

Anita Moum, Åshild Lappegard Hauge and Judith Thomsen

Casebeskrivelser av fire norske ZEB pilotbygg – byggeprosess og brukerevalueringn



SINTEF Academic Press

Anita Moum, Åshild Lappegård Hauge og Judith Thomsen

Casebeskrivelser av fire norske ZEB pilotbygg – byggeprosess og brukerevaluering



ZEB Project report 31 – 2017

ZEB Project report no 31

Anita Moum²⁾, Åshild Løppegård Hauge²⁾ og Judith Thomsen²⁾

Casebeskrivelser av fire norske ZEB pilotbygg – byggeprosess og brukerevaluering

Keywords:

Evaluering, byggeprosess, innovasjon

Photos on front page: Multikomfort-huset, Larvik (Brødrene Dahl and Optimera), Heimdal Videregående skole (Rømbøll Norge), Skarpnes (SINTEF Byggforsk) og Visund-bygget (Åsmund V. Sjørusen)

ISSN 1893-157X (online)

ISSN 1893-1561

ISBN 978-82-536-1550-9 (pdf)

© Copyright SINTEF Academic Press and Norwegian University of Science and Technology 2017

The material in this publication is covered by the provisions of the Norwegian Copyright Act. Without any special agreement with SINTEF Academic Press and Norwegian University of Science and Technology, any copying and making available of the material is only allowed to the extent that this is permitted by law or allowed through an agreement with Kopinor, the Reproduction Rights Organisation for Norway. Any use contrary to legislation or an agreement may lead to a liability for damages and confiscation, and may be punished by fines or imprisonment.

Norwegian University of Science and Technology ¹⁾

N-7491 Trondheim

Tel: +47 73 59 50 00

www.ntnu.no

www.zeb.no

SINTEF Building and Infrastructure Trondheim ²⁾

Høgskoleringen 7 b, Postbox 4760 Sluppen, N-7465 Trondheim

Tel: +47 73 59 30 00

www.sintef.no/byggforsk

www.zeb.no

SINTEF Academic Press

c/o SINTEF Building and Infrastructure Oslo

Forskningsveien 3 B, Postbox 124 Blindern, N-0314 Oslo

Tel: +47 73 59 30 00, Fax: +47 22 69 94 38

www.sintef.no/byggforsk

www.sintefbok.no

Takk

Denne rapporten er skrevet for forskningscenteret *Zero Emission Buildings (ZEB)*. Forfatterne er takknemlige for støtte fra Forskningsrådet, BNL – Byggenæringens landsforening, Brødrene Dahl, ByBo, DiBK – Direktoratet for byggkvalitet, Caverion Norge AS, DuPont, Entra, Forsvarsbygg, Glava, Husbanken, Isola, Multiconsult, NorDan, Norsk Teknologi, Protan, SAPA Building Systems, Skanska, Snøhetta, Statsbygg, Sør-Trøndelag Fylkeskommune og Weber.

Vi retter en stor takk til de som har latt seg intervjuet i pilotprosjektene, og for deres beredskap til å dele sine erfaringer og historier med oss. Vi vil til slutt takke professor Thomas Berker ved NTNU for nyttige innspill til rapporten.

Innholdsfortegnelse

1. INTRODUKSJON	5
1.1 OM ZEB	5
1.2 MÅL MED RAPPORTEN	5
1.3 ZEB-DEFINISJONER.....	5
1.4 PILOTBYGGENE	7
1.5 ANBEFALINGER	8
2. CASESTUDIE 1: MULTIKOMFORT-HUSET PÅ RINGDALSSKOGEN	9
2.1 PROSJEKTFAKTA	9
2.2 INFORMANTENES BESKRIVELSE AV PROSJEKTET	9
2.3 AMBISJONER	12
2.4 ORGANISERING	13
2.5 KUNNSKAP	15
2.6 KOSTNADER	16
2.7 SAMFUNNSKONTEKST	17
2.8 PROSJEKTGRUPPAS EVALUERING.....	19
2.9 KONKLUSJONER	20
3. CASESTUDIE 2: HEIMDAL VIDEREGÅENDE SKOLE	23
3.1 PROSJEKTFAKTA	23
3.2 INFORMANTENES BESKRIVELSE AV PROSJEKTET	23
3.3 AMBISJONER.....	24
3.4 ORGANISERING	26
3.5 KUNNSKAP	29
3.6 KOSTNADER	30
3.7 SAMFUNNSKONTEKST	30
3.8 PROSJEKTGRUPPAS EVALUERING.....	31
3.9 KONKLUSJONER	32
4. CASESTUDIE 3: NULLENERGIBOLIGER PÅ SKARPNES	35
4.1 PROSJEKTFAKTA	35
4.2 INFORMANTENES BESKRIVELSE AV PROSJEKTET	35
4.3 AMBISJONER	36
4.4 ORGANISERING	37
4.5 KUNNSKAP	38
4.6 KOSTNADER	38
4.7 SAMFUNNSKONTEKST	39
4.8 PROSJEKTGRUPPAS EVALUERING.....	39
4.9 KONKLUSJONER	42
4.10 BRUKEREVALUERING – ERFARINGER FRA TIDLIG BRUKSFASE.....	44
4.11 KONKLUSJONER	47
5. CASESTUDIE 4: VISUND, HAAKONSVERN I BERGEN	48
5.1 PROSJEKTFAKTA	48
5.2 INFORMANTENES BESKRIVELSE AV PROSJEKTET	48
5.3 AMBISJONER	50
5.4 ORGANISERING OG PROSESS	51
5.5 KUNNSKAP	55
5.6 KOSTNADER	56
5.7 SAMFUNNSKONTEKST	57
5.8 PROSJEKTGRUPPAS EVALUERING.....	57
5.9 KONKLUSJONER	58
5.10 BRUKERPROSESS OG -INVOLVERING.....	60
5.11 ENERGIOPPFØLGING OG DRIFT	63
5.12 KONKLUSJONER	64
VEDLEGG	65

1. Introduksjon

1.1 Om ZEB

Forskningssenteret Zero Emission Buildings (ZEB) (www.zeb.no) finansierer casestudiene som presenteres i denne rapporten. ZEB er et nasjonalt senter for forskning, innovasjon og implementering av energieffektive nullutslippsbygg. I 2008 tildelte Norges Forskningsråd ett av åtte nasjonale sentrene for miljøvennlig energi (FME) til Fakultet for arkitektur og billedkunst ved NTNU. ZEB-senterets varighet er åtte år (2008–2016). Hovedmålet med ZEB er å utvikle konkurransedyktige produkter og løsninger for eksisterende og nye bygninger som skal fremme markedsgjennombrudd for bygninger med null klimagassutslipp når det gjelder produksjon, drift og riving. Senterets forskning omfatter boliger, kommersielle og offentlige bygninger. Denne rapporten er knyttet til ZEB arbeidspakke fire, som omhandler bruk, drift og implementering av ZEB-bygninger.

1.2 Mål med rapporten

Denne rapporten presenterer casebeskrivelsen av fire ZEB pilotbygg, med fokus på byggeprosess og tidlig bruksfase (i to av fire). Innledningen og konklusjonen er en oppsummering basert på rapporten *Four Norwegian Zero Emission Pilot Buildings – Building Process and User Evaluation*.¹

Målet med casestudiene var tredelt:

- identifisere og analysere prosesser som fører til nullutslippsbygg. Det ble studert erfaringer, drivere og barrierer.
- identifisere og analysere aspekter som har innflytelse på bruk av nullutslippsbygg
- basert på funn, komme fram til anbefalinger for hvordan planlegge og iverksette gode prosesser som leder til nullutslippsbygg med høy kvalitet

Evalueringen presentert i rapporten fokuserer på ikke-tekniske aspekter. Byggeprosess, inkludert designprosess, anskaffelsesprosess og byggefase er evaluert i alle fire pilotbyggene. Overtakelse og tidlig bruksfase er evaluert i to av dem. Ikke alle ZEB-bygg var tatt i bruk ved evalueringstidspunktet, vår-sommer 2016.

1.3 ZEB-definisjoner

Hvert av ZEB pilotbyggene er bygd etter forskjellige ambisjonsnivåer. De ulike ambisjonsnivåene er beskrevet i figur 1.

¹ Moum A., Hauge Å.L & Thomsen, J. (2017), *Norwegian pilot projects of zero emission buildings – building process and user evaluation*. ZEB rapport 30-2017, SINTEF Academic Press, Oslo.

Zero Emission Buildings Definitions

A zero emission building produces enough renewable energy to compensate for the building's greenhouse gas emissions over its life span. The Norwegian ZEB research center has defined different levels of zero emission buildings depending on how many phases of a building's lifespan that are counted in. The main ambition levels applied by the ZEB research center are described as follows:

ZEB-O÷EQ: Emissions related to all energy use in operation "O" except energy use for equipment/appliances (EQ) shall be compensated with on-site renewable energy generation.

ZEB-O: Emissions related to all operational energy use "O" shall be compensated for with on-site renewable energy generation.

ZEB-OM: Emissions related to all operational energy use "O" and embodied emissions from materials "M" shall be compensated for with on-site renewable energy generation.

ZEB-COM: Emissions related to construction "C", all operational energy use "O" and embodied emissions from materials "M" shall be compensated for with on-site renewable energy generation.

ZEB-COME: Emissions related to construction "C", all operational energy use "O", embodied emissions from materials "M" and the end of life "E" shall be compensated for with on-site renewable energy generation.

Figur 1. ZEB-definisjoner (Fufa et al, 2016)²

² Fufa, Selamawit M., R. Dahl Schlanbusch, Kari Sørnes, M. Inman, I. Andresen (2016). A Norwegian ZEB Definition Guideline. ZEB Project Report (29) SINTEF Academic Press, Oslo, 2016.

1.4 Pilotbyggene

Tabell 1 En kort oversikt over de fire pilotbyggene som ble evaluert.

	ZEB Multikomfort	Heimdal VG skole	Skarpnes eneboliger	Visund, Haakonvern
Beliggenhet	Larvik	Trondheim	Arendal	Bergen
Type prosjekt	Enebolig, visningshus	Videregående skole og idrettshall	5 Eneboliger	Kontorbygg
Størrelse (BRA)	201.5 m ²	26 300 m ²	154.2 m ² /house	2031 m ²
Byggherre	Brødrene Dahl og Optimera	Sør-Trøndelag Fylkeskommune	Skanska	Forsvarsbygg
Gjennomføringsmodell	Partnering	Totalentreprise med pre-kvalifisering og samspillskontrakt	Totalentreprise	Totalentreprise
Arkitekt	Snøhetta	Rambøll og KHR	Rambøll	LINK Arkitektur, ABO Arkitektur
Rådgiver	Brødrene Dahl and Optimera	Rambøll	Øivind B. Berntsen	Multiconsult, COWI og Rambøll
Entreprenør	Espen Staer	Skanska	Skanska (total-entreprenør)	Veidekke (total-entreprenør)
Byggeår	2013-2014	2016–2017	2014–2015	2015
ZEB Ambisjonsnivå	ZEB-OM	ZEB-O+20%M	ZEB-O	ZEB-O÷EQ ³

Metode

Resultatene som presenteres i denne rapporten er basert på kvalitative casestudier av fire nullutslippsbygninger. Vi har studert byggeprosessen og tidlig bruksfase (hvor det har vært relevant) gjennom å intervju fire til åtte personer per case. Vi har gjennomført både individuelle intervjuer og gruppeintervjuer med byggherrer og -eiere, arkitekter, rådgivere, entreprenører og brukere.

Tabell 2 gir oversikt over gjennomførte intervjuer og type intervju. Intervjuguiden er lagt ved denne rapporten.

Tabell 2 Oversikt over antall intervju per case

	Multikomfort	Heimdal VGS	Skarpnes	Visund, Haakonvern
En-til-en intervjuer	2	2	6	2
Gruppeintervjuer	1	1	–	3
Antall informanter	5	4	6	8
Informantenes rolle	Byggeiere, byggeleder (byggherre), arkitekt og entreprenør	Byggherre, utøvende	Byggherre, utøvende, boligeiere	Prosjektledelse byggherre, brukerrepresentanter, prosjekteringsledere (arkitektur og entreprenør), rådgivere
Tidsperiode for intervjuene	Juni 2015. 6 måneder etter overlevering	April 2016	Oktober 2015. 10 måneder etter overlevering	April–Mai 2016. 4–5 måneder etter overlevering. Oppfølging oktober 2016

³ Nullenergieregnskap ekskludert energibruk for teknisk utstyr.

1.5 Anbefalinger

Siden nullutslippsbygninger fortsatt er i en introduksjonsfase, krever ambisjonsnivået en ekstra innsats og oppmerksomhet fra alle involverte parter. Basert på de fire pilotbyggene kom vi fram til anbefalinger som kan bidra til en vellykket prosess:

- Nullutslippskonseptet må betraktes som et utviklingsprosjekt i seg selv, som krever nøye planlegging, styring og oppfølging.
- Det må formuleres tydelige mål knyttet til forståelse og legitimering av konseptet. Alle involverte aktører må forplikte seg til å nå målene.
- Alle må være motivert for å klare noe de ikke har prøvd før.
- Det må være et gjennomgående sterkt fokus på samarbeid og involvering: i anskaffelsesprosess og kontrakter, i ledelse og prosjektorganisering, og gjennom gode møtearenaer. Videre er det viktig å involvere produksjonssiden tidlig i planleggingsprosessen.
- Ekstra ressurser må skaffes til veie i form av tid og penger. ZEB-bygninger er per 2016 innovasjonsprosjekter, og det krever mer ressurser enn tradisjonelle byggeprosjekter.
- Bruk støtte og kunnskap fra relevante eksperter (rådgivere og forskere) og ildsjeler.
- Følg opp ZEB-ambisjonene etter overlevering av bygningen.

I tillegg bør overleveringsfasen vies mer oppmerksomhet, siden den er avgjørende for hvordan bygningen tas i bruk. Spesielt viktig for nullutslippsbygg er også:

- Kontinuitet i prosjekteierskapet, for eksempel gjennom OPS (offentlig-privat samarbeid) eller andre måter å forplikte kundene og/eller utførende part for driftsfasen av bygningen
- Involvering av brukerne og driftspersonalet på et tidlig tidspunkt i prosessen. Kartlegge behov og utfordringer
- Skape eierskap og forståelse for nullutslippskonseptet blant brukerne. Dette vil kunne bidra til å minske utfordringer i driftsfasen.
- Forplikte sentrale aktører involvert i design og byggefasen til å følge opp med evalueringer og forbedringer tidlig i driftsfasen

2. Casestudie 1: Multikomfort-huset på Ringdalsskogen



Multikomfort-huset i Larvik. Foto: Brødrene Dahl og Optimera

2.1 Prosjektfakta

<i>Lokalisering:</i>	<i>Ringdalsskogen utenfor Larvik</i>
<i>Type prosjekt:</i>	<i>Enebolig, demonstrasjonsprosjekt, visningshus for produkter</i>
<i>Størrelse:</i>	<i>201,5 m²</i>
<i>Eier:</i>	<i>Brødrene Dahl og Optimera</i>
<i>Arkitekt:</i>	<i>Snøhetta</i>
<i>Rådgiver:</i>	<i>Byggherrefirmaene har selv fungert som rådgivere.</i>
<i>Entreprenør:</i>	<i>Espen Staer AS</i>
<i>Byggeår:</i>	<i>2014</i>
<i>Ambisjonsnivå:</i>	<i>ZEB-OM</i>

2.2 Informantenes beskrivelse av prosjektet

For informasjon om dette byggeprosjektet er to representanter for byggherre, byggteknisk prosjektleder (også fra byggherresiden), arkitekt og byggeleder intervjuet. De ble intervjuet i juni 2015, da bygget hadde stått ferdig et halvt år. Intervjuet med byggherrepräsentanter og byggteknisk prosjektleder ble gjort som et gruppeintervju. (Sitater fra dette intervjuet merkes bare "byggherre".) Intervjuene var semistrukturerte, mest mulig lik vanlig samtale. Det ble gjort opptak av intervjuene og de ble transkribert. Beskrivelsen er godkjent av de som er intervjuet. Relevante nettsider om prosjektet er også brukt som kilder.

Prosjektet

"Multikomfort" er en standard for optimalt bomiljø utviklet av det internasjonale konsernet Saint-Gobain. De eier Optimera, som sammen med Brødrene Dahl er byggherre for Multikomfort-huset utenfor Larvik.

I Saint-Gobains Multikomfort-program er det bygd flere energieffektive hus i Europa. Energieffektivitet, bokomfort og miljømessig bærekraftige løsninger står i sentrum for konseptet, inkludert elementer som lys, akustikk, demping av ekstern støy, ventilasjon, behagelig innetemperatur året rundt, energigivning oppvarming og varmegjenvinning. Det er fastsatte krav for u-verdi og akustikk. Multikomfort-hus er bygd i hele verden.

I Norge markedsføres Multikomfort som en standard som gjør det enklere å etterkomme gjeldende byggekrav. Samtidig legger konseptet til rette for effektive og lønnsomme byggeprosesser.

Multikomfort er et komplett sett av byggetekniske løsninger som dekker alle utfordringer og muligheter i et prosjekt, enten det dreier seg om nybygg eller rehabilitering. Multikomfort stiller høyere krav til løsninger og utstyr enn dagens TEK10. Nye krav innarbeides fortløpende i dokumentasjonen. Optimera samarbeider dessuten nært med mange produsenter om utvikling og dokumentasjon av konkrete løsninger som er innenfor Multikomfort.⁴

Multikomfort-huset i Larvik er en del av Saint-Gobains satsing på dette konseptet. Prosjektet kombinerer fokus på bokomfort med ekstremt høye energikrav. Dette er unikt, ifølge byggherrene. Energieffektivitet og bokomfort kan være motstridende krav.

Passivhuskriteriene røyk på vindu og ytterflate tak. Mye naturlig lys ble viktig for å oppnå god bokomfort. Byggherre

Nullutslippshuset skulle også være folkelig, ikke bare for rike eller de som vil leve grønt. Bygget representerer gode kompromisser for å oppnå høy kvalitet både når det gjelder bokomfort og energieffektivitet. Bygget skiller seg ut fra andre nybygg med svært høye miljøambisjoner, og er et plusshus som produserer mer energi enn det bruker.

Det skulle være et miljøprosjekt som skulle produsere energi. Byggherre

Det har vært et stort fokus på CO₂-belastning og hvordan gjenbruk av materialer kan minske denne belastningen.

Teglstein er fra en låve i Østfold, svømmebassenget er i en gammel stållkonteiner. Utøvende

De involverte beskriver prosjektet som intenst og drevet av nysgjerrighet. Spesielt har temaet "innebygd energi" – klimabelastningen i materialene – vært spennende. Det har i langt større grad vært fokus på å finne miljøbalansen i materialer enn i andre prosjekter de har vært med i.

Multikomfort-huset er bygd som en bolig, men brukes som et visningshus for produktene til Optimera og Brødrene Dahl. Eierne er grossistfirmaer, og det meste av materialene og produktene er levert fra disse firmaene. Prosjektet har vært spesielt på grunn av kompetansen og produktsortimentet fra disse firmaene.

Boligen er satt opp i et industriområde, og kan ikke brukes som bolig så lenge den ligger der. Men kommunen har gitt tillatelse til fullskalatesting, og er åpne for at en familie kan bo i boligen et år for å teste alle funksjoner. I teorien kan bygningen flyttes til et annet sted og brukes som bolig. Huset er lagd

⁴ Kilde: https://optimera.no/globalassets/min-optimera/kataloger-og-brosjyrer/10431_multikomfort_brosj.pdf

slik at det kan flyttes. Det har en stiv konstruksjon som skal tåle flytting. Huset er interessant for grossistfirmaene i hvert fall i fem år til.

Før eller siden bygger man på denne måten. Inntil da er det et visningshus. Byggherre

Forventninger

Alle involverte har hatt store forventninger til å jobbe med et så ekstraordinært byggeprosjekt i samarbeid med forskere og resten av gruppa. Gruppa blir beskrevet som svært kompetent.

Det er andre utfordringer enn vi så for oss, vi kunne ikke se omfanget av utfordringene i begynnelsen. Men forventningene er innfridd, vi har klart energiambisjonene. Byggherre

For arkitektene var dette første gangen de deltok i et ZEB-prosjekt. De hadde store forventninger til forskningen og syntes at lista over alle parametere de skulle tilfredsstille, var lang. Uansett forventet de at de skulle få det til i løpet av prosessen. Videre var de spente på hvordan ville det gå med miljøfokus på materialene når byggeierne var materialleverandører. Men det har gått bra.

Multikomfort-huset har fått nasjonal og internasjonal oppmerksomhet. Det har fått en EU-pris for godt design. Huset ble nominert til Årets Trebyggeri 2014. De involverte sier at det har fått publisitet over all forventning, det blir lagt merke til. I tillegg har lokalpressen vært veldig interessert. Bygget har også blitt nominert til Mies van der Rohe-pris. Det er en anerkjennelse fra arkitektmiljøet.

Multikomfort-huset hadde per våren 2015 hatt 2000 besøkende. Mange av de besøkende er rørleggere og byggmestere. Huset viser løsninger man kan tilby kundene sine som gir en økt bokomfort, og som ikke koster så mye. De som kommer innom, er ute etter å se på hva som kan tilbys og selges. Det er sjelden at kunden får velge mellom ulike løsninger. Det forventes ofte at kunden velger det billigste, men byggherrene lurer på om kunden hadde valgt annerledes, hvis han eller hun fikk vite hvor lite ekstra det egentlig kostet?

Viktigheten av prosjektet for personlig karriere

De involverte synes prosjektet er spennende, interessant og innovativt. De snakker om prosjektet som viktig for egen karriere. De beskriver det som sentralt å ha vært involvert i et prosjekt som dette, og at kunnskapen de har opparbeidet er uvurderlig.

Erfaringen fra prosjektet drar vi god nytte av, personlig også, karrieremessig er det bra å ha på CV-en. Jeg har aldri fått så mange jobbhenvendelser som etter å ha vært med i dette prosjektet!
Byggherre

De involverte aktørene sier også at bedriften deres blir tatt mer seriøst på bakgrunn av prosjektet. De blir sett på som en seriøs rådgiver.

Vi er i avisen en gang i måneden på grunn av Multikomfort-huset. Det blir lagt merke til. Også for bedriften. Byggherre

Også arkitekten beskriver prosjektet som viktig for personlig karriere og for bedriften. De har realisert et prosjekt med høye miljøambisjoner og fått mye anerkjennelse, selv om det arealmessig er lite. Det har likevel stor betydning, for miljøet og menneskeheten.

2.3 Ambisjoner

Byggherrene hadde allerede en skisse til et prosjekt da det ble besluttet at bygget skulle oppføres som en ZEB-pilot. Skissene ble skrinlagt, og prosjekteringen begynte på nytt. Opprinnelig skulle ambisjonen være ZEB-O (operating). Det vil si at bygningens fornybare energiproduksjon skulle kompensere for CO₂-belastningen ved driften av bygget.

Det skulle være 0-energi på drift, pluss ha nok strømproduksjon til en el-bil. Byggherre

Men gjennom prosessen med å være pilot i forskningscenteret ZEB, ble ambisjonene hevet til ZEB-OM. Det hadde som konsekvens at klimabelastningen gjennom materialbruk også ble tatt med og skulle dekkes opp for.

Arkitektkontoret var en av partnerne i ZEB, og var gjennom dette samarbeidet en attraktiv partner i selve pilotprosjektet. Ideene rundt Multikomfort-huset ble fra arkitektenes side påbegynt sent i 2012.

De involverte aktørene sier at materialbrugerfaringene har vært veldig nyttige. De krevde EPD (Environment Product Declaration)/LCA (Life Cycle Assessment) rapport av produkter fra sine underleverandører, og har gjennom dette arbeidet sett hvem av produsentene og leverandørene som kunne levere og hadde kontroll på sine underleverandører, "– hvem som var seriøs i bransjen". De involverte sier at materialfokuset har vært krevende, men samtidig veldig interessant. De beskriver innsatsen fra forskerne fra ZEB-senteret som avgjørende for ambisjonen og fullføringen av den.

Det har vært nybrottsarbeid, vi var avhengige av å samarbeide med forskningsinstitusjoner. Byggherre

Ambisjonene har ikke alltid vært lette å formidle. De påpeker at det er ikke mange som vet hva ZEB-OM er, og heller ikke mange utenfor bransjen som vet hva en ZEB-bygning er.

De høye miljøambisjonene i prosjektet har ført til at Optimera og Brødrene Dahl har fått mer kontroll på sine underleverandører, de har fått formidlet at LCA vil være et salgstrinn. Produktgrossistene vil nå i større grad kunne spore hvor materialene kommer fra, gjennom sine underleverandører.

Miljøambisjonene har vært høye hele veien. Å holde miljøambisjonene oppe underveis i prosessen har vært enkelt. Det har vært noen diskusjoner med arkitekten om valg av materialer, men ingen store utfordringer. Selv om miljøambisjonene har vært høye, har materialene og løsningene vært kjente.

En suksessfaktor som blir nevnt for å holde ambisjonene høye gjennom prosessen, er at nøkkelpersoner har vært involvert helt fra begynnelsen. De har visst om de høye ambisjonene og hva som har vært forventet hele veien.

Ambisjonene var godt forankra i gruppa som fulgte prosjektet. Det kommer mange muligheter for å ta snarveier hvis en glemmer hovedfokus, og ser etter enklere løsninger. Men det har ikke vært tilfelle i dette prosjektet. Byggherre

Sammensetningen mellom alle målene har vært utfordrende – det å klare å finne en balanse mellom alle parameterne i det samme bygget. Men gjennom verktøy og tilgjengelig personell, forskere og oppdragsgiverne, fant de løsninger.

Designambisjonene har vært høye. Arkitektene hadde som mål å kutte ut materialer med giftstoffer. De var også særlig opptatt av at et superisolert hus må ha en gjennomtenkt vindusplassering for å unngå

overoppheting, men samtidig ha utsikt. Huset skulle ikke oppleves som en hermetisk boks, men sikre hygiene og komfort. Det førte blant annet til peis, og en klassisk tilknytning mellom ute og inne.

2.4 Organisering

Samarbeid og organisering

Organiseringen av dette prosjektet må sies å være original, siden det er to leverandører av byggevarer/-VVS som står som byggeiere. De har selv utviklet energikonseptet og bygningskonstruksjonen, i samarbeid med forskere i ZEB og samarbeidspartnere blant leverandørene. Prosjektledelsen har vært sammensatt av en prosjektleder fra hver av byggherrene, byggeleder, prosjekteringsleder for tekniske fag, prosjekteringsleder for byggetekniske fag og arkitekt. Byggeleder var ansatt av byggherre. Han hadde ikke ansvaret for prosjektering – det ansvaret lå hos byggherrene selv. Løsningen til prosjekteringen kom fra et sammensatt prosjekteringsteam hvor både samarbeidende leverandører, forskningsinstitutter tilknyttet ZEB og utøvende var bidragsyttere. I prosjekteringsmøter og byggemøter møtte også representanter fra utøvende fra hvert av fagområdene bygg, VVS og elektriker. Denne gruppa har fulgt byggeprosessen hele veien, og hatt jevnlig møter. Arkitektene var spesielt aktive i startfasen og i slutfasen:

I begynnelsen var vi hver uke i byggemøte. Etter hvert annet hvert møte, og noe mer mot slutten. Utøvende

De involverte omtaler organiseringen av prosjektet som god. Et gjennomgående tema har vært viktigheten av å være flere spesialister med et bredt spekter av bakgrunn og kompetanse fra dag 1.

Organisering og gjennomføring i designfasen var knyttet til tre store workshops hvor alle var involvert, også de utøvende, sammen med forskningspartnerne. Det ble organisert tematiske undergrupper: teknisk, byggeteknisk, og en på bærekraft og miljøanalyse. Det var utfordrende å jobbe med så mange mennesker. På det meste var de 17 personer på workshopene, og da var det vanskelig å få noe konstruktivt ut av det. De mener likevel at de klarte det, gjennom å fokusere på godt underlag til workshopene som var utarbeidet i mindre fora i forkant:

Vi har god erfaring med å ha godt underlag til workshopene, som ble utarbeidet i undergrupper i mindre fora. I de små arbeidsgruppene produserte man løsninger som ble evaluert og sett i sammenheng i de store foraene. Til hver workshop måtte man utarbeide løsninger og vise konsekvensene for energibruken og det tekniske systemet og CO₂-utslipp for strømproduksjon – man måtte lage ulike scenarioer. For eksempel ville arkitekten gjerne ha atrium – hva ville bygget vært med og uten atrium? Hvilke konsekvenser hadde dette på andre sider ved bygningen? Byggherre

For noen av aktørene, for eksempel arkitektene, var det svært nyttig å være tilstede på de store fellesmøtene, workshopene. Man kunne også bare sitte og observere, for å få det overblikket man trengte. Men det har vært stor forståelse for at kanskje elektrikerne ikke så nødvendigheten av å sitte i de lange møtene, spesielt når man kom så langt ut i prosessen at mye var på plass. På den andre siden: Det ble introdusert mange nye temaer hele tiden, og hvis noe skal gjøres annerledes har det betydning for hele kjeden.

Det var en fordel å ha arkitektene med. Det tverrfaglige var det beste ved prosjektet! Byggherre

For å ta høyde for praktiske utfordringer i byggefasen ble håndverkerne konsultert i designfasen. De involverte sier at håndverkerne ikke tok sin rolle i designfasen. De klarte ikke å påpeke utfordringene med valgene som ble tatt. (Se eksempel under evaluering.)

Det blir også sagt at materialfokus ble gjentatt og gjentatt gjennom hele prosessen. Man skal ikke undervurdere effekten av hvor mange ganger man sier det samme. For Multikomfort-huset var det dette som presset fram fokuset på materialbruk, sier de involverte. De involverte sier at tidsmessig var materialvalgene det mest krevende, og at LCA har vært førende for prosjektet.

Selv om prosjektet var prosjektert, måtte man prosjektere detaljer i løpet av byggeprosessen. Spesielt byggelederen opplevde at dette burde vært bedre planlagt. Nye løsninger og detaljer burde vært prosjektert før problemet ble oppdaget på bygningsplassen.

Hvis en skulle gjort noen annerledes, skulle en vært tidligere ute med prosjekterte løsninger. Detaljer og sammensetninger som er nye, skulle man sett på tidligere. Utøvende

En annen utfordring var mangelen på kontroll med arbeidstimene. Det gjorde prosjektet dyrt.

Dette er ikke eksemplet på å bygge billig. Hadde vi bygd dette bygget en gang til, da hadde det blitt billigere – mer strømlinjeforma. Byggherre

De involverte har lært at utøvende part må bevisstgjøres sin rolle. I et prosjekt med høye miljøambisjoner er det hårfine balanse ganger, og dermed mange små utfordringer som man må ta på byggeplassen. Man måtte tidlig ned på et detaljert nivå. Byggmesteren måtte fores med tegninger, de torde ikke ta valg selv. I de ukentlige møtene var prosjekterende aktivt med. De ser at de i større grad skulle involvert byggmester, ellers trekker utøvende part seg tilbake og blir mer passiv.

En del ting skal gjøres på en ny måte. Det er en kamp med tiden, og fordrer kreativitet og noen feil. Det har vært en del usikkerhet. Byggherre

Det har vært dyktige håndverkere, men de får en litt annen rolle i et utviklingsprosjekt. De må bidra til utvikling av løsninger. Informasjonen fra møtene ble ikke viderefremidlet godt nok fra utøvende leder. Kanskje burde man hatt med flere representanter fra utøvende i møtene, for eksempel formannen.

Det har vært en god ledelse av prosjektet. Ledelsen har klart å holde en god tone, tross frustrerende faser. Det har vært en ekstrem læringsprosess for mange, og dermed ingen lett oppgave å holde styr på. Selv om det har vært et lite byggeprosjekt, har det vært en forholdvis komplisert byggeplass. I slutfasen var det også et stort tidspress.

Entreprise

Prosjektet har vært gjennomført som en samspillsmodell/partnering. Prosjektlederen beskriver dette som en god modell for framtidige prosjekter. Denne prosjektmodellen er spesielt verdifull når mange av aktørene trenger ny kompetanse og nye løsninger må utvikles underveis. Forprosjektfasen blir dermed spesielt viktig. I mange byggeprosjekter er aktørene veldig ivrige etter å komme i gang, men i prosjekter med høye miljøambisjoner er det spesielt viktig å bruke tid på forprosjektet.

Man må bruke tida godt i forprosjektet, må være villig til å legge ned kostnader i forprosjekt. Byggherre

Samspillsmodell er en god modell for høye ambisjoner, men det er ikke alle prosjekter som egner seg. Noen av de involverte aktørene tror ikke det er mulig å gjennomføre så høye energi- og materialambisjoner i en totalentrepriseform, fordi høye priser bare vil utvide usikkerheten, og da blir det for dyrt, og forkastet.

Utfordringen er at partnering er en organiseringsmodell som avhenger av aktørenes tillit til hverandre.

Man kan ikke bare fokusere på egne interesser for å tjene mest mulig. Man må ha fokus på samarbeid, må være villig til å bli sett i korta og spille med åpne kort. Byggherre

Hvert fag utførte sin jobb basert på medgått tid og fastsatte timepriser. Det har lett for å fordyre prosessen, men ved bygg med så høye miljøambisjoner er det få/ingen entreprenører som tør å kalkulere noen pris. De er for usikre på hva det vil koste.

Representanter for byggherrene påpeker at bestillerkompetansen er viktig – at man vet hvilke krav skal man sette. De mener at jo tydeligere kravene er, jo lettere er det å prise prosjektet for de som skal levere. Det finnes i dag relativt gode modeller for prising av passivhus. Men dette ZEB-prosjektet ble for spesielt. Det ligger antakelig flere år fram i tid å kunne be om kalkulasjon på et så ambisiøst prosjekt.

Leverandørene er kommet langt, men de utførende er ikke kommet så langt, der er usikkerheten stor. Det handler bare om kunnskap. Det tar ikke nødvendigvis lengre tid. Hvis det gjøres på riktig måte. Byggherre

2.5 Kunnskap

Alle involverte aktører synes de har hatt tilstrekkelig kompetanse på sine fagfelt, men de har alle lært noe nytt om hvordan de kan bygge med høyere miljøambisjoner. De sier at ekspertkompetansen fra forskere og rådgivere på energi og bærekraft har vært svært viktig. De vurderte også konsulentselskaper som Bellona og Zero, men fant ut at de hadde kompetansen de trengte gjennom forskningssenteret ZEB. Tilknytningen til SINTEF og ZEB har vokst.

De sier at de har fått ny kunnskap på disse områdene:

- Klimabelastning/CO₂
- EPD (Environmental Product Declaration)
- Materialbruk
- Gjenbruk av materialer
- Tekniske løsninger for forbedret isolering og lufttetthet

De omtaler det som viktig kunnskap de aldri ville fått på annen måte. Kunnskapen er bred og tverrfaglig. Men målet var også å bruke kjente løsninger på nye måter:

Men hovedprinsippet er jo å bruke kjente løsninger for nye resultater. Skulle ikke være rakettforskning, men krever at alle er med og bidrar. Men det er en læringsprosess for alle involverte. Utøvende

Alle sier også at de vil ta med seg kunnskapen inn i nye prosjekter. Arkitekten påpeker at selv om prosjektet er lite, kan de løsningene som er valgt, skaleres opp.

Kvalitetene vi søkte etter og oppnådde går igjen i mange prosjekter. Sterk validering av valg. Vi skryter av prosjektet når vi skal prøve å få nye. Utøvende

Arkitektene har et helt konkret neste prosjekt å bruke kunnskapen i. De mener de kan iverksette dette prosjektet på en annen måte, for nå vet de hva de skal ha. De jobber generelt med rammeverk for nullutslippshus. De beskriver tilgangen på spesialiserte fagmiljøer som gøy, det vekket interessen for forskning. Det har vært en tydelig og åpenbar læringsprosess, og ambisjonene har økt deretter.

Kunnskapsoverføringen er enorm og har høy verdi, selv om det per i dag kanskje ikke er de prosjektene de tjener mest på.

Byggherrene poengterer at de ikke driver med bygningsprosjekter til daglig. De arbeider på leverandør- og rådgiversiden. Men kunnskapen de har fått, tar de i bruk som rådgivere.

En av mine kjepphester i bedriften er å unngå fokus bare på pris, pris, pris. Vi ønsker å tilby noe annet: Erfaring og kunnskap over gjennomsnittet er viktig. Vår kundemasse er entreprenører og byggmestere. De vil føle trygghet ved å følge noen som har gått løypa. Byggherre

Håndverkerne hadde bare tradisjonell kunnskap da de startet byggingen, men lærte mye gjennom prosessen. Byggelederen var ikke valgt på bakgrunn av kompetanse om grønne bygg, og en av informantene mener at en byggeleder med mer miljøkunnskap kunne vært positivt for prosjektet. Håndverkerne vil helst gjøre det på den måten de er vant til. Men alle lærte underveis. Det tok mye tid å diskutere på byggeplassen. Byggmesteren har også aktivt profilert seg med den nye kunnskapen. Multikomfort-prosjektet har gitt ham.

2.6 Kostnader

Dette er en dyr bolig. Men fokuset har ikke ligget på kostnader. Miljø, design og arkitektur har vært det viktigste.

Prismessig er det en svært dyr bolig. Men en må se hva som ligger i et prosjekt som dette, ikke sammenlikne det med boliger i et normalt marked. Byggherre

De mener at forklaringen på de høye kostnadene er at prosjektet mer har vært et forskningsprosjekt enn et byggeprosjekt. Kostnadene har vært underordnet. Hvis målet hadde vært at det skulle bli solgt som en bolig, hadde de aldri gjort det på denne måten.

Prosjektet hadde også høyere kostnader enn forventet. Det er ikke nødvendigvis energiambisjonene som har kostet. Det som blir nevnt som særlig kostnadsdrivende, er følgende:

- Det arkitektoniske har vært en vesentlig kostnad. Der har man ikke vært gode nok til å vurdere priskonsekvens. For eksempel var trappa dyr. Man har ikke hatt kostnadsfokus på designelementene. Men arkitekten påpeker at de har hatt et nøkternt forhold til pris og materialvalg. De har ikke valgt dyre materialer.
- Uteområdene var kostnadsdrivende. Svømmebassenget, badstua og estetiske elementer utenfor, som steinveggene i hagen, var dyre.
- Innfesting og tetting har vært kostnadsdrivende.
- Prosjekteringskostnadene har vært høyere enn forventet. Men dette var en pilot, en ny type bygg, en endring av forståelse. Arkitektens opprinnelige oppdrag var et forprosjekt man kunne gå ut og bygge etter. Etter hvert viste det seg at det var behov for arkitektbistand også underveis. Da ble det skrevet ny kontrakt, og man innså også hvor stort og viktig prosjektet kunne bli. I prosjekter med høye miljøambisjoner er prosjekteringsnivået høyere i tidlig fase.
- Timeforbruket har vært omfattende. Tidsbruken kommer vel så mye på grunn av arkitekturen som energiambisjonene. Et TEK10-hus koster ca. fem millioner kroner. Om kostnadene for "Multikomfort-elementene" blir lagt til, som flere vinduer, lydisolering mellom rom og teknisk anlegg for ambisjonen ZEB O & M, så ville merkostnadene være ca. én million kroner. Men dette forutsetter en

strømlineformet prosess. Informantene spør seg om dette kanskje er realistiske merkostnader for Multikomfort-hus nummer hundre?

- Det blir også poengtert at fokuset på CO₂-belastningen kan føre til dyrere løsninger fordi det ofte krever løsninger som det tar lengre tid å bygge, som steinmurene.

Miljøfokus, lav CO₂ utslipp, kan være mer arbeidskrevende løsninger, og dermed kostnadsdrivende. Utøvende

Det har vært vanskelig å forutse kostnadene. De involverte har vært usikre på tiden det tar. Der byggmesteren er usikker, setter hun/han opp prisene. Egentlig er prinsippene for dette bygget ikke særlig forskjellige fra TEK10-bygg, men usikkerheten koster. Det er ingen god entreprisform å la arbeiderne jobbe på timebasis – det blir ofte dyrere enn forventet. De utøvende hadde ikke erfaring med tilsvarende, og da "drar de på" i prisingen. Ingen entreprenører ville gi tilbud på prosjektet fordi ambisjonene var så ukjente. Men de involverte påpeker at det bare er kjente løsninger.

2.7 Samfunnskontekst

Hvordan har ytre rammebetingelser påvirket prosessen?

- *Økonomisk støtte.* Statlig økonomisk støtte har ikke vært noen driver for Multikomfort-huset. Økonomisk støtte fra Husbanken og Enova ble snakket om, men ingen søknader ble sendt. Informantene sier de har dårlige erfaringer med Enova. Det ble søkt Enova om støtte til Ringdalsskogen kompetansesenter, som er bygget ved siden av. Dette bygget har også høye miljøambisjoner. De fikk den gang 100 000 kroner i støtte. På grunn av dokumentasjonskrav kostet arbeidet med søknaden like mye som de fikk i støtte. Merjobben gjorde at det ikke var noe poeng. Det var heller ingen støtteprogrammer i Enova som passet godt for Multikomfort-huset det året det var aktuelt å søke støtte. På bakgrunn av erfaringer fra tidligere støttebeløp, var de også skeptiske til prosessen. Derimot ble det søkt om støtte i skattefunn for produktutvikling av nye konsepter. De fikk avslag på hovedsøknaden, men fikk innvilget et delprosjekt.
- *Kommune.* Informantene påpeker at kommunen har vært positive gjennom hele prosessen. Velviljen fra politikere og kommuneadministrasjon har vært stor. Larvik kommune har et energiprojekt, en regional plan for klima og energi. Der er Multikomfort-huset nevnt. Kommunen har ambisjoner om byggefelt med boliger med minimal klimabelastning. Representanter fra kommunen var også med i en workshop. De ble invitert med for å "få dem med på lag". De deltok ikke aktivt i workshopen, og ga ingen føringer. Multikomfort-huset er regulert som en mellomting mellom bolig og næringsbygg, det vil blant annet si at det er krav til rullstolheis. Det ble en sak når byggesøknaden kom. Det måtte være en skinne i glasstrappa, og det er litt synd, syntes byggherrene. Men det var en grei byggesaksbehandling. Informantene mener at effekten av et forbildeprosjekt lokalt i Larvik bør være positiv. Ambisjonen som ligger til grunn om å leve et grønt liv, bør gi et positivt inntrykk hos de fleste. Kanskje kan det føre til at det lages hyllevarer av løsningene som er brukt. Arkitekten håper at forbildeprosjektet bidrar til å legge press på strømselskapene, og at det kan føre til at nettselskapene åpner opp for å motta strøm på alvor.
- *Lovverk og retningslinjer.* De involverte aktørene er svært engasjert i hvordan lovverket former rammene for byggenæringen. Anbefalingene for framtidige revisjoner av TEK er å ikke fokusere så mye på passivhusløsninger. Flere av aktørene mener at bærekraftig energi som solceller og vannbåret varme kan dekke opp for tykkere vegger. Det er en balansegang mellom hvor mye kostander man putter inn i selve konstruksjonen og valg av energikilde. Måten vi bygger på i dag gjør

at en bygning trenger lite energi til oppvarming, og fokuset burde heller ligge på brukerne. Hvordan får de til å bruke mindre energi?

Det lønner seg lite med strømsparing. Forbruk av varmtvann har mye å si, bygningskroppen krever nå så lite energi for oppvarming. Utøvende

Utfordringene ligger i oppgradering av eksisterende bygningsmasse.

Jeg er usikker på hvor mye bedre man kan bygge! Utfordringen er de eksisterende boligene! Utøvende

Videre blir det påpekt at TEK bør ha mer fokus på de kvalitative elementene. Akustikk og dagslys, for eksempel, vil være enkle kvaliteter å sikre. Men reglene kan også fort bli en tvangstrøye for arkitekter. Det blir omtalt som en vanskelig balanse.

- *Sertifisering.* BREEAM (BRE Environmental Assessment Method) sertifisering har vært snakket om i prosjektet, men ikke etterstrebet. Ambisjonene i prosjektet var uansett så høye at man antakelig hadde fått en høy ranking i BREEAM. Informantene anser BREEAM først og fremst som en dokumentasjonsstandard. Med så høye energiambisjoner, ville det bare gitt merarbeid på dokumentasjon, men ikke bedre bygg. I og med at BREEAM har fokus på transport og lokalisering, er det også noe vanskelig at bygget ligger i et industriområde. BREEAM passer heller ikke for bolig. En av informantene snakker om BREEAM som positivt for byggenæringen, og mener at verdien av det helhetlige perspektivet i BREEAM (lokalisering, infrastruktur, bilbruk osv.) er stor. I Multikomfort-prosjektet ble det krevd EPD til utvalgte materialer. Dette viste seg å være vanskeligst for de som jobbet med tekniske fag. Det fantes få EPD-er på dette området. Svaret fra leverandørene på teknisk utstyr var ofte: "Om et par år må vi gjøre dette for å oppnå mer miljøvennlige produkter, men ikke ennå". I dag har leverandørene kommet lengre, mye fordi sertifiseringsordninger som BREEAM krever EPD, og derfor kommer det stadig flere EPD-er.

Det har en stor påvirkning på leverandørene at det gjennomføres pilotprosjekter som dette, spesielt når byggherren er en produktgrossist. Når leverandørene skjønner at de må ha EPD, vil etterspørselen etter dette påvirke hele industrien. Da begynner det å rulle. Trykk fra bedriften vår betyr mye. Byggherre

- *Pilotprogrammer.* De involverte aktørene har hørt om pilotprogrammer (som FutureBuilt og Framtidens bygg), og følger med på hva som skjer der. Men de har ikke snakket om at deres bygg skulle vært en del av noen av pilotprogrammene. Akkurat i oppstartsfasen hadde de kanskje manglende kjennskap til pilotprogrammene. Men de har positive erfaringer med å være en pilot innenfor forskningssenteret ZEB. Bygningen har fått mye oppmerksomhet i mediene, og er godt kjent i byggeindustrien i Norge. Folk i Larvik vet hvor bygningen ligger, og kjenner godt til prosjektet. Spesielt yngre mennesker har vært interessert i designet og energikonseptet. Arkitektkontoret kjenner godt til FutureBuilt, og har et pågående prosjekt innenfor dette forbildeprogrammet. De omtaler det som en viktig og positiv måte å kaste lys over miljøprosjekter på. Det blir påpekt at FutureBuilt har en markedsføring som når lenger enn ZEB.

2.8 Prosjektgruppas evaluering

Arkitektur

Informantene synes at bygningen er flott, og mener den har gjennomtenkte løsninger. De arkitektoniske løsningene er også funksjonelle. Men en av aktørene lurer på hvordan det vil være mulig å få vasket vinduene, og er redd at arkitektene har tenkt for lite på rengjøring og drift av bygget.

Det blir også påpekt at pilotprosjektet har en viktig symboleffekt for konseptet enebolig. Eneboligen har vært en liten synder i miljøsammenheng, men pilotprosjektet viser at nå er det mulig å bygge med god samvittighet. Du kan også gjøre deg uavhengig av strømmettet.

Arkitekten er fornøyd, men selvkritisk. Med utgangspunktet i hyllevare-konseptet, mener han det er blitt bra. Noe som trekkes fram som spesielt positivt, er det folkelige uttrykket fra innsiden av bygget. Volumopplevelsen er enorm. Selv om folk synes bygget er sært utenfra, endrer de ofte mening når de har vært inne i huset.

Et annet positivt trekk er den usynlige teknologien. Den er godt skjult, og dermed er bygget ikke bare elektrikernes drøm, men også folkelig. Man kan velge hvor mye som skal detaljstyres.

De arkitektoniske valgene ble preget av at folk flest skulle kunne bo der. For eksempel skulle vinduene kunne åpnes. Man skulle ikke ignorere bokulturen, selv om bygget var veldig framtidsrettet. Dette ble diskutert på første workshop. Man kunne løftet takvinkelen enda mer, men det hadde kanskje blitt "tegneserieaktig", undrer arkitekten. Bruken av ubehandlet osp er gunstig for å ta opp fukt. Man fikk en del positive spin-off-effekter som ikke var planlagt.

Tekniske løsninger

De tekniske løsningene er også gode, men noen av de intervjuede er også litt engstelige for framtidige energimålinger og hvordan bygningen egentlig vil fungere som en bolig for en familie. Boligbygget har ikke et reelt energibruk siden ingen bor der, men målingene ser greie ut. Det har vært noen oppstartsproblemer, men det fungerer bra nå. Det brukes minimalt med tappevann siden ingen bor der, og reduksjon i energibruk ved gjenbruk av tappevann er viktig for et så energieffektivt bygg, men dette vet de ennå ikke hvordan fungerer. Energikvaliteten har blitt veldig bra. Energimålingene blir sammenliknet med beregnet modell. Det skal også gjøres dagslystest.

En av informantene sier at utfordringen har vært tiden brukt på prosjektering under byggefasen, altså detaljer som ikke var planlagt på forhånd. Noen av de arkitektoniske løsningene var tidkrevende å få til, og kunne tatt mindre tid hvis de var planlagt godt på forhånd.

Å ha fokus på gjennomprosjekterte løsninger før man begynner å gjøre de, det vil spare tid. "Det tar vi når vi kommer dit" – det er ikke noen god løsning. Utøvende

En annen løsning har vært bruk av limtrekonstruksjoner. Arbeidet ble gjort i byggetelt for bedre værbeskyttelse. Men limtre blir tungt og uhåndterlig under teltduk, og dette forlenget prosessen. Det beste hadde vært å støpe og sette opp limtrekonstruksjon før teltet ble satt opp. Men byggmesteren hadde ikke innspill på dette. De utøvende klarte ikke å planlegge og tenke så langt fram, slik at de fikk tatt høyde for dette. De savnet at leder for utøvende klarte å tenke at man var på byggeplass, og dermed skjønne at størrelse og tyngde på limtrebjelkene ble for vanskelig inne i telt.

Et annet eksempel på utfordring var når teknisk sjakt måtte flyttes, og det plutselig lå en limtredrager der sjakta skulle gå. Arkitekten hadde flyttet toalettet, og det førte til problemer som teknisk ansvarlig og rørleggeren ikke så før de sto midt i situasjonen.

Dobbel passivvegg som bindingsmetode ble valgt fordi det var en etablert byggemetode. Det har fungert godt. Det har vært mye diskutert på workshopene, og informasjonen om kondens og lufting i konstruksjonene har vært interessant for deltakerne. Takløsning var komplisert, og detaljer rundt dette ble også mye diskutert.

Det har også vært fokus på gift i materialer. For eksempel ble det levert parkett med lim som var giftig. Det ble oppdaget ved en tilfeldighet, og limet ble forkastet.

Man må følge nøye med på alle leveranser. Byggherre

Verktøy

BIM har vært brukt på et overordnet nivå, men ikke fullt ut gjennom prosessen. En av informantene lurer på om årsaken er at de ikke har hatt nok kompetanse om BIM, eller om det er fordi BIM ikke fungerer godt nok? De hadde en BIM-modell på ventilasjon, men de hadde ikke prosjekterende som kunne "BIMme" VVS. Trekonstruksjon og rør i BIM kunne kanskje gjort prosessen lettere. En annen av informantene mener at det kanskje ikke hadde lønt seg å bruke BIM på et så lite hus. På byggeplassen kunne de stå med håndskisser, og det ble en tett tilknytning mellom utførere og tegnere. De hadde ikke nødvendigvis fått så mye igjen for å detaljere i BIM. BIM-kunnskapen har økt betraktelig siden 2012. Ikke alle kunne levere det som krevdes blant de som var i faggruppa, men det ville antakelig vært annerledes i dag.

Klimagasskalkulator ble brukt av de involverte forskerne. Slik hadde de god kontroll på materialbruken. Om de skulle ønske seg noe, måtte det være en automatisk kobling mellom klimagassutslipp og BIM. Klimagassutslipp bør være lagt inn i BIM sammen med andre parametere. Nå er det litt tilfeldig hvor mye materialdata som legges inn, det vil variere fra gang til gang. Det kan også legges inn priser osv., men det er ikke utnyttet til fulle.

Simien ble brukt realtime-simulering av energibruk. Rhino ble brukt til dagslysberegning.

2.9 Konklusjoner

Hva kjennetegner prosesser som leder til (gode) nullutslippsbygg? På bakgrunn av dette case-studiet konkluderes det her hva som har vært primære drivere og eventuelle barrierer underveis i planlegging, prosjektering og bygging. Fokuset ligger på byggherrens, rådgivergruppas og entreprenørens erfaringer.

Implementering og realisering av miljøambisjoner

Fra først å ha som mål å realisere en nullutslippsbolig med produksjon av nok energi til en el-bil, ble ambisjonen oppjustert til et pluss hus der også energien som gikk med i materialproduksjonen skulle dekkes opp. Prosjektteamet lykkes med å sette denne ambisjonen ut i livet.

Forankring av ambisjonene

- Det blir påpekt at det er viktig med en god prosessleder og et positivt innstilt team. Deltakerne har vært stolte av prosjektet, og mener det hadde betydning for deres karriere.
- I en tidligfase bidro ZEB-forskere til utarbeidelsen og forankringen av konseptet.
- Alle i prosjektteamet var med helt fra begynnelsen. Dette forankret miljøambisjonene.
- I kommunikasjonen med prosjektdeltakerne ble det viktige budskapet om materialbruk gjentatt og gjentatt.
- Det at byggherren sto bak det høye ambisjonsnivået, var viktig for å holde presset på ambisjonene oppe. Byggherren var dedikert og investeringsvillig.

Prosjektets kompleksitet

- Prosjektet var forholdsvis lite, en enebolig, og dermed lite komplekst. Likevel beskriver informantene byggeplassen som kompleks.
- Bygget har en enkel funksjon. Det var/er ingen brukere.
- Det har vært enn enkel organisering av prosjektgruppa, der byggherrerrepresentanter også bidro med planleggingen av de tekniske løsningene.

Kompetanse, bemanning og læring

- Bevisst bemanning. Byggherre søkte etter de beste ekspertene, og noen som hadde praktisk erfaring. De var svært fornøyd med å ha med utøvende i byggemøtene, men forventet mer faglig input enn det de kunne gi.
- Koblingen til ZEB ga muligheter. De fikk tilgang til eksperter og forskerhjelp. Det var en fordel å være definert som forbildeprosjekt/pilot. Arkitekten var også partner i ZEB, og forskningssenteret fungerte dermed også som formidler av kompetanse og partnere for konkrete byggeprosjekter.
- Høy kompetanse i prosjekteringsteamet (og profilerte/suksessrike aktører som allerede går foran på flere områder i byggenæringen), nysgjerrighet og tidligere erfaring fra å være involvert i prosjekter med andel av innovasjons- og FoU-aktiviteter.
- Det var fokus på å se høye ambisjoner på energieffektivitet og bokomfort i sammenheng. Det var rom for å jenke på passivhus-prinsipper for å oppnå et bedre sluttprodukt.
- Samspillmodellen ga rom for læring i prosessen.
- Fokus på å bruke kjent kunnskap på nye måter – høye ambisjoner, men realistisk i forhold til prosjekt, kompetanse og aktørsammensetning. Inspirerende og bratt, men ikke for bratt, læringskurve.
- Prosjektet var en læringsprosess for alle involverte. Spesielt var det fokuset på miljøbelastningen av materialer og muligheter for gjenbruk av materialer som var nytt for de involverte.

Organisering og prosess

Organiseringen av dette prosjektet blir i all hovedsak omtalt som positiv.

- Alle faggrupper var med fra starten, også arkitekten. Det blir omtalt som er fordel.
- Workshop som arbeidsform blir sett på både som noe positivt som fremmet tverrfaglighet og som noe utfordrende som stjal mye tid.
- Likevel ser det ut til at workshopene fungerte ganske bra i dette tilfellet, og at man fant en form der man i små fora tok opp problemstillinger som ble drøftet videre på workshopene. Enda mer fokus på organiseringen av disse kunne gjort timebruken mer effektiv.
- Workshops for oppstart og underveis var viktige for igangsetting og læring (forstå ambisjonene).
- Samspillmodellen var gunstig for utvikling av nye løsninger gjennom prosjektperioden.

Ledelse, roller og oppfølging

- Håndverkernes innspill i designfasen manglet. De involverte savnet byggelederens og håndverkernes innspill i design- og prosjekteringsfasen. Fordelen med samspillsentreprise er nettopp å ha med alle aktører fra start. Det var flere utfordringer under bygging som noen av informantene mener at byggelederen kunne ha tatt opp med dem på forhånd. Mangel på erfaringer med ambisiøse miljøbygg kan være en årsak til at håndverkerne hadde lite innspill.

- På den andre siden savnet byggelederen at detaljer ble utredet bedre på forhånd. Mange løsninger måtte prosjekteres på byggeplass, og dette var tidkrevende og vanskelig.
- Ingen enkeltpersoner/ildsjeler er trukket fram. Styrken ligger i samarbeidsgruppa.

Økonomi

- I dette prosjektet var økonomien noe underordnet, siden byggherrene bygde et visningshus for egne produkter og materialer. Det er likevel verdt å merke seg at både arkitektur og energi var noe som tok flere timer enn beregnet. Selv om prosjekteringen tok mer tid enn normalt, blir det påpekt som viktig og riktig.
- Gjenbruk og miljøfokus i materialvalg viste seg å føre til at ting tok lengre tid enn hvis alt skulle blitt kjøpt nytt.
- Kontrakten med arbeiderne var på medgått tid fordi ingen entreprenør torde å gi nøyaktig pris på bygget. Usikkerheten i prosjektet kostet. Det blir påpekt at bestillerkompetansen og mer detaljert kravspesifikasjon hadde kunnet avhjelpe dette noe, og kanskje gjort det lettere få en entreprenør til å gi et fastpristilbud på bygget. Når kunnskapen om denne type bygg er høyere i byggebransjen, regner de involverte med at de ville funnet en entreprenør som kunne gitt en totalpris på bygget.

Kontekst – ytre drivere og utfordringer

- Klimagasskalkulator var et viktig verktøy. Men involverte ønsket en kobling mellom klimagasskalkulator og BIM.
- Utsikter til positiv publisitet og styrking av attraktivitet og konkurransefordel ved å lære fra prosjektet var en positiv drivkraft.
- En velvillig kommune la forholdene til rette for prosjektet.
- Ingen søknader om økonomisk støtte ble sendt Husbanken eller Enova. Tidkrevende dokumentasjon var et hinder for å søke. Det ble søkt om støtte i skattefunn for produktutvikling av nye konsepter, ett delprosjekt ble innvilget.
- BREEAM (og tilsvarende sertifisering) ble sett på som smør på flesk, bare enda mer dokumentasjonsarbeid.
- Å skaffe EPD på alle byggematerialer og tekniske løsninger var en utfordring, men de involverte mener at prosjektet deres kan ha bidratt til en økning i antall EPD-er.

3. Casestudie 2: Heimdal videregående skole



Vinnerutkast til Heimdal videregående skole. Illustrasjon: Rambøll Norge

3.1 Prosjektfakta

Lokalisering:	Heimdal, Sør-Trøndelag
Type prosjekt:	Videregående skole.
Størrelse (BRA):	26 300 m ²
Eier:	Sør-Trøndelag Fylkeskommune
Arkitekt og rådgiver:	Rambøll Norge
Entreprenør og rådgiver energi og miljø:	Skanska
Byggeår:	2016–2017
Ambisjonsnivå:	ZEB-O+20%M

3.2 Informantenes beskrivelse av prosjektet

To utøvende og to byggherrerepresentanter ble intervjuet. Ved intervjuetidspunktet i mars–april 2016 var prosessen ikke avsluttet og skolen ennå ikke bygd. Intervjuene var semistrukturerte, mest mulig lik vanlig samtale. Det ble gjort opptak av intervjuene og tatt notater. Beskrivelsen er godkjent av de som er intervjuet. Relevante nettsider om prosjektet er også brukt som kilder.⁵

Prosjektet

Byggherrens opprinnelige plan var å bygge om en skole fra 1970-tallet. Ut fra krav til funksjonalitet og behov for oppgradering av skolen og dens bæresystem besluttet de å bygge et nytt skolebygg. Det nye bygget skal fungere som en videregående skole og som kultur/idretts- og samfunnshus etter skoletid. Tannklinikk og klubbhus er også del av bygget.

⁵ For eksempel: <http://www.byggfakta.no/skanska-bygger-heimdal-vgs-95985/nyhet.html> (april 2016)

Prosjektet, med planlagt BRA 26 300 m², er stort og tomtstørrelse setter begrensninger for fotavtrykket man kunne få til. Byggherre har i tidlig fase utredet ulike tomter, deres transportbehov og muligheter i forhold til beliggenheten. Den valgte tomte er ikke den enkleste å bygge på, men gjenspeiler en urban situasjon mer enn andre tomter som ble vurdert. Overføringsverdien vil være relevant for framtidige prosjekter i urbane situasjoner.

Byggherren har i andre prosjekter erfart at:

de kompliserte løsningene ofte ikke fungerer i praksis og et overordnet mål for Heimdal vgs var å ha fokus på robusthet med tanke på drift og vedlikehold. Byggherre

Forventninger

De fleste involverte har høye forventninger til prosjektet og betydningen av prosjektet for byggenæringen og samfunnet. Samtidig er ikke alle informantene like overbevist om at ZEB vil ha stor betydning for å "redde verden".

Viktigheten av prosjektet for personlig karriere

Prosjektet er viktig for personlig læring for de ulike aktørene. Læringen ligger på ulike nivåer, men alle er enige i at det har bidratt til personlig kompetanseutvikling. En informant sier at:

selv om eget kompetansenivå i oppstarten av prosessen ikke var godt nok, er det samlede nivået i bedriften godt nok for å få til et bygg som Heimdal vgs. Man må prate sammen internt og se på overførbare prosjekter, både teoretisk og praktiske eksempler. Prosessen med Heimdal vgs har bidratt til å øke eget kunnskapsnivå. Utøvende

Utover dette klarer et slikt prosjekt også å løfte videre en hel bransje med tanke på læringen som genereres. Utøvende sier at:

Personlig må man ha vært gjennom slike prosesser 2–3 ganger før man kan vite om en løsning fungerer eller ikke. Utøvende

3.3 Ambisjoner

Miljøambisjonen for Heimdal vgs ble i konkurransefasen satt til ZEB-O+20%M.⁶ Byggherrens ambisjon var å bygge den mest miljøvennlige skolen i Norge. Etter beslutningen om å bygge et nytt skolebygg, tok de kontakt med ZEB-senteret og det ble etablert et samarbeid. Bygget er prosjektert basert på krav til passivhusnivå for yrkesbygg etter NS 3701. Prosjektet skal etterleve fylketingets vedtak om 50 % reduksjon av klimagassutslipp. Generelt har fylkeskommunen som mål å stille krav om passivhusstandard i alle nye skolebygg og alle rehabiliteringer av skolebygg.

De høye energi- og miljøambisjonene oppleves også som en utfordring i et så stort bygg, og de involverte er også bevisst på at man skal drive en skole som må fungere. Fra byggherrens perspektiv:

kan ikke hver kWh alltid ha førsteprioritet hvis det går på bekostning av krav til funksjonalitet og brukbarhet. Byggherre

⁶ "The building's renewable energy production compensate for greenhouse gas emissions from operational energy use and the emissions from building materials by 20% compared to a reference design."

Det høye ambisjonsnivået som er lagt til grunn for materialbruk og klimafotavtrykk, er nytt for de involverte i prosjektet. Byggherrerrepresentanten forteller at:

Mange leverandører har i løpet av prosjekteringsfasen fått spørsmål om EPD-er, og det vil skape større bevissthet rundt dette i bransjen.

Et viktig spørsmål i forbindelse med EPD-er⁷ er hvordan det skal kontrolleres at leveransen ivaretar ambisjonene, det vil si hvordan man skal kontrollerer EPD-er på byggeplassen. Her mener både utøvende og byggherre at det er behov for et system som fanger opp om kravene blir oppfylt.

Økonomien i prosjekter med høye ambisjoner kan bli en utfordring når investeringskostnader skal dekkes. Et viktig spørsmål når det gjelder ambisjonsnivå er om markedet er villig til å betale.

Informantene er enige om at pilotprosjekter må kunne koste mer, og de er innforstått med at det ikke er økonomisk gunstig å prøve ut nye løsninger. Et spørsmål en av de utøvende har stilt seg gjennom prosessen, er om et såpass stort prosjekt skal brukes som pilot? Senere endringer koster mye og en skole er et bygg som skal fungere i mange år framover.

Ambisjonsnivået ble utfordret mange ganger gjennom prosessen. Valg av oppvarmingssystem, energiforsyning og ventilasjonssystem har stor betydning for regnskapet. I løpet av prosessen ble det endret på flere parametere. En av de utøvende forteller at:

Det ble stor press på ZEB-ambisjonen pga. av to endringer: valg av type ventilasjon og øking av idrettshallens areal. Her fikk vi vanskeligheter med å finne gode løsninger for å få energibiten til å gå opp. Utøvende

Under prosjekteringen ble ambisjonene utfordret spesielt i overgang fra skissefasen, hvor man "kan alt samtidig", til forprosjektfasen, hvor man "tilpasser funksjon og kostnader og får en virkelighetsorientering" (Utvøvende). På intervjutidspunktet hadde prosessen kommet til hovedprosjektet, og det var fortsatt mange valg som ikke var tatt. I hvilken retning man kommer til å gå, vil påvirke ambisjonsnivået ifølge utøvende.

En av de utøvende opplever at ambisjonsnivået benyttes mye på toppen av prosessen, for eksempel gjennom solceller eller CHP-maskinen. ZEB-nivå framstår som noe teoretisk og akademisk hvor man setter grenser og beregner. Det som foregår utenfor satte systemgrenser tar man lite høyde for (for eksempel utomhusplanlegging og trafikk). Informanten setter funksjonsbehov og ambisjonsnivå i perspektiv:

Om regnestykket ikke klaffer 100 %, men funksjonaliteten og andre valg gjør at skolen blir et bedre bygg, så er det like viktig. Utøvende

I forbindelse med ambisjonsnivået reflekterer en informant kritisk rundt måten å tenke redusert kWh på. For eksempel er bruk av kWh/pers ikke i fokus:

Kunne arealbruken per pers begrenses, så hadde man brukt mindre kWh totalt. Kunne man ha utvidet bruk av bygget utover skolebruken, kunne man kanskje ha spart seg å bygge et annet bygg? Energibruken øker da i det ene bygget, men det hadde uansett fortsatt blitt mindre enn om man bygger to ulike nye bygg. Utøvende

⁷ EPD (miljødeklarasjon eller Environmental product declaration på engelsk), er et tredjeparts verifisert dokument som oppsummerer miljøbelastningen til et produkt. En EPD bygger på livsløpsvurderinger (LCA) i samsvar med internasjonale standarder og nasjonale beregningsregler.

Informanten mener også at hvis man har så store miljømål, bør man se mer på hvordan man agerer i huset når det blir tatt i bruk. Hvilken betydning bruken vil ha for ambisjonsnivået ble ikke tatt opp i tilstrekkelig grad. Også tiltak som redusert areal per person og muligheter for alternativ bruk av bygget utover vanlig brukstid bør vurderes nærmere, sier en av informantene.

3.4 Organisering

Samarbeid og organisering

Per i dag (2016) består prosjektgruppa av byggherrerrepresentanter, utøvende for energi- og miljø og bygningsfysikk, ansvarlige for utøvendefaget og de andre ingeniørfagene.

I starten tok byggherren kontakt med ZEB for å finne en alliansepartner som kunne bistå med å nå et høyt ambisjonsnivå. Det ble flere arbeidsmøter og de satte opp målsetninger. Konkurranses grunnlaget innen energi og miljø ble også utviklet i samarbeid med ZEB. Byggherren bestemte seg for at prosessen skulle ha helhetlig og tverrfaglig fokus med ønske om samspill og medvirkning mellom byggherre, bruker og entreprenør.

For å velge konkurranseform leste byggherren seg opp og vurderte flere former som aktuelle. Formen som ble valgt betegnes som en "Totrinns konkurransepreget dialog".

Tidligere har byggherren ofte valgt totalentreprisemodell med tildeling av vinner basert på en samlet pris- og designkonkurranse. For Heimdal vgs ønsket de å utvide konkurransefasen til en tottrinns-løsning. Målet var å få et bedre utviklet prosjekt i konkurransefasen før tildeling. Fokus på kreativitet og idéutvikling i konseptfasen var viktig. De ønsket også aktiv bruk av leverandørkompetanse i tidlig fase og aktiv brukermedvirkning i utviklingsfase.

Byggherren valgte en ny type prosess på grunn av de ukjente utfordringene med ZEB-nivå. Det var en "pilot-prosess" hvor man kan drive utviklingen underveis. Man ønsket å opprettholde konkurranseevnen lenger.

En ren konkurranse anså vi som uaktuelt på grunn av umodne forslag man får levert, samtidig som også prisen baserer seg på det umodne forslaget. For økonomien var det viktig å basere seg på et forslag som har kommet lengre i utviklingen. ZEB var en viktig og avgjørende instans og ressurs i konkurransefasen. Byggherre

Informantene beskriver konkurranseforløpet som følger:

Fase 1: pre-kvalifikasjon.

Det var totalt 11 søkere, og etter en vurdering ble åtte prosjektteam valgt ut til pre-kvalifisering og til å utarbeide en løsning i dialog med byggherre. Alle team ble lønnet med 200.000 NOK. Utøvende satt sammen teamene som deltok i pre-kvalifisering basert på føringer for påkrevd kompetanse i teamene. Byggherren erfarte i løpet av pre-kvalifisering at det var nytt å kreve såpass høy kompetanse på energi og miljø, og at noen team ikke tok kravene seriøst nok. I pre-kvalifiseringsfasen ble det holdt en åpen workshop for deltakerne, og viktigheten av fokuset på energi og miljø ble presisert. ZEB bidro i workshopen med faglige innlegg.

Romprogrammet fra pre-kvalifiseringsrunden ble tilpasset i løpet av konkurransen. Opprinnelig tanke var å bygge en skole og en liten idrettshall. Programmet og størrelse for idrettshallen ble utvidet i fase 2.

Fase 2

Tre team ble valgt ut for å videreutvikle forslaget i dialog med byggherre. Det ble holdt presentasjoner for byggherren ved flere anledninger. Hvert team ble lønnet med 2.5 MNOK. Prosessen var organisert slik at byggherre fikk innsyn i arbeidet underveis og kunne gi innspill. De måtte overholde taushetsplikt overfor teamene. Det var en lukket parallellprosess.

En jury valgte ut teamet som gikk videre til fase 3. Byggherren forteller at kompetansen i juryen:

var nøye sammensatt av folk med ulik kompetanse fra oss, en representant fra ZEB og et eksternt medlem. Byggherre

Utvelgelsen gikk på vurdering av pris, arkitektur og hvordan oppnå ambisjonsnivået. Vinnerprosjektet skulle gjøre nødvendige tilpasninger fram til endelig forprosjekt. En av de utøvende opplevde at det i tidlig fase var usikkerhet i teamene rundt vektning av ZEB-kriteriet: om det var et absolutt krav eller om man kunne kompensere med andre miljøtiltak for ZEB-kravet – for eksempel bygge på TEK10-nivå, men kompensere med andre tiltak for miljøambisjoner.

Også evalueringskriteriene som ble lagt til grunn for evaluering av forslagene mellom de ulike fasene i prosessen, opplevdes som uklare. Informanten kunne ha ønsket en mer konkret og bedre framstilling av vurderingskriteriene uten så mye rom for tolkning. Han anbefaler at man i framtidige utlysninger av slike prosjekter må være tydeligere på beskrivelse av *konkurransambisjoner*.

Fase 3: Samspillsfase – forprosjekt

Det ble valgt en aktør som inngikk samspillskontrakt med byggherren. I konkurransefasen var byggherren mer forsiktig med det som ble sagt, men når det bare var én aktør igjen, kunne man snakke mer konkret om løsninger. Det ble lagd pristilbud for videreutvikling av prosjektet fram til ferdig bygg.

I samspillsfasen ble også brukerne involvert. Brukerinvolvering i prosessen foregikk gjennom en brukerkoordinator som formidlet brukerbehov til utbygger. Brukerne i dette tilfellet er ansatte og elevrepresentanter.

Resultatet fra samspillsfasen er et revidert prosjekt – forprosjekt. Forprosjektet viser konkrete løsninger og prisen som er gitt, er bindende. Framtidige endringer vil koste penger.

I samspillsfasen ble prosessen med vinnerteamet organisert i prosjektmøter, som var delt i statusmøter og arbeidsfordelingsmøter. Når det var behov for avklaringer om enkelte temaer og detaljer, ble det kalt inn til særmøter. Hele teamet har også vært på studieturer, for eksempel når de skulle se på en CHP-maskin (Combined Heat and Power).

Rollefordelingen i prosjekteringsteamet ble endret og presisert i samspillsfasen. Forprosjektet ble avsluttet i mars 2016.

Fase 4: Hovedprosjekt/detaljprosjekt/utførelsesfase

Per april 2016 har de kommet til fase 4.

Byggefasen kommer til å gjennomføres som totalentreprise

I teamet er det fortsatt usikkerhet på hvor de kommer til å havne i forhold til ZEB-ambisjonene når bygget er ferdigstilt. Ikke alle valg er endelig tatt og det er mye som skal avklares i løpet av de neste månedene.

Opplevelse av prosessen fram til hovedprosjekt

Utøvende opplever at den største forskjellen sammenliknet med andre prosesser var høyt fokus på energiforsyningsløsninger og på energi- og miljø. De involverte synes at samarbeidet stort sett har fungert godt. Byggherren oppsummerer at usikkerheten og nyhetsverdien gjorde at man måtte sette av tid for avklaringer og ekstra runder for å rydde unna misforståelser.

Åpenhet beskrives som en viktig egenskap i slike prosesser. Det er nytt terreng, og man må ha en kultur i prosessen/prosjektgruppa som ivaretar åpenhet. Det bemerkes også at det tar mer tid å forstå målet og prosjektet i tidlig fase i denne prosessen – derfor trenger man å sette av mer tid tidlig. I detaljeringsfasen skal det være relativt gjennomtenkt, og forskjellen vil ikke være så stor i forhold til andre prosjekter.

Samspillskontrakt er egnet for denne type prosess hvis man klarer å få til den kulturen som trengs. Det er ikke gitt at det fungerer. Prosessdynamikken er helt klart personavhengig og avhengig av holdninger, og ikke minst av bedriftenes kultur og tillit til hverandre. Personlig begeistring, eierskap og identitet nevnes også som spesielt viktige suksesskriterier i slike ambisiøse prosjekter.

Samspillskontrakt er å foretrekke når man som byggherre ikke ønsker å gi fra seg ansvaret og fortsatt vil styre prosessen. Utøvende er allikevel ansvarlig for å finne de gode løsningene på spørsmålene som stilles.

Utøvende beskriver samspillsformen som en "runddans" hvor produksjonen foregår hos den ene parten, deretter sendes forslag til den andre for innspill, og så diskuteres det med byggherren. Premissene må hele tiden overføres mellom de ulike fag: arkitekten tegner, bygningsfysiker sjekker opp mot krav, energiutøvende beregner, byggherren er med i diskusjonen, og så blir det flere runder. utfordringer for samarbeidet er utskifting av folk og kunnskap om premisser.

Videre er organisering av kommunikasjonsflyt og overføring viktig. Kommunikasjonsflyt kan være en utfordring, siden den foregår på ulike nivåer og det er mange kommunikasjonslinjer på tvers. I denne prosessen fungerte en utøvenderepresentant som et mellomledd mellom byggherre og de andre utøvende. Entreprenøren og byggherren snakket sammen én gang i uka. Men

vi klarte ikke alltid å fange opp diskusjonene som foregår mellom "ulike små-tuer" i prosjektet.
Utøvende

En av utøvende bemerker også at det var en prosess hvor byggherren fortsatt styrte prosessen, og i noen tilfeller hadde det siste ordet. Utøvende opplevde at deres argumenter ikke alltid ble hørt.

Samspillsfasen gir tross alt mulighet for endringer og garanterer fleksibilitet i store prosjekter. Prisen pleier å gå opp i løpet av prosjekteringsfasen, selv i konkurranser hvor man har gitt pris. Også i dette prosjektet gikk prisen opp i samspillsfasen, men forskjellen var at man fortsatt hadde en sjanse til å endre prosjektet uten å være bundet til pris. Endringer etter at samspillsfasen er avsluttet vil koste penger, og der er det et mål med minst mulig endringer framover.

Flere informanter mener at samspillprosess er det riktige valget i prosessorganisering i prosjekter som har høyt ambisjonsnivå og ukjente løsninger. Kunnskap om nullutslippsbygg i bransjen har ikke kommet

så langt at man er i stand til å utlyse en ren konkurranse om nullutslippsbygg. Løsningene i en klassisk konkurranse ville ikke blitt tilfredsstillende. Det er ennå behov for mer tid og utvikling i en annen type prosess.

Til tross for prosessen, som ble vurdert som positiv, påpeker informantene at det fortsatt er en høy risiko som ligger i besvarelsen, og det kan ikke stilles garanti for at det går bra. Bygget er en pilot som må evalueres i drift i ettertiden.

Proessen rundt materialvalget i samspillsfasen opplevdes som tidkrevende. Ulike materialer skulle vurderes, og en informant mener at man kunne ha unngått mye av den usikkerheten det skapte, hvis man hadde tenkt gjennom alle kravene på et tidligere tidspunkt. Prosessen tar lengre tid på grunn av usikkerhet og vurderinger som man ikke hadde tatt seg tid til i mer "vanlige" prosjekter.

Drift

Byggherren i dette prosjektet pleier å drifte byggene etter avsluttet byggeprosess (til forskjell fra mange andre byggherrer) og de er opptatt av å bygge slik at de kan håndtere utfordringene som dukker opp i ettertid. I dette prosjektet vil de tegne en EPC (Energy Performance Contract) med utbyggeren. Det betyr at de som utførte prosjektet, drifter det i en femårsperiode. Hvis energibruken går utover de energimålene som er satt, må utbyggeren ta deler av regningen. Prosjekteieren har ikke tidligere benyttet EPC-modellen, og den er også uvanlig å benytte i nybyggprosjekter. De mener at et framtidig driftsansvar kan hjelpe til ytterligere å kvalitetssikre den prosjekterings- og byggejobben utbyggeren gjør.

Også driftserfaringer er viktig å ta med seg i nye prosjekter. De involverte i prosjektet ønsker å måle og evaluere driften etter ferdigstillelse i 2018.

3.5 Kunnskap

Intervjupartnerne fra byggherren sier at:

vi har modnet gjennom prosessen. Det som ble oppfattet som "hårete målsetting" i starten, krevde kunnskapsøking for alle involverte. Prosessen har også løftet mange bransjeaktører videre." Byggherre

I starten var det åtte team som deltok, og byggherren tror at alle har hatt en nytteverdi av å være med i prosessen. Generelt har de hatt fokus på kompetanseheving og at det skal være gøy å jobbe i prosjektet.

Det har vært behov for høy kompetanse i prosjektet og alle måtte strekke seg litt. Sammen med ZEB ble det holdt flere workshops.

Den valgte konkurranseformen har bidratt til god kompetansutvikling, skarpere miljøfokus og et konkurransefortrinn for alle involverte i framtidige prosjekter, mener byggherren. En informant mener at prosessen i noen tilfeller ble preget av manglende kunnskap, og dermed tok det noen ganger lang tid å ta avgjørelser. ZEB bidro noe til kunnskapsformidling, men kunne ha bidratt enda mer.

Informanten fra utøvende mener at det ikke har vært så mye læring med tanke på designprosessen. Den opplevdes ikke veldig annerledes sammenliknet med tidligere prosjekter. Prosjekteringsanvisninger har ikke integrert ZEB-krav. ZEB-krav kommer i hovedsak opp på toppen av det hele. Størst læring for egen bedrift og egen person ser han i optimalisering av bærekonstruksjonen. Optimalisering er viktig når det gjelder utslipp og reduksjon av materialbruk.

3.6 Kostnader

På Heimdal er det nye systemer, for eksempel en CHP ("Combined Heat and Power")-maskin, som skal testes. Et nytt system vil koste mer, faststår informantene, noe som ikke er overraskende. Det som er avgjørende for å kunne teste nye systemer, er at man får en viss risikoavlastning gjennom støtteordninger. Byggherren har søkt Enova om støtte.

I prosjekteringsprosessen ble det satt opp et regnestykke som anslo kostnader per kvadratmeter som teamene forholdt seg til. Det ble gjort for å senke fokus på kostnader under prosjektering. Prosjekterende opplevde derfor at det ikke var så mye snakk om kostnader.

En informant påpeker at dette er en ekte pilot på CHP-maskin med biogass. Det kommer ikke til å bli lønnsomt siden eksport per kWh vil være billigere enn innkjøpspris per kWh.

3.7 Samfunnskontekst

Hvordan har rammebetingelser påvirket prosessen?

- *Økonomisk støtte.* Informantene mener at det er viktig med støtteordninger for innovative prosjekter, og de hjelper flere å få fram de gode løsningene. Når man skal prøve nye løsninger, bør man spørre seg: Hvem har erfaring med dette? Dersom svaret er ingen eller begrenset, er det spesielt viktig å sikre en viss risikoavlastning dersom en skal ta modellen videre. De anbefaler å ha et framtidig fokus i støttordninger på klimaregnskap som et element utover det generelle fokuset på energimål med reduserte kWh. Byggherren har søkt Enova (energieffektivisering av nybygg), men ZEB-ambisjonen er egentlig ikke sammenfallende med Enovas fokus på fornybar energi.
- *Kommune.* Den kommunale byggherren ser på seg selv som regional utvikler med et utvidet samfunnsansvar. De ønsker å ta ansvar for kunnskapsbygging. Det er spennende å få lov til å være med å drive nyskaping, og det er ekstremt viktig at nyskapingen og pilot gir kompetanseoverføring med relevante løsninger.
- *Lovverk og retningslinjer.* Per i dag fins det ingen standard for samspillskontrakter. Det kan være en utfordring når man velger samspill som gjennomføringsmodell. Ulike samspillsprosesser er heller ikke sammenliknbare, siden de blir organisert på ulike måter. Informanten fra utøvende mener at det i framtiden vil være behov for en ytelsesstandard for nivået over passivhus. Hvordan skal man regne eksport og import av energi? Han sitter selv i komiteen som jobber med energistandarden NS 3031. Energiforsyningssystemer og vurdering av disse vil bli viktigere framover. Det blir viktig å utvikle en standard og hvordan man skal beregne beregne export og import av energi.
- *Sertifisering.* Sertifiseringsordningen BREEAM ble vurdert, men ble ikke vedtatt å bruke. Både utøvende og byggherren har kunnskap om BREEAM-sertifisering og har brukt det i andre prosjekter. I dette prosjektet har de valgt de en kobling mot et kompetansemiljø, ZEB, og de brukte ikke BREEAM her – det hadde blitt for mye styring og for mange forutbestemte valg. BREEAM ville satt enda flere rammer å holde seg innenfor. De valgte å ikke sette fokus på sjekklisten for å oppnå sertifisering, men heller samhandle aktivt med kompetansemiljøet i ZEB. Generelt oppfattes BREEAM som positivt og det styrker kvaliteten. Et viktig spørsmål angående bruk av BREEAM i prosjekter, er om oppdragsgiver er klar over sertifiseringsordningen og ønsker å ta de ekstra kostnadene for å få sertifisert bygget.

3.8 Prosjektgruppas evaluering

Arkitektur

Ønsker for arkitektonisk utforming i prosjektet var at planløsningen skulle ivareta en fleksibilitet, der framtidige tilpassninger og brukerbehov kan dekkes uten krav om større ombygging. Også arealeffektivitet skulle settes i et miljøperspektiv med fokus på materialer, oppvarming, renhold og vedlikehold.

Prosjekteierne er fornøyd med resultatet så langt. Utøvende er litt mer kritisk og sier at det arkitektoniske resultatet kunne ha blitt bedre, men tilføyer også at det er helt vanlig å tenke slik.

Informantene forteller at de arkitektoniske løsningene var svært ulike i skisseprosjektene, levert i fase 2 (tre team). Idrettshallens størrelse var blitt økt til 4000 m² etter pre-kvalifiseringen, og forslagene måtte endres. I vinnerforslaget ble idrettshallen lagt under bakken.

I vinnerprosjektet ble de arkitektoniske og konstruktive valgene vurdert i flere runder i forbindelse med beregning av klimafotavtrykk. Et eksempel en informant nevner, er materialvalg i etasjeskiller. Det ble valgt betong (lav-karbon – scorer godt på økonomi, brann, byggeteknikk). I prosessen var det et ønske om å utrede klimafotavtrykk av både trekonstruksjon og betong før det ble tatt et endelig valg. Prosessen rundt materialvurderingen tok mye tid. Brann- og lydkrav var til slutt avgjørende for at man ikke valgte eksponert trevirke i bærekonstruksjon allikevel, fordi flere lag med gipsplater på undersiden av taket eliminerte utslippsfordelen av trematerialet, og de bestemte seg i stedet for betong.

Det har også vært diskusjoner rundt arkitektonisk kvalitet som noen i prosjekteringsgruppa opplevde som utmattende. Et eksempel er at utøvende ikke ønsket solceller som bygningsintegrert element, fordi:

de kommer til å se ut som et arkaisk element om noen år. Utviklingen av slike teknologier går for fort. Utøvende

Solceller (e.l. elementer) i fasaden binder opp det arkitektoniske uttrykket. Hvis man prosjekterer med en løsning som blir forkastet i løpet av prosessen, så ligger det gamle forutsetninger i det arkitektoniske uttrykket.

Tekniske løsninger

De tekniske løsningene har undergått flere runder med endringer. Oppsiktsvekkende var at alle tre team som leverte forslag i fase 2, kom fram til samme løsning for energiforsyning: en CHP-maskin/biogass som de anså som den eneste mulige løsningen som kunne dekke bygningens behov og i tillegg dekke de påkrevde 20 % eksport for å kompensere for materialbruken (ZEB-O+20%M). Takflaten er begrenset, så solceller fikk ikke inn nok solstrøm. I pre-kvalifikasjonsrunden hadde de en annen løsning (geovarme og solceller) som de vurderte som ikke tilstrekkelig når idrettshallen ble større.

Energiforsyningsløsningen ble endret flere ganger og i samspillsfasen/forprosjektet gikk vinnerteamet tilbake til CHP-maskin (basert på biogass) og solceller. Det skjedde som en konsekvens av arealøkning. Beregningene viste at med større areal, men begrenset takflate, var det ikke nok energiproduksjon å hente fra solcellene til å dekke både bygningens behov og eksport.

Den valgte oppvarmingsløsningen med CHP-maskin som benytter biogass, er relativt ny i Norge, i hvert fall i et såpass stort bygg. Det var lite erfaring, mange spørsmål og stor usikkerhet rundt løsningen, for eksempel: Hvordan velge kvalitet på biogass, hva er riktig? Hvilken type CHP-maskin bør man bruke? Hva er pris/kWh? Hvor skal tanken lagres, hvem skal drifte, hvordan og hvor ofte trenger de leveranser?

Teamet kom fram til at biogass kan leveres i flytende form. Den lagres i tank og det er behov for en lastebil/uke. Informanten fra Skanska mener at prisen ligger på ca. 1 kr/kWh. Det er dyrt, og kan ikke konkurrere med strømprisen. Eksport blir også dyrt siden man kan ikke forlange 1 kr/kWh, spesielt når det er fjernvarme i nærheten som har en lavere pris. Lønnsomhet for andre oppvarmingssystemer er alltid en utfordring i fjernvarmeområder. Man må se på det som en pilot / et forsøk som ønsker å redusere utslipp, og noen må ta regningen for å teste det.

Trondheim kommune ble forespurt om man kunne kjøpe eksporterte kWh for Huseby-badet, som ligger ved siden av skolen. I prinisippet er kommunen positive, men det er usikkerhet rundt prisen de vil betale og volumet av eksport som det er behov for.

I denne endelige strategien står CHP-maskinen for dekning av det resterende energibehovet i tillegg til solceller (ca. 25 %), og resten av produksjonen fra CHP-maskinen skal eksporteres. Utøvende er ikke helt fornøyd med løsningen, fordi hoveddelen av energien vil bli eksportert og man taper i tillegg på eksportprisen siden man ikke kommer til å få inn 1 kr per kWh (som det i utgangspunktet koster å produsere).

Ventilasjonskonseptet ble også endret i løpet av prosessen. I det første forslaget lå det til grunn fortreningsventilasjon for beregningen, en løsning som byggherren stilte seg skeptisk til. Det ble endret til klassisk ventilasjon i de fleste områdene. Denne endringen hadde konsekvenser for energibehovet og målet "O" (null i drift; "operation") ble vanskelig å nå, ifølge utøvende.

Ventilasjonen er per i dag organsiert i mindre, desentraliserte anlegg. Byggherren har gjort seg erfaringer om drift av mindre anlegg og oppsummerer at de er enklere å innregulere. Føringene er kortere og systemtap kan minimeres. Praksisen fra andre bygg de drifter, viser at det er vanskelig å innregulere store anlegg. Enkelhet i systemer har vært et slagord gjennom prosjektutvikling.

Utvøvende er ikke helt fornøyd med ventilasjonskonseptet slik det ble til slutt. Han mener at det kan være *for enkelt*, og lite avansert styring, noe som kan bety at det blir overventilert og det kan slå ut negativt på regnskapet. Dette illustrerer at det er en usikkerhet rundt valg av løsninger, og at det er et tydelig behov for evaluering av bygget i bruk for å kunne si noe om valgene som ble tatt.

3.9 Konklusjoner

Hva kjennetegner prosesser som leder til nullutslippsbygg? På bakgrunn av dette case-studiet konkluderes det her om hva som har vært primære drivere og eventuelle barrierer underveis i planlegging, prosjektering og bygging ut fra utøvendenes og byggherrens erfaringer.

Implementering og realisering av miljøambisjoner

Miljøambisjoner ble tidlig implementert i prosessen. Byggherren i samarbeid med ZEB utarbeidet konkurransegrunnlaget med ZEB-ambisjoner. Ved intervjutidspunktet ser det ut som om prosjektteamet vil lykkes med å opprettholde ambisjonsnivået. Bygget er dog ikke ferdigstilt ved intervjutidspunktet. Derfor er det uvisst hvordan bygget vil fungere i praksis. Det vil være behov for evaluering av valg som ble tatt, og bruken.

- ZEB som ressurs vurderes som viktig for å oppnå ambisjonsnivået. Spesielt i fasen der man skulle stille krav til konkurransen.
- Tydelig formidling av ambisjonsnivået og dets krav gjennom workshop med eksperter.
- Gode og grundige prosesser rundt utvelgelse av team.
- Personavhengig. Ildsjeler som driver prosessen framover.

- Samfunnsansvar som offentlig byggherre.
- Høy kompetanse allerede i startfasen blant noen av de involverte.
- Åpenhet og tillit i prosessen. Personsammensetning fungerte godt nok.
- Endringer i prosessen kan oppleves som en utfordring for ambisjonsnivået.

Prosjektets kompleksitet

- Høy kompleksitet. Stort bygg med mange funksjoner og behov.
- Valg av energiforsyningssystem: uvanlig og lite kjent løsning.

Kompetanse, bemanning og læring

- Nøkkelpersoner med høy kompetanse involvert fra utøvendeside. Alle deltakere opplevde allikevel at de ikke hadde nok kompetanse i starten. Kompetansebygging var viktig.
- Kunnskapsøkning gjennom intern kompetanseformidling, studieturer, seminarer og workshops for alle involverte og deres tilknyttede bedrifter.
- ZEB-eksperter bidro på workshops og støttet opp under kompetanseutvikling.
- Teamet organiserte felles kompetansebyggingsaktiviteter (studietur, seminar)
- Endringer i personal kan være en utfordring når noen nye kommer inn i etablerte prosesser.
- Bemanning og personsammensetning er viktig for god kommunikasjon og prosess.

Organisering og prosess

- Godt planlagt prosess rundt beskrivelse av konkurransen, gjennomføring og utvelgelse av team.
- Prosessen ble organisert slik at man unngikk å låse prosessen allerede i konkurransefasen. Konkurransform som ivaretar dialog.
- Lang nok tid for å vurdere foreslåtte løsninger i forprosjektfasen.
- Byggherren fortsatt med under hele prosessen.
- Samspillsform vurderes som suksesskriterium i dette prosjektet
- Godt organisert kommunikasjon innenfor rammene.
- Prosessen vurderes på mange måter ikke som veldig annerledes enn i andre komplekse bygg, bare at ZEB-ambisjonen kom i tillegg.

Barrierer

- Omstendelige valg som tar lang tid.
- Usikkerhet rundt valg av løsninger som man ikke har erfaringer med fra tidligere prosjekter, for eksempel ble det lange diskusjoner rundt integrering/applisering av teknologi. Også materialvalg var tidkrevende.
- Motivasjonen svinger i tråd med utfordringer og prosesser som tar lang tid.
- Mange kommunikasjonslinjer, og til tross for bevissthet rundt det, ikke enkelt å samkjøre.

Ledelse, roller og oppfølging

- Avklarte roller. Byggherren som mellomledd mellom utøvende.
- Uvant at byggherren beholder en styrende rolle i prosessen.
- Tillit, åpenhet og god kommunikasjon avgjørende.

Økonomi

- Pilotprosjekter med et såpass høyt ambisjonsnivå anses ikke å være lønnsomme. Det ble presisert at det er viktig å investere i piloter for å teste framtidsrettete løsninger.
- Pilotprosjekter er avhengig av støtteordninger.
- Ikke oversikt over sluttkostnader ved intervju tidspunktet.

Kontekst – ytre drivere og utfordringer

- Søkt støtteordning fra Enova, viktig for innovative prosjekter.
- Andre sertifiseringsordninger som ikke ble brukt her, anses generelt positivt, men ble for mye i tillegg til ZEB-ambisjonene.
- Nytt for deltakerne: EPC (Energy Performance Contract), en femårig driftsavtale mellom byggherre og utbygger.

4. Casestudie 3: Nullenergiboliger på Skarpnes



Skarpnes – "Første nullenergiboliger i Norge". Foto: SINTEF Byggforsk

4.1 Prosjektfakta

Lokalisering:	Skarpnes, Arendal
Type prosjekt:	Eneboliger
Størrelse (BRA):	154 m ² per bolig / 5 boliger.
Totalentreprenør:	Skanska.
Ekstern rådgiver VVS:	Øivind B. Berntsen AS.
Arkitekt:	Rambøll Arendal
Byggeår:	2014–15
Ambisjonsnivå:	ZEB-O

4.2 Informantenes beskrivelse av prosjektet

Det ble gjennomført dybdeintervjuer med to informanter fra utøvende bedrifter, én informant fra byggherren og tre brukere i oktober 2015.

Prosjektet

Nullenergiboligene på Skarpnes ble ferdigstilt i 2014–15. Av 17 eneboliger planlagt som nullenergihus, ble kun fem bygd med denne standarden. De andre husene bygges som TEK10-hus i 2015–2016.

At ambisjonsnivået for de resterende husene ble senket i løpet av prosessen, begrunnes med at det ikke var et marked i Arendal for nullenergiboligene, som er vesentlig dyrere enn hus bygd etter dagens standard, TEK10. Nullenergihusene ble solgt for 800.000–900.000 kr over markedspris. Arendal er et område hvor boligprisene ikke er like høye som i storbyområdene i Norge. Boligkjøperne av nullenergihusene var i hovedsak tilflyttere fra Oslo med tilknytning til Arendal og omegn. Etter at salget stoppet opp, bestemte byggherren at de resterende husene skulle bygges som TEK10-hus. Planer for boligblokkene som var planlagt i tillegg til eneboligene, ble stoppet og tomtene ble solgt. Skarpnes-prosjektet har blitt forsinket på grunn av vanskeligheter med salget.

Nullenergihusene tar utgangspunkt i det byggetekniske og energikonseptet som ligger til grunn for passivhusstandarden NS 3700, mens tekniske løsninger bidrar til et lavere energibehov og vesentlig større andel fornybar energi utover kravene i NS 3700.

Nullenergikonseptet har gått gjennom en prosess i utvikling, både med tanke på oppvarmingssystem og konstruksjonen. På Skarpnes brukes bergvarmepumper til vannbåren varme og solceller for å nå nullenerginiivået. Bergvarmepumpene brukes også til oppvarming av forbruksvann. Solfangere ble valgt bort i løpet av prosessen. Egenprodusert strøm fra solcellene brukes direkte i boligen, og overskudd eksporteres til nettet. Strøm kjøpes fra nettet når egenproduksjonen er for lav. Over året er målet at import og produksjon utlikner hverandre.

Konstruksjonsmåten ble endret i løpet av byggeprosessen. Tre eneboliger ble oppført med én type konstruksjonsløsning, trelagsvegg. Denne typen ble for komplisert å bygge, og en ny type ble utviklet. Den nye veggkonstruksjonen førte ifølge utøvende til en forenkling av byggeprosessen og vil kunne brukes i framtidige prosjekter (se tegning i avsnittet: evaluering, arkitektur).

Forventninger

Alle intervjupartnere hadde høye forventninger til prosjektet. Selv om prosessen tok tid og ble forsinket, så er intervjupartnerne glade for erfaring og læring gjennom prosjektet. Alle påpeker at forventningene ble innfridd og at de er fornøyd med resultatet.

Viktigheten av prosjektet for personlig karriere

Representant for byggherren synes prosessen rundt prosjektet var spennende, lærerik og positiv for personlig utvikling. En av de utøvende sier at gjennom erfaringene fra Skarpnes vil han i nye prosesser kunne differensiere mellom ulike ambisjonsnivåer. Han vil på en troverdig måte kunne vise hva som skal til for å komme opp på TEK-nivå, hva som skal til for å nå passivhusnivå, og hva som skal til for å komme på nullenerginiivå. Også en annen utøvende mener at både for ham personlig og for bedriften var prosjektet svært lærerikt.

DEL 1 – Prosjektering og bygging av et nullutslippsbygg⁸

4.3 Ambisjoner

"Første nullenergiboliger i Norge"

Byggherren ville være i forkant av utviklingen i Norge:

Vi vil være en grønn bedrift, og Skarpnes var en mulighet til å prøve ut nye løsninger.
Byggherre

Prosessen beskrives som kjempespennende, hvor prosjektteam har vurdert og sett på løsninger som solceller og solfangere for å kunne nå ambisjonsnivået. Byggherren forteller at mange av løsningene de vurderte falt fra under utviklingen, for eksempel ble det arkitektoniske uttrykket endret. Folk ønsket utseende som "sørlandshus", ikke moderne arkitektur. Prisnivået var for høyt sammenliknet med andre salgsobjekter i området, og salget stoppet periodevis opp. På grunn av dårlig salg ble ambisjonsnivået for de andre planlagte eneboligene justert ned til TEK10-nivå. Opprinnelig skulle det bygges 17 nullenergi eneboliger på feltet.

Utfordringen med prosjektet var å treffe markedet lokalt, mener informantene, og hadde det vært bedre økonomiske rammer, så ville flere hus ha blitt solgt som nullenergihus. TEK10-husene ble solgt til en lavere pris og da var det ingen salgsproblemer.

⁸ I Skarpnes og Visund prosjektet har vi både sett på prosjektering og bygging (del 1), og tidlig bruksfase (del 2). Disse to case beskrivelsene er derfor to-delte. I Multikomfort og Heimdal vgs har vi kun sett på prosjektering og bygging.

Rådgiveren har tidligere jobbet sammen med byggherren om å få til deres første passivhus (PH). Byggherrens representant for boligenheten tok kontakt igjen når de skulle i gang med reguleringsprosessen for Skarpnæs-feltet. Etter møtet begynte de å stille spørsmål om ambisjonsnivået:

Hvorfor skulle vi gi oss med PH? Skal vi våge å se på noe annet? Utøvende

Deretter hadde byggherren en intern runde for å diskutere ambisjonsnivået. Første ambisjon var å komme i null for oppvarmingsdelen, så for hele bygget. De har hele tiden forsøkt å se det i en økonomisk sammenheng – noen skal kunne betale for det. Gjennom prosessen ble det ikke vurdert å senke ambisjonsnivået på energi. Det var om å gjøre å finne en løsning for å nå det, forteller rådgiveren. Det ble endringer under planleggingsprosessen, i hovedsak på grunn av høyere kostnader enn forventet.

Utvøvende mener at ideen og ambisjonsnivået var avhengig av noen personer som gikk inn for å få det til. Det var viktig for prosessen og for å holde ambisjonsnivået oppe. Betydningen av enkeltpersoner for det høye ambisjonsnivået bekreftes også i intervjuene med de andre involverte.

4.4 Organisering

Samarbeid og organisering

Byggherren er generelt fornøyd med organiseringen av prosessen. En ulempe med prosessen var at den ble langvarig, blant annet på grunn av salgsproblematikken og ambisjonsnivået.

Byggherrerepresentant sier om samarbeidet:

Samarbeidet med leverandørene og de andre involverte aktørene i prosessen har vært bra. Dette prosjektet var nytt for alle og produktene var bare delvis kjent. Det var viktig med god kommunikasjon internt. Byggherre

Kommunikasjonen ble ivaretatt gjennom jevnlige prosjektmøter. Noen av de utøvende og byggherren hadde felles prosjekteringsmøter. Drivkraften bak prosjektet var spesielt én person som beskrives som praktikeren blant mange teoretikere som var involvert i prosessen. Det var viktig å ha med praktikeren som visste hvordan man bygger et hus. Det ble et godt samspill mellom de som kan bygge og de som kan det teoretiske. Det ble diskutert mange forslag på hvordan det skulle bygges, hvordan sette stendere, hvordan får man klemt etc. De fikk en realitetssjekk ved å ha med noen med praktisk erfaring i planleggingsprosessen.

Entreprise

Gjennomføringsmodellen var totalentreprise. Det er den entrepriseformen som byggherren vanligvis bruker og som intervjupartneren mener at de kan best. De syntes ikke heller at prosjektet trengte noe annet. De har standardprosedyrer og kontrakter som fungerer bra. Utøvende fra ulike bedrifter ble leid inn.

En informant sier at han hadde forventet at det skulle bli tettere samarbeid mellom de ulike fagene. Byggherren hadde hovedansvaret og fungerte som et mellomledd mellom tekniske fag og utøvende.

Utvøvende fikk løsningene presentert, men deltok lite i utviklingsprosessen og diskusjonen:

Jeg synes at det kunne ha vært veldig interessant å jobbe mer på tvers. Utøvende

Informanten tilføyer at han også følte at utøvende ble hørt til tross for organiseringen, og at det ikke var enveiskommunikasjon.

4.5 Kunnskap

Byggherrerepresentanten med flere har gått på kurs i Sverige og Sveits for å få opplæring om solceller. Han sier at de kunne lite om disse spesielle løsningene fra før, og at han synes det er spennende å lære nye ting. Etter opplæringen har byggherren montert solcellene selv, noe de ikke hadde gjort før. I dette prosjektet fikk de involverte mulighet til å tilegne seg ny kunnskap. Byggherrerepresentanten er fornøyd med det arkitektoniske og det tekniske resultatet. Pilotprosjekter generelt er ikke lønnsomt for bedriften, men med tanke på kunnskapsutvikling og senere prosjekter er de verdifulle. For dem var det et viktig prosjekt. En informant forklarer:

Det var ikke nybrottsarbeid, men en ny måte å sette ting sammen. Utøvende

Utøvende sier også at når man har forbedret kunnskapen etter en slik prosess, så tror man på at man får det til i framtiden. Det gir utslag for nye prosjekter fordi man vil formidle mulighetene mer troverdig. Jo flere som tror på det selv og har erfaring, desto flere vil dele ambisjonen. Derfor er pilotprosjekter viktige som motor for kunnskapsutvikling.

4.6 Kostnader

Informantene er enige om at nullenerginivå og pilotprosjekter ikke er lønnsomme i seg selv, men man trenger slike prosjekter for å kunne etablere nye løsninger og øke kunnskapen. Kostnader til nullenergihusene er høyere enn for boliger bygd etter dagens standard på grunn av dyrere trelagsvinduer og en tykkere konstruksjon med mer isolasjon. Det tar også lengre tid å bygge. I markedet ble nullhusene solgt for ca. 4.8 MNOK (154 m²), mens de nye som er bygd etter TEK10 ligger på 3.9–4.2 MNOK og er noe større. Innbakt i disse tallene er ENOVA-støtten som byggherren fikk for å bygge nullhus på ca. 300.000 NOK per hus.

Det vannbårne systemet med bergvarmepumpe som er brukt i nullhusene, er kostbart. Hvert av husene har eget borrehull og bergvarmepumpe. I tillegg forvarmes ventilasjonslufta på vinterstid for å bedre virkningsgraden på ventilasjonen. De relaterte tilleggskostnadene for de tekniske anleggene anslås av en av informantene å ligge på rundt 200.000–300.000 NOK.

Solceller beskrives som alfa og omega for å få til nullenergihus. Kostnaden ligger på ca. 140.000–160.000 NOK, men de er trolig ikke lønnsomme for beboerne. Salgsprisen for strøm er fortsatt lavere enn innkjøpsprisen. Hadde myndighetene vært litt mer behjelpelig med å kjøpe strøm, ville det vært mer lønnsomt, mener noen av intervjupartnerne. Byggherren tror ikke at folk vil få uttelling for energi-standard/solcelleanlegget ved salg av huset i dagens marked. En annen aktør påpeker at nullhusene står på de mest attraktive tomtene, noe som vil ha stor innflytelse på pris ved gjensalg.

En informant som tidligere jobbet som tømrer, sier at han pleide å bruke 700 timer på å bygge konstruksjonen. For hus med tilsvarende teknisk standard som på Skarpnes tar prosessen ca. 1200 timer, det vil si 500 timer mer.

Endring av konstruksjonsmåten på Skarpnes i løpet av prosessen bidro til å spare tid ved bygging av de to siste husene, og penger. Byggherren anslår at det tok ca. 120 timer mer å konstruere den først veggtypen (for detaljer, se avsnitt om evaluering, arkitektur).

4.7 Samfunnskontekst

Intervjupartnerne tror at om 10 år er det mer vanlig at folk bor i hus tilsvarende nullhus. En informant sier i intervjuet at det er et håp at solenergi skal bli mer vanlig "fordi solen er der og bør benyttes".

- *Økonomisk støtte.* Prosjektet på Skarpnes har fått økonomisk støtte fra Enova for solcelleanlegg. Uten støtte fra Enova hadde prosjektet blitt for dyrt og kunne ikke blitt realisert, mener intervjupartnerne.
- *Kommune.* Arendal kommune er interessert i nullhuskonseptet, men har ikke bidratt til dette prosjektet med mer enn at de var interessert. Prosjektet ble presentert i et kommunestyremøte. Kommunen har ikke aktivt brukt husene på Skarpnes som forbildeprosjekt eller for å markedsføre seg. Men det bygges for tiden flere passivhus i Arendal. Kommunen generelt beskrives som engasjert og framtidsrettet.
- *Lovverk og retningslinjer.* Problemet med etablering av solceller er markedet og prisen, man må få mer igjen for at folk ser nytten i å bygge solceller.
- *Sertifisering.* BREEAM-sertifisering har ikke vært et tema i dette prosjektet.
- *Pilotprogrammer.* De har ikke søkt deltakelse i pilotprogrammer.

4.8 Prosjektgruppas evaluering

Arkitektur

Nullenergikonseptet hadde innvirkning på den arkitektoniske utformingen av eneboligene. Takvinkel ble valgt og husene ble dreid slik at solinnstråling kunne optimaliseres. Dette skapte noen begrensninger i utformingen, syntes informantene. Også størrelsen på huset ble begrenset. Husene endte opp med 154m² selv om planen var å tegne et hus på ca. 170m². I planleggingsprosessen fant de ut at energikonseptet og kostnader knyttet til det, hindret en større bolig fordi de ellers måtte ha hatt en ny rad med solceller og en dyrere inverter.

Utøvende tegnet også husene på tomta, som utføres etter TEK10-standard. Utøvende mener at forskjellen ikke er så stor arkitektonisk. I TEK10-husene hadde de litt mer spillerom når det gjaldt vindusflater, størrelse på huset i kvm areal, ildsted og pipe, orientering og plassering på tomta. Nullenergikonseptet la strengere føringer for å få til energiregnskapet. Kostnader begrenset også kvm-størrelsen av nullenergihusene. Utøvende sier:

Jeg har inntrykk av at kjøperne er fornøyd med husene og løsningene. Utøvende

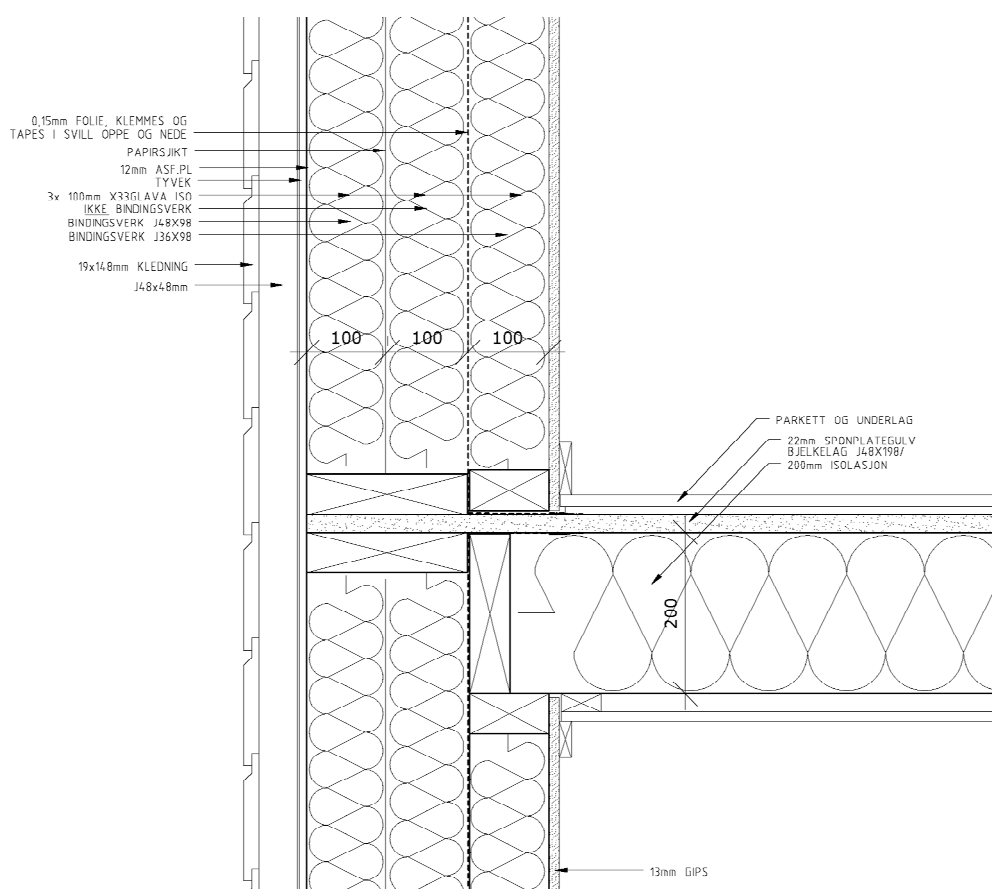
Han sier også at han er stolt av prosjektet og at de fikk være med på det, men:

Jeg lurer på om det kanskje hadde blitt seende annerledes ut hvis arkitektfaget hadde vært involvert tidligere? Utøvende

I starten ble nullenergihusene planlagt med solfangere som de hadde satt av plass til på fasaden. Solfangerne ble tatt ut av prosjektet i løpet av prosessen, og såpass sent at plassen på fasaden som var tiltenkt solfangerne er der ennå. En stor del av fasaden er lukket og det ble ikke plassert vinduer der. Utøvende mener at det vises at boligen var prosjektert med solfangere. Det henger igjen gamle premisser i det arkitektonisk uttrykket.

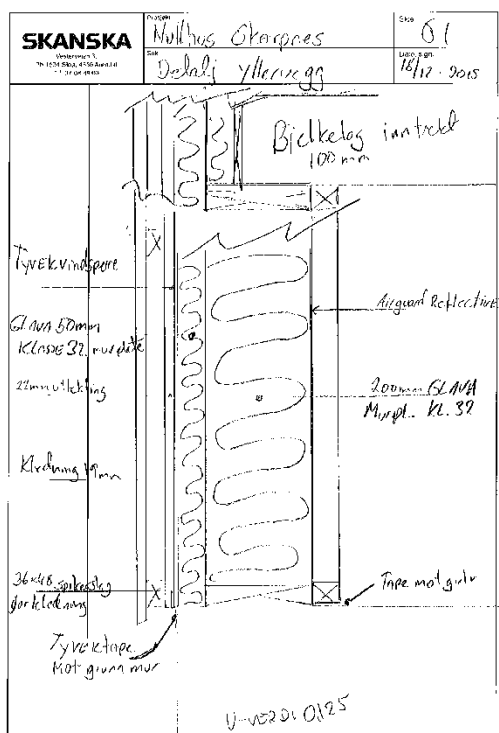
En annen intensjon var å tilpasse det arkitektoniske uttrykket til husene man finner i omgivelsene. De ønsket et slektskap med eldre hus – for eksempel er det 1700-tallsboliger i området som har asymmetriske tak. Detaljene og konstruksjonsmåten har byggherren valgt, så utøvende opplevde at de hadde lite innflytelse på helheten.

Konstruksjonssystemet ble endret underveis for å forenkle byggeprosessen og senke tidsbruken. Konstruksjonssystem i hustype C er en trelagsyttervegg med 3 x 100 mm isolasjon med to reisverk og isolasjon imellom. Veggene måtte først tørke ut; deretter kunne de legge på dampspærre. Før dampspærren ble lagt kunne ikke den innerste delen av trelagsveggen som bjelkelaget hviler på bygges opp. Bjelkelaget ble konstruert på en provisorisk vegg som ble tatt bort senere, da det tredje sjiktet i veggene kunne bygges. I tillegg måtte man isolere tre ganger.



Veggkonstruksjon Skarpnes: Dobbeltvegg med kontinuerlig isolasjonssjikt. Brukt i boligtype A (tre boliger). Kilde: Skanska

Dette tok for lang tid, og de utviklet en mer effektiv løsning. Hus 4 og 5 ble bygd med en enklere veggkonstruksjon: 200 mm vegg med halvveis inntrukket bjelkelag. Som isolasjon brukte de murplater som Glava utviklet til dem (Glava murplater 32), 200 + 50 mm (se skisse). Den utvendige plata på 50 mm fester man bare rett på reisverket, noe som opplevdes som enkelt og effektivt. Det ble trukket på en utvendig vindduk og lektet ut på vanlig vis. Slik kom man ned i en 200 + 50 mm vegg med kun ett reisverk, og sparte tid. Innvendig brukte de "Air-guard" fra Isola, en reflekterende dampspærre. "Air-guard reflective" reflekterer varme når den monteres inntrukket mot et uisolert hulrom på 30–50 mm. Det dannes da varmluft i denne spalten, som isolerer tilsvarende 30 mm standard isolasjon. Derfor ble det også plass til installasjoner på innsiden av vegg.



Det ble ikke tegnet nye detaljer. Kilde til skisse: Skanska

Tetthetskrav, fuktmålinger og fokus på detaljløsninger gjør at kvaliteten på husene er mye bedre i dag enn før i tiden, noe som også vises i færre reklamasjoner, forteller representant for byggherren.

Tekniske løsninger

Den løsningen for balansert ventilasjon som ble valgt på Skarpnes, har høy gjenvinningsgrad (det vil si bedre kvalitet og dyrere enn i TEK10-husene). Nullenergihusene har utvendig solavskjerming som styres automatisk etter solinnstråling.

På Skarpnes var det planlagt solfangere, men prisen for solfangere er fortsatt høy. For solceller har prisen gått ned og blitt halvert. I starten av prosessen gikk de ut ifra at $1 \text{ m}^2 = 5000 \text{ kr}$, og at den kan gi 16 % energiproduksjon (virkningsgrad). I dag regner man med 2500 kr/m^2 ferdig installert og en virkningsgrad på 18 %. Kost-nytte-effekt var høyest ved bruk av solceller.

Også gråvannsgjenvinning ble valgt bort i løpet av prosessen, og det var veloverveid. Beregningene som byggherreteamet gjorde, viste at ca. $2,5 \text{ m}^2$ solceller ville erstatte en (dyr) gråvannsgjenvinner energimessig. Også teknisk og vedlikeholdsmessig er solceller enklere.

Ulike prinsipper ble vurdert tidlig i prosessen. Teamet bestemte seg for at termisk anlegg skal ha en virkningsgrad på 4 (Scop, årsvarmefaktor, seasonal coefficient of performance), det vil si at for hver kWh de skal inn med i bruken av strøm, skal de få ut 4 kWh varme (sammenlikning for andre bygg de bygger: 2,2 scop).

Varmtvann på Skarpnes produseres via bergvarmepumpe, 180 l tank med ca. 55 grader. Når den blir tappet ned, så begynner varmepumpa å prioritere den. Når det begynner å bli kaldt vann i dusjen, varsler sensorer om at det er behov for elektrisk tilleggsoppvarming. Rådgiveren mener hvis det ikke er et ekstremt behov for varmtvann (for eksempel boblebad), så vil ikke strøm brukes i det daglige. Strøm brukes én gang hver uke for å varme opp vannet til over 70 grader, slik at det blir varmt nok til å desinfisere mot legionella. Det er nødvendig å bruke el for det, ellers kan det bli farlig.

Alle husene har vannbåret varme som er basert på en eller to viftekonvektorer i hvert hus. Videre er det vannbåret gulvvarme på bad i hver etasje, vindfang og våtrom. Noen har i tillegg valgt vannbåret varme på gulv i sokkelen i gangen. Utøvende sier at:

Gulvvarme er egentlig for treigt til å være 100 % energivennlig og effektiv. Men barfotkomfortfaktoren veide vi høyere enn det. Utøvende

Viftekonvektoren er plassert i gangen i 1. etasje, ikke mot fasaden. Man har gått bort fra prinsippet å plassere konvektor mot fasaden for å unngå kaldras-problematikk i et såpass godt isolert bygg / godt isolerte vinduer. Derfor trenger man plass til å sette en relativt stor konvektor. Plassering i boliger kan være et problem. Lavtemperaturvarmekilder kan ta mye plass, men trengs siden gulvvarme alene ikke er nok til å dekke behovet når det blir veldig kaldt ute.

Utvøvende er fornøyd med resultatet og han er spent på hvordan det kommer til å gå. Han tror at noen husstander ikke vil komme i mål med tanke på energibruken:

Noen vil kjøpe et boblebad til hagen. Men det skal de få lov til, det er sånn det er. Utøvende

Utvøvende sier videre at han:

Tror at beboerne kunne ha fått enda mer informasjon tidligere i prosessen. Det virker sånn at beboerne var litt usikre rundt bruk av de tekniske løsningene. Utøvende

Han var innom de første som flyttet inn. Han opplevde at de var redde for å trykke på feil knapp.

4.9 Konklusjoner

Hva kjennetegner prosesser som leder fram til nullutslippsbygg? På bakgrunn av dette case-studiet konkluderes det her med hva som har vært primære drivere og eventuelle barrierer underveis i planlegging, prosjektering og bygging. Fokuset ligger på byggherrens og de utvøvedes erfaringer. Hvordan brukerne opplever den første tiden etter overtakelsen av bygget, behandles i del 2.

Implementering og realisering av miljøambisjoner

- Høye ambisjoner gjennomført i byggene som ble solgt.
- Senket ambisjonsnivå for de husene som ikke ble solgt.
- Opplevde at det var vanskelig marked for nullenergihus på grunn av ellers lavere prisnivå i området.
- Nøkkelpersoner som drivere i prosessen er avgjørende for å opprettholde ambisjonsnivået.
- Ambisjonsnivået la noen arkitektoniske begrensninger sammenliknet med bygg utført etter TEK10.

Prosjektets kompleksitet

- Liten størrelse. Lite komplekst.
- Utfordringen lå i å finne løsninger for å oppnå ZEB-ambisjoner.

Kompetanse, bemanning og læring

- Høye forventninger
- Viktig for personlig karriere / kunnskapsutvikling

- Læring underveis
- Kurs, befaring, utprøving
- Økt kunnskapsnivå gjennom prosessen

Organisering og prosess

- Byggherren som sentral aktør i kommunikasjon og møtevirksomhet. Delvis mellomledd mellom ulike fag.
- God kommunikasjon mellom ulike aktører er avgjørende for å oppnå et godt resultat.
- Totalentreprise: det de kan best / fra før. Ikke alle aktører kan involveres på lik linje gjennom prosessen. Totalentreprise fungerte bra i dette prosjektet.

Barrierer

- Tid og usikkerhet rundt valg av løsninger.
- Flere møter og langvarig prosess, også på grunn av manglende salg.

Ledelse, roller og oppfølging

- Tydelig ledelse av byggherren, som også stilte med mye kompetanse på området.
- Noen fag kunne ønsket seg tidligere involvering i prosessen for å ha større innflytelse.

Økonomi

- Høyere kostnader enn etter TEK10-standard. Lengre tid for bygging, dyrere dører og vinduer, dyrere oppvarmings- og energiforsyningssystem er de største kostnadsdriverne. Også selve prosessen er mer tidkrevende og koster mer, da det er behov for å vurdere og finne løsninger, og flere møter er nødvendig.
- Pilotprosjekter er i mange tilfeller ikke lønnsomme for bedriftene, men gir viktig kunnskap og læring for bedriften og for bransjen. Avgjørende med støtteordninger for å ta deler av ekstrakostnader.

Kontekst – ytre drivere og utfordringer

- Avgjørende med støtteordninger som Enova og Husbanken for å ta deler av ekstrakostnader. Støtteordning fra Enova var avgjørende for å bygge med solceller.
- Nullenergikonseptet la føringer for arkitektonisk uttrykk og utforming.
- Opprinnelig valgt veggkonstruksjon ble for komplisert og ble endret til en enklere og billigere konstruksjonsmåte etter bygging av tre hus.
- Plassering av piloter bør vurderes nøye, spesielt i boligprosjekter hvor realiseringen er avhengig av salg. Piloter har høyere pris, så det må være et marked som er villig å betale en høyere pris.
- Vurdert ulike løsninger gjennom beregninger, det er ingen fasitløsninger.

DEL 2 – brukerevaluering

4.10 Brukerevaluering – erfaringer fra tidlig bruksfase

Det ble gjennomført brukerintervju i tre av de fem husene. Beboerne ble intervjuet hjemme den 26.10.2015.

Bakgrunnsinformasjon

Beboerne i de tre husene var innflyttere fra Oslo. De har tilknytning til området, men to av tre hadde ikke planlagt å flytte til Arendal. De likte prosjektet, og de opplevde at de fikk mer for pengene her enn i Oslo.

I Hus 1 bor det to voksne og ett barn. De visste ikke helt hva et nullenergihus var, men fant ut at det leverer energi og at man kunne spare penger, og det var positivt. Tidligere bodde de i et rekkehus fra 1980-tallet. Det var trekkfullt og de brukte mye strøm. De flyttet inn våren 2015.

I Hus 2 bor det to voksne. De var lei av å bo i en 100 år gammel firemannsbolig i Oslo som var kald, trekkfull og hadde lekkasjer. De ønsket seg et nytt, varmt, tett og tørt hus. De visste hva nullenergihus var og det var et viktig kjøpsargument for dem. De er usikre på om de hadde vært like interessert i huset hvis det hadde vært et "vanlig" hus. De har endret mye i huset og oppgradert løsningene i samråd med leverandører og Skanska. De ønsket et moderne uttrykk innvendig og utvendig, og påvirket utforming og valg av løsninger i stor grad. Løsningene er påkostet sammenliknet med standardforslaget. De flyttet inn påsken 2015.

I Hus 3 bor det to voksne og to barn. Også de kom flyttende fra rekkehus bygd på 1980-tallet (Selvåg bolig). Beliggenheten var det viktigste kjøpsargumentet for dem, ved siden av at huset var nytt. De hadde som mål å kjøpe et moderne og nytt hus etter dagens standard, TEK10, fordi det innebærer at det er byggeteknisk bra gjennomført. Det var bare positivt at Skarpnes overoppfyller dette kravet – de mener at de får TEK10 ++ her. De har vært gjennom flere oppussingsprosjekter tidligere og de ønsket ikke å bruke mer tid på det. I et nytt hus slipper man vedlikehold og oppussingsarbeid, og får tid til annet, for eksempel hagearbeid. De flyttet inn i slutten av april 2015.

Innetemperatur

Beboerne i Hus 1 opplever behagelig innetemperatur både om vinteren og sommeren. De justerer temperaturen ved å stille på termostat på vannbåret varme på bad og i gangen, og de har vinduene åpne når det trengs, i hovedsak om sommeren. De sover med åpent vindu, og på de varmeste dagene om sommeren bruker de ventilasjonen for å kjøle ned huset (satt temperatur på tilluft på 14 grader). De opplever ingen trekk eller kaldras. Forventningen deres til komfort var mye høyere enn til tidligere boliger. Utvendig solavskjerming bruker de lite om vinteren, og de tar den opp når den automatisk går ned på grunn av solstråling.

De har et gjesterom som de tørker klær i, og et barnerom som (ennå) ikke er i bruk. Disse rommene er ikke like varme som resten av huset (døra lukket).

I Hus 2 er beboerne også veldig fornøyde med innetemperaturen. Huset varmes fort opp og det er varmt i alle rom, noe som beskrives som "herlig". De liker å ha høy innetemperatur på ca. 23–24 grader og setter gulvvarme på badet på 26 grader, også om sommeren. Da holder de også døra til badet lukket for ikke å varme opp resten av huset. De har kun vannbåret varme på badet og ble frarådet å installere det flere plasser i huset fordi det kan bli for varmt. De har viftekonvektor i hver etasje. Soverommet holder de kjøligere ved å ha døra lukket. De åpner også vinduet på soverommet om natta. Om sommeren kan det bli veldig varmt på soverommene når man har på TV eller annet utstyr. Solavskjermingen går ned automatisk og de overstyrer det ofte når de ønsker å få inn sollyset. De har

ennå ikke brukt ventilasjonsanlegget til kjøling. De ønsker høy komfort og er ikke villige til å gå ned i komfortopplevelsen. Det går bra i dette huset – "her får man i både pose og sekk".

I Hus 3 beskriver beboerne temperaturen som god og lun. Å ha det godt og varmt trenger man ikke å tenke på i dette huset, siden det ikke er en ekstra kostnad. De har valgt vannbåret varme i hele 1. etasje (det har ikke de andre to husene), og de bruker det mest for å varme opp huset. Viftekonvektor i 2. etasje har de ennå ikke hatt behov for. Temperaturen i huset er sjelden under 22 grader og det kan nesten være en utfordring å få den lavere. Temperaturen om sommeren har vært behagelig, men ikke kjølig som annonsert. De sover med åpent vindu, men nevner i hovedsak lufttilførsel som årsak til dette, ikke temperatur. De lufter sjelden andre plasser enn på soverommet. De ønsket i utgangspunktet ikke å ha viftekonvektor for oppvarming siden den bråker, men fant ingen bedre alternativer i samarbeid med prosjekterende. Kjellerstua er i dag ubrukt, og døra er vanligvis lukket. Noen ganger åpner de døra for å senke temperaturen i resten av etasjen.

Inneklima

Beboerne i Hus 1 syns at det er godt inneklima. De mener at luftkvaliteten er bedre med balansert ventilasjon enn i den tidligere boligen fordi filteret i ventilasjonsanlegget stopper pollen. Noen i husholdningen har allergi og astma, og opplever at det er mindre plager nå enn tidligere fordi huset er tett – for eksempel kan man lukke vinduer og dører når det blir klippet plen. Det er også mindre støv. Ventilasjonsanlegget står på minimalt nivå (trinn 1). I starten var de usikre på om man kunne åpne vinduene i energieffektive hus, men fikk beskjed fra entreprenør at det var greit. En gang stoppet ventilasjonsanlegget, og da kjente de at lufta fort ble tett, fuktig og tung.

I Hus 2 er beboerne fornøyde med inneklimate. De har ventilasjonsanlegget på nivå 1 og opplever det som tilstrekkelig. Det dugger ikke på badet selv om det står på lavt nivå. De syns ikke lufta oppleves tørr. Klesvasken tørkes innendørs og det oppleves som "luffukter". Ventilasjonsanlegget suser for mye når man justerer opp hastigheten, så de bruker det lite. Når de har besøk, så lufter de en del.

I Hus 3 står ventilasjonsanlegget vanligvis på trinn 2 (middels). Når de får gjester, setter de opp hastigheten til trinn 3 før gjestene kommer. Det har blitt en vane. Luftkvaliteten er de fornøyde med, unntatt på soverommet. De velger heller å sove med åpent vindu enn å sette ventilasjonsanlegget på trinn 3 (maks) siden det bråker for mye. Når de åpner vinduet, legger de en håndduk foran døra for å tette sprekken under. De vurderer å bytte ut døra for å få vekk sprekken. Viftekonvektoren i gangen slår seg på når kald luft fra soverommet trekker i gangen. Et problem de nevner, er at systemene ikke snakker sammen, det vil si systemene for ventilasjon og vannbåret varme.

Bruk av hus og teknologi

Beboerne i Hus 1 er fornøyde med valgmulighetene de har i forbindelse ventilasjon og temperatur. Filterskift planlegger de å gjøre selv. Det har opplevd feil med både ventilasjonsanlegget og sensorer. Når ventilasjonsanlegget stoppet opp en dag, ble det fort varmt og tett luft. En annen dag ble vanntilførselen i hele huset automatisk stoppet på grunn av en smule som lå på en sensor. De visste ikke hvordan de skulle finne feilen og måtte få hjelp av leverandøren. Leverandørene er ofte litt usikre selv, siden det er mange nye løsninger. Beboerne har forståelse for at ting kan gå galt. Men de er kritiske til informasjonsformidling om tekniske løsninger i prosjektet, som de mener var "altfor dårlig". De har fått 10 minutters innføring under overlevering og 3–4 permer med bruksanvisninger, men de savner en skikkelig gjennomgang punkt for punkt om hvilke muligheter som ligger i systemene og hvordan man søker etter feil. De trenger mer opplæring her enn i hus de har bodd i tidligere.

De synes solcelleanlegget fungerer bra. De tilpasser noen av sine vaner for å utnytte solenergien, for eksempel setter de på vaskemaskin og oppvaskmaskin når det er sol på dagen (bruker "delay"-funksjon på maskinen). De er fornøyde med planløsningen, som de kunne påvirke etter eget ønske.

I Hus 2 har beboerne oppgradert det elektriske anlegget. De er interessert i teknologi og bruker apper til å styre lyset, temperatur og solavskjerming. De synes det fungerer ypperlig. Når de er bortreist, kan de slå på varmen én dag før de kommer hjem. De bruker app for å følge med på solstrømmen. De tenker litt over strømbruken, men justerer lite i atferden sin for å spare. De setter for eksempel vaskemaskinen på når de er hjemme, og bruker ikke "delay"-funksjonen for å utnytte solstrøm på dagen. Derimot har de kjøpt LED-pærer til hele huset (unntatt to lamper hvor det ikke finnes passende LED-pærer), og de har kjøpt hvitevarer til kjøkkenet som har energimerke A+++ ("hvor mange pluss bak A-en kunne vi få?"). Hjemme-borte-bryteren bruker de lite. Den skruer på alt lys når man kommer hjem, og det trenger de ikke (kan muligens programmeres om, men de har ikke prøvd å finne ut av det). De har installert to dusjhoder i dusjen og "det er ikke akkurat en sparedusj". De tror at det går med en del vann under dusjingen.

De fikk veldig lite informasjonen om huset når de flyttet inn. Det har vært noen feil og små irritasjoner, men alt i alt går det bra. De fikk hjelp av leverandørene, selv om noen av dem må lære seg mer om systemet selv. De sier at de ikke aner hvor filteret til ventilasjonsanlegget er, og at de har tre års service på ventilasjonsanlegget som fulgte med ved kjøpet. Etter tre år må man tegne avtalen på nytt.

I Hus 3 brukes hjemme-borte-bryteren som slår av og på lys og justerer hastigheten på ventilasjonsanlegget. De bruker ikke appene til styring av lys og solavskjerming. De har justert noen vaner, og setter for eksempel på vaskemaskin når de produserer solstrøm. I starten sjekket de ofte hvor mye strøm de produserte, men nå gjør de det i mindre grad. Den største ulempen med huset er at de ikke har peis eller vedovn. De er glad i å fyre og savner det. De nevner også at standarden legger begrensninger på størrelse og plassering av vinduene. De kunne ha tenkt seg litt flere og større vinduer, men sier samtidig at løsningen de har fått er bra med tanke på lys og utsikt. Dette ble sagt siden Skanska har gått bort fra nullenergihus på Skarpsnes og bygger ut resten av feltet som TEK10. Disse husene blir billigere og det er større frihet i forbindelse med vindusstørrelse og plassering.

De fikk ikke opplæring når de flyttet inn, unntatt en 10 minutters prat med rørleggeren. Skanska ga beskjed om at de har fått bruksanvisninger når de ba om et crash-kurs for å lære seg hvordan huset fungerer. Hittil har det vært få problemer med det tekniske, og de prøver seg fram.

Interesse i miljøspørsmål og bruk av solceller

Beboerne i Hus 1 tenkte ikke miljø da de kjøpte huset. De så muligheten for å få mye lavere strømregninger enn tidligere. De har blitt mer bevisste på strømsparing etter at de flyttet inn. De tror at løsninger som solceller er framtiden, og etter erfaringen hittil ville de valgt det på nytt. Salg av solcellestøm er fortsatt lite lønnsomt (18 øre ut mot 24 øre inn), så det er best å bruke den selv. De betaler også full nettleie og påpeker at bedre insentiver for private strømprodusenter ville bidra til at solcelleanlegg blir mer attraktive. De har forståelse for at det kan bli for dyrt for mange ("det er som å sette en ny bil på taket"), og at det ikke anses som lønnsom investering. De er også kritiske til at el-biler får mange fordeler, mens det i miljøvennlige hus er eieren som må betale merkostnadene.

I Hus 2 ser beboerne på seg selv som miljøbevisste. De sier at miljøaspektet ved huset har hatt en stor betydning for kjøpet. De tror ikke at solcelleanlegget er økonomisk lønnsomt, men det idealistiske aspektet var viktig for dem. Det driver utviklingen framover når flere bor i sånne hus. De ser på seg selv som heldige som kan leve sånn. De tror at folk flest ikke orker å velge solceller fordi det ikke er lønnsomt. De mener at det offentlige burde gå foran med gode eksempler. Bedre støtteordninger kunne hjelpe til. Pris på salg og kjøp burde vært likt, så trenger man å tenke på lagringsmulighet og slipper å kjøpe et batteri som ikke er miljøvennlig. De tror de produserer mer strøm enn forespeilt ved kjøpet, og anslår at det vil bli omtrent 7000 kWh/år.

I Hus 3 sier beboerne at de ikke er miljøidealister, men "normale". De sorterer og gjør det som er vanlige miljøbevisste handlinger i dagens samfunn. De er fornøyde med at de har solceller, og tror at flere kan få øynene opp for det hvis strømprisen blir bedre og/eller om det finnes bedre muligheter for lagring. De håper på å gå i null på strømrregningen over året. På en middelsdag produserer de ca. 20 kWh, og det skal holde for at de går i null. De tror at miljøbevisstheten er større i urbane strøk. I Oslo tror de at interessen og betalingsviljen for slike hus ville vært større. "Arendal er feil plass for prosjektet", noe som vises gjennom at nabolaget består av folk som har flyttet hit fra Oslo.

Venner og familien er interessert i huset men "til og med ingeniørvenner kan bli skremt av alle knapper de har på det tekniske rommet".

4.11 Konklusjoner

Hvilke aspekter påvirker bruk og drift av nullutslippsbygninger? På bakgrunn av dette case-studiet konkluderes det her med hva som har vært de viktigste faktorene som påvirker beboernes tilfredshet og aksept etter overtakelsen.

- Beboerne opplever at det er positivt med nullenergibolig. For 2 av 3 intervjuede var det et kjøpsargument ved siden av beliggenhet, utforming og at boligen er ny, som er typiske kjøpsargumenter. Beboerne kom flyttende fra områder i Norge hvor boligprisene er høyere.
- Beboerne er fornøyde med boligen. De opplever høy termisk komfort, det er godt og varmt om vinteren og ikke for varmt om sommeren. De ønsker å ha det kjøligere på soverommet, og justerer temperatur der med å ha vinduet åpent om natta. Huset oppfyller muligheten for å ha høy termisk komfort, et ønske om å ha 22–24 grader.
- Beboerne er fornøyde med justeringsmulighetene gjennom termostat, lufting, solavskjerming og ventilasjonsluft.
- Luftkvalitet oppleves også som bra. Noen beboere rapporterer at de er mindre plaget av astma og pollenallergi i det nye huset. De luffer når de har behov for det, men opplever at det er mindre behov i det nye huset enn i de husene de bodde i tidligere. Ventilasjonsanlegget kan oppleves som sjenerende på høyeste trinn, 3, og brukes sjelden. De luffer på soverommet om natta.
- Beboernes informasjonsbehov om bruk og styring av oppvarming og ventilasjon, solceller og sensorer og nullenergi/passivhus generelt er ikke godt nok ivaretatt. Det er usikkerhet rundt bruk av tekniske anlegg, og det var behov for hjelp i starten. Informasjonsformidling kan bidra til å unngå bruksfeil i starten, samtidig som det øker beboernes opplevelse av å ha kontroll over boligen.
- Beboerne er delvis opptatt av miljøspørsmål. De sparer allikevel ikke veldig konsekvent. Husets energistandard og solcellene var et positivt argument for kjøpet. Det er framtidsrettet og har mulighet til å kjøpe mindre strøm, det vil si redusere egen regning.

5. Casestudie 4: Visund, Haakonsvern i Bergen



Visund-bygget. Foto: Åsmund V. Sjursen

5.1 Prosjektfakta

Lokalisering:	Haakonsvern i Bergen
Type prosjekt:	Kontorbygg
Størrelse:	2031 m ² (oppvarmet BRA)
Eier:	Forsvarsbygg
Arkitekt:	LINK Arkitektur
Rådgiver:	Multiconsult
Totalentreprenør:	Veidekke
Prosjektering:	2011–2014 (inkludert behandling i departementet)
Byggeår:	2015
Overtakelse:	Desember 2015
Ambisjonsnivå:	ZEB-0±EQ (nullenergiregnskap ekskludert energibruk for teknisk utstyr)

5.2 Informantenes beskrivelse av prosjektet

For informasjon om dette byggeprosjektet er åtte personer intervjuet (to enkeltintervjuer, tre gruppeintervjuer). Intervjuene ble gjennomført i april og mai 2016. Bygget hadde da stått ferdig i 4–5 måneder. Intervjuene var semistrukturerte, mest mulig lik vanlig samtale. Det ble gjort opptak av intervjuene og de ble transkribert. Alle informantene har godkjent sitatbruk og innhold i rapporten. Byggherren har i tillegg bidratt med oppdatert informasjon om status på tekniske anlegg og energiforbruk per oktober 2016. I tillegg er relevante nettsider om prosjektet brukt som kilder.

Prosjektet

Visund-bygget huser Forsvarets logistikkorganisasjon (FLO), som tidligere hadde tilholdssted i det såkalte "Depotbygget" fra 1960-tallet. FLO understøtter Sjøforsvarets virksomhet innen innkjøp, forsyninger, vedlikehold og annet. Visund er et administrasjonsbygg på tre etasjer med flatt tak. Kontorlokalene er plassert i 2. og 3. etasje, basert på en miks av cellekontor og åpne kontorlandskap. I 1. etasje ligger ventilasjonsrom og arkivareal, samt kunderettede funksjoner. Bygget er dimensjonert for

rundt 100 arbeidsplasser. Bygget har solcellepaneler på taket, behovsstyrt ventilasjon (med kjøling og varme over luft – supplert med radiatorer). Bygget er tilknyttet den lokale energisentralen ved Haakonsværn, og får levert varme og kjøling fra det sjøvannsbaserte varmepumpeanlegget. I energiberegningene så ligger varmepumpen innenfor systemgrensen for levert energi.

Forprosjektet ble startet høsten 2011 og avsluttet høsten 2012, mens hovedprosjektet ble startet opp i 2014 (etter en behandlingsprosess på departementsnivå). Brukerne flyttet inn i midten av desember 2015.

Forventninger

Jeg var med på åpningen av prosjektet, og det er sjelden jeg har hørt så mye skryt som var berettiget og som var sagt på en måte som var ekte, det var ikke bare floskler. Spesielt direktøren i Forsvarsbygg holdt en flott tale og fortalte hva det betydde for de, så det var kjekt. Prosessene i prosjektet var langt over forventningene. Utøvende

Oppdragsgiver har ved sin rolle som offentlig byggherre et samfunnsoppdrag med forventninger fra departementshold om å bidra til bærekraftige omgivelser. Visund-bygget ble valgt som byggherrens pilotprosjekt i ZEB, med den synliggjøringen og de forventningene det fører med seg når det gjelder ambisjonsnivå og realisering av disse.

På ett eller annet tidspunkt, når de gikk ut i media med det, så hadde (byggherren) på en måte forpliktet seg til at dette skal vi få til. (...) Prosjektlederen (fra byggherren) viste mange ganger til at nå har vi lagt hodet på blokken, og forpliktet oss til å levere dette prosjektet. Utøvende

Alle informantene fra byggherresiden og de utøvende (arkitekt, rådgiver, totalentreprenør) ga uttrykk for at prosjekterings- og produksjonsfasen har gått over all forventning og at bygget har blitt bra. Det var opprinnelig noe skepsis hos arkitekt og rådgiver ved byggherrens valg av totalentreprise som entrepriseform. Særlig rådgiverne fryktet at det kunne komme til konflikter og kostnadsdrivende gnisninger med totalentreprenøren, ut fra tidligere erfaringer med denne gjennomføringsformen. De så risiko med hensyn til entreprenørens kompetanse på å kontrahere og tilknytte seg de riktige underentreprenørene, ut fra de spesielle kravene i dette spesifikke prosjektet. Dette viste seg å bli helt uproblematisk og samarbeidet mellom partene har fungert usedvanlig godt.

Når det gjelder brukerne, sto de overfor en situasjon hvor de skulle flytte fra et gammelt bygg til et nytt, med alle velkomne og uvelkomne endringer det fører med seg for den enkelte. Informantene forklarte at brukernes hovedfokus lå på arbeidsplassutformingen. De forventet stor innflytelse på utformingen av disse, en forventning som bare til dels kunne oppfylles. Det skapte et gap mellom det brukerne ønsket seg og det de opplevde at de fikk. Denne situasjonen har skapt støy underveis i prosessen og noen utfordringer når det gjelder brukeraksept i den første tiden etter overtakelsen. Dette blir nærmere beskrevet i del 2 av denne rapporten.

Viktigheten av prosjektet for personlig karriere

Det er et ambisjonsprosjekt og det er dessverre ikke for ofte dette dukker opp her i Bergensregionen. Det er et veldig fint prosjekt å ha på CV-en sin. Utøvende

Flere av informantene uttrykte et personlig miljøengasjement og en ekstra glød for å lykkes med å realisere energimålene. De var fornøyde med muligheten til å få delta i et slikt prosjekt. Alle påpekte at det har vært et lærerikt prosjekt som har gitt nyttige og verdifulle erfaringer for videre karriere og prosjekter.

DEL 1 – Prosjektering og bygging av et nullutslippsbygg

5.3 Ambisjoner

Fra energiklasse A til 0-energibygge⁹

Vi fikk vel egentlig et oppdrag fra departementet om at vi skulle bygge et bygg med energiklasse A. Det var et krav fra departementet. Men så var det noen her som tok det litt lenger ut og ønsket å ha et tilnærmet 0-energibygge. Da fikk man aksept og inngikk en avtale med ZEB-organisasjonen som støttet opp om dette. Byggherre

På det tidspunktet hvor de lagde løsningsdokumentet, så var energiklasse A bra. Det var det beste man kunne komme til på det tidspunktet. Men det har vært en vanvittig utvikling i næringen de siste årene. Når man da skulle i gang med forprosjektet, så var energiklasse A greit. For å opprettholde at prosjektet fortsatt skulle ligge i front, så antar jeg at det ble økt. For å holde utviklingen. Energiflasse A er jo egentlig helt vanlig i dag. Byggherre

Bestillingen fra byggherren i forprosjektet var at arkitekten og rådgiverne skulle utvikle tre energialternativer. Referanse- eller nullalternativet var et bygg etter TEK10. Hovedalternativene var et A-merket bygg og 0-energibygge. Arkitekten ble etter hvert bedt om å utarbeide en anbefaling. Denne anbefalingen og de tre alternativene ble lagt til grunn for byggherrens innstilling og departementets beslutning om at bygget skulle detalj-prosjekteres og bygges som et 0-energibygge. Energimålet ble satt til 16 kWh/m²/år, som tilsvarer estimert energibruk for teknisk utstyr.

Pådrivere internt i byggherreorganisasjonen og hos arkitekten hadde en viktig rolle i at 0-energifalternativet ble en del av arkitektens og rådgivernes oppdrag i forprosjektet.

Implementering, forankring og oppfølging av ambisjonene

Byggherren var helt fra starten av tydelig på at dette er et prosjekt med høye miljøambisjoner.

Det har de egentlig fått litt skryt for, de som sto litt hardt på det. (...) Det er ganske kompliserte prosesser inne i statlige organer. Du skal nok være litt ekstra standhaftig når du har sånne ambisjoner. Utøvende

Det ble gjennomført et ZEB-seminar i forprosjektet som ble viktig for å skape eierskap til ambisjonene og en forståelse for hva en 0-energifambisjon innebærer i denne type prosjekt. I følge informantene bidro seminaret til en trygghet både hos byggherren og i forprosjekteringsgruppa om at målene er realistiske.

Vi trodde ikke at vi ville gå så langt i prosjektet, vi trodde vi ville stoppet ved et energiklasse A-bygge. Og det var ganske mye som tydet på det. (...) Men så snudde det. Jeg tror det mye skyldtes "driven" som kom inn i prosjektet med ZEB og workshop. Fokuset ble rettet veldig mot det nivået. Fikk opp ambisjonene, satte tydelige mål for alternativene. Utøvende

Totalentreprenøren med sine folk trengte, ifølge noen av informantene, litt tid i starten på å stille seg inn på ambisjonene. Men holdningen endret seg raskt til at "dette skal vi få til". Flere informanter trekker fram prosjekteringslederens evne til å motivere og til å skape en løsningsorientert kultur som viktig i dette.

⁹ "0-energibygge" er begrepet som informantene selv bruker for å beskrive dette alternativet. Vi har derfor valgt å bruke denne prosjektinterne terminologien framfor begrepet "nullutslippsbygg".

Vi gikk igjennom hva som var ambisjonene på forhånd og (prosjekteringsleder) holdt et engasjerende innlegg i starten. Han forklarte at her er muligheten til å få til noe helt nytt, som ikke er gjort før i Bergen. Det tror jeg tente en liten gnist. Det er lagt ned ganske mange timer og ganske mange meter med dampspærre, vindtetting og tape for å få til bygningskroppen. Utøvende

Det å få engasjert leverandørene til å komme og fortelle om hvordan de utøvende skal gjøre det – det er jo noe veldig konkret vi blir målt på. Det engasjerer og kan gjøres til et konkurranseelement. Det har vi gjort på flere prosjekter (...) Leverandørene forteller om produktene sine i stedet for at vi får en pappkartong med tape. De viser hvordan vi skal gjøre det og hvorfor vi skal gjøre det. Det motiverer våre erfarne folk mer enn bare å få beskjeden "du skal gjøre det her". Utøvende

Informanten trekker også fram den vennskapelige konkurransen internt i bedriften som et ytterligere motivasjonselement. Det er gøy å kunne hevde seg overfor avdelingene i Oslo eller Trondheim med å ha fått til noe nytt eller spesielt.

I tillegg til støtten fra ZEB og betydningen av en overbevisende og tydelig ledelse, spilte også den formelle implementeringen av ambisjonene i kontrakter og avtaler en rolle for forankring og oppfølging av miljøambisjonene. Dette beskrives nærmere i neste avsnitt.

5.4 Organisering og prosess

Kontrakter, avtaler og entreprisform

Prosjektet kan deles inn i tre hovedfaser. Forprosjektet ble kontrahert ved at arkitekten og rådgiveren sammen la inn et tilbud som ble vurdert både etter pris og kvalifikasjoner. Det å kunne trekke vekslers på et bredt fagmiljø ble vektlagt. Forprosjektet ble honorert etter fastpris. Det ble gitt et tilleggshonorar for deltakelse på ZEB-møter og for utarbeidelsen av 0-energivarianten. I opptakten til detaljprosjekteringsfasen ble det inngått en totalentreprisekontrakt med entreprenøren. Kontrakten forplikter totalentreprenøren til en toårig oppfølgingsfase. 4 % av kontraktssummen blir først utbetalt to år etter overtakelsen, forutsatt at 0-energimålene nås. Det gjennomføres i skrivende stund (høsten 2016) kontinuerlige målinger av energiforbruk, og jevnlig oppfølgingsmøter mellom byggherre, entreprenør og ZEB-ekspertene. Dette kontraktsmessige grepet blir av informantene framhevet som medvirkende til realisering av ambisjonene.

Informantene fra totalentreprenøren sier selv om kontrakten at:

Den var vi litt spent på, hvordan den ville fungere. Vi kaller det gulrot eller pisk. Men 4 % av hele kontraktssummen har vi inntående ut to år etter overtakelse. Vi har igjen halvannet år til vi får utbetalt det. Vi lurte på hvordan vi skulle håndtere det. Noen av våre underleverandører er det naturlig å videreføre dette kravet til. Men det er ikke alle hvor vi kan si at du ikke får utbetalt de 4 % før om to år. (...) Men slik som målingene er gjort nå, ser det ut som om vi kommer i mål. Vi er beroliget på det. Vi kan ha et avvik på 20 %. Det er egentlig ingenting når totalen er så liten. Avviket er på levert energi. Noen kaller dette gulrot, jeg kaller det pisk. Men det er greit. Vi har som sagt videreført det til de store leverandørene våre som har innvirkning på dette, stort sett alle tekniske leverandører og noen til. Utøvende

Det gjør jo kanskje at vi yter litt ekstra. Utøvende

Organisering – hovedaktørene i prosjektet

Byggherren bygger, forvalter og eier bygg på vegne av Forsvarsdepartementet. Visund-bygget leies ut til Forsvaret.

Prosjektledelsen hos byggherren følger prosjektet fram til garantiperioden er over. Det ble et skifte av prosjektleder mellom forprosjekt og detaljprosjekt (2012). Nåværende prosjektleder kom inn i prosjektet ved utarbeidelsen av anbudsdocumentene. I tillegg ble enda en prosjektleder koblet inn mot slutten av byggefasen. Disse to fungerer i et tospann i en overgangsperiode utover i oppfølgingsfasen.

Byggherren har et eget arkitekturråd, som blant annet har som mandat å sørge for en "rød tråd" i prosjektene på Haakonvern. Rådet var med på å utløse en større endring i forprosjektet. Dette beskrives nærmere under avsnittet om framdrift og prosess. En person fra driftssiden og en brukerrepresentant var med i enkelte møter. Brukerrepresentanten hadde ansvar for å være navet mellom "sine" og prosjekteringsgruppa.

Byggherren leide inn arkitekt og rådgivere for utførelsen av selve forprosjektet. Prosjekteringsgruppekoordinator kom fra arkitekten. Etter at kontrakten var inngått med totalentreprenør, gikk arkitekt og rådgiver inn i en rolle som byggherreombud. De fulgte videre detaljering og bygging som byggherrens representanter og var blant annet med på ferdigbefaringer.

Totalentreprenøren hadde hovedansvar for selve detaljprosjektet, for utførelsen og nå også for energioppfølgingen etter overtakelsen. De koblet inn sin egen prosjekteringsgruppe og tekniske entreprenører i detaljprosjekteringen, samt administrerte fagarbeidere, leverandører og underleverandører.

I tillegg har det vært involvert ulike fageksperter underveis i prosjektet, som for eksempel på brann og på solcelleanlegg (i detaljprosjektet).

Framdrift og prosess

Forprosjekt (høsten 2011–høsten 2012)

Utarbeidelsen av tre alternativer betydde i praksis at 0-energivarianten, som var den mest krevende, ble gjennomprosjektert. Rent bygningsmessig er det lite som skiller et 0-energibygget fra et A-merket bygg. Ulike veggytkkelser ble ikke detaljert i modellen, men kostnadsberegnet, slik at byggherren kunne se kostnadsforskjellene med TEK10-alternativet som en referanse. Etter rundt to tredjedeler av forprosjektfasen, ble det besluttet at bygget skulle reduseres fra fire til tre etasjer. Det førte til en hektisk og krevende sluttspurt med stort rapporteringspress og omprosjektering av alle tre alternativene. Det ble lite tid til en god prosess med brukerne. Informantene beskriver noe ulikt hva som utløste denne endringen. Uavhengig av om det var et krav fra departementet eller en beslutning utløst av arkitekturrådet – endringen fikk særlige konsekvenser for brukerne. Reduksjonen av fasadelengder og areal gjorde at det ble behov for å velge åpent landskap som arbeidsplassløsning for en andel av brukerne.

Etter at prosjekteringsgruppa (byggherren med sine innleide rådgivere) hadde avsluttet sitt arbeid, gikk forprosjektet til vedtak i Forsvarsdepartementet og Stortinget. Dette er typisk en tidkrevende prosess. Det tok nesten to år før vedtaket forelå. Etter beslutning ble det på bakgrunn av forprosjektet lagd et konkurransegrunnlag for å kontrahere en totalentreprenør. I denne prosessen ble forprosjektet detaljert og videreutviklet for at konkurransegrunnlaget skulle være best mulig. Totalentreprenøren ble kontrahert (2014), på grunnlag av et til dels detaljert forprosjekt, med krav- og funksjonsspesifikasjoner og en systembeskrivelse (krav til funksjon, kvalitet og utførelse). På spørsmålet om konkurransegrunnlaget var mer gjennomdetaljert enn i tilsvarende prosjekter, svarer entreprenørene:

Det var rimelig knudd fra før av. Det var egentlig det å kaste seg over det og finne bedre løsninger, mer optimale løsninger. (...) Noe var veldig detaljert beskrevet, andre var litt mer rundere beskrevet. Men det var et prosjekt det var jobbet med ganske lenge. De løsningene som var der, var gode løsninger. Men vi har gjort en del optimaliseringer. Utøvende

Detaljprosjekt og bygging (hovedtyngde 2014)

Hovedaktør i denne fasen var totalentreprenøren med sine fagfolk og leverandører. I motsetning til andre halvdel av forprosjektet, hadde prosjektdeltakerne mye bedre tid i denne fasen.

Ja, det tror jeg var en av suksessfaktorene. Det å ha relativt god tid til å gå igjennom alle utfordringene og alle tingene som må planlegges og løses. (...) Hvis du har et prosjekt som er presset på framdrift og på folk, går det som oftest ikke så bra. Utøvende

Det ble ikke gjort større endringer i de konseptene og løsningene som lå i forprosjektet. Totalentreprenørens hovedfokus lå på å forbedre og optimalisere de tekniske løsningene. Smådetaljer ble gjort om, betinget av produktvalg (som vinduene). Entreprenøren valgte å bruke en del ressurser på tetthetsmålinger av fasaden, for å sikre valg av optimale løsninger.

Tror vi kan si at vi har vært heldige med entreprenøren. (...) Ja, de gjorde en fantastisk jobb. De videreutviklet løsningene for bygningskroppen enda lenger enn det som lå i tilbudsgrunnlaget. Spesielt vindtetting og forsegling av fasadene. Utøvende

Utviklingen av solcelleanlegget

Arkitekten tok et ansvar for å planlegge solcelleanlegget i forprosjektet. Det var ikke rom for å koble på en egen ekspert på temaet i denne fasen. Arkitekten lente seg derfor på et amerikansk beregningsprogram for å generere nødvendig data. Det viste seg at dataene i forprosjektet ble rimelig korrekte. Endringen fra fire til tre etasjer skapte ikke bare konsekvenser for arbeidsplassutformingen, men også for beregningene av solcelleanleggets effekt. Fra å skulle anbringes på en skrå og solvendt flate, skulle elementene nå monteres på et flatt tak. Det kritiske spørsmålet var om dette ville føre til liten effekt i forhold til energimålene. Det ble undersøkt et alternativ med å anbringe elementene på fasaden, men det ble etterhvert forkastet av branntekniske årsaker. I perioden som gikk fra forprosjekt til detaljprosjekt, hadde teknologien forbedret seg. En solcelle-ekspert ble involvert i totalentreprenørens arbeid. Det ble til slutt valgt en løsning hvor panelene er anbragt i svakt hellende og øst-vest-gående rygger på det flate taket, slik det er gjort på Powerhouse Kjørbo, et annet pilotbygg i ZEB¹⁰. For å få nok flate med paneler, er de lagt helt ut mot tak-kanten. For å unngå utfordringene gitt av vind og sug, er panelene ekstra forankret. Solcelleanlegget ble montert av entreprenørens eget tømmerlag.

Det er også slik en sak. Det var et stunt vi gjorde. Det å gjøre noe annet enn å bare skru sammen gipsvegger. Det var også noe jeg så fram til med litt gru-spenning, hvordan det ville gå med hele solcelleanlegginstallasjonen, men det var ekstremt enkelt, bare "plug-and-play". (...) Så tror jeg tømmerne synes det var morsomt å drive med selv også. Det var med en kar som ledet arbeidet og var med å montere og plassere ut. (...) Alternativet var at leverandøren hadde leid inn noen. Vi hadde kapasitet til det. (...) Ja. Bemanningen var der og det passet veldig greit, så vi ikke måtte opp- eller nedbemanne for det. Slapp det med nye folk. Det klaffet veldig greit på alle måter. De sto der oppe i sola og koste seg. Ordveksling mellom utøvende

Samarbeid

Samarbeidet i prosjektet har, som tidligere beskrevet under avsnittet om forventninger, fungert svært bra. En av informantene på byggherresiden sa:

¹⁰ Se: <http://www.powerhouse.no/en/prosjekter/kjorbo/>

Jeg har aldri vært med på et prosjekt hvor det har vært så god kjemi og så godt samarbeid, med alle. (...) Folk og kjemi spiller en veldig stor rolle. Byggherren

Ledelse

Sitatene nedenfor viser at prosjekt- og prosjekteringsledere påvirket prosessen og samarbeidsrelasjonene på en positiv måte. Informantene er gjennomgående enige i at ledelsen har fungert svært bra, og at de har vært vesentlige for tydelighet, åpenhet, motivasjon og samarbeid.

Han (prosjektlederen hos byggherre) var flink til å unngå konflikter, og han fikk ting løst. Han var en katalysator for at alle hadde fokus på målsettingen. (Byggherren) har også sagt at vi som rådgivere lett kunne ha opptrådt som politi, og satt entreprenøren og de prosjekterende fast. Spesielt i begynnelsen. Det tok litt tid før de fant ut av hvordan de skulle klare å få dette til. Det har vi fått gode tilbakemeldinger på. Byggherren var konstruktive i sine innspill og i måten å komme med innspill på. Det er veldig lett at når det er to rådgivergrupper, da blir det litt gnisninger, man skal vise hvor god man er. (...) Det ble gode prosesser. Vi glemte etter en stund hvor vi kom fra, og hvilke roller vi hadde, men vi hadde fokus på at dette måtte vi få til. (Entreprenøren) sin prosjektleder hadde usedvanlig høyt fokus på energi. Han drev det igjennom. Den normale problemstillingen i totalentrepriser hvor det er mye gnål om tillegg og penger, det var det lite av. Utøvende

Arenaer for samarbeid

Grunnet de sterke sikkerhetsforskriftene på Haakonsværn var det ikke aktuelt å samlokalisere de som var involvert i prosjekteringen. Men hovedaktørene har alle sin arbeidsplass i Bergens-området. Flere kjente hverandre fra tidligere prosjekter. I følge arkitekten ble det gjennomført flere møter i forprosjektet enn i "vanlige" prosjekter, da særlig med driftspersonalet. De ga innspill til usikkerhetsanalyser og beregninger av årskostnader for de ulike alternativene.

Informantene trakk særlig fram ett møte som viktig for samarbeidskulturen og for grensesnittet mellom for- og detaljprosjekteringen. Totalentreprenøren arrangerte på et tidlig stadium et "allmannamøte" hvor de inviterte byggherren, prosjekteringsgruppa, ZEB-folk og sin egen prosjekteringsgruppe og tekniske underentreprenører. Der ble spesielt de tekniske anleggene og de viktige komponentene i bygget gjennomgått. Fokuset lå på overordnede systemer og hvordan totalentreprenøren hadde tenkt å løse det.

Og så har vi levert et system som på mange punkt er mye bedre enn det som ble beskrevet i forprosjektet. På noen punkter har vi ikke valgt nøyaktig det samme, men funksjonen er den samme. Men det er slikt som vi er helt åpne på. I stedet for at vi skal sitte og jobbe alene med dette her til det er ferdig og så få masse diskusjoner på hvorfor det er gjort sånn og sånn, (...) så hadde vi rett og slett et allmannamøte her i begynnelsen av februar i fjor. (...) Da fikk vi samstemt og alle var enige. Hvis det var noe, så fikk vi hjemmelekse på å sjekke det ut. Så sjekket vi ut. I stedet for å få en diskusjon når det er ferdig oppskrudd. Utøvende

Møtene i regi av ZEB og deres betydning for prosjektet beskrives i avsnittet om kunnskap.

Verktøy

Prosjekteringsgruppa brukte BIM (Bygnings-Informasjons-Modellering) verktøy i prosjekteringen. Arkitekten hadde en egen BIM-koordinator. BIM ble primært brukt som et 3D-modelleringsverktøy, hvor det ble kjørt kollisjonstester mellom fagene. Det ble lastet inn informasjon i modellen om de tekniske anleggene, men ikke om de bygningstekniske løsningene.

Det var tegningsgrunnlaget som var det juridisk bindende for entreprenøren, men også 3D-modellen fra prosjekteringsgruppa skulle overleveres til totalentreprenøren. Dette skapte noe diskusjoner rundt eierskap til løsninger og informasjon. Det ble løst ved at arkitekten fikk et lite vederlag for å gi fra seg modellen. Entreprenøren valgte likevel å modellere opp bygget på nytt, fordi det ble vurdert som enklere å gjøre dette framfor å gå igjennom den foreliggende modellen. BIM-en ble brukt til å generere mengder. Modellen ble ikke minst aktivt brukt på prosjekteringsmøtene. Den ble et viktig visuelt verktøy i planleggingen av framdrift.

BIM-modellen har vært brukt gjennom alle byggemøter og framdriftsmøter. På prosjekteringsmøtene tar vi den alltid opp. Når du er usikker på en rørføringsvei, så sjekker man det der i møtet, ting blir lagt og løst mye lettere. (...) Vi har brukt det mye sammen med entreprenøren. For å komme fram til de beste løsningene og plasseringene. På utstyr, for eksempel. Byggherre

Totalentreprenøren BIM-et opp hele systemet for stålstenderverket i bygget. Dette ble brukt som grunnlag for prefabrikasjon av et byggesett som ble satt sammen på byggeplassen. Kapp og avfall ble minimert.

Energi- og dagslyssimuleringer ble gjort i egne modeller, ikke tilknyttet selve BIM-en. Det å etablere en modell for energisimulasjon var et krav i kontrakten. Valget falt på å bruke Simien. Den ble videreført til entreprenør og ligger i dag til grunn for arbeidet med energioppfølgingen.

Det foreligger per i dag ingen planer om å bruke BIM-en i byggets forvaltnings- og driftsfase. Systemene er fremdeles ikke tilgjengelige, og organisasjonen er ennå ikke moden. Men dette er et tema det arbeides med på et annet sted i byggherreorganisasjonen.

5.5 Kunnskap

Kunnskap i prosjektteamet

Prosjekteringslederen hos totalentreprenøren hadde tidligere erfaring fra byggeprosjekter med høye miljøambisjoner (passivhusstandard). Basert på lærdom fra disse prosjektene la totalentreprenøren opp til et helhetlig energidesign (ikke bare fokus på formgivning og komponenter) og til et samspill rundt utviklingen av de tekniske anleggene på et tidlig tidspunkt. Totalentreprenøren som bedrift har i tillegg over en rekke år arbeidet systematisk med å innarbeide gode rutiner for ledelse og prosjektgjennomføring hos sine ansatte, inspirert av lean-baserte metoder og integrert planlegging.

En av prosjektdeltakerne fra arkitekten hadde bakgrunn fra forskning og mye kunnskap om passivhus. Denne personen spilte blant annet en viktig rolle i arbeidet med å simulere energi- og dagslys-beregninger. Vedkommende gikk etter hvert inn i en akademisk stilling, men beholdt sin tilknytning til prosjektet gjennom sin forskerrolle i ZEB. Arkitektbedriften (Bergensavdelingen) har prosjektert noen bygg på passivhusnivå, men ingen 0-energi prosjekter som har blitt realisert.

Personene i prosjekteringsgruppa var generelt erfarne folk, delvis med erfaring fra andre industrier. Allikevel krevde byggherrekravene og miljøambisjonene nytenking og nye løsninger, og vilje til å se utover kjent terreng. Det var en generell innstilling i prosjektorganisasjonen om at "dette skal vi få til", godt drevet av engasjementet til ledere og ildsjeler.

Det har vært en utrolig fin miks av de unge, fremadstormende og grensesprengende til de eldre og erfarne med sunn skeptisk holdning til forskjellige ting. Utøvende

Grunnet totalentreprisereformen og tiden det tok fra første idé til ferdigstilt bygg har det vært en del utskiftninger av nøkkelpersoner i prosjektet. Det at koordinatoren for prosjekteringsgruppa forble den

samme i hele perioden, er trukket fram som viktig for prosjektets kontinuitet. Videre sørger, ifølge byggherreinformantene, løsningen med "tospann" i byggherrens prosjektledelse for en god erfaringsoverføring fra senior (som snart går ut i pensjon) til "junior".

ZEB som driver for læring og løsningsutvikling

Det at dette kontorbygget er et pilotprosjekt i ZEB, har som beskrevet hatt en betydning for oppgraderingen av ambisjonen fra energiklasse A til 0-energi. I tillegg har tilknytningen til ZEB hatt en betydning for at prosjektgruppa lyktes med å omsette ambisjonen i løsninger – ved å bidra til læring og kompetanseutvikling. For det første gjennom seminarer og workshoper med deltakere fra ZEB, byggherre og prosjekteringsgruppa. Det ble gjennomført to–tre slike workshops i løpet av forprosjektet.

Det var gode prosesser, veldig interessant å være med på, spesielt med den tverrfaglige sammensetningen av gruppene som satt i workshopene. Utøvende

Denne møtearenaen beskrives av informantene som lærerik, motiverende og inspirerende. Temaene som ble arbeidet fram i ZEB-møtene, ble det jobbet videre med i de ordinære prosjekteringsmøtene. Flere av løsningene som ble skissert sammen med ZEB-forskerne i disse workshopene, ble også valgt til slutt, som behovsstyrt ventilasjon. Ifølge rådgiverne kunne det gjerne vært enda flere slike workshoper.

Når det gjelder selve detaljprosjekterings- og byggefasen, deltok nøkkelpersoner fra ZEB på utvalgte samlinger og møter. Her var rollen først og fremst å bekrefte at de løsningene som totalentreprenøren valgte, var de riktige, eksempelvis på samlingen som totalentreprenøren arrangerte for å forankre og få innspill til de tekniske løsningene. ZEB-forskerne fikk en sentral rolle i å bistå totalentreprenøren med å utvikle systematikken for loggføringen av måleresultatene i selve energioppfølgingen.

Læring fra evalueringen av bygget i bruk

Informantene er udelt enige om at energioppfølgingen er en kilde til verdifull kunnskap. Det å kunne høste erfaringer fra hvordan de valgte løsningene faktisk fungerer når bygget er i bruk, blir trukket fram som særlig positivt og lærerikt.

5.6 Kostnader

Fokus på å estimere driftskostnader

Byggherren bestilte et forprosjekt som skulle fungere som et beslutningsgrunnlag for valg av alternativ. Det ble fokusert på å estimere kostnader knyttet til driften av bygget. I dette spilte kostnadskontroll og forståelse for investeringsomfanget i et lengre tidsperspektiv en viktig rolle. Arkitekten utarbeidet derfor, med innspill fra blant annet driftspersonalet, både energi-, årskostnads- og LCC-beregninger for de ulike energiscenarioene.

Honorering av ekstraarbeid i forprosjektet

Byggherren la inn noe mer midler i forprosjekteringsfasen. Årsaken er først og fremst ekstraarbeidet (sammenliknet med et tradisjonelt prosjekt) knyttet til alternativutarbeidelsene og deltakelsene i ZEB-workshoper.

Planlegging og bygging innenfor budsjettet

Det er ikke loggført detaljerte kostnader når det gjelder selve byggingen. Gjennomføringen av 0-energiløsningene har ført med seg noen ekstra kostnader. Ifølge byggherren har prosjektet, totalt sett, holdt seg innenfor det tildelte budsjettet. Dette inkluderer en støtte fra Enova.

5.7 Samfunnskontekst

Hvordan har ytre rammebetingelser påvirket prosessen?

- *Økonomisk støtte.* Det ble i forprosjektet søkt støtte fra Enova som tilskudd til merkostnadene utløst av energiambisjonene. Denne støtten var avgjørende for å kunne finansiere 0-energiambisjonen.
- *Kommune.* Haakonssvern, som Forsvarets område, er underlagt andre føringer enn Bergen forøvrig. Dette innebærer en forenklet prosess med kommunen som ikke krever like mye dokumentasjon som i sivile saker. Byggherren forholder seg til plan- og bygningsloven og har dialog med kommunen i forhold til byggesøknad, men all gradert informasjon blir værende hos byggherren. I forhold til gradert informasjon er byggherren selv byggesaksmyndighet.
- *Lovverk og retningslinjer.* Byggherren er underlagt et departement. Det innebærer for eksempel at forprosjektet må godkjennes på departementsnivå før prosessen kan gå videre til detaljprosjekt og bygging. Dette hadde betydning for framdriften i prosjektet.
- *Sertifisering.* BREEAM-sertifisering har ikke vært et tema i dette prosjektet.
- *Pilotprogrammer.* Ut over deltakelsen som pilotprosjekt i ZEB, er ikke prosjektet tilknyttet andre pilotprogrammer. Det å være del av ZEB har, som beskrevet andre steder i denne rapporten, hatt stor betydning for realiseringen av energiambisjonene.

5.8 Prosjektgruppas evaluering

Arkitektur

Når det gjelder byggets utforming, la byggherren inn noen klare føringer allerede i bestillingen til arkitekt og rådgiver. Det skulle være et rektangulært bygg med langsiden mot sør. Det skulle ha dobbel korridor og en rasjonell kontoretasjeutforming.

(...) det er et nøkternt og nøytralt bygg. Det utstråler ikke noe spesielt. Vi har tatt inn noen fargeklatter og poengtert noen punkt, men slik sett litt dempet, får vi si. Utøvende

Arkitekten forsøkte sammen med byggherren å utvikle et alternativ for fasadeutformingen, med glasslameller som skulle gi mer stofflighet til byggets uttrykk. Men dette havnet på prosjektets kuttliste ved at det ikke kunne forsvares kostnadmessig. Informanten uttrykker at det har vært noen "kamelsvelgingsprosesser" underveis. Men sier også at:

(...) Det blir nøkternt når du lager dette presist og legger mer vekt på god detaljering fremfor de store grepene. (...) Det forutsetter at man velger de gode materialer som gir det presise uttrykket. Det tror jeg de skjønnte de som leste det (beskrivelsene) og skulle bygge. Utøvende

Informanten trekker videre fram at det kunne ha vært interessant å se mer på selve plasseringen av bygget på tomte. Det å legge bygget på en annen måte i forhold til dagslys kunne hatt positive effekter på arbeidsmiljø ved mye dagslys og mindre solinnstråling. Men det var ikke tid eller økonomi til å vurdere en annen orientering på tomte enn det byggherren la inn som opprinnelig føring.

Tekniske løsninger

Vi har egentlig tatt hyllevarer. (...) Strengt tatt så er det egentlig ikke noe som er spesialutviklet for bygget. Utøvende

Det er jo et passivhus med et solcelleanlegg på toppen. Det er ikke noe spesial-spesialløsninger. Det er mer det at vi har strammet skruer litt alle veier. Det er ikke noe ekstraordinært med dette

bygget. Det er hyllevare, men det er fra øverste hylle. Og så har vi sydd dette sammen på en god måte. At alle ting fungerer sammen. Utøvende

Disse to sitatene illustrerer noen synspunkter i prosjektgruppa på de tekniske løsningene som ble valgt. En av informantene trekker fram rådgivningen fra ZEB som viktig for å velge balansert, behovsstyrt ventilasjon med høyeffektiv varmegjenvinning via roterende gjenvinnere. Solcelleanlegget er så kompakt fordelt på takflaten og så presist dimensjonert i forhold til måltallene at kun et lite areal på taket står ledig. Den andre energikilden er en sjøvannbasert varmepumpe.

Det har vært noen diskusjoner underveis knyttet til for eksempel oppvarming og kjøling. Et av temaene var hvorvidt det er behov for varmekilder i tillegg til oppvarming via luft. Det ble, etter innspill fra rådgiversiden, valgt å legge en andel av oppvarmingen til radiatorer koblet til et fjernvarmeanlegg (som ekstra sikkerhet). Ifølge en av informantene vil tiden og energioppfølgingen vise om det er mulig å droppe radiatorer i tilsvarende framtidige prosjekter. Det ble også diskutert om det skulle benyttes varmeregulerende materialer som holder igjen temperaturstigningen og avgir varme senere. Det ble også sett på muligheten for kjøling via vinduer i luftestilling på nattestid. Begge disse vurderingene ble lagt til side, blant annet på grunn av brann og sikkerhet. Mer informasjon om de tekniske anleggene kommer i del 2.

5.9 Konklusjoner

Hva kjennetegner prosesser som leder fram til nullutslippsbygg? På bakgrunn av dette case-studiet konkluderes det her med hva som har vært primære drivere og eventuelle barrierer underveis i planlegging, prosjektering og bygging. Fokuset ligger på byggherrens, rådgivergruppas og entreprenørens erfaringer. På hvilken måte driftspersonalet og brukerne har vært involvert i prosessen, og hva som er de første erfaringene etter overtakelsen av bygget, behandles i del 2.

Implementering og realisering av miljøambisjoner

Fra først å ha som mål å realisere et kontorbygg med et energiforbruk som tilsvarer energiklasse A, ble ambisjonen oppgradert til nullutslippsbygg. Prosjektteamet lyktes med å sette denne ambisjonen ut i livet.

- Tidlig og tydelig kommunikasjon av energiambisjonene fra oppdragsgiversiden. Det å levere et nullutslippsbygg var fra tidlig fase en del av "oppdragspakka" til prosjektgruppa.
- Formelt krav. Ambisjonene ble fastsatt og fulgt opp i kontrakter og avtaler. Særlig stor effekt: forpliktelse i totalentreprisen for toårs energioppfølging. En del av kontraktsummen holdes tilbake til etter denne perioden.
- God forankring og felles forståelse. I en tidlig fase bisto ZEB-forskere byggherren og prosjektgruppa i å etablere en felles forståelse av hva et nullutslippsbygg er.
- Trygghet og tillit. Denne prosessen bidro til å etablere en trygghet og tillit til realismen i energimålene.
- Ildsjeler. Betydningen av enkeltpersoner og deres engasjement og personlige egenskaper for samarbeidsklima og framdrift.
- Stolthet og entusiasme. Positiv prosjektkultur – "dette skal vi greie". Samfunnsansvar.
- Forpliktelse. Allmenn synliggjøring ved å ta posisjon i front. Det å være et pilotprosjekt forplikter.
- Etablering av sterk teamfølelse. Konkurransen om penger og ressurser innad i prosjektgruppa måtte vike for samling om et felles mål. Men "konkurransinstinktet" ble utnyttet ved å fokusere på å få til

det beste nullutslippsbygget sammenliknet med hva som ble bygd i andre deler av landet. Dette virket samlende og motiverende.

- Gulrot og pisk. Grepet med å holde tilbake midler til etter en toårs oppfølgingsfase med energimålinger motiverte ekstra mye til å finne løsninger.

Prosjektets kompleksitet

- Håndterbar størrelse, enkel geometri og gunstige tomteforhold.
- Ingen spesielløsninger, men valg av optimaliserte "hylleløsninger fra øverste hylle".

Kompetanse, bemanning og læring

- Nøkkelpersoner i gruppa har tidligere kompetanse fra å prosjektere og bygge bygg med høye miljøambisjoner.
- Bevisst bemanning. Det ble satt inn "riktige" personer i teamet. God miks av eldre og yngre.
- Koblingen til ZEB gjennom workshoper og bistand fra forskermiljø har vært viktig for læring og utvikling av gode løsninger.

Organisering og prosess

- Gjennomarbeidet forprosjektmateriale, med god balanse mellom detalj og runde (nok) beskrivelser.
- Totalentreprisemodellen fungerte godt i dette prosjektet (grunnet mange faktorer).
- God tid i detaljprosjekteringen.
- Godt samarbeidsklima. Kultur for ros, raushet og åpenhet, velfungerende møtearenaer for avklaringer og løsningsfinning. Eksempel er samlingen i starten av detaljprosjektet.
- Bruken av BIM-verktøy understøttet tverrfaglig koordinering, kvalitetssikring og planlegging av framdrift. Aktiv bruk av digitale verktøy for energi- og dagslyssimuleringer.

Barrierer

- Liten tid og strevsomt på slutten av forprosjektet ved sen og vesentlig endring fra byggherresiden (etasjehøyde).
- Lang pause i framdrift ved vedtaksbehandling i departementet mellom for- og detaljprosjekt. Lange beslutningsveier fra prosjektert forslag til behandling hos myndighetene. Utskifting av nøkkelpersoner.
- Mangel på gode (norske) verktøy for å beregne effekt av solcelleanlegg (på daværende tidspunkt).

Ledelse, roller og oppfølging

- Dedikert og transparent ledelse. God konflikthåndtering (ble tatt opp på bordet så snart noe avtegnet seg), evne til å motivere og inkludere, teamfokus, helhetsforståelse.
- Avklarte roller og godt forhold mellom byggherrens prosjekteringsgruppe og totalentreprenøren. Gjensidig respekt og romslighet.

Økonomi

- Kostnadskontroll ved fokus på LCC og årskostnader knyttet til de tre variantene i forprosjektet. Involvering av driftspersonalet. Beregning av kostnader over en lengre tidsperiode.
- Det ble satt av ekstra midler til prosjekteringsgruppa for alternativutarbeidelser og deltakelse på ZEB-workshoper.

Kontekst – ytre drivere og utfordringer

- Enova-støtte viktig for realistisk budsjett på 0-energialternativet.

DEL 2 – Brukerinvolvering, energioppfølging og første erfaringer fra bygget i bruk

5.10 Brukerprosess og -involvering

Prinsippet for brukerinvolvering i byggeprosjekter på Haakonsværn er forholdsvis likt. I oppstarten av prosjektet ble det satt ned en arbeidsgruppe hos brukerne som skulle synliggjøre behovene i et nytt bygg (2009). Hva skulle videreføres, hva skulle komme i tillegg? Underveis i prosjektet fungerte en brukerrepresentant som navet mellom prosjektgruppa og brukerne. Vedkommende var med på en del prosjekteringsmøter og tok med seg utvalgte brukere ved behov. Brukerrepresentanten er ansvarlig for nødvendige interne prosesser og avklaringer, og videreformidler mellom brukerne og prosjekteringsgruppa.

Ifølge informanten (som ble involvert i prosjektet i 2012) oppsto det i tidligfasen en oppfatning blant brukerne at de ikke fikk gehør for behovene de hadde formidlet og at de ble overkjørt ved sentrale beslutninger. Beslutninger som vekket motstand, var reduksjonen fra fire til tre etasjer, og introduksjonen av åpent kontorlandskap som arbeidsplassløsning for en andel av brukerne. Det var ifølge arkitekten en god kontakt med bruker- og driftssiden i forprosjektfasen. Men han uttrykker at den svært korte forprosjekttiden som ble igjen etter endringen, sannsynligvis ikke ga nok rom for forankring hos brukerne. Denne tilfredsheten på brukersiden holdt seg i hele gjennomføringen av prosjektet. Dette ble forsterket av at det: 1) oppsto endringer i brukerbehov i den lange pausen mellom forprosjekt og detaljprosjekt (særlig når det gjaldt bemanning og arbeidsoppgaver), og av at det 2) var svært vanskelig å få igjennom endringer etter vedtak på departementsnivå. Disse kunne ikke vedtas lokalt, men måtte tas hele veien opp til departementet. Selv om enkelte brukere ikke ønsket å sitte i åpent landskap, fikk de ikke gjennomslag for dette lenger oppe i sin egen organisasjon.

Brukerinformanten legger vekt på at det i hans virketid (fra 2012 til i dag) har vært en god dialog med byggherrens prosjektledelse. Brukerrepresentanten har blitt invitert inn i prosessen på en god måte, uten å måtte delta på unødvendige møter. Brukerne har vært involvert i valg av møbler, farger m.m. Det har vært utfordrende for brukerrepresentanten å være mellom "barken og veden", og å håndtere den store spredningen i brukernes forventninger og krav.

Brukerne har vært lite involvert i utformingen av energikonseptene. De har blant annet ikke vært med på ZEB-workshopene. Informanten fra brukerne beskriver:

Der har vi bare blitt informert når ting begynte å ta form. (...) Vi har ikke vært involvert i denne delen i det hele tatt. (...) Vi som avdelinger, vi har vært opptatt av at vi får de kontorene vi skal ha, vi får de systemene vi skal ha og konkrete løsninger. I forhold til at vi sparer strøm når heisen går opp og ned og alt det der, det har ikke vært en faktor for oss. Vi ser jo verdien i det. Men det har ikke betydd noe for oss. Bruker

Bygget i bruk – erfaringer og tiltak

Det er noen som kommer i landskap som ville vært på et cellekontor, og noen som kommer på cellekontor som ville vært i landskap. Noen vil ha det lyst, noen vil ha det kaldt, noen vil ha det mørkt. (...) Det er slik det er. Den ene klager på at det er for varmt og den andre klager på at det er for kaldt. Byggherre

Byggherren gjengir her en del av utfordringene de sto overfor den første tiden etter overtakelsen den 10. desember 2015. I det følgende beskrives brukernes erfaringer og tilbakemeldinger fra de første fem månedene i bruk (sett gjennom informantens øyne), samt hvilke tiltak som er igangsatt.

Arkitektur og funksjonalitet

Kontorbygget er enkelt og nøkternt. Det er valgt et lyst og fargenøytralt interiør for å redusere behovet for belysning. For enkelte brukere ga bygget i begynnelsen en opplevelsesmessig assosiasjon til sykehus.

Noen er positive, noen er negative. Jo nærmere vi kom til at vi skulle overta, jo gladere ble noen og surere ble noen. Sånn er det bare. Men det har begynt å jevne seg ut nå. Vi har en egen utsmykningskomite. De tok fatt i ting som hva skal vi ha på veggene, hva skal vi gjøre med fargene utenom det grå og hvite, stoler og slikt. Bruker

For mange er det en stor overgang fra å sitte på et cellekontor i det gamle bygget til å ufrivillig sitte i et åpent landskap. De som jobber i samme sone, kan for det første ha ulik oppfatning av hva som er "riktig" temperatur og belysning. Flere jobber også med sensitive saker hvor det er en utfordring å ikke kunne lukke døra. Det oppstår særlig forstyrrelser ved at noen av områdene ligger ved tekjokken og møterom. For å løse dette skal det settes opp glassvegger mellom de åpne kontorsonene og fellesarealene.

Planløsningene har gitt utfordringer når det gjelder fordeling av avdelingene på tilgjengelig areal. Det vært endringer i behovene fra forprosjekt til detaljprosjektet som det ikke har vært mulig å ta høyde for.

Ved innflytting i bygget var ikke alle innredningsarbeidene avsluttet (utstyr i sanitærrområdene og i møterommene m.m.). Det skapte irritasjon i innflyttingsfasen. Brukerinformanten vurderer i ettertid at det hadde vært bedre å utsette innflyttingen til restarbeidene var avsluttet. Men det ble lagt vekt på god informasjon rundt hva som ikke var ferdig, og når man kunne forvente at dette var på plass.

Tekniske løsninger

- Temperatur. Opprinnelig ble bygget planlagt med en innetemperatur på 21 grader, som er sentralt krav for temperatur i kontorbygg. Det ble opplevd som for kaldt av brukerne etter innflyttingen. Noen gikk rundt i ytterjakker. Temperaturen ble justert opp til 22,2 grader, og for noen mer og andre mindre. Dette innvirker, ifølge byggherren, lite på energibehovet i bygget. I den kalde perioden og før det ble gjort noen tiltak, benyttet noen av brukerne seg av muligheten til å overstyre radiatorene.
- Støv. Brukerne opplevde i starten at det var mye støv og lodotter i lokalene, særlig der det satt mange folk. Opplevelsen ga seg utslag i at enkelte klagde over helsemessige plager som tette bihuler og hodepine. Personene som følte seg mest plaget, fikk flytte fra for eksempel åpne soner til stille-rom. Målinger av tilluft ble foretatt av nøytralt firma, som slo fast at det er bra kvalitet på luften. Det formodes at mye støv oppsto ved utpakking og gammelt medbrakt materiell. Aktive tiltak har vært å endre renholdsrutinene. Noen av brukerne ble gitt større luftmengder. Ifølge byggherren, er støvproblemet nå løst (november 2016).

- Solavskjerming. Sørsiden av bygget er utstyrt med utenpåliggende persiener som styres av lyset. Intensjonen var at når de går ned, skal de øverste lamellene være vinklet på en slik måte at lyset blir reflektert opp i taket – dette for å få inn mer dagslys, som igjen sparer strøm. Det oppsto et utfordret problem med refleks fra blankt nabetak. Dette ga kraftig lys fra undersiden. Innreguleringsproblemene med persiennene er løst ved montering av individuell innvendig skjerming. Det fungerer bra og brukerne virker fornøyde.
- Belysning skal styres automatisk etter dagslys ute. Intensjonen er at du kommer inn i et rom og får nok lys, du forlater rommet og lyset slår seg av. Brukerne har gitt tilbakemelding om at dette ikke fungerer. Noen steder er det full belysning hele tiden (også på nattestid), andre steder er lyset svært dimmet. Det er ingen mulighet til å regulere dette, med unntak av møterom og -soner hvor det er lysbrytere. Belysningen og regulering har fra starten av ikke vært optimal, til irritasjon for brukere og prosjektledelsen. Energiforbruket har ligget høyere enn forventet på dette området. Bedre styring og individuell tilpassing har bedret situasjonen.
- Akustikk. Brukerne opplever at det er for lyd på kontorene. Målinger viser at lydisolasjonen ligger innenfor kravet. Brukeropplevelsen kan komme fra at lydisolasjonen var bedre i det gamle bygget. Det skal settes opp glassvegger for å skjerme særlig utsatte deler av de åpne kontorlandskapene.

Brukergrensesnitt og opplæring

I utgangspunktet er det ikke lagt opp til individuell styring av lys, temperatur og den utenpåliggende solavskjermingen (teknisk sett er det mulig å regulere temperatur individuelt). I følge byggherren gir dette god kontroll på energibruken i bygget og sikrer at det er mulig å nå måltallene.

For å gjøre brukerne kjent med bygget og prosessen mot ferdigstilling, ble de enkelte avdelingene tatt med på en rundtur i råbygget. Ved innflyttingen ble det gjennomført opplæring tilknyttet brannsystemene. Det ble lagt en plan for hvem som skulle delta på hvilken opplæring, som for eksempel betjening av belysningen der hvor det er mulig (de store kontorene med eget møtebord). Det er driftspersonalet som har ansvaret for betjening og styring av ventilasjon, luftmengder og solcelleanlegg.

Brukertilfredshet og oppfølging

Informanten fra brukersiden trekker fram flere poenger som belyser forholdet mellom brukerforventninger og valgte løsninger, og balansegangen mellom aksept og endringskrav:

Brukerne har gått fra et bygg fra 1963 til et nytt bygg med en annen utforming. Ting går seg til og man blir vant til det. Men samtidig har det oppstått behov for forandringer som man ser seg nødt til å gjennomføre. (...) Vi er bare i mai måned, vi har ikke vært her lenge. (...) Når man selv flytter inn i eget hus, så går det en stund før alt er på plass. Det må vi egentlig akseptere. Men det bør ikke være sånn som dette om tre år. (...) Vi får se hva som skjer. Bruker

Noen har tatt med seg kaffetraktere, fordi de vil trakte sin egen kaffe borti sin egen krok som de alltid har gjort det i det gamle kontoret. Så har det endt opp med at folk har glemt å slå av kaffemaskinen. Vi skal ikke brenne ned dette bygget, så der har det vært en del kommunikasjon i forhold til at folk må forstå at dette ikke går. Vi har jo investert i leasingavtaler på kaffemaskiner i hver etasje. (...) Løsningen har blitt tidsur på kontakter. (...) Det er ikke alle vi klarer å snu. Bruker

En ting er forventningene til bygget. (...) Enten må man fikse problemet, eller fjerne det, eller akseptere at denne energibesparelsen, den får man ikke igjen, fordi man har valgt en løsning som ikke fungerer. Bruker

Informanten framhever at det særlig er ventilasjon og belysning brukerne er usikre på. På spørsmålet om brukernes bevissthet om at de arbeider i et 0-energibygg, svarer informanten:

Ja, jeg tror noen av dem. Nå snakker jeg for andre, men jeg tror mesteparten ikke har noe forhold til det. Folk er mer "jeg skal jo bare ha et kontor". (...) Tror folk er mer praktisk tilnærmet til bygget. Men selvfølgelig, ja, noen synes jo det er spennende med løsningene. Men det stopper litt når de løsningene man har valgt, ikke fungerer. Da snakker jeg om lys spesielt. (...) Vi må akseptere at det tar litt tid å venne oss til bygget. Bruker

5.11 Energioppfølging og drift

Energioppfølgingen

Innenfor rammen av den toårige energioppfølgingsfasen gjennomføres målinger for å kartlegge og analysere byggets energiforbruk over tid. Målesystematikken er utviklet med støtte fra ZEB. Det har vært gjennomført et energioppfølgingsmøte mellom byggherre, entreprenør og ZEB-eksperter. Energiforbruket følges opp på månedlig basis. Det initieres dialog ved avvik eller overraskelser. Prosjekteringsteamet inviteres med etter behov.

Av sikkerhetsmessige hensyn må målingene avleses og styres innenfor Haakonvern-områdets grenser. Totalentreprenørens folk drar derfor inn i området en gang i måneden for å laste inn data manuelt. Dette er tungvint sammenliknet med muligheten til å kunne sitte på eget kontor for loggføring av data på for eksempel ventilasjon og automasjon.

Ifølge en av informantene på byggherresiden ligger bygget an til å nå et energiforbruk på 17,3 kwt/m²/år dersom det prognoserte energibehovet for siste kvartal oppnås (per 1. oktober 2016). (Behovet for netto levert energi for hele 2016 viste seg å være 17,6 kWt/ m².)

Det er imidlertid forhold som indikerer at byggets energiforbruk vil komme under prognosene – gjennom økt solcelleproduksjon på høstparten (dårlig sommer) og ved mindre energiforbruk grunnet bedre lysstyring og god inn-tuning av de tekniske anleggene. I de første ni månedene av byggets drift har en del energi gått tapt på grunn av innkjøringsforhold som nå har blitt rettet opp. Eksempler er fininnstilling av solcelleanlegget, oppretting av for mye tilført luft grunnet svikt i trafoer (feilprodusert) og belysningsstyring. Det utgjør sannsynligvis en påvirkning på rundt 3kwt/m² /år. Informanten er trygg på å nå energimålet på 16 kwt/m²/år med god margin.

Erfaring fra drift og vedlikehold av solcellepanelene

I følge byggherren var det noe skepsis hos dem som drifter bygget fordi solcelleanlegget krever ekstra vedlikehold.

Men slik er det bare, det er slik det blir. Hvis vi skulle ha et slikt bygg, så måtte vi bare gjøre det. Byggherre

Driftspersonalet har fått hjelp fra både prosjektledelsen og totalentreprenøren etter overtakelsen. Et grep byggherren gjorde for opplæring, var å opprette en kontakt med driftsavdelingen på et annet bygg med tilsvarende anlegg, dette for å unngå å gjøre de samme begynnerfeilene og for å spare seg kostnadene med å overlate vedlikeholdet til leverandøren. Etter en runde med erfaringsoverføring kunne driftspersonalet gå opp og gjøre dette selv. I følge byggherren har det ikke vært særlige klager på anlegget. Det driftsteknikerne har vært mest opptatt av, er å unngå at måkene bygger reir innimellom panelene. Det har blitt plassert en figur (i form av en krokodille) på taket for å skremme vekk fugler.

5.12 Konklusjoner

Hvilke aspekter påvirker bruk og drift av nullutslippsbygninger? På bakgrunn av dette case-studiet konkluderes det her med hva som har vært de viktigste faktorene som påvirker brukernes og driftspersonalets tilfredshet og aksept etter overtakelsen.

- Opplevelsen av å bli overkjørt ved sentrale beslutninger tidlig i prosjektet forsterket kritiske holdninger til valg av løsninger hos brukerne. Særlig endringene knyttet til etasjeantall og arbeidsplassutforming ble lite forankret og har støtt på mye motstand underveis.
- Det har vært en god dialog mellom nåværende prosjektledelse og brukerrepresentant.
- Liten grad av eierskap til (og interesse for) miljøambisjonene hos bruker. Mest fokus på arbeidsplassutforming.
- Innflytting før faktisk ferdigstillelse skapte en del støy i oppstarten. Ble kompensert med transparent kommunikasjon av status og planer for oppfølging.
- Brukerinformanten uttrykker en bevisst holdning til at det er en balansegang mellom det å bli vant til nytt bygg og akseptere endringer, og det å bli tatt på alvor når noe viktig ikke fungerer.
- Energioppfølgingsmøtene er en god arena for evaluering av de tekniske anleggene og relaterte brukertilbakemeldinger, og for diskusjon av eventuelle justeringer.
- Brukernes tilbakemeldinger etter overtakelsen har utløst flere tiltak for forbedring.
- Samtidig oppfordres det til tålmodighet og forståelse blant brukerne for at oppstartsproblemer og diverse "barnesykdommer" må påregnes i den første tiden etter en overtakelse.
- Innføring i drift av tekniske anlegg (solcelleanlegg) ved erfaringsoverføring og læring fra tilsvarende prosjekter.
- Mindre individuell styring blant brukerne, men bedre kontroll på byggets energiforbruk.
- Sikkerhetsaspekter og mangelen på mulighet til fjernlogging og -styring av målesystemene gjør oppfølgingen tungvint.

Vedlegg: Intervjuguider

Intervjuguide for involverte aktører i ZEB pilotbygg, byggeprosess

Person

- Utdannelse, stilling.
- Rolle i prosjektet, grad av involvering/ fornøyd med dette?

Prosjekt

- Hvordan vil du beskrive prosjektet?
- Hvordan vil du beskrive dette prosjektet i forhold til andre prosjekter du har vært involvert i?
- Hvilke forventninger hadde du til prosjektet før oppstart? Hvilke miljøer har store forventninger til prosjektet?
- Er prosjektet viktig for deg?

Ambisjoner, målsetninger

- Hvilke erfaringer har du med ambisjoner og holdninger i prosjektet? Utfordringer?
 - Er du fornøyd med ambisjonene?
 - Endret ambisjonene seg underveis? Hvorfor?
 - Hva påvirket ambisjonene?

Organisering av prosjektet

- Hvilke erfaringer har du med organisering og samarbeid i prosjektet?
 - Har samarbeidet vært godt?
 - Hvor mye tid ble det brukt på de ulike oppgavene, hva tok lengre tid enn forventet?
 - Hvem gjorde hvilke oppgaver, og når ble de utført?
 - Hvilke oppgaver var mest utfordrende?
- Hvilken entreprisform ble valgt/ hvorfor? Hva er erfaringene med denne entreprisformen så langt?
- Hvilke erfaringer har du med type ledelse i prosjektet?
- Er det noe du tenker burde vært organisert annerledes?

Læring og kunnskap

- Har du hatt nødvendig kunnskap for å jobbe med dette prosjektet? Evt hvordan har du skaffet deg kunnskapen?
- Hvilke tema har du lært noe nytt om i løpet av prosjektet? Hvordan har du lært?
- Hva har påvirket læring og kunnskapsutveksling i prosjektet?
- Er det noe som du eller prosjektet hadde hatt behov for mer kunnskap om?
- Hvordan vil du bruke kunnskapen framover i andre prosjekter?
- Hvordan jobber de ulike fagområdene sammen?
- Hvordan fikk man på plass riktig kompetanse i prosjektet?
- Entreprenørenes og håndverkernes kunnskap?
-

Kostnader

- Hvilke erfaringer har du med kostnadene i prosjektet?
- Spør om tilgang til budsjett: Hva kostet de konkrete løsningene?
 - Ble økonomien i prosjektet som forventet? Hvorfor / hvorfor ikke?
 - Hvordan er kostnadene sammenlignet med andre prosjekter (referanseprosjekt)?
 - Hva var de største kostnadsdriverne i prosjektet?
 - Hvordan er vurderingen og håndteringen av merkostnader?
 - På hvilken måte styrte økonomien valg av byggemåte og byggetekniske løsninger?

Samfunnskontekst

- Hvilke erfaringer har du med økonomiske støtteordninger (Enova og Husbanken, evt kommunen) opp mot prosjektet?
- Hvilke erfaringer har du med kommunen, kommunale planer, lover og retningslinjer opp mot prosjektet?
- Hvordan bør standarder og normer utformes for å støtte nullutslippsbygninger?
- Hvilke betydning har sertifiseringsordninger (Breeam o.l.) eller energiattest hatt for prosjektet?
- Hvilke erfaringer har du med det å være et forbildeprosjekt i regi av (ZEB,) *Future Built* eller *Framtidens bygg* (råd og oppfølging)?
 - Hva slags betydning har denne forbildeprogrammer for bedriften, nabolag/by, eiendomsmarkedet og byggebransjen?

Evaluering av resultatet/ planlagt resultat

- Hvilke synspunkt har du på det arkitektoniske resultatet?
- Hvilke synspunkt har du på det tekniske resultatet (energi, miljø, innemiljø, bygningsfysikk)?
- Hvorfor ble de ulike tekniske løsningene valgt?
 - Konvesjonelle løsninger eller løsninger utviklet spesielt for dette prosjektet?
 - Hvordan ble de undersøkt og dokumentert i prosessen?
 - Hvilke aspekter var avgjørende for valgene (drifssikkerhet, investeringskostnader, usikkerheter mht fremtidige brenselpriser eller leveranse av brensel)?
 - Hvem og hva påvirket disse avgjørelsene?
 - Hvordan knyttes utfordringene med ambisjonene opp mot valget av tekniske løsninger?
- Hvilke verktøy ble benyttet, og hvilke erfaringer har du aktørene med disse?
- Hva kunne vært gjort annerledes?
- Hva trengs av ny teknologi, metoder, verktøy?

- Noe annet av erfaringer du ikke har fått formidlet?

Intervjuguide beboere

Hvorfor valgte du å flytte hit?

Hvordan trives du i huset?

Har energistandarden (passivhus) hatt noe betydning for at du valgte å flytte hit?

Hva visste du om passivhus før du kjøpte din bolig?

A) Innetemperatur

Hvordan opplever du innetemperaturen om sommeren og om vinteren?

Hvordan pleier du å justere innetemperatur i huset?

Hvor fornøyd er du med valgmulighetene du har ifm innstilling av innetemperatur?

Hvilken temperatur foretrekker du å ha?

Hvilken type bekledning pleier du å ha på (t-skjorte året rundt, genser om vinteren, etc.)

B) Inneklima

Hvordan opplever du luftkvaliteten?

Hvor fornøyd er du med muligheten for å justere av lufttilførsel?

Har du opplevd tekk fra ventilasjonen eller kaldras fra vinduene?

Hvilken type ventilasjon brukte du i din forrige bolig?

På hvilken måte bruker du vinduene for å lufte ut? (Oppfølgingsspørsmål: Er det mer eller mindre vinduslufting sammenlignet med din gamle bolig?)

C) Bruk av hus/teknologi:

Hvor fornøyd er du med informasjonen du har fått om bruk og vedlikehold av de tekniske anleggene (Ventilasjon, oppvarming, info om passivhus generelt?)

Hva syns du om brukervennlighet av de tekniske systemene (ventilasjon, oppvarming, lydnivå)?

Hvordan satte du deg inn i bruk av ventilasjonsanlegget og oppvarmingssystemet?

Når du flyttet inn i passivhuset, hvordan ville du beskrive behovet for informasjon om husest? (mer, mindre eller like mye informasjon sammenlignet med andre boliger du bodde i før?)

Hvilken type hus bodde du i før?

-Byggeår:----

-Rekkehus

-Leilighet

-Enebolig

-annet

D) Brukernes praksis:

Hvordan ville du beskrive dine forventninger til komfort i en bolig? (Temperatur, luftkvalitet, bo-opplevelse).

Ble disse forventningene oppfylt i passivhuset? Og i din gamle bolig?

Hvordan ville du beskrive dine vaner ifm:

- Dusjing, antall klesvask, bruk av elektrisk utstyr, bruk av lys?

Har du endret vaner/adferd etter du flyttet til din nye bolig? På hvilken måte?

Hvor generelt fornøyd er du med å bo i et passivhus?

Hvis du *ikke* er veldig fornøyd, hvilke faktorer ligger til grunn for dette?

Hvor opptatt er du generelt av miljøspørsmål?

Er du mer/mindre eller like interessert i miljøspørsmål etter du flyttet til passivhuset ditt?

Hvor viktig var energibruk / energibesparelse når du valgte å bo i passivhus?

Prøver du bevisst å holde energiforbruket lavt?

E) Generelle spørsmål:

- Hvor lenge har du bodd i dette huset?
Antall år:
- Kjønn?
Kvinne
Mann
- Alder?
- Hvor mange bor i huset?

The Research Centre on Zero emission Buildings (ZEB)

The main objective of ZEB is to develop competitive products and solutions for existing and new buildings that will lead to market penetration of buildings that have zero emissions of greenhouse gases related to their production, operation and demolition. The Centre will encompass both residential and commercial buildings, as well as public buildings.



Partners

NTNU

www.ntnu.no

SINTEF

www.sintef.no

Skanska

www.skanska.no

Weber

www.weber-norge.no

Isola

www.isola.no

Glava

www.glava.no

Protan

www.protan.no

Caverion Norge

www.caverion.no

ByBo

www.bybo.no

Multiconsult

www.multiconsult.no

Brødrene Dahl

www.dahl.no

Snohetta

www.snoarc.no

Forsvarsbygg

www.forsvarsbygg.no

Statsbygg

www.statsbygg.no

Husbanken

www.husbanken.no

Byggenæringens Landsforening

www.bnl.no

Direktoratet for byggkvalitet

www.dibk.no

DuPont

www.dupont.com

NorDan AS

www.nordan.no

Enova

www.enova.no

SAPA Building system

www.sapagroup.com

Sør-Trøndelag fylkeskommune

www.stfk.no

Entrå Eiendom AS

www.entra.no