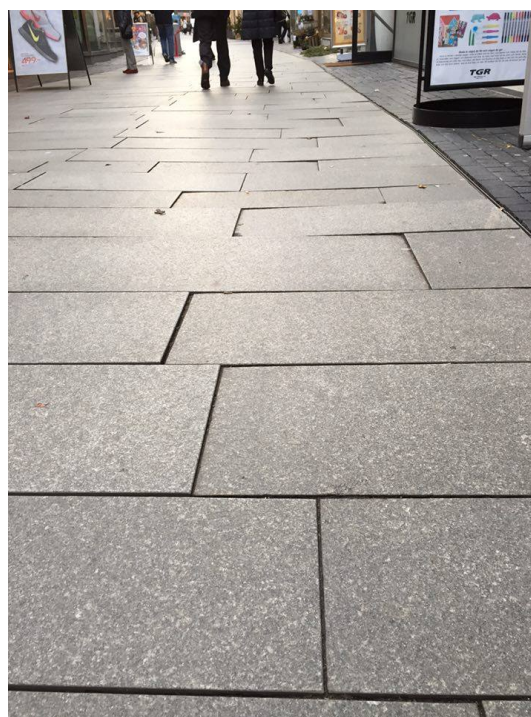


Bild 12 Av: Julia Rehnström
Överblick av sättningar i beläggningen

e. Buktighet hos ytan, lutning

Beläggningen är ojämn i mittlinjen av gatan, detta på grund av att gatan är bomberad och att hållarna är dimensionerade med den längd som de är. Vissa punkter har fel lutning där det blir stående vatten. Lutningen är främst fel på den västra delen av gatan som en nedsjunkna linje mellan mittlinjen och ytavvattningsrännan. Se bild 12.

f. Har hållar rört på sig och/eller skadats?

Det är några få platser i beläggningen där fogar har försvunnit och hållar gått sönder.

g. Sättmaterial, tjocklek och fraktion

Information ej tillgänglig då vi inte lyckades få möjlighet att lyfta på hållar. Enligt Tidskriften Sten nr 1 2013 s.15–21 är sättlager 50 mm, inklusive värmerör. Fraktion 1–4 mm.

h. Genomförande av underhåll

Ingen information.

i. Träd, dränering, brunnar

Det finns inga brunnar som är särskilt nära varandra och de verkar inte utgöra något problem i beläggningen. Dränering i form av slitsavvattning.

j. Övrigt anmärkningsvärt

Det som i stor utsträckning ger karaktär åt Kullagatan är det mönster av specialformade hållar som är placerade där gatan möter Strömgränd och Kolmätargränd (bild 13). Mönstret med hållarna består av 3 olika format och omges av smågatsten av diabas. Detta är mycket välgjort och hållarna har fungerat väl utan problem under en lång tid. Vissa vinklar är under 45 grader men där är inga som är särskilt spetsiga. Trots detta har konstruktionen klarat av daglig belastning av bland annat varutransporter bra. Dessa detaljer i stadens centrum är uppskattade av invånarna och det är kul att se något så kreativt som också visar sig vara hållbart.



Bild 13 Av: Julia Rehnström

Bild av de karaktärsfulla mönsterläggningarna i Kullagatan Etapp 1

Carl Krooks gata/Bollbrogatan

a. Hällar

Dimensioner för hällar: bredder 230, 345, 465 och 700 mm.

De är av röd granitsort Vånga som är kvadratiska, alltså längd är samma som bredd på samtliga plattor. Plattorna är strategiskt lagda för att undvika förekomst av avvikande avslutningssten.

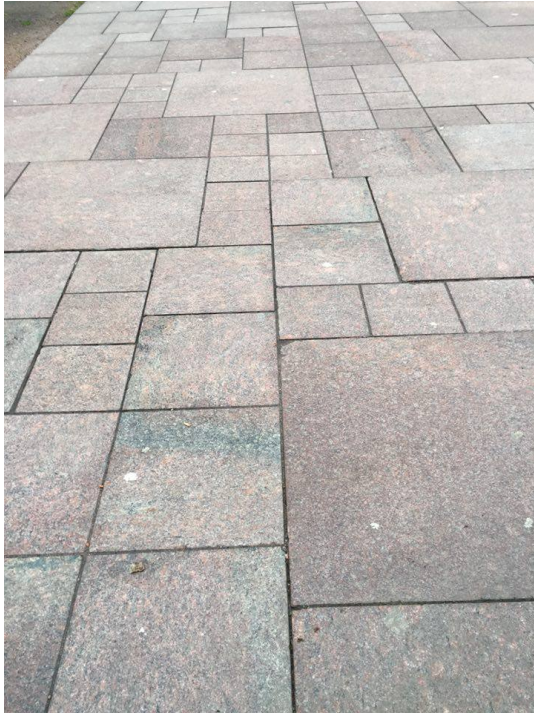


Bild 15 Av: Julia Rehnström
Överblick av läggningmönster med olika storlek på hällar

c. Mothåll

Det finns inget slags mothåll på plats, varken i form av kantstöd, ytvattenränna eller något annat förutom intilliggande hårda beläggningar. Ytan är ganska stor och angränsar även till grus och gräsytor. Det finns större, stående granitblock i beläggningen men de har en annan vinkel än plattorna och verkar inte ge ett bra stöd.



Bild 14 Av: Julia Rehnström
Korsningen vid Carl Krooks gata och Bollbrogatan

b. Mönsterbild och förband

Hällarna är lagda i slumpmässig ordning beroende på storlek med undantag vid körbanan där det nästan enbart är 230 x 230 plattor. Vid körbanan är de lagda med genomgående fog i båda riktningar, övrigt förekommer fog i fog med viss slumpmässig avbrytning.

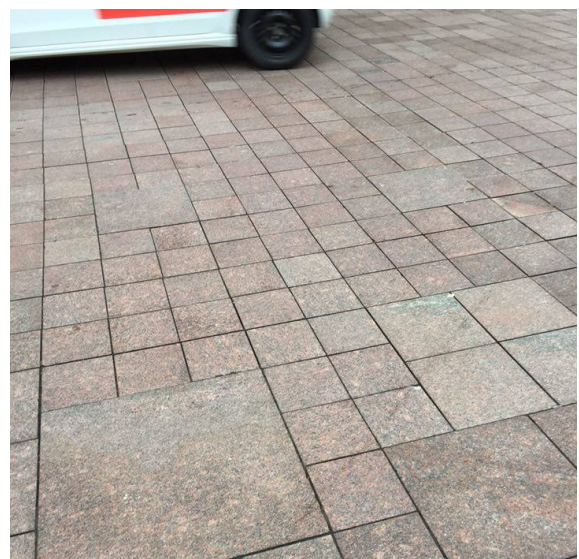


Bild 16 Av: Julia Rehnström
Övergång från utkanten på beläggningen till körbana

d. Fogar: bredd, fyllnad, språng

Bredd: mellan 0 – 14 mm. Väldigt varierande för det mesta men i körfältet ligger bredden på omkring 4 mm.

Fyllnad: I körfältet ligger minsta fogfyllnad på 20 mm under körytan, på övriga delar av beläggningen är fyllnaden väldigt bra.

Språng: Språng av fog ligger max på 20 mm och annars för det mesta kring 5 mm.



Bild 17 Av: Julia Rehnström
Exempel på sättning och lutningsfel i beläggningen där vatten samlats

e. Buktighet hos ytan, lutning

Ytan är väldigt ojämn kring brunnar. Lutningen är fel på vissa ställen. Det samlas mycket vatten vid tydliga sättningar och beläggningen har en slags upphöjning precis innan dagvattenbrunnen på plats. Hela ytan lutar mot dagvattenbrunnen men det är en lucka för rikstelefon i vägen som har behållit sin ursprungliga höjd medan marken runt den har satt sig. Detta gör att vattnet på ytan rinner runt dagvattenbrunnen istället för i den. På körytan är det ganska plant, här har marken satt sig jämnt.



Bild 18 Av: Julia Rehnström
Bild som visar några av de stående granitblocken på plats

f. Har hållar rört på sig och/eller skadats?

Plattorna har flyttat på sig och många har skadats med undantag för körområdet. Brunnarna på plats och de stående granitblocken ger ett väldigt ojämnt fördelat mothåll med olika vinklar och storlek. Detta kan vara en faktor till de skadade plattorna.

g. Sättmaterial, tjocklek och fraktion

Information ej tillgänglig då vi inte lyckades få möjlighet att lyfta på hållar.

h. Genomförande av underhåll

Ingen information

i. Träd, dränering, brunnar?

Brunnar och lucka för rikstelefonen verkar ge ganska stora problem här, kring dessa är det mycket förskjutning, fogsprång och skador av plattor. Dränering i form av dagvattenbrunn som inte får fyllt sin funktion på grund av rikstelefonen.

j. Övrigt anmärkningsvärt

Inget



Bild 19 Av: Julia Rehnström
Exempel på skadade hållar i området kring luckan för rikstelefonen

Diskussion

Kullagatan Etapp 2

På denna yta förekommer egentligen fler fel i förhållande till vad som föreskrivits än vad som tas upp i slutbesiktningen. I vilken utsträckning detta ger problem i beläggningsen är inte säkert men ur beställarens synpunkt hade beställaren kunnat begära detaljerade korrigeringsåtgärder då besiktning är till för att säkerställa att entreprenören har gjort det som bestämts. Vissa fel har möjligtvis tagits upp mellan beställare och entreprenör utan att det har dokumenterats. Annat fall är att det har dokumenterats men att jag inte haft tillgång till de dokument och då är det möjligt att beställaren vid något skede har accepterat vissa avvikande från förfrågningsunderlaget. De avsteg från förfrågningsunderlaget som finns idag på plats är:

- För korta avslutningsstenar
- För liten fogförskjutning
- Jämnheten är inte tillräcklig då det finns fogsprång och det blivit buckligt där hållarna har rört på sig. De ligger inte ”i nivå med varandra” som det står i förskrifterna.
- Beroende på hur man tolkar förfrågningsunderlaget skulle det kunna vara felaktigt att det finns två rader av samma bredd intill varandra. Ritning och text överensstämmer ej helt.
- Ett osäkert fel är hur pass jämnt sättlagret är med tanke på de rör där värmeslingorna är kopplade. Jag fick inte möjlighet att mäta men med blotta ögat såg det ut att överstiga 50 mm ganska mycket.

Det enda som togs upp i besiktningen om denna plats var att det saknades fogsand. De resterande fel jag hittat i förhållande till förfrågningsunderlaget måste jag anta har accepterats av beställaren men vad jag kommer ihåg från slutbesiktningen var att under denna tid hade hållarna inte rört på sig i samma utsträckning som när jag undersökte ytan ungefär en månad senare.

Efter granskning av anvisningar och utförd undersökningen finns det vissa problem som kan klassas större än andra. Detta med mer hänsyn till bakgrund och egen uppfattning under undersökningen än endast till förfrågningsunderlaget. Till exempel kunde jag urskilja på plats att det inte finns några större problem där beläggningsen:

- Har en kontinuerlig stelnläggning utan avbrott av brunnar och telelock
- Har en överbyggnad med värmeslingor men utan de större rören
- Har biltrafik som går i samma riktning som beläggningsen, alltså inte tvärs/vinkelrätt.
- Har ett kontinuerligt motstöd av ytavvattningsrännan.

På grund av detta skulle jag säga att avsteg som kortare avslutningssten, mindre fogförskjutning och samma bredd på rader intill varandra inte är de faktorer som skapar problem i denna beläggningsen. Det är också, som tidigare nämnt, ett avsteg från allmänna föreskrifter att ha värmeslingor i en beläggningsen som trafikerar av fordon. Hittills verkar detta inte utgöra några ojämnheter förutom där slingorna samlas och är kopplade till större rör men jag utesluter inte att resten av beläggningsen kan få problem med detta över längre tid. Det handlar inte om rören och slingorna i sig utan att de skapar sämre förutsättningar för en optimal överbyggnad. Föreskrivet i Utemiljö (SSF, 2007) är att sättsandslager ska vara 20–40 mm och att det ska packas ordentligt. Eftersom detta lager då ska få plats med värmeslingor krävs det därför att lagret får en större tjocklek vilket har visat sig ge sämre resultat. Vad jag uppfattat det som, efter studierna, blir resultatet sämre på grund av att när sättsandslagret är tjockare blir kravet på jämnt och packat bärlager mindre. Detta leder till slut under en längre tid till ojämnheter, sättningar och spjälkning av hållar om ytan belastas av biltrafik. Detta hade jag som beställare varit uppmärksam på samt förväntat mig problem i den del av beläggningsen som går längs ytavvattningsrännan (bild 20). I stycket bakgrund framgår även att förutsättningarna alltid blir sämre vid dåligt fyllda fogar. Så om man ändå vill ha värmeslingor i en fordonstrafikerad väg skulle jag rekommendera att man ser till att fogarna ofta blir ordentligt fyllda, hellre för ofta än för sällan.

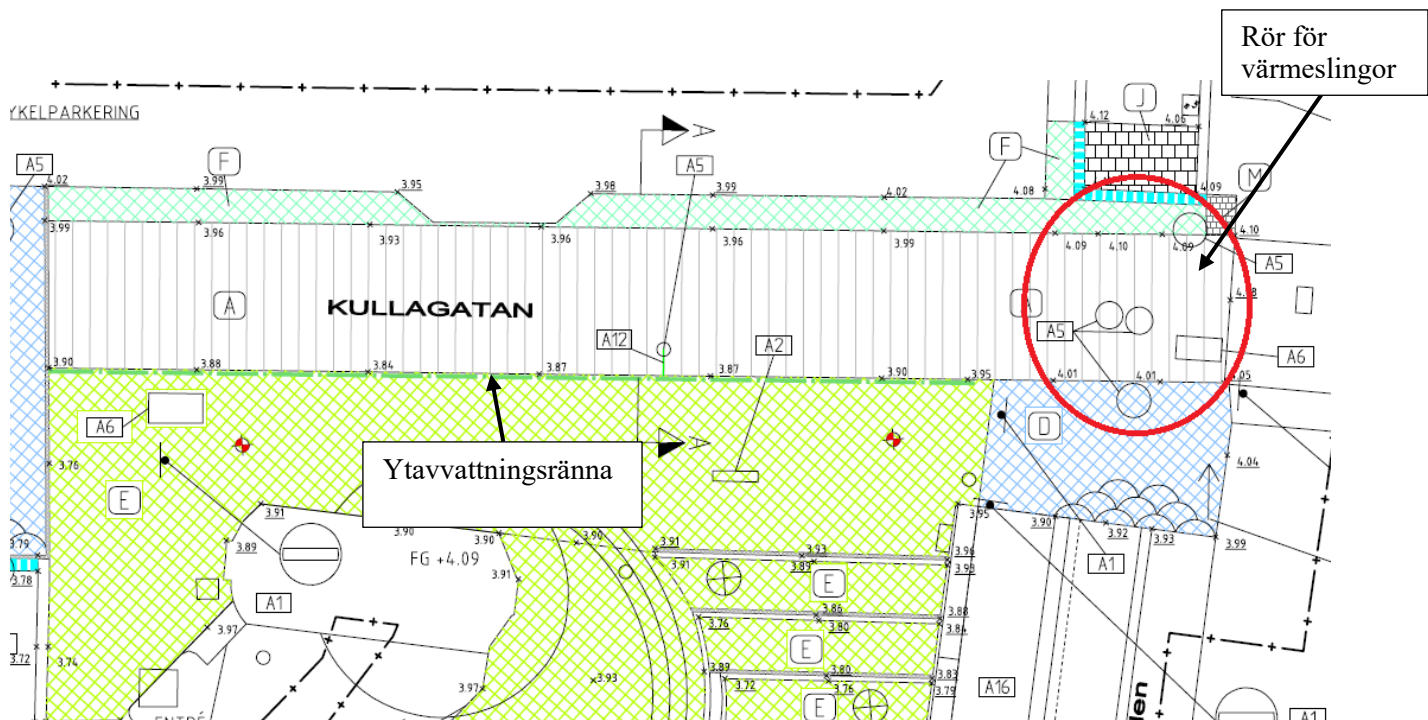


Bild 20 Av: Julia Rehnström

Ursprunglig ritning från förfrågningsunderlag med redigering av Julia Rehnström

Det röda området visar probleplatsen på Kullagatan etapp 2. Här kan man få en överblick av platsen och se var ytavvattningsrännan, brunnar (A5) och lucka för telekammare (A6) är placerade. Det är alltså beläggningen utanför det röda området som idag är ganska problemfritt men möjligtvis kan få problem i framtiden på grund av trafiken i kombination värmeslingorna. I det röda området finns tre brunnar samt en lucka för telekammare, rör för värmeslingor och utöver det är det en plats där bilarna kör diagonalt över Kullagatan. Bilden visar även tydligt att ytavvattningsrännan som är en grön, sträckad linje tar slut innan området.

Det som skapar problem i det röda området verkar vara en kombination av allt. För det första har man klämt ihop mycket inom en väldigt liten area. Det står inte så mycket i litteraturen om att detta skulle utgöra problem men på plats kan man förstå att ytan inte får någon kontinuitet vilket gör dess motståndskraft mot belastningar ojämnt fördelad. Eftersom brunnar inte bara kan flyttas eller tas bort måste de stå kvar, däremot hade möjligtvis ändringar kunnat göras för att anpassa sig till dem. Det hade kunnat bli bättre vid brunnarna och luckan för telekammaren om överbyggnaden såg annorlunda ut. Eftersom det är en känslig plats som även ska belastas med fordonstrafik åt flera riktningar borde möjligtvis tunnare sättsandslager prioriterats högre än värmeslingor. För att förbättra belägningens förutsättningar och åtgärda problemen hade jag övervägt om det möjligtvis räckt att ha värmeslingor i resten av beläggningen. Med detta menar jag att man flyttar kopplingsröret och slingorna till ungefär där ytavvattningsrännan slutar. I samband med detta hade man då kunnat göra sättsandslagret tunnare och packa lagren ordentligt inom det röda området. Då kan man fortfarande få värmeslingor hela gatan som ligger längs rännan men till priset av att isbekämpning i det röda området måste sättas in. Förutom detta hade möjligtvis någon form av mothåll kunnat främja stabiliteten i detta område. Eftersom att lutningen är ned mot undre delen av bilden hade det varit föredragande att motstödet placeras i linje med ytavvattningsrännan. Möjligtvis hade rännan kunnat få fortsätta eller att man satt dit någon form av kantstöd. Denna problemkonstatering med tillhörande lösningsförslag hade kunnat generaliseras till andra ytor som ska belastas med biltrafik och ytor med tätt placerade brunnar. Då kan projekteraren i ett tidigt stadi försöka undvika att lägga värmeslingor just där och prioritera stabilitet med fördelaktigt överbyggnad och bra motstöd.

Lilla Torggatan

På *Lilla Torggatan* ser beläggningsen mycket bra ut. Det finns inte riktigt några fel förutom för kort avslutningssten/passbit och för liten fogförskjutning. Under slutbesiktningen hade vissa fel framgått som jag inte såg under min personliga undersökning.

Under besiktningen konstaterades fel:

- Ej en tredjedels stenar. Observeras under garantitiden
- Häll hög
- Ej rak stensättning
- Brunn låg
- Stenar skadade

Jag uppfattade inte att stensättningen ej var rak, jag såg heller inga skadade stenar. Jag har tyvärr inte erfarenheten att veta vad som menas med häll hög och ej en tredjedels sten. I fallet där häll hög innebär att en häll skapar höjdskillnader har jag inte upptäckt det under undersökningen då fogsprånget var väldigt lågt överallt. Ej en tredjedels sten skulle kunna innebära att avslutningsstenarna inte var tillräckligt långa men så var det i beläggningsen Etapp 2 också så det är osäkert. Meningen med detta är inte att diskutera olika betydelser men det är tydligt att besiktningsmannens och min uppfattning om beläggningsarna är ganska olika. Diskussionsdelen av examensarbetet ska ge utrymme för min egen uppfattning både ur litteratur och undersökning men jag vill utgå ifrån och tillägga att människor uppfattar olika, det är också viktigt att förstå även i detta sammanhang.

Min uppfattning är att *Lilla Torggatan* är jämn, har bra fogar, hällarna verkar ligga stabilt och är oskadade. Lutningen är bra och leder mot ytavvattningsrännan. Till skillnad från etapp 2 har denna beläggning ingen tät placering av brunnar, den har ingen överbyggnad som inkluderar värmeslingor, 20 mm tunnare sättsandslager och mothåll som går längs hela beläggningsen. Det ska tilläggas att bilar ej kan köra diagonalt över gatan. På grund av att *Lilla Torggatan* ser så pass bra ut och skiljer sig från *Etapp 2* just med dessa faktorer skulle jag säga att det styrker mina tankar om det röda området i *Etapp 2*. Med hänvisning till bakgrundsinformationen påstår jag att förutsättningarna för denna beläggning är väldigt bra även på lång sikt. Med gott underhåll av fog och förutsättningen att bärlagret är jämnt och packat bör den hålla en hög standard.

Kullagatan Etapp 1

Tyvär kunde jag inte få tillgång till handlingar för den del av Kullagatan som byggdes för några år sedan men jag lyckades ändå hitta lite information om den på *Tidskriften Sten nr 1 2013 Sid 15–21*.

- PROJEKT: Nya Kullagatan, Helsingborg
- BYGGHERRE: Helsingborgs stad
- ARKITEKT:
 - Gestaltning: Martin Hadmyr Stadsbyggnadsförvaltningen, Helsingborgs stad
 - Projektering: Tengbom genom Karl Grunning
- LJUSSÄTTNING: Josette Dahlin, Stadsbyggnadsförvaltningen, Helsingborgs stad
- ENTREPRENÖR: Peab
- STENLEVERANTÖR: Zaar Granit AB Stenia, www.stenia.se

Citering ur *Tidskriften Sten nr 1 2013 Sid 15–21*

”Gatan har i princip två olika normalsektioner, en med enkelt sidofall och en bomberad sektion med krön på mitten av gatan. Båda sektionerna har slitsavvattning i gränsen mellan hållar och smågatsten. Med långa tvärgående stenhållar ställs man inför frågan hur man på bästa sätt, både tekniskt och gestaltningsmässigt, löser krönet på den bomberade sträckan. Vi valde till slut en lösning med en rad horisontella hållar i mitten av gatan för att minska vinkelförändringen och följaktligen fogsprånget, alltså uppstickande hörn och snubbelkanter. Man kan tydligt se en visuell skillnad i uttryck på de båda sträckorna om man är uppmärksam.”

Nya Kullagatan invigdes någon gång år 2011–2012 och är då ungefär 4 år gammal. Jag har främst undersökt den del av Kullagatan som då är bomberad. Som uttalas i citatet kunde jag tydligt se den horisontella mittraden av hållar vid undersökningstillfället. Denna mönsterläggning innebär att fogförskjutningen blivit ganska kort men det verkar inte ha skapat några större problem. Jag såg också att gatan är bomberad och detta gör förutsättningarna sämre för låg fogsprång i samband med val av stenmaterial men de verkar ha klarat uppgiften ganska bra. Fogsprånget är ganska lågt trots de förutsättningarna som fanns och det är en ganska liten andel av fogarna som försvunnit och sten som skadats under åren.

Det som verkar ha blivit problematiskt i denna beläggning över tid är den linje som har satt sig innan slitsavvattningsrännan, se bild 12. Man kan urskilja ett mönster där hållarna möts som har försjunkit. I *Tidskriften Sten nr 1 2013 Sid 15–21* nämns även att beläggningsen har värmeslingor i sättsanden som utgör ett lager på 50 mm med fraktion 1-4mm. Det är även satt plastdistanser i fogarna och hållarna har samma dimensioner som i *Etapp 2* samt *Lilla Torggatan*. Man kan alltså säga att beläggningsen överlag är väldigt liknande *Etapp 2* förutom bomberingen. Det bör även noteras att i Kullagatan ligger det inga täta samlingar av brunnar och det sker ingen diagonal körning över ytan, gatan är inspänd mellan byggnaderna och det är väldigt få fordon som kör här.

Det är svårt att säga varför det blivit så på specifikt denna plats eftersom jag inte riktigt vet hur det ser ut undertill. Det kan ligga ledningar, rör eller annat som påverkar men det jag vet är att det är 50 mm sättsandslager. Som tidigare nämnt i diskussionen under *Etapp 2* ger ett tjockare sättsandslager sämre förutsättningar och högre risk för sättningar. Det är också möjligt att bärlager inte blivit packat ordentligt precis här, att man missat den delen i monteringen. Vad jag fått ut av sammanställd bakgrundsinformation när det kommer till bärlager är att det är otroligt viktigt att det blir packat ordentligt och att det är jämnt när lagret är färdiglaggt. Det kan vara så att beroende på vad som finns under hållarna kan det ha varit ett svårare område att packa. Som man kan se på bilden har fogen försvunnit där hållarna möts och har sjunkit ned, om fogen av någon anledning inte har underhållits på rätt sätt och försvunnit kan det orsaka att hållarna flyttar på sig och utgör en ojämn yta. Jag reagerar även på att de har lagt i plastdistanser och fogen ändå har försvunnit, det kan tänkas att anläggaren råkat missa att lägga i dem just här men det är inte säkert, fogen kan försvinna även med plastdistanser men det är mer ovanligt.

Det vi får ut av detta är att generellt sätt ska sättsandslager hållas tunt, bärlager ska packas ordentligt och påfyllning av fog ska utföras ofta. Det är klart svårt att hålla ett tunt sättsandslager med värmeslingor men möjligtvis är det inte det största problemet här i och med att fordonstrafiken är väldigt låg. Jag kan heller inte påstå att det är så att entreprenören råkat göra missar eller att underhålningen på plats har varit otillräcklig. Det enda jag kan säga om problem i denna beläggning är de orsaker som kan rankas som högst troliga. Dessa är: dålig packning av bärlager, råkat missa att lägga distanser, otillräcklig underhållning av fog eller helt enkelt att sättsandslagret är för tjockt. Dessa faktorer som påverkar beläggningar kan absolut generaliseras som ett problem i flera naturstensbeläggningar och skulle i allmänhet kunna ses över mer för att säkra ett bättre resultat.

Carl Krooks gata/Bollbrogatan

Det fanns heller inga handlingar för denna beläggning som var tillgängliga men jag fick en slutrapport till mitt förfogande där lite kort fakta samt en undersökning av just denna beläggning finns. Rapporten är gjord år 2011 av Sabina Jallow, Kurt Johansson och Kaj Rolf, titel *Fogar*. Beläggningen är en större yta på 80 m² som är mer kvadratisk än långsmal. Det är en korsning som har en ganska hög trafik av allt från gående till tunga fordon. Sådär såg informationen ut i *Fogar*, 2011.

Anläggningsår: **2008-2009**

Beställare: **Ole Andersson Stadsträdgårdsmästare, Helsingborgs Stad**

Landskapsarkitekt: **Martin Hadmyr, Helsingborgs Stad**

Projektör: **Charlotte Lund**
Uppdragsansvarig: **Ramböll Sverige AB**

Stenleverantör: **Naturstenskompaniet**

Anläggare: **Sweab, Helsingborg**

Fogmaterial:

Fogmaterial på plats nov 2010: 0-2 mm (enligt analys)

Projekterat fogmaterial: Naturgrus harpad 0-8 mm, toppad med stenmjöl 0-2 mm

Fogbredd:

Fogbredd på plats nov 2010: 5 mm

Variation i fogbredd:
Medelvärde 5 mm, max 12
– min 0 mm

Projekteradfogbredd: 5 - 8 mm

Foghöjd:

Foghöjd på plats nov
2010: >-5 mm
Projekterad foghöjd: fylld

I rapporten får vi även veta att plattorna ska ha lagts med distanser för att behålla fogbredd men att flera fogar ändå har försvunnit redan år 2011. Dåligt med fogsand och flera förskjutna, skadade hållar. Författarna misstänker att distanser inte spridits ut över hela ytan och att fogmaterialet har försvunnit på grund av maskinell sopning och trafik. Det nämns att mothåll saknades även då och att mönstret av genomgående fogar i körbanan redan är ett problem. Författarna verkar tycka att läggningmönstret i ytans yttre delar är mer stabilt, där man har en kombination av olika storlek på hållar. De noterar även att ojämnt bärlager kan vara en orsak till problemen då platsens omgestaltning har utförts på befintlig överbyggnad.

Man kan konstatera att det även fanns problem i den här beläggningen för 4 år sedan. Det som kan skilja min undersökning med den i *Fogar*, 2011 är att hållar har skadats mer både i körfältet men också i ytterkanterna av beläggningen. I rapporten framgår heller ingen tydlig uppfattning av bucklighet på plats vilket det verkligen är idag i beläggningens yttre delar. Körbanan är fortfarande ostabil och saknar fogsand men den har hållt en ganska jämn yta. Vad jag kom fram till på plats är att det är problematiskt att det inte finns något mothåll och att beläggningens hållar flyttar på sig. Det har även skett mer sättningar och skador på hållar där fog har försvunnit, särskilt i yttre beläggningen och vid lucka för rikstelefon. Sättningarna gör att det blir stående vatten och lutningen vid dagvattenbrunnen är fel på grund av sättningar runt luckan för rikstelefonen.

Jag skulle tro att ojämnheter i bärlagret är ett ganska förekommande problem när man anlägger på befintlig överbyggnad, detta är en möjlig orsak till samtliga problem som tagits upp i diskussionen och kan generaliseras som ett problem i markbeläggningar. Eftersom denna yta belastas med tung trafik uppstår större och fler problem. Mothåll är också väldigt viktigt och finns inte alls på plats, ytan är ganska stor och där är inget som spänner in hållarna när tunga lastbilar belastar beläggningen. Fogarna i körytan trodde jag möjligtvis bara var tillfälligt ofyllda men det var såhär för 4 år sedan också enligt Jallow et. al. 2011. Rapporten tar även upp att läggningmönstret med genomgående fog är problematiskt. Hållarna i kör ytan verkar inte ha skadats så mycket ännu men de är ganska ostabila, man behöver möjligtvis inte byta ut dem men det hade varit fördelaktigt att vara mer noggrann med fyllning av fogar här eller ändra konstruktionen av genomgående fog. Förutom det hade luckan för rikstelefonen behövts sänkas, det är inte bra att avrinningen inte fungerar som den borde på denna plats. Det är tydligt att hållar runt denna har skadats mycket och det kan såklart bero på att de har

genomgående, dåligt fylld fog och får ett motstöd av luckan som ger en negativ effekt. Sättningar i yttre delen av beläggningen är förmodligen på grund av ojämnt bärlager och möjligtvis för tjockt sättsandslager. Jag lade också märke till att fogarna i denna del var ganska bra fyllda medan fogarna i körfältet var mindre bra. Detta indikerar möjligtvis att man har försökt fylla på ofta men att det aldrig riktigt blir bra i körfältet, eftersom jag inte fått information om platsens underhållning är det oklart. Det jag kan säga är att om man vet med sig att fogarna i körfältet aldrig blir bra kan det vara nödvändigt att byta ut hällarna mot något annat då lösa stenar skapar problem för alla brukare.

Generella tankar

Vissa skeden och uppgifter som krävs under tiden och efter en upphandling verkar ha vissa oklarheter. Det är hållbarheten i beläggningarna som ifrågasätts och hur pass hållbar en beläggning är landar ekonomiskt sätt på dem som sköter platsen i slutändan. Att det saknas dokument såsom skötsel- och underhållsplan indikerar att man som beställare eller projektledare inte verkar ha lagt något större fokus på det. Beläggningarna som undersökts verkar också samtliga ha något problem rörande dålig fogfyllnad så jag skulle vilja påstå att det i alla fall inte läggs tillräckligt mycket fokus på underhållning. Det är synd då det kan vara av stor vikt för beläggningens hållbarhet. Kanske borde ett bättre system med tydligare bestämmelser införas som mer kan säkerställa att tydligare instruktioner görs. Instruktioner gällande utförande av underhåll, packning och fogning saknar viss tydlighet och eftertanke ibland. Att man refererar till AMA är ett gammalt system och jag förstår att man vill fortsätta med det för att behålla nuvarande orientering och förståelse men vissa punkter hade kunnat tydliggöras. Genom att se hänvisningar till AMA som en utgångspunkt för alla men ändå införa egna krav på tillägg i förfrågningsunderlaget kan man försöka säkra tydligheten och därmed gott resultat. Att även ställa egna krav på att noggrann planering av underhåll och skötsel genomförs med hjälp av struktur kan hjälpa till att förhindra att beläggningarna blir i sämre skick.

Slutsats

Värt att notera är att de orsaker som jag klassat som troliga orsaker i detta examensarbete landar på ansvaret hos olika parter i processen.

Det man kan göra som beställare eller projektledare för att säkerställa ett hållbart resultat är att tydliggöra vissa punkter. Vad jag kommit fram till genom detta arbete är att vissa återkommande problem för projektets resultat dyker upp som indikerar vissa främre orsaker. Dessa orsaker är:

1. Prioritering av värmeslingor före god överbyggnad
 2. Projekteringsproblem t. ex gällande motstöd, värmeslingor
 3. Dålig packning av bärlager, särskilt vid omgestaltning på befintlig överbyggnad
 4. Saknad av distanser i fogarna
 5. Ofyllda fogar i beläggningsen
1. Om man som beställare vill ha en hållbar beläggning borde man i projekteringskedje prioritera god överbyggnad hellre än värmeslingor på vissa platser.
 2. Ogenomtänkt projektering kan göras mer genomtänkt om man som beställare ger mer tydliga krav till projektören, krav på mothåll under vissa omständigheter, krav på hänsynstagande vid ytor som har viss trafikklass eller täta brunnssamlingar, visst krav på läggningsmönster och stendimensioner för olika trafikklasser.
 3. Utförande av bärlager borde hänvisas till entreprenörens egenkontroll. Det är viktigt att detta efterfrågas innan slutbesiktningen. Litar inte beställaren på detta, står det denne fritt att i upphandlingen lägga in kontroll av extern kontrollant av de utförandemoment som anses kritiska. För att säkerställa en förbättring kan beställaren i förfrågningsunderlaget särskilt understryka och tydliggöra kraven på packning och jämnhet av bärlager. Detta borde då göras både för projekt där befintlig överbyggnad används och där det inte används.
 4. Saknad av distanser i fogarna kan minskas genom att även här beskriva tydligt i förfrågningsunderlaget exakt hur förekommande distanserna ska vara, om det endast ska vara i lodräta fogar eller om det ska vara en distans per sida av varje sten etc. Det kan finnas flera olika preferenser och om det är någonstans i beläggningsen som man misstänker blir en svag punkt, t. ex runt brunnar, är det en bra idé att be om extra distanser här.
 5. Ofyllda fogar är ett vanligt förekommande fenomen men det borde kunna minskas genom att strukturera upp projektet mer. Underhållplanering borde vara självklart men det verkar inte så i praktiken. En bättre struktur och etablerad rutin kring detta hade varit fördelaktigt för den som vill främja gott resultat.

Med dessa förslag ville jag ge mer generella lösningar för att säkra resultat för naturstensbeläggningar, alltså utan specifik koppling till en viss plats men med utgångspunkt från arbetets bakgrundsinformation och undersökning. Möjliga fortsättningsarbeten på detta examensarbete skulle kunna vara en utveckling av besiktning, möjligtvis ta reda på om det skulle kunna finnas ett sätt att kontrollera bärlagret. Annars skulle man kunna studera utvecklingsmöjligheter kring hur man faktiskt kan etablera mer strukturerade rutiner kring underhållsplanering och utförligare undersökningar om vad som verkar fungera bäst.

Källförteckning

Tryckta källor

AMA Anläggning 10. (2011). Svensk byggtjänst. Stockholm. ISBN 878-91-7333-447-7.

SSF. Sveriges Stenindustriförbund. (2007). *Utemiljö. En handbok om – Natursten*. Sveriges Stenindustriförbund. Kristianstad.

Bensch, Åsa., & Fors, Hanna., (2011): *Sten i detalj – Utemiljö*. Utgivare: Stenindustrins Forskningsinstitut.

Jallow, Sabina., Johansson, Kurt., Rolf, Kaj. (2011): *Fogar*. Slutrapport till MinBaS II. SLU, Sveriges lantbruksuniversitet.

Johansson, Kurt. (2011): *Natursten som bygg och anläggningsmaterial - allmänt. En handbok om – Natursten*. Del av Sveriges Stenindustriförbund. Sveriges Stenindustriförbund. Kristianstad.

Söderberg, Jan. (2011): *Att upphandla byggprojekt*. Studentlitteratur, Upplaga 6:3.

Vinnova. (2014): Grå-gröna systemlösningar för hållbara städer. *Överbyggnad med naturstens- och markbetongsbeläggning*. Diarienummer: 2012–01271.

Hadmyr, Martin., Grunning, Karl., Dahlin, Josette. (2013): *Vacker Enkel Attraktiv*. Tidskriften Sten. Nr 1. Sid 15–21.

Elektroniska dokument

Johansson (2011): *Natursten som bygg och anläggningsmaterial - allmänt. En handbok om – Natursten*. Sveriges Stenindustriförbund. Kristianstad.
<http://www.sten.se/stenhandboken/stenhandboken-allmant/> [Tillgänglig: 2016-01-29]

Vinnova (2015): Utemiljö.
http://media.sten.se/2011/12/Natursten_Utemiljo.pdf [Tillgänglig: 2016-01-06]

Vinnova (2015): Böjdraghållfastheten. <http://www.sten.se/stenhandboken/stenhandboken-allmant/>
[Tillgänglig: 2016-01-15]

Muntligt

Johansson, Kurt. Adjungerad Professor. Intervju. Alnarp. 12-02-2016.