

Oppgradering av et 60-tallshus og et 70-tallshus



SINTEF Fag

Anne Gunnarshaug Lien, Kristian Stenerud Skeie, Elisabeth Bjaanes, Karin Hagen og Yngve Kvalø

Oppgradering av et 60-tallshus og et 70-tallshus

SINTEF akademisk forlag

SINTEF Fag 42

Anne Gunnarshaug Lien, Kristian Stenerud Skeie, Elisabeth Bjånes, Karin Hagen og Yngve Kvalø

Oppgradering av et 60-tallshus og et 70-tallshus

Emneord: oppgradering, renovering, energisparing, etterisolering, småhus, arkitektur, boligkvaliteter, universell utforming

Prosjektnummer: 102004519

ISSN 1894-1583

ISBN 978-82-536-1539-4

Foto, omslag: Jiri Havran

Tegninger av de to oppgraderte husene: Ratio Arkitekter

58 eksemplarer trykt av Fagtrykk Trondheim AS

© Copyright SINTEF akademisk forlag 2017

Materialet i denne publikasjonen er omfattet av åndsverklovens bestemmelser. Uten særskilt avtale med SINTEF akademisk forlag er enhver eksemplarframstilling og tilgjengeliggjøring bare tillatt i den utstrekning det er hjemlet i lov eller tillatt gjennom avtale med Kopinor, interesseorgan for rettighetshavere til åndsverk. Utnyttelse i strid med lov eller avtale kan medføre erstatningsansvar og inndragning, og kan straffes med bøter eller fengsel.

SINTEF akademisk forlag

SINTEF Byggforsk

Forskningsveien 3 B

Postboks 124 Blindern

0314 OSLO

Tlf: 73 59 30 00

www.sintef.no/byggforsk

www.sintefbok.no

Forord

SEOPP – Systematisk energioppgradering av småhus fra 1960 til 1990 er et forskningsprosjekt støttet av Norges Forskningsråd og Husbanken. Prosjektperioden var fra 2013 til 2016. Prosjekteier var Mestergruppen Bolig AS, avd. Mesterhus. SINTEF Byggforsk ledet prosjektet. Andre prosjektpartnere var Husbanken, Enova, Hunton, NorDan, Isola, Glava, Ratio arkitekter, BoligEnøk, Byggma, Flexit, VELUX og NVE.

Utførende byggmester for huset på Årvoll: Byggmestrene Olsen og Lindahl AS
Utførende byggmester for huset på Hjellestad: Torsbygg AS

Temaer i SEOPP:

Boligeieres ønsker og prioriteringer ved oppgradering til ambisiøst energinivå.
Oppgraderingskonsepter og energiplaner for trinnvis oppgradering.
Rehabiliteringsscenarier i forhold til nasjonale målsettinger.
Pilotprosjekter med rasjonelle løsninger og god byggeskikk.

Rapporter:

Boligeiernes ønsker og prioriteringer (Thomsen, mfl. 2014)
Planlegging i ett eller flere trinn (Skeie, mfl. 2014)
Evaluering av senariorapporter og forslag til virkemiddel (Klinski, mfl. 2017)
Oppgradering av et 60-tallshus og et 70-tallshus (Lien, mfl. 2017)

SEOPP-partnerne på befaring til Årvoll.



Innhold

| | |
|---|----|
| Forord | 3 |
| Sammendrag | 6 |
| Summary | 8 |
| 1. Småhus fra 60-, 70- og 80-tallet | 10 |
| 2. Har du planer om å oppgradere et hus fra 60-, 70- eller 80-tallet? | 16 |
| 3. Oppgraderingsprosessen | 18 |
| 4. Huset på Årvoll – oppgradering av et hus fra 60-tallet | 24 |
| 5. Huset på Hjeltestad – oppgradering av et hus fra 70-tallet | 46 |
| 6. Bedre komfort og spart energi | 64 |
| 7. Kostnader | 76 |
| 8. Oppsummering og diskusjon | 82 |



SEOPP-partnerne på befarig til Hjeltestad.

Sammendrag

I løpet av prosjektperioden i SEOPP skulle to demo-hus oppgraderes. For to hus med behov for omfattende oppgradering var målet å utvikle mest mulig kostnads-effektive løsninger for energioppgradering og samtidig heve standarden for arkitekturen, både funksjonelt og estetisk. Alle partnerne i SEOPP skulle bidra. En Mesterhusbedrift skulle bygge, industripartnerne skulle demonstrere sine nyeste løsninger, Ratio arkitekter skulle tegne, BoligEnøk skulle lage energiplaner, SINTEF Byggforsk skulle utvikle bygningstekniske løsninger og energiløsninger. Det var et mål å komme fram til løsninger som kunne gjentas for lignende hus. For å finne to hus med interesserte boligeiere hvor vi kunne få til alt dette, inviterte vi bredt og laget en annonse på nettsiden (www.seopp.net) med mulighet for å melde seg på. En pressemelding ble sendt ut like før sommerferien og det kom 540 påmeldinger! Påmeldingene kom fra hele landet.

To boligeiere fikk beskjed om at de var utvalgt i november 2014. Planleggingen startet i desember 2014 og husene var innflyttingsklare i 2016 i juni på Årvoll og i oktober på Hjellesstad. Planleggingsfasen varte i ett år og byggeperioden varte i et halvt år. Oppgraderingen var omfattende for begge husene, med ombygginger både innvendig og utvendig. I den første fasen med idéutvikling jobbet arkitektensammen med boligeierne til boligeierne var fornøyd med løsningene. Nok tid til idéutvikling vil alltid lønne seg. Det er i tidlig planleggingsfase at alle muligheter er åpne for å komme fram til det resultatet man ønsker seg. Konseptviklingsfasen ble ganske lang fordi dette var et forskningsprosjekt og det var viktig å komme fram til løsninger som kunne gjentas i andre oppgraderingsprosjekter. Detaljprosjekteringen var også omfattende, med uttegning av mange detaljer. Begge husene ble byggemeldt.

Huset på Årvoll er et typisk hus fra sekstitallet med totalt bruksareal på 175 m². Boligeierne hadde mange ønsker for oppgraderingen, og løsningen ble å isolere godt utvendig, åpne opp innvendig og utnytte kjelleretasjen bedre. Hele bygningsskallet ble oppgradert med nytt tak med ekstra isolasjon, ny kledning og ekstra isolasjon i veggene, isolert sokkeletasje, nye trelags vinduer og nye dører, ventilasjon med varmegjenvinning, varmepumpe og rentbrennende vedovn. Huset fikk også mange nye bokvaliteter, som en mer funksjonell planløsning og

bedre utnytting av alle de tre etasjene. Huset ble utvidet med større garderobe, ett nytt bad, utvidelse av stua og en takterrasse.

Huset på Hjellesstad fra 1975 er en hustype fra perioden som det finnes mange av. Huset ligger i skrått terreng og har en hovedetasje og en sokkeletasje. Totalt bruksareal er 218 m². Boligeierne hadde også her mange ønsker for oppgraderingen. Løsningen ble å etterisolere hele bygningskroppen, endre fullstendig på planløsningen i hovedetasjen og gjøre mindre, men betydningsfulle endringer i sokkeletasjen. I hovedetasjen er oppholdssonen med stue og kjøkken lagt langs hele vestsiden, med en ny åpen trapp i midtsonen. Taket er åpnet opp over trappa, og nye takvinduer gir dagslys til trappa og til begge etasjene. Arkitekturen ble endret til et mer tidsmessig uttrykk for begge husene.

Eldre eneboliger (150–200 m²) har gjerne et beregnet oppvarmingsbehov på 150–200 kWh/m² og et totalt energibehov på 210–260 kWh/m² når oppvarming av tappevann, elektriske apparater og belysning er tatt med. Det blir 30 000 til 50 000 kWh i året. Bedre isolerte vinduer og en bedre isolert bygningskropp kan halvere varmetapet og effektivisere energibruken med 50–100 kWh/m² for en typisk enebolig i Oslo-klima. I tillegg vil tiltak for å redusere uønskede luftlekkasjer spare 5–10 kWh/m² (ved halvering av infiltrasjonstallet). Installering av ventilasjonssystem med varmegjenvinning fra ventilasjonsluften kan gi besparelser på 30 kWh/m² i tillegg.

Målet for energioppgraderingen i SEOPP var i utgangspunktet så ambisiøst som mulig, gjerne på passivhusnivå. Å oppnå et nivå som utløste støtte fra Enova var et viktig mål og utslagsgivende for det endelige resultatet. Enova har tre støttenivåer for oppgradering av bygningskroppen. Nivå 1 tilsvarer omtrent passivhusnivå (NS 3700), nivå 2 tilsvarer omtrent energikravene i TEK10 for nye småhus gjeldende fra 1.1.2017, og nivå 3 tilsvarer omtrent energikravene i TEK10 før revisjonen i 2017.

Netto oppvarmingsbehov for huset på Årvoll er beregnet til 55 kWh/m² (Oslo-klima), en forbedring fra beregnet 241 kWh/m². Netto oppvarmingsbehov for huset på Hjellesstad er beregnet til 58 kWh/m² (Bergen-klima), en forbedring fra beregnet 224 kWh/m².

Eldre hus fra 60-, 70- og 80-tallet har som regel "naturlig ventilasjon" med tilførsel av luft gjennom veggventiler og spalter over vindu. I tillegg er det avtrekksvifter som suger den brukte innelufta ut av huset fra kjøkken og bad. I SEOPP-prosjektene ble balansert ventilasjon med mer enn 80 % varmegjenvinning installert. Ved montering av balansert ventilasjon i eksisterende boliger er planleggingen av installasjonen viktig. Ventilasjonsanlegget ble lagt på varm side av bygningskonstruksjonene for å unngå unødvendige hull i klimaskjermen (dampsjiktet og isolasjonssjiktet), og for å hindre nedkjøling av forvarmet luft. Aggregatet ble plassert i bod eller skap på vegg og er lett tilgjengelig for inspeksjon, filterskifting og betjening. I SEOPP-prosjektene ble flere mulige plasseringer av aggregat og føringsveier skissert. På Årvoll og Hjellevstad utviklet Flexit tegninger som ble diskutert med arkitekt, byggmester og boligeier. Gode arbeidstegninger la til rette for planlegging av korte kanalføringer, få gjennomføringer og anlegg som er lite synlige.

I SEOPP var byggmestrene og arkitektene valgt i utgangspunktet og budsjettet var fastsatt. Omfattende rehabilitering både innvendig og utvendig var ønsket. For begge demo-husene var budsjettet stort nok for en omfattende oppgradering, men det var helt nødvendig å foreta prioriteringer for å holde budsjettene. Både i forhold til økonomien og i forhold til miljøet var det et mål å endre minst mulig og gjenbruke mest mulig. Byggmestrene var med på å foreslå og prioritere løsninger innenfor den tilgjengelige kostnadsrammen. Kostnader for energioppgraderingen ble i første runde beregnet av Unikus, et arkitekt- og ingeniørkontor i Mestergruppen. Byggmestrene justerte tallene i forhold til egne erfaringer og lokale forhold. Grunnlagstallene fra Unikus var delt opp på komponentnivå, men inkluderte ikke innvendige arbeider eller tid som ville gå med til riving og tilpasninger til skjevheter i eksisterende konstruksjoner. Byggmestrene beregnet de totale kostnadene og kom med forslag til forenklinger. Deler av kostnadene som er vist, ble dekket av forskningsprosjektet SEOPP. Det gjaldt deler av arkitekthonoraret, sponing av byggmestertimer og sponing av byggematerialer fra industripartnerne i prosjektet. Støtte fra Enova dekker 145 000 NOK av de endelige kostnadene. Budsjettet for Årvoll var 3,5 MNOK inklusive mva. Den endelige kostnaden ble 3,9 MNOK på grunn av tilvalg og uforutsette kostnader.

Kostnader knyttet til oppgradering av bygningskroppen, inklusive senking av gulv og isolering mot grunnen var ca 1,5 MNOK. Budsjettet på Hjellevstad var 3,3 MNOK inklusive mva. Den endelige kostnaden ble 3,8 MNOK. Kostnader for endringer som ble diskutert mellom boligeier, byggmester og arkitekt, handlet mye om planløsningen og rommene i kjelleretasjen. Kostnader knyttet til oppgradering av bygningskroppen var ca. 1,2 MNOK.

Oppsummering:

- Gamle hus kan bli like gode som nye med hensyn til energibruk, komfort og arkitektur.
- Kostnadene for utvendig og innvendig oppgradering var omtrent like store.
- Tettheten ble forbedret med mer enn 60 %, men som for de fleste hus kunne ikke alle bygningsdeler tettes til samme nivå som for nye hus.
- Prefabrikking av elementer for oppgradering viste seg å være mer komplisert enn forventet i starten av prosjektet.
- Støtten fra Enova med definerte krav viste seg å være avgjørende for oppnåelsen av energieresultatene.

Summary

During the SEOPP-project period two demo-houses were upgraded. For two houses that needed comprehensive renovation, the goal was to develop cost effective solutions for energy upgrading and at the same time improve the architecture both in regard to functionality and aesthetic appearance. All SEOPP-partners participated. A building contractor from Mesterhus did the construction work, the industry partners demonstrated their newest solutions, Ratio architects did the architectural design, BoligEnøk made an energy plan, and SINTEF Byggforsk developed technical solution details for the building. An important goal was to create reusable design concepts. To attract two house owners motivated to do this, a press release was made, and an application / registration web site was made. (www.seopp.net). The invitation to participate as demo-house in SEOPP was issued the summer of 2014. The result was 540 registrations from all over the country.

The two selected houses were chosen in November 2014, and the planning started in December. The construction work started during the winter of 2015, and it was completed during the fall of 2016. The planning phase lasted one year, and the construction phase lasted about 6 months. The upgrading was comprehensive for both houses with reconstructions both outside on the building envelope and inside for the interior. In the early design phase the architects worked together with the house owners until satisfactory solutions had been found. The concept phase lasted quite long since the upgrading was part of a research project and it was important to find reusable solutions; solutions that could be repeated for other similar houses. The detail design was also comprehensive with design of several new construction details. For both houses application for a building licence was sent to the municipality.

The Årvoll house is a typical semi-detached house from the sixties with a total living area of 175 m². The owners had several wishes, and the solution was to insulate the building envelope, create a more open plan layout and exploit the total basement area. The building envelope was upgraded with extra insulation on a new roof and extra insulation of the exterior walls, new wood panelling, insulated basement, new triple glazed windows, new exterior doors, balanced ventilation system with heat recovery, a heat pump and a clean burning wood stove. New living qualities and more functional room layout

and better use of all the three floors. Extensions were built on two sides of the house, giving a larger entrance area and a bathroom, more space in the living room and a roof terrace.

The Hjellevad house was built in 1975 and is typical for the period. This house type is frequently seen in Norway. The house is placed on a sloping ground and has one main floor and one basement floor. The total living area is 218 m². The house owners had, also for this house, many wishes for the upgrading. The solution was to add extra insulation on the building envelope, redesign the layout of the main floor, and do some smaller, but still important, changes to the basement floor. On the main floor, the kitchen and the living room are placed along the west facade with a new staircase in the middle. The ceiling is opened over the staircase and new roof windows let the daylight hit the stairs on both floors. The architectural appearance is more contemporary for both houses.

Older detached houses (150-200m²) often have a calculated energy use for heating of 150-200 kWh/m² per year and total energy use of 210-260 kWh/m² per year including heating of domestic hot water, electric devices and lighting. This is in total between 30 000 kWh and 50 000 kWh per year. Better windows and added insulation on the building envelope reduce the calculated energy use with 50-100 kWh/m² in a typical detached house in Oslo climate. In addition to this, reduced air leakages may save 5-10 kWh/m² (by halving the infiltration number). Installing ventilation system with heat recovery from the ventilated air may result in savings of 30 kWh/m² more. The goal for energy upgrading of the SEOPP demo-houses was ambitious, and to reach a level that resulted in financial support from Enova was important for the final result. Enova has three levels of support for upgrading the building envelope. Level 1 is close to the passive house level, level 2 is close to the requirement in building code TEK10 from 1.1.2017, and level 3 is close to the requirement of the building code TEK10 before the last revision. Net heating demand for the Årvoll house is calculated to be 55 kWh/m² (Oslo-climate), an improvement from 241 kWh/m². Net heating demand for the house at Hjellevad is calculated to be 58 kWh/m² (Bergen-climate), an improvement from 224 kWh/m².

The ventilation systems in houses built before 1990 are in most cases “natural ventilation” with air intake through apertures in the walls and windows, with exhaust fans that extract the used air from the kitchen and the bathroom. In the SEOPP-houses balanced ventilation with heat recovery of more than 80 % was installed. Both the ventilation aggregate unit and the ducts were placed inside the insulated building envelope.

The building owners had budgetary limits that the builders and the architect had to relate to. The budgets were large enough for upgrading of both the interior and the exterior, but it was necessary to prioritise to meet these budgets. The owners, the builders and the architect discussed several solutions to meet the available budget. Minimization of the reconstruction and maximization of the reuse of existing building parts was anticipated to be important both in relation to economy and sustainability. The SEOPP research project covered parts of the renovation costs as shown in chapter 7. All the partners in the SEOPP-project contributed, the architect, the builders and the producers of building materials. Support from Enova covered 145 000 NOK. The budget for the Årvoll house was 3,5 MNOK including taxes. The total cost ended at 3,9 MNOK because of additional choices and unforeseen costs. The cost for upgrading of the building envelope was about 1,5 MNOK. The budget for the Hjellestad house was 3,3 MNOK including taxes. The total cost ended at 3,8 MNOK. The cost for upgrading of the building envelope was about 1,2 MNOK.

Lessons learned:

- Older houses can be as good as new houses in regard to energy use, comfort and architecture.
- The cost for upgrading the exterior is on the same level as the cost for upgrading the interior.
- The air tightness of the construction was improved by more than 60 %, but it was not possible for all building parts to reach the same level as for new houses.
- Prefabrication of elements for upgrading turned out to be more complicated than anticipated at the project start.
- The Enova technical requirements accompanying the financial support were crucial for achievement of the energy results.

1 Småhus fra 60-, 70- og 80-tallet

For å oppnå et ambisiøst nivå for bærekraftig oppgradering av småhus har målet i SEOPP-prosjektet vært å redusere energibehovet og forbedre inneklimate, i tillegg til andre bokkvaliteter som mer funksjonell planløsning og fornyet arkitektonisk uttrykk. Å ta vare på typiske kvaliteter fra arkitekturen for hver tidsepoke har også en verdi. Å kombinere noe nytt med det gamle for å bevare typiske uttrykk og samtidig løfte husets arkitektur til et moderne nivå har vært et mål. Viktige spørsmål har vært:

- Hvilke kvaliteter er verdt å ta vare på fra 60-, 70- og 80-tallshusene?
- Hva er potensialet i hver epoke for oppgradering til moderne hus med høy standard?
- Hva er de beste og enkleste løsningene som gir både høy energiytelse og andre bokkvaliteter som er ønsket?

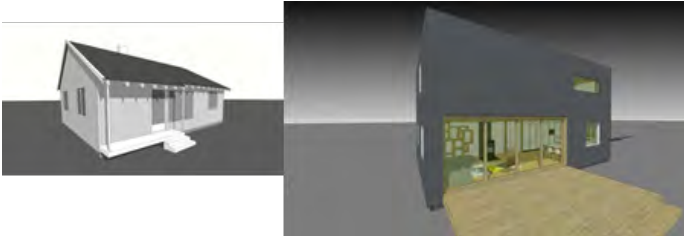
I starten av prosjektet ble det utviklet tre designkonsepter som representerer typiske hus fra de tre epokene. De tre konseptene er analysert i forhold til mulighetene for å redusere varmetap og energibruk, forbedre dagslysforholdene og forbedre arkitekturen med mer funksjonelle planløsninger og fornyet arkitektonisk uttrykk. Hus som trenger omfattende rehabilitering, trenger utskifting av viktige bygningsdeler som tak, vinduer og kledning, drenering og tilleggsisolering av hele bygningskallet. Mange oppgraderer en bygningsdel om gangen. Dette krever en plan for hele oppgraderingen for å sikre at hvert trinn kan oppgraderes til et høyt nivå og at huset til slutt får et godt resultat.

Boligarkitekturen på 60-, 70- og 80-tallet

På sekstitallet var boligene fremdeles ganske små. Typiske kvaliteter fra denne perioden var effektive planløsninger, enkle harmoniske former, enkle uttrykk og fin detaljering. Husene var bygget på stedet. På syttitallet ble husene større, og flere hus var prefabrikkert. Effektiv boligbygging var viktig for at alle familier skulle få et godt hus. Syttitalshusene har også en enkel form. På åttitallet økte innflytelsen fra forskjellige arkitekturretninger med ulike takformer og med stor variasjon i karnapper og utspring. Tre typiske hus fra de tre epokene er valgt, og tre konsepter er utviklet hvor typiske kvaliteter er bevart

og nye kvaliteter er lagt til. Kvaliteter og muligheter er analysert og beskrevet i tabellen nedenfor. Konseptene er optimalisert i forhold til energi, dagslys, arkitektur og andre bokvaliteter som er forventet av en "up to date" bolig.

| Kvaliteter og muligheter for typiske kataloghus fra 1960-80 tallet | | | |
|---|--|---|--|
| | 50-60-tallet | 60-70-tallet | 70-80-tallet |
| Generelt | Relativt små og nøkterne hus, gode proporsjoner, mange er allerede rehabilitert og bygget ut. | Det finnes mange like hus fra denne perioden da byggeaktiviteten var høy. | Store og til dels pompøse karnapper, arker og utspring. Mange forskjellige hustyper, verandaer og utenpåliggende sprosser på vinduene stjeler dagslys. |
| Kvaliteter | Enkle og kompakt bygningskropp som er en fordel for oppgradering, enkel planløsning med generelle rom, husene har ofte ildsted. | Enkel bygningskropp for energioppgradering, god størrelse, ofte en etasje og sokkel og bygget i skrått terreng. | God størrelse, ofte tre etasjer |
| Muligheter | God fleksibilitet med flere muligheter for tilbygg, midtbæring gir mulighet for å gjøre endringer på takformen eller bygge på en etasje, innvendige vegger kan lett flyttes for å oppnå nye og gode planløsninger. | Fleksibilitet – stor enhet som kan deles horisontalt til to enheter, w-takstoler, ikke-bærende innervegger i første et, potensial for nye gode planløsninger innenfor bygningskallet. | Fleksibilitet – store hus, ofte mulighet for vertikal deling til tomannsbolig. |
| Begrensinger | Størrelsen | W-takstoler gjør det vanskelig å utnytte loftet. | Takkonstruksjonen hindrer ofte muligheten for nye planløsninger. |
| Utfordringer | Behov for tunge ombygginger av kjøkken og bad. | Påbygging av en ekstra etasje krever både nytt tak og nytt gulv. | Karnapper og arker gir mange bygningsmessige utspring som er en ulempe ved tilleggisolering. |
| Nivå for omfattende oppgradering | | | |
| 1 | Energioppgradering av bygningskroppen | Energioppgradering av bygningskroppen | Energioppgradering av bygningskroppen |
| 2 | Innvendig oppgradering med moderne planløsning. | Flytte trapp for å få åpnere forbindelse mellom etasjene, mer dagslys og bedre utnyttelse av sokkeletasjen. | Store hus kan deles horisontalt. |



a. Typisk sekstitalshus



b. Typisk syttitalshus



c. Typisk åttitalshus

Illustrasjonene a-c over, er konseptløsninger utviklet av *RATIO arkitekter as*.

Sekstitalshusene er ofte små, og for dette eksemplet er det foreslått å bygge på en etasje for å få større bruksareal. Soverom og bad legges i den nye andre etasjen og i første etasje utvides både kjøkken og stue til ett stort rom som får godt dagslys gjennom store vinduer med utsikt mot hagen. Baderommet i første etasje utvides slik at krav til universell utforming oppnås og ett soverom beholdes i første etasje.

Husene fra syttitallet er ofte store, og mulighetene for å fornye fasadene i en oppgraderingsprosess er viktig. De typiske husene fra denne perioden er spesielt interessante siden det finnes mange av dem. Bedre utnyttelse av sokkeletasjen og bedre kommunikasjon mellom de ulike sonene i huset har vært målet for dette konseptet. Hovedideen har vært en åpen trapp i midten av huset med vinduer enten i tak eller vegg.

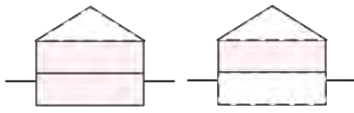
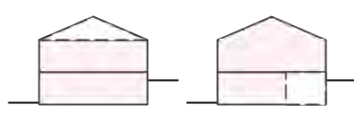
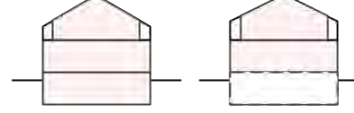



Husene fra åttitallet har ofte store verandaer som reduserer tilgangen på dagslys. For å få mer dagslys i dette eksempelkonseptet, er verandaene fjernet og takvinduer er installert. Bygningskroppen er forenklet og etterisolert, og et tilbygg på gavlfasaden gir ekstra areal i begge etasjene.

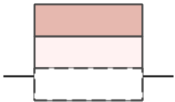
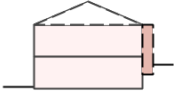
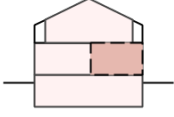
Dette konseptstudiet viser eksempler på hvordan hus bygget før 1990 kan oppgraderes til energieffektive og moderne boliger. Eksempelene viser muligheter for forbedret arkitektur, mer funksjonelle planløsninger og nye dagslyskvaliteter, samtidig som energiytelse og komfort forbedres. Det har også vært et mål å ta vare på kvaliteter i byggeskikken fra denne perioden. For disse eksemplene er hele bygningskroppen oppgradert med utvendig tilleggisolering, ny kledning, nye vinduer og nytt tak. Et viktig element som kan gjenkjennes, er de enkle bygningsformene for seksti- og syttitalshusene. For åttitalshuset er det karakteristiske volumet beholdt selv om fasadeuttrykket er betydelig forenklet.

Potensialet for energioppgradering

Norske boliger er for en stor del trehus. Eneboliger utgjør 25 % av alle boliger bygget i perioden 1960 til 1990. En stor del av disse husene er modne for en omfattende rehabilitering, og energisparepotensialet er stort, opptil 70 % reduksjon av energibruken til oppvarming. Potensialet for å forbedre termisk komfort, luftkvalitet og dagslysforhold er også stort.

Typiske isolasjonstykkelser og byggemetoder er beskrevet i tabellen under. Fra 1960 ble det vanlig å bygge en bindingsverkskonstruksjon med 100 mm isolasjon. Denne forbedringen var drevet av kriteriene for lån i Husbanken og utviklingen av industrialiserte byggematerialer. Konstruksjonene fikk lavere varmetap enn tidligere, med U-verdi på 0,40 W/m²K for vegger og yttertak/loftsrom. Utover på 1970-tallet ble energi og ressursbruk viktigere, samtidig med utvikling av bl.a. lavemisjonsbelegg (LE) på vindusglass og trelags vinduer med U-verdi på 2,0-2,4 W/m²K (Dagens tolagsvinduer har halvparten av dette varmetapet). Hus bygget etter 1980 har derfor ofte bedre vinduer, og noen ganger en krysslekting, eller tykkere bindingsverk med plass til 150 mm isolasjon i vegger. 150 mm var også vanlig isolasjonstykkelse i tak. Kravene i byggeforskriftene fulgte etter dette nivået i to runder utover på 80-tallet. (Lien, mfl. 2014)

| Hustyper |  |  |  |
|---------------|--|---|---|
| Form | Frittliggende enebolig, enkel form BRA kjelleretasje: 75 m ² BRA hovedetasje: 76 m ² 20 % vinduer / areal hovedetasje Noen har oppvarmet kjeller, ofte innredet i ettertid, eller tilbygg. Oppvarmet areal referanse: 76 m ² | Frittliggende enebolig i skrå terreng Innredet kjeller, ev. inngang/hybel BRA kjelleretasje: 83 m ² BRA hovedetasje: 85 m ² 20 % vindusareal / hovedetasje 10 % vindusareal / kjelleretasje Oppvarmet areal referanse: 168 m ² | Frittliggende enebolig, innredet loft BRA kjelleretasje: 62 m ² BRA hovedetasje: 62 m ² BRA loftetasje: 45 m ² Ca. 16 % vindusareal / oppv. areal Oppvarmet areal referanse: 107 m ² Mange hus større en Husbanktypen |
| Bygningskropp | Lett bindingsverkskonstruksjon med 98 mm isolasjon vegg, 0.40 W/m ² K 100 mm isolasjon loft, 0.38 W/m ² K 30 mm isol. murvegg, 0.76 W/m ² K Tolags vinduer, 2,7 W/m ² K Naturlig ventilasjon, < 1.2 m ³ /t m ² Lufttetthet, 10 t ⁻¹ (50 Pa) | Lett bindingsverkskonstruksjon med 98 mm isolasjon vegg, 0.40 W/m ² K 150 mm isolasjon loft, 0.28 W/m ² K 50 mm isol. murvegg, 0.66 W/m ² K Tolags vinduer, 2,6 W/m ² K Naturlig ventilasjon, < 1.2 m ³ /t m ² Lufttetthet, 8 t ⁻¹ (50 Pa) | Lett bindingsverkskonstruksjon med 148 mm isolasjon vegg, 0.28 W/m ² K 150 mm isolasjon i yttetak, 0.30 50 mm isolert leca, 0.54 W/m ² K Tolags vindu LE-belegg, 2,4 W/m ² K Naturlig ventilasjon, < 1.2 m ³ /t m ² Lufttetthet, 8 t ⁻¹ (50 Pa) |
| Energi | Netto energibehov: 300 kWh/m ² Netto oppv.behov: 241 kWh/m ² Energimerke F Elektrisitet + vedovn Levert energi. 20 % ved: 306 kWh/m ²  | Netto energibehov: 254 kWh/m ² Netto oppv.behov: 195 kWh/m ² Energimerke F Elektrisitet + vedovn Levert energi. 20 % ved: 259 kWh/m ²  | Netto energibehov: 214 kWh/m ² Netto oppv.behov: 151 kWh/m ² Energimerke E Elektrisitet + vedovn Levert energi. 20 % ved: 218 kWh/m ²  |

| Konsept |  |  |  |
|--------------------|---|---|--|
| | Påbygget etasje og heving av tak, eller innrede kjeller (ikke vist). 26 % dør + vinduer/oppv. gulvareal Oppv. areal: 153 m ² (+kjeller) | 4 m ² trapperomstilbygg for bedre forbindelse mellom etasjene. 28 % dør + vinduer/oppv. gulvareal Oppv. areal: 171 m ² . | 5 m ² tilbygg under gavl (se bilde forrige side), utv. oppforet tretak. 35 % dør + vinduer/oppv. gulvareal Oppv. areal: 112 m ² (+kjeller) |
| TEK10 oppgradering | +100 mm utv. isolasjon, 0.21 W/m ² K 400 mm isolert tak, 0.11 W/m ² K +50 mm kjellergulv iso., 0.20 W/m ² Trelags vinduer, 1.0 W/m ² K Lufttetthet (50Pa), 2.50 t ⁻¹ Kuldebroverdi: 0.04 W/Km ² Balansert ventilasjon, 80 % recovery Vent. mengde, 1.2 m ³ /h | +100 mm utv. isolasjon, 0.21 W/m ² K +150 mm utv. murvegg, 0.20 W/m ² K 400 mm loftsisolasjon, 0.11 W/m ² K +50 mm kjellergulv iso., 0.20 W/m ² Trelags vinduer, 1.0 W/m ² K Lufttetthet (50Pa), 2.50 t ⁻¹ Kuldebroverdi: 0.04 W/Km ² Balansert ventilasjon, 80 % recovery Vent. mengde, 1.2 m ³ /h | +50 mm utv. isolasjon, 0.21 W/m ² K 400 mm yttertak iso., 0.11 W/m ² K +50 mm kjellergulv iso., 0.20 W/m ² Trelags vinduer, 1.0 W/m ² K Lufttetthet (50Pa), 2.50 t ⁻¹ Kuldebroverdi: 0.04 W/Km ² Balansert ventilasjon, 80 % recovery Vent. mengde, 1.2 m ³ /h |
| Energi | Netto energibehov: 128.2 kWh/m ² Netto oppv.behov: 58.1 kWh/m ² Energimerke C, Elektrisitet + vedovn Levert energi (Kun El.): 130 kWh/m ² | Netto energibehov: 125 kWh/m ² Netto oppv.behov: 55 kWh/m ² Energimerke C, Elektrisitet + vedovn Levert energi (Kun El.): 127 kWh/m ² | Netto energibehov: 133 kWh/m ² Netto oppv.behov: 63 kWh/m ² Energimerke C, Elektrisitet + vedovn Levert energi (Kun El.): 135 kWh/m ² |

2 Har du planer om å oppgradere et hus fra 60-, 70-, eller 80-tallet?

Bor du her?



... og ønsker deg hit?



Ideskisser til oppgradering **RATIO**

Illustrasjonen over ble brukt i annonse med invitasjon til å delta i SEOPP

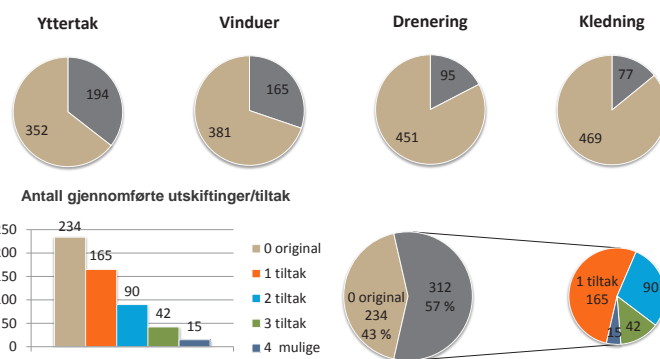
I SEOPP-prosjektet skulle vi ha to DEMO-hus. Med utgangspunkt i virkelige hus med behov for omfattende oppgradering skulle vi utvikle mest mulig kostnads-effektive løsninger for energioppgradering og samtidig heve standarden for arkitekturen, både funksjonelt og estetisk. Alle partnerne i SEOPP skulle bidra. En Mesterhusbedrift skulle bygge, industripartnerne skulle demonstrere sine nyeste løsninger, Ratio arkitekter skulle tegne, BoligEnøk skulle lage energiplaner, SINTEF Byggforsk skulle utvikle bygningstekniske løsninger og energiløsninger. Det var et mål å komme fram til løsninger som kunne gjentas for lignende hus.

For å finne to hus med interesserte boligeiere, inviterte vi bredt og laget en annonse på nettsiden (www.seopp.net) med mulighet for å melde seg på. I den første delen av prosjektet, som beskrevet i kapittel 1, hadde Ratio arkitekter utviklet flere løsningsforslag for typiske hus fra 60-, 70- og 80-tallet. Tre av forslagene ble brukt i annonsen, slik illustrasjonen viser. Premissene var at boligeierne skulle betale oppgraderingen selv,

men de ville få bistand fra arkitekt, råd om gode bygningstekniske løsninger fra forskningsprosjektet, rabatt på byggevarer fra industripartnerne, rabatt fra en Mesterhus-bedrift og hjelp til å søke støtte fra Enova og grunnlån fra Husbanken. I påmeldingsskjemaet spurte vi etter byggeår, budsjett og tidspunkt for planlagt oppgradering. Det var viktig å vite hvilket budsjett folk hadde og få en forståelse for om de hadde en realistisk forventning til hva oppgraderingen ville koste. I påmeldingsskjemaet spurte vi også etter hvilke tiltak som allerede var gjennomført. De skulle krysse av for om yttertak, vinduer, drenering eller kledning allerede var skiftet. Dersom tiltak nylig var gjennomført til samme standard som det opprinnelig hadde vært, vil det ikke lønne seg å skifte til en mer ambisiøs standard før ved neste oppgradering om kanskje 30 år.

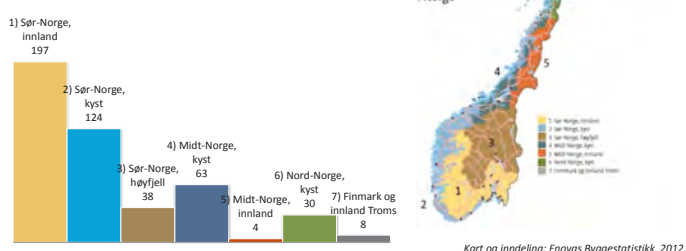
En pressemelding ble sendt ut like før sommerferien og det kom 540 påmeldinger! Påmeldingene kom fra hele landet. Mange sendte bilder av huset sitt og en god beskrivelse av behovet for oppgradering. Alt materialet ble gjennomgått. Det ga et interessant bilde av behovet for hjelp til å planlegge, prioritere og gjennomføre rehabilitering og oppgradering av boliger i Norge.

To hus ble valgt, ett fra 60-tallet på Årvoll i Oslo og ett fra 70-tallet på Hjeltestad ved Bergen.

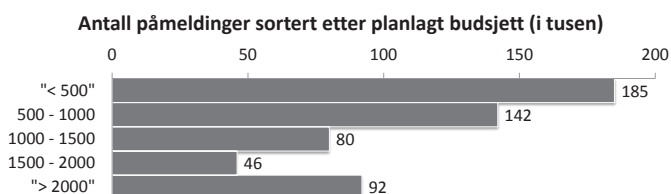
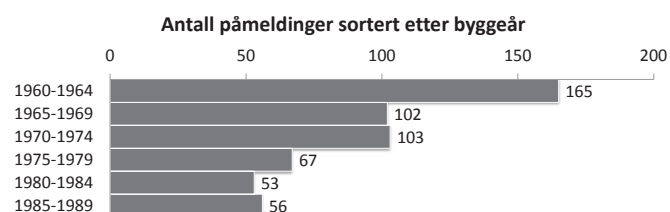


Tiltak som var gjennomført

- Like mange fra kysten som innlandet:
 - Sør-Norge innlandsklima: 197 stk.
 - Kystklima (sammenlagt): 217 stk.



540 boligeiere medlte sin interesse, og påmeldingene kom fra hele landet.



I påmeldingsskjemaet ble det spurt om:

Byggeår (1960-70, 1970-80, 1980-90)

Budsjett i tusen kroner (> 500, 500-1 000, 1 000-1 500, 1 500-2 000, < 2000)

Planlagt oppgradering (høst 2014, vår 2015, høst 2015)

Gjennomførte tiltak på yttertak, vinduer, drenering og kledning

3 Oppgraderingsprosessen



Familien Gamlem/Engeland
foran huset sitt på Årvoll i Oslo



Familien Angelfoss foran huset
sitt på Hjeltestad ved Bergen

Vi oppgraderer boligene våre når huset har behov for utskifting av bygningsdeler, når taket må skiftes, når dreneringen må forbedres eller når veggene har behov for nytt panel og nye vinduer. Etterisolering som gir varmere hus, bedre komfort og lavere energibehov, er smart når vi er i gang med å skifte ut bygningsdeler. Et mer funksjonelt hus og et oppdatert hus med moderne kjøkken og bad og tidsriktige overflater og farger er likevel det viktigste for mange. Lavere utgifter til energi kommer gjerne lavest på listen. For boligeierne av demo-husene i SEOPP var både energioppgradering og nye boligkvaliteter viktig. Husene var både kalde og trekkfulle og hadde lite funksjonelle planløsninger i forhold til de to familienes behov. Omfattende rehabilitering både innvendig og utvendig var ønsket. For begge demo-husene var budsjettet stort nok for en omfattende oppgradering, men det var helt nødvendig å foreta prioriteringer for å holde budsjettene. Både i forhold til økonomien og til miljøet var det et mål å endre minst mulig og gjenbruke mest mulig.

En omfattende oppgradering kan ta lang tid. Noen gjør alt selv og lever i et oppussingsprosjekt i mange år. Noen barn vokser opp i et oppussingsprosjekt. For SEOPP-husene varte selve byggeperioden i litt over et halvt år, mens planleggingen varte i mer enn ett år. De to husene ble valgt ut som SEOPP demo-hus høsten 2014. Huset på Årvoll var ferdig sommeren 2016 og huset på Hjeltestad var ferdig høsten 2016.

Familien på Årvoll kjøpte huset sitt i 2011. De oppdaget raskt at huset var kaldt om vinteren. De hadde venner som hadde kjøpt nybygget hus og som hadde en helt annen komfort, spesielt om vinteren. Ett av barna hadde astma, og stuegulvet var iskaldt for barna å leke på. Som mange andre som kjøper et gammelt hus, startet de med å pusse opp kjøkkenet og to baderom. Badene ble ikke forskriftsmessig utført. Det ene måtte gjøres om igjen to ganger og var fortsatt ikke bra. I det andre baderommet oppsto det lekkasje etter en tid. Familien opplevde at de brukte mye krefter på huset sitt uten at det ble bra, og det var så mye som skulle gjøres. Gjennom SEOPP-prosjektet fikk de den hjelpen de trengte. Boligeierne fikk jobbe i team med byggmester, arkitekt og energirådgiver om en helhetlig plan, og byggeprosessen ble gjennomført på en god måte. Familien flyttet ut av huset i byggeperioden. De tok ut alle tingene sine og gjorde en god del rivingsarbeid før de forlot huset for en periode på seks måneder.

Familien på Hjellestad kjøpte huset sitt i 2012. De hadde solgt et nytt og fint hus og kjøpt et gammelt hus. Det handlet om beliggenhet. Huset på Hjellestad ligger i et fritt og fint område hvor det er fint for barn å vokse opp. Målet var hele tiden å pusse opp og få mer av de kvalitetene de hadde i den forrige boligen. Boligeierne hadde gode erfaringer med å bo i et arkitekttegnet hus, og de var opptatt av miljøvennlige løsninger. Med tre små barn hadde de en travel hverdag og ønsket at oppgraderingen skulle gjennomføres på så kort tid som mulig. Samarbeidet med arkitekt, byggmester og energirådgiver om løsninger, prioriteringer og plan for gjennomføring førte til at selve byggeperioden tok bare et halvt år og at boligeierne hele tiden følte seg trygge på at resultatet ble bra. Familien bodde i huset det meste av tiden mens byggingen foregikk. De syntes det var spennende å følge med på byggeprosessen, det var fint å ha et kort byggemøte med byggmester hver morgen. De bidro med riving, rydding og bortkjøring av byggeavfall også om ettermiddagene og i helgene. Det er byggmester som er ansvarlig for riving og avfallshåndtering og som passer på at spesialavfall ikke kommer på avveier. Derfor er det viktig at riving og bortkjøring av avfall gjøres etter avtale med byggmester.

Fordelen med å engasjere en arkitekt er at arkitekten er trent til å se hva som er mulig å få til. Boligeiere har ofte flere ønsker for huset sitt enn å energioppgradere. En arkitekt har erfaring med å løse flere oppgaver på en gang og se alt i sammenheng. For demohusene i SEOPP har det vært et mål å tilføre nye bokvaliteter slik at boligen får en merverdi utover tykke vegger. En arkitekt har kunnskap om konstruksjoner, byggemåter og materialer, kan kommunal saksgang og kan tegne og visualisere slik at både boligeier og byggmester ser hvordan resultatet vil bli. En arkitekt har også erfaring med å lede en god ide- og planleggingsfase og vet ofte hva som er mulig å få til innenfor en fastsatt kostnadsramme. Arkitekten kan også koordinere alle de prosjekterende og bidra til at samarbeidet mellom byggmester, rørlegger, elektriker, brannrådgiver og statikkrådgiver blir bra. Det er nyttig å spørre etter referanseprosjekter, både fra arkitekt og fra byggmester, og bli enig om budsjettet i starten.

Fordelen med å velge en byggmester i utgangspunktet er at teamet kan diskutere seg fram til de beste løsningene og de viktigste prioriteringene. I SEOPP var byggmester valgt i utgangspunktet og budsjettet var

bestemt. Byggmester var med på å foreslå løsninger innenfor den tilgjengelige kostnadsrammen. En annen måte å gjøre det på er at boligeier og arkitekt utarbeider et forslag til hva som skal gjøres og får pristilbud fra byggmester. Dersom flere byggmesterfirmaer ønsker å konkurrere om oppdraget, kan det lønne seg å få flere tilbud. Ved sammenligning av flere tilbud kan man få en oversikt over hva de ulike tiltakene koster og hvor mye tilbudene kan variere. Det er tidkrevende for en byggmester å utarbeide et detaljert tilbud med oversikt over kostnader for alle tiltak som skal gjøres. I rehabiliteringsprosjekter er det også en stor usikkerhet fordi man ikke vet hva som skjuler seg inni konstruksjonene (les mer om usikkerhet i kapittel 7). Når arbeidsmarkedet er godt for byggenæringen kan det være vanskelig å finne et firma som er villig til å gi et detaljert tilbud når de ikke vet om de får oppdraget. Når markedet er dårlig og byggmesterfirmaene har lite å gjøre, kan det lønne seg å få flere tilbud. Det er en fordel å velge et byggmesterfirma som har erfaring med rehabilitering og oppgradering av småhus.

Nok tid til planlegging vil alltid lønne seg. Det er i tidlig planleggingsfase at alle muligheter er åpne for å komme fram til det resultatet man ønsker seg.

Fordelen med å ha en energirådgiver er å vite at man får god luft- og temperaturkomfort og lave utgifter til energi. Energirådgiveren regner ut hvor mye isolasjon som skal til i tak, vegger og gulv, hvor gode vinduene og dørene skal være, hvordan huset skal ventileres og hvilken varmeløsning man bør ha. Hvis et gammelt hus skal oppgraderes til samme standard som et nytt hus og til et nivå som utløser støtte fra Enova, er det ofte noen bygningsdeler som ikke kan etterisolerers med tilstrekkelig isolasjonstykkelse. Da kan energirådgiveren foreslå hvordan omfordeling av isolasjonstykkelser i tak, vegg og gulv kan gjøres for å nå målet.

I SEOPP-prosjektet var det prosjektteamet som valgte de ideelle boligeierne. Men boligeierne hadde i utgangspunktet valgt å melde seg på SEOPP-utlysningen og de hadde selvsagt anledning til å trekke seg hvis de ikke likte prosjektteamet som kom til dem på den første befaringen. Til det første møtet kom arkitekten, teknisk sjef fra Mesterhus og prosjektleder fra SINTEF Byggforsk. Boligeierne snakket om ønsker og forventninger til hva de kunne få, om budsjett, om planer om tilbygg for å få

mer plass, drømmer om å utnytte utsikten fra stua eller fra soverommet i andre etasje, muligheter for utleie, behov for større inngangsparti, WC i første etasje, ønske om bedre komfort og mye mer. Målet med det første møtet var å bli kjent og få en oversikt over behov og muligheter og gjensidige forventninger.

Planleggingsperioden

Utvelgelsesprosessen for demohusene i SEOPP var omfattende. To boligeiere fikk beskjed om at de var utvalgt i november 2014. Planleggingen startet i desember 2014 og husene var innflyttingsklare i juni (Årvoll) og oktober (Hjellestad) 2016.

Prosjektteamet for oppgraderingene besto av boligeier, arkitekt, byggmester og energirådgiver. Fordi dette var et forskningsprosjekt, hadde prosjektteamet i realiteten flere deltagere. Boligeier for begge husene var ektepar med tre små barn, arkitekt var to arkitekter fra Ratio Arkitekter, byggmester var to lokale Mesterhusfirmaer i tillegg til teknisk sjef fra Mesterhus (SEOPP prosjekteier) og energirådgiver var både SEOPP-partneren BoligEnøk og flere fagpersoner fra SINTEF Byggforsk (SEOPP prosjektledelse). Alle SEOPP-partnerne deltok i konseptutviklingen. Materialleverandørene utviklet løsninger for tetting, isolering, ventilasjon, innsetting av vinduer og dører og utførte statikkberegninger. I beskrivelsen av planleggingsfasen er prosjektteamet beskrevet på en forenklet måte som boligeier, arkitekt, byggmester og energirådgiver fordi disse fire rollene er aktuelle i de fleste oppgraderingsprosjekter.

Prosjektgruppa fra SEOPP besøkte flere aktuelle hus og valgte ut de to demo-husene i november 2014. Planleggingsfasen varte i ett år, men kunne vært kortere. Oppgraderingen var omfattende for begge husene, med ombygginger både innvendig og utvendig. I den første fasen med idéutvikling jobbet arkitekten sammen med boligeierne til boligeierne var fornøyd med løsningene. Nok tid til idéutvikling er viktig for å komme fram til det resultatet man ønsker seg. Konseptviklingsfasen ble ganske lang fordi dette var et forskningsprosjekt og det var viktig å komme frem til løsninger som kunne gjentas i andre oppgraderingsprosjekter. Detaljprosjekteringen var omfattende, med uttegning av mange detaljer. Begge husene ble byggemeldt og saksbehandlingstiden tok ca. fire måneder fra innsendelse av rammesøknad til igangsettingstillatelse. Saksbehandlingstiden varierer

mye for kommunene. En grunn til at planleggingsfasen tok lang tid, var at byggmester og arkitekt hadde andre oppdrag som var foran i køen. Det er en vanlig situasjon - flinke folk har alltid mye å gjøre.

Planlegging og bygging av et omfattende oppgraderingsprosjekt har mange faser og noen beslutninger må diskuteres i flere runder. For SEOPP-husene kan prosessen oppsummeres slik:

Idéprosjekt: desember 2014-februar 2015

- Arkitekten hadde det første møtet med boligeierne i desember 2014 og flere møter frem til februar 2015, og tegnet forslag til oppgradering og ombygging for begge husene.

Konseptutvikling: mars-april-mai

- I slutten av februar møttes prosjektteamet med Ratio arkitekter, teknisk sjef i Mesterhus, forskere fra SINTEF Byggforsk, byggmester, BoligEnøk og Husbanken for å diskutere energikonseptet og arkitektens forslag. Hensikten med møtet var å diskutere energiløsninger og hvor omfattende oppgraderingen kunne være innenfor det gitte budsjettet.
- Arkitekt og boligeiere hadde forhåndskonferanse med saksbehandlere i kommunene for å få oversikt over muligheter og begrensninger i forhold til reguleringsplaner og brannbestemmelser
- Energirådgiver (BoligEnøk) var på befaringer på Årvoll og på Hjellestad og utarbeidet grunnlag for støtte fra Enova med energiberegninger og forslag til tiltak.
- På Årvoll ble det hogget et hull i kjellergulvet for å finne dybden på grunnmuren
- På Hjellestad ble det også hogget et hull i kjellergulvet for å sjekke oppbygging av dekket og isolasjonstykkelsen.
- Radonmålinger ble tatt for begge husene.
- Tetthetsmålinger ble tatt for begge husene.
- To møter med alle partnerne i forskningsprosjektet

ble gjennomført. Løsninger for oppgradering av bygningskroppen og for innstallering av ventilasjon ble diskutert. Det første møtet hadde først og fremst fokus på huset på Årvoll og det neste møtet hadde først og fremst fokus på huset på Hjellestad.

- Detaljtegninger ble utarbeidet etter partnerdiskusjonene.
- Detaljerte energiberegninger ble gjennomført av energirådgiverne for to alternative ambisjonsnivåer for begge husene.
- Kostnadsoverslag ble utarbeidet av et byggprosjekteringsfirma for begge husene.
- De to byggmesterne som skulle gjennomføre byggearbeidene justerte kostnadsoverslagene.

Prioriteringer: juni 2015

- Møter hjemme hos boligeierne ble gjennomført for begge husene. På disse møtene deltok teknisk sjef hos Mesterhus, SINTEF Byggforsk, arkitekt og byggmester. Hensikten med møtene var å presentere løsningsforslagene og kostnadsberegningene, og å diskutere forenklinger. Kostnadsberegningene viste på dette tidspunktet at planlagte arbeider var for omfattende og måtte forenkles.
- Gjennomgang av kostnader i forhold til budsjett ble gjort i flere runder.

Forprosjekt, byggesøknad og saksbehandling: august 2015-februar 2016

- Forprosjekttegninger som underlag for rammesøknad ble klargjort. For huset på Årvoll ble rammesøknad innsendt i august 2015 og for huset på Hjellestad i november 2015.

Detaljprosjektering med arbeidstegninger: august-desember

- Detaljprosjekteringen ble gjennomført samtidig som rammesøknaden ble behandlet.
- Detaljtegningene ble diskutert med fagekspert på SINTEF Byggforsk i august, og endringer ble

foreslått for bl.a. tettesjikt.

- Ambisjonsnivået for energiytelsen ble besluttet og løsningene ble ferdig planlagt. Omfordeling av etterisolering mellom vegger, tak, kjellervegg, gulv på grunnen og vinduer ble justert for å oppnå et ambisjonsnivå som utløser støtte fra Enova og grunnlån fra Husbanken.
- Detaljer med riktige dimensjoner for stendere og isolasjon ble oppdatert og arbeidstegninger ble utarbeidet.
- Boligeier får endelige tegninger og merker av sitt behov for oppdatering av det elektriske anlegget.
- Endelige tegninger med detaljer og spesifiserte løsninger og produkter sendes til byggmester for endelig kostnadsberegning inkludert rørleggerarbeider, elektrikerarbeider og grunnarbeider.
- Boligeier godkjenner siste justeringer av løsninger og kostnader før byggestart.

Lekkasjetest og termografering ble gjennomført for begge husene både før og etter oppgraderingen.

Søknadsprosess og saksbehandling i kommunen

I utgangspunktet skal man søke kommunen om tillatelse til alle byggetiltak, også endringer av eksisterende bygninger, men det er noen unntak. Etterisoleringstiltak er vanligvis unntatt søknadsplikt dersom ikke bygningens eksteriørkarakter, bærekonstruksjon eller brannforhold endres. I forbindelse med etterisolering kan det være aktuelt å innrede boligrom i kjeller på loft. En slik bruksendring skal meldes til kommunen, selv om tiltaket ellers er unntatt søknadsplikt som beskrevet over. Alle arbeider på fredede bygninger skal godkjennes av kulturminnemyndigheter. For bygninger i områder som er regulert til «spesialområde bevaring» skal fylkeskommunen uttale seg før eventuell etterisolering tillates. Huseieren kan selv forhøre seg med byggesaksavdelingen i kommunen om hva slags saksbehandling som er nødvendig. Dersom kommunen krever søknad, må profesjonelle foretak utarbeide søknaden og prosjektere, utføre og kontrollere arbeidene. I meldingssaker og saker unntatt søke- og meldeplikt er det huseieren alene som står ansvarlig for at alle offentlige krav er ivaretatt.



Barna på Årvoll sier "Ha det huset!" på Luciadagen 13. desember 2015.



Sondre hjelper med riving av kledningen i huset på Hjellettestad.

For begge SEOPP-husene var tiltakene søknadspliktige, både på grunn av fasadeendringer og bruksendring. For huset på Årvoll var det et spesielt fokus på brannforhold fordi huset er sammenkjedet med annen boenhet med krav om brannskille.

Ett- og totrinnsprosess: Man kan velge mellom ett- eller totrinns søknadsprosess. Det vanlige er totrinns søknad, det vil si rammesøknad for rammetillatelse med etterfølgende igangsettingssøknad (IG) for å starte byggearbeider. I rammesøknaden søkes ansvarsrett for de foretak som har prosjekteringsansvar, som arkitekt, statiker, eventuelt ventilasjon og brann, og til IG-søknad søkes ansvarsrett for utførende foretak som byggmester, rørlegger, graver m.m. Ansvarlig søker, som regel arkitekt, håndterer søknadsprosessen mot kommunen. Fordelen med totrinns søknad er at man kan velge utførende håndverkere etter at rammesøknaden er sendt.

Behandlingstiden for rammesøknad var 12 uker på tidspunktet da SEOPP-husene ble omsøkt (2015). I dag (fra 2016) er det 3 uker for byggetiltak som er i tråd med regelverk, 12 uker for mer omfattende saker, og 3 uker for igangsettingssøknad.

For SEOPP-husene ble det valgt totrinnsprosess. Saksbehandlingstiden for rammesøknad var både for Oslo kommune og Bergen kommune ca. to måneder. Igangsettingstillatelsene som forelå henholdsvis i desember 2015 og februar 2016 hadde en saksbehandlingstid på 1 og 3 uker.

Forhåndskonferanse

Forhåndskonferanse kan avholdes med kommunen før rammesøknad for å vurdere muligheter og begrensninger i et tiltak. Dette er ikke pålagt, men gir bedre forutsigbarhet tidlig i prosessen.

Forhåndskonferanse ble avholdt for huset på Årvoll. Det viktigste som ble avklart, var at det lå begrensninger i muligheter for å endre utvendig terreng og grave ut for store vinduer for å øke dagslysinnslipp betraktelig i underetasjen, noe som var foreslått i tidlige skisser. Kommunen ønsket ikke at underetasjen skulle skilles ut som egen boenhet, men heller anses som utvidelse av eksisterende boareal. Det kunne søkes om bruksendring for å innrede tidligere lagerarealer til boligareal i kjeller.

For huset på Hjeltestad ble det ikke avholdt forhåndskonferanse. Det var ikke særskilte usikkerheter i prosjektet for oppgradering. Byggherre hadde imidlertid avklart at eventuell riving av boligen som alternativ til å totalrenovere ikke ville blitt godkjent.

Nabovarsling

Nabovarsling om tiltak skal sendes eiere av tilliggende eiendommer i forkant av rammesøknad. Eiendomsinformasjon fås av kommunen. Tiltaket slik det vil fremstå og berøre naboer skal fremgå av tegningsmaterialet og nødvendig dokumentasjon, og eventuell om det søkes dispensasjon fra forhold i regelverk og bestemmelser. Naboene har en frist på 2 uker til å svare og eventuell fremsette ønsker om justeringer, eventuell protestere på deler av tiltak eller hele tiltaket. Forholdene skal helst avklares av tiltakshaver eller ansvarlig søker før innsendelse av rammesøknad. For huset på Årvoll var det ønske fra nabo i vest om å redusere planlagte vindusflater for å begrense innsyn mellom eiendommene. Det nye tiltaket viste et økt antall vinduer i forhold til eksisterende bygg. Ønsket ble imøtekommet ved å endre vindusplassering og form, slik at målet i SEOPP om gode dagslysforhold ble ivaretatt.

Fordi huset på Årvoll er en kjedet enebolig ble dagens krav til brannskiller mot nabo utløst. Dette ble det opplyst om i rammesøknaden, og det er ivaretatt i både prosjekterings- og byggeprosessen.

For huset på Hjeltestad klaget én av de 24 naboene på byggehøyden, som var planlagt å økes med ca. 30 cm som følge av tilleggisolering på taket. Planlagt tiltak var innenfor tillatte reguleringsbestemmelser og plan- og bygningsloven, men ville gi noe redusert utsikt for nabo. Naboens ønske ble imøtekommet ved at en annen isoleringsløsning ble valgt med innblåsing av isolasjon på loftsbjelkelaget på kaldt loft. Denne løsningen innebar at taket ikke ble hevet.

Søknad om midlertidig brukstillatelse eller eventuelt ferdigattest skal være omsøkt og godkjent før boligen tas i bruk etter hovedoppgradering, Kommunenes frist for behandling er 3 uker. Dette er det viktig å huske på i en travel ferdigstillelsesinnspurt.

Byggesaken i Oslo kommune, plan- og bygningsetaten (PBE)

April 2015: Forhåndskonferanse med Oslo kommune (arkitekt og boligeier)

Juni: Boligeier leverer nabovarsel til sine naboer (2 uker frist for naboer)

August 2015: Ansvarlig søker v/ arkitekt utarbeider søknadsmateriale og sender rammesøknad rett over fellesferien (påregnet 12 ukers saksbehandling i PBE).
September 2015: Rammetillatelse gitt av Oslo kommune.

November: Igangsettingssøknad sendt av ansvarlig søker v/arkitekt (2 uker frist for PBE).

Desember 2015: Igangsettingstillatelse gitt av Oslo kommune.

Juli 2016: Midlertidig brukstillatelse fra Oslo kommune.

Oktober 2016: Ferdigattest fra Oslo kommune.

Byggesaken i Bergen kommune, seksjon for byggesak (SB)

September 2015: Ansvarlig søker v/ arkitekt sender nabovarsel til naboer (2 uker frist for naboer).

November 2015: Arkitekt utarbeider søknadsmateriale og sender rammesøknad (påregnet 12 ukers saksbehandling i SB).

Januar 2016: Rammetillatelse gitt av Bergen kommune.

Februar 2016: Igangsettingssøknad sendt av arkitekt (2 uker frist for SB).

Februar 2016: Igangsettingstillatelse gitt av Bergen kommune.

Oktober 2016: Midlertidig brukstillatelse fra Bergen kommune.

Desember 2016: Ferdigattest fra Bergen kommune.

Byggeperioden

For huset på Årvoll varte byggeperioden fra desember 2015 til juli 2016. For huset på Hjeltestad varte byggeperioden fra februar til oktober 2016.

4 Huset på Årvoll



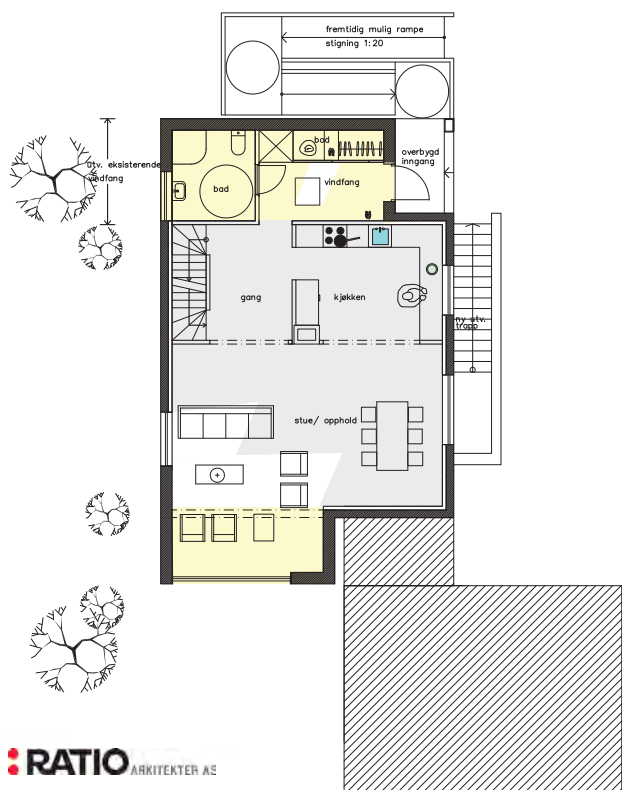
Plan 1. etasje, før oppgradering

Bildene viser huset før oppgraderingen, sett fra nordsiden øverst og sørsiden under.



Huset på Årvoll er et typisk hus fra sekstitallet med stue og kjøkken i første etasje, tre soverom og bad i andre etasje, og kombinert vaskerom og bad og boder i kjeller. Totalt bruksareal etter oppgraderingen er 175 m². Beliggenheten er veldig god, i et rolig etablert boligområde med gode solforhold og fin utsikt. Huset var kaldt og trekkfullt og planløsningen var ikke funksjonell i forhold til familiens behov. Det var behov for både innvendig og utvendig oppgradering. Behov for utvendig oppgradering omfattet etterisolering av tak, vegger og kjeller, og utskifting av vinduer og dører. Det var også behov for å gjøre noe med kuldebroen mellom stuegulvet og terrassegulvet på sørsiden, som var en sammenhengende betongplate. Huset hadde et lukket trapperom mellom kjeller og første etasje og en åpen trapp fra første til andre etasje. Kjelleren var kald og døra ble holdt lukket om vinteren, men fordi det var vaskerom og bad i kjelleren, var det ofte nødvendig å gå gjennom det kalde trapperommet. Inngangspartiet var lite og trangt, med lite plass til yttertøy. Det var behov for fire soverom på samme plan i andre etasje. Badet og toalettet i andre etasje var små rom med lav takhøyde. Det var også behov for toalett i første etasje.

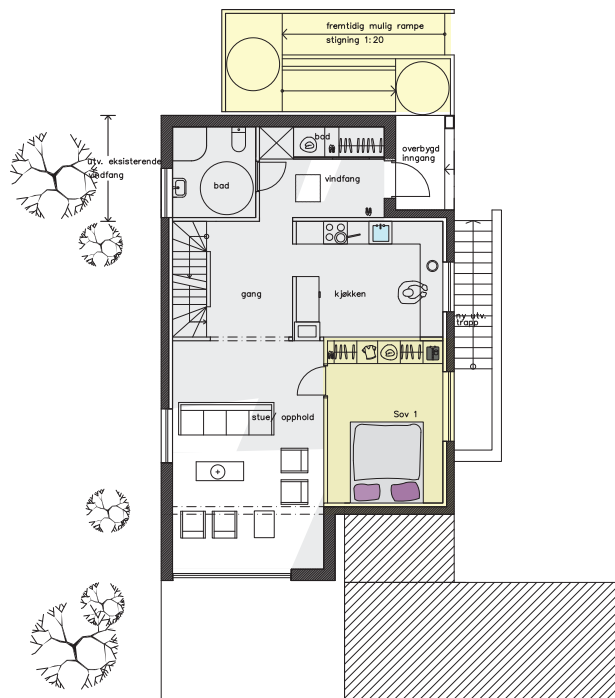
Løsningen ble å isolere godt utvendig, åpne opp innvendig og utnytte kjelleretasjen bedre. Hele bygningskallet ble oppgradert med nytt tak med ekstra isolasjon, ny kledning og ekstra isolasjon i veggene, isolert sokkeletasje, nye trelags vinduer og nye dører,



RATIO ARKITEKTER AS

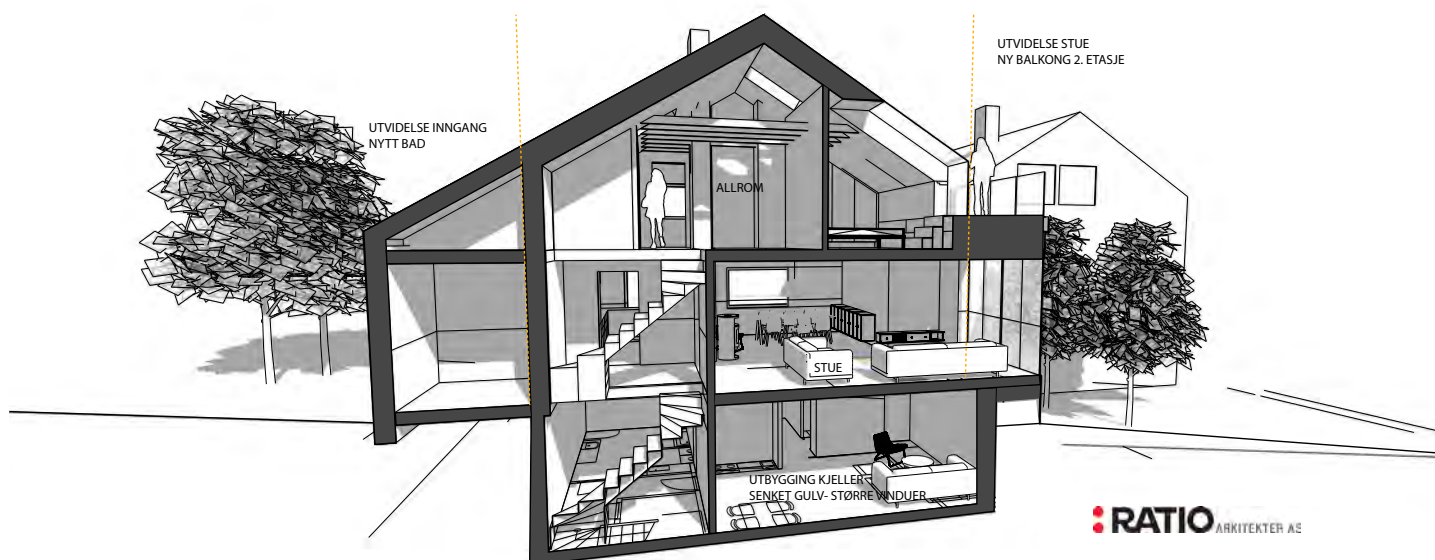
ventilasjon med varmegjenvinning, varmepumpe og rentbrennende vedovn.

Huset fikk også mange nye bokvaliteter, som en mer funksjonell planløsning og bedre utnyttning av alle de tre etasjene. Første etasje fikk et tilbygg med nytt inngangsparti med stor garderobe og bad med plass for rullestol. Eksisterende terrassen ble bygget inn i stua, det ga mer plass og mer dagslys og utsikt, samtidig som kuldebroen ble fjernet. Med større stue er det mulig å dele av for et soverom i første etasje, og det gir fleksibilitet i forhold til ulike behov i et livsløpsperspektiv. Andre etasje fikk takterrasse med fantastisk utsikt og fire soverom på samme plan. Takhøyden ble hevet på badet, og toalettet og nye takvinduer ga også mer takhøyde i tillegg til mer dagslys. Taket mot loftet ble fjernet i gangen og på ett av soverommene, og det ble installert takvinduer i gangen som ga fint dagslys og god romfølelse. I kjelleretasjen ble gulvet pigget opp og isolert. Ekstra takhøyde og innredet kjeller ga mulighet for utleie. De nye rommene i kjelleren har både inngang via ny utvendig kjellertrapp og fra det åpne trapperommet. Kjellerrommene er innredet som en hybel med bad og kjøkkenkrok, og kan leies ut. Familien har tre små barn som etterhvert vil ha behov for mer plass. Når barna en gang flytter hjemmefra, kan hybelen leies ut igjen og gi ekstra pensjonsinntekter.



Ny plan 1. etasje, til venstre
De gule feltene viser tilbyggene, inngangsparti med bad mot nord øverst og utvidelse av stua mot sør.

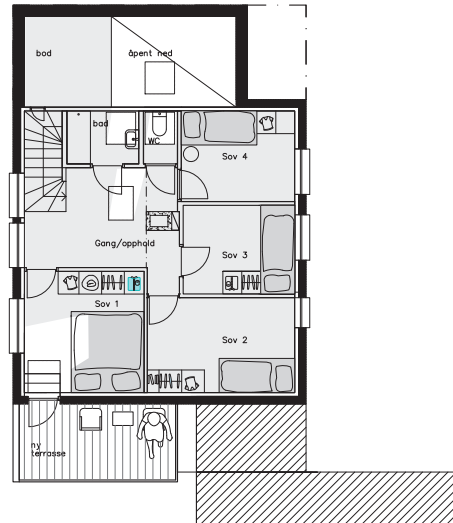
Ny plan 1. etasje, til høyre
De gule feltene markerer muligheter for universell utforming ved at det er plass for ett soverom og utvendig rampe i tillegg til at bad et har plass til rullestol.



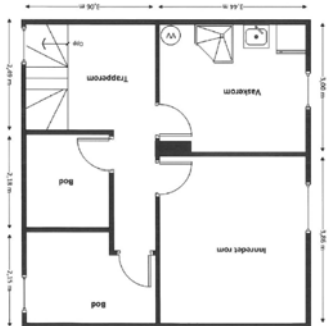
Perspektivsnittet viser utvidelsen for bad og inngangsparti på nordsiden og utvidet stue med takterrasse over på sørsiden, innredet kjeller, åpen trapp mellom alle tre etasjene og allrom med takvindu i andre etasje.



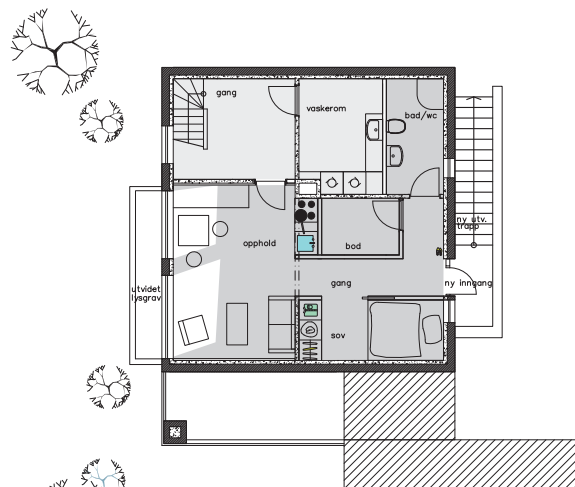
Plan 2. etasje, før oppgradering



Plan 2. etasje
Ny rominndeling med fire soverom
og større gang/allrom

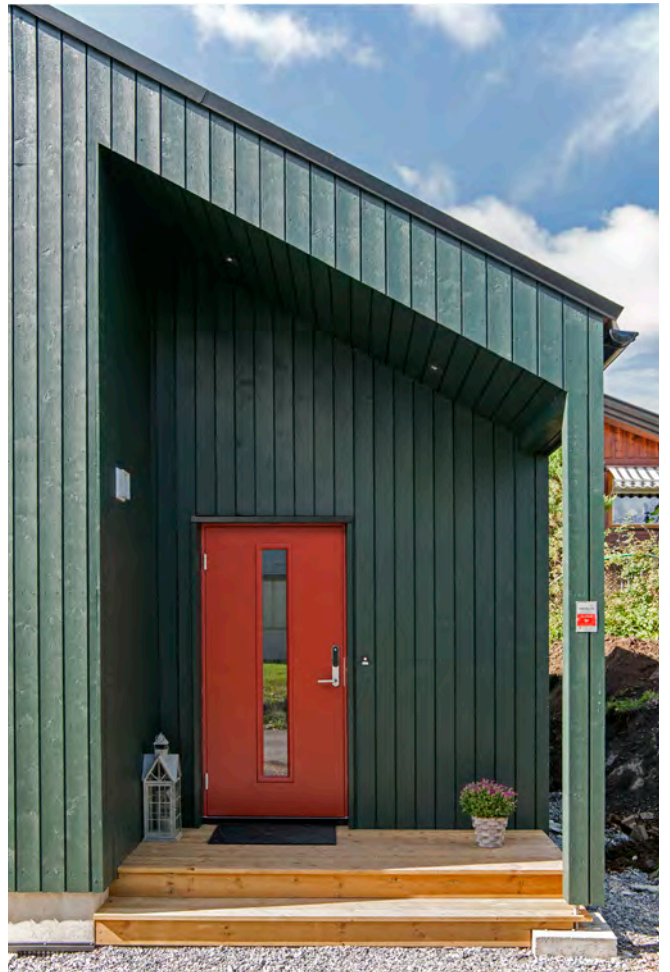


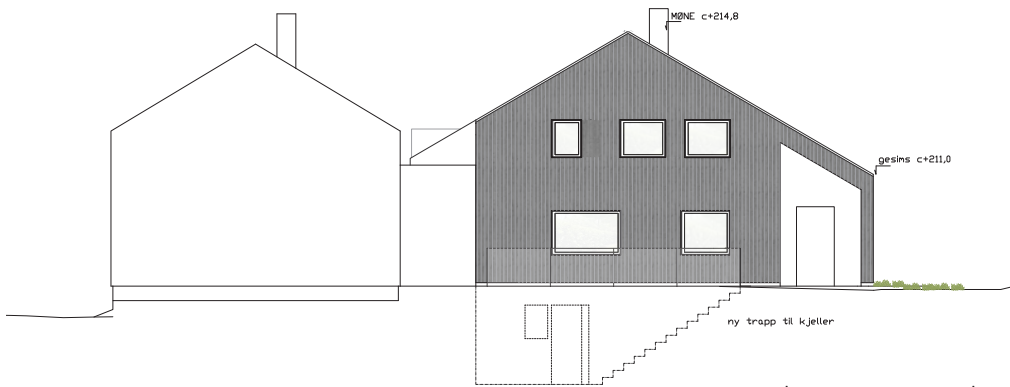
Plan kjeller, før oppgradering



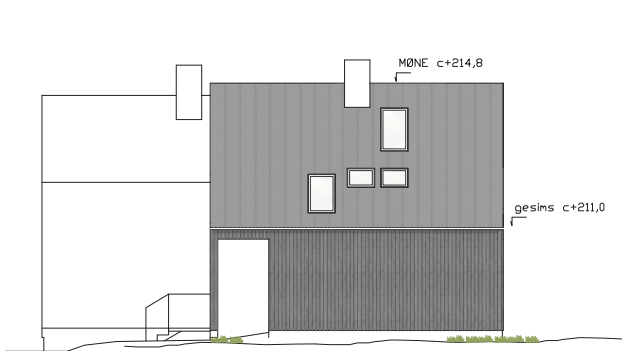
Plan kjeller
Ny rominndeling med to oppholds-
rom og avdelt vaskerom og bad

Nye fasader og nytt inngangsparti
Foto: Jiri Havrand

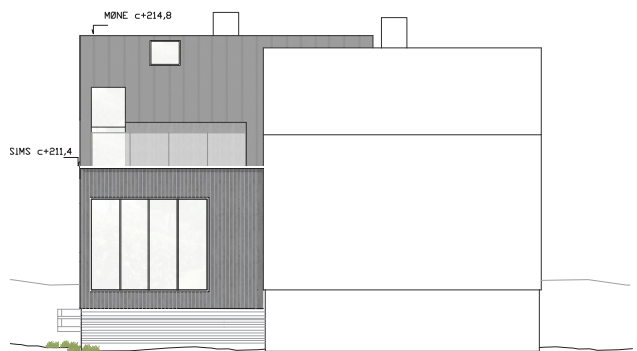




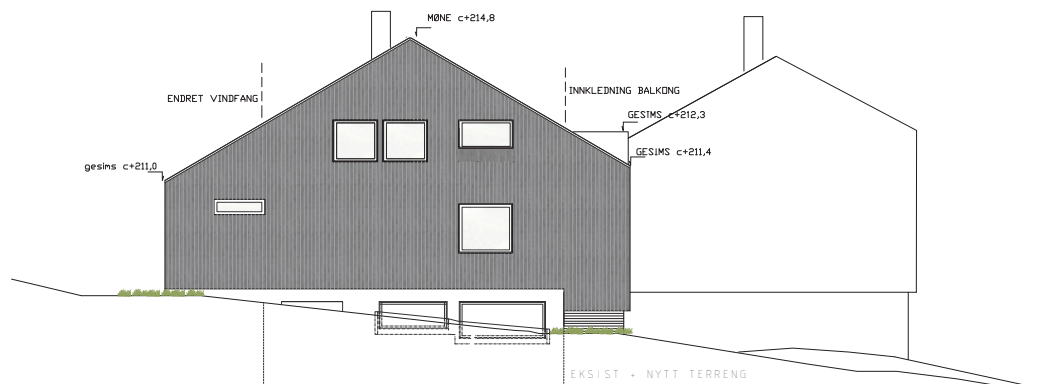
Fasaden mot øst med inngang



Fasaden mot nord



Fasaden mot sør



Fasaden mot vest

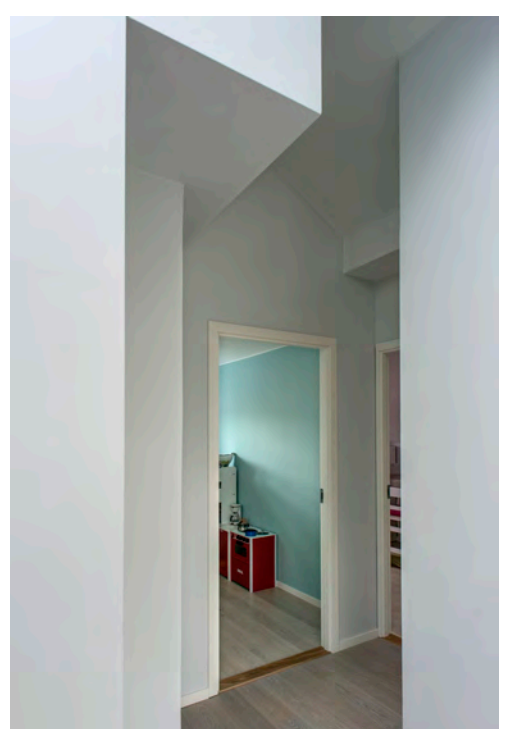
Nytt inngangsparti: Det nye vindfanget er romslig med mye garderobeplass og god takhøyde. Rommet får dagslys via takvinduet. Det nye badet er også romslig med plass nok for en rullestol.

Trappa: Før var trappa lukket til den kalde kjelleren, nå er det åpen over alle tre etasjene og får dagslys fra vinduene i andre etasje.

Utvivelse av stuen: Terrassen i første etasje hadde fin utsikt, men ble sjeldent brukt. Ved å trekke dette arealet inn i stua ble mane fordeler oppnådd: Stua blir større, den fine utsikten kommer inn i stua og kan nytes i all slags vær og kuldebroen mellom stuegulvet og terrassegulvet fjernes. Sist, men ikke minst; oppå tilbygget får andre etasje en terrasse med enda mer spektakulær utsikt.

Takvinduer i andre etasje: Gulvet mot loftet ble fjernet i gangen og takvinduer gir fint dagslys og utsyn til himmelen. Takvinduer i bad og toalett gir både dagslys og romhøyde.

Lyst og åpent i andre etasje
Foto: Jiri Havrand





Mer plass og utsikt fra stue
Foto: Jiri Havrand



Nytt inngangsparti med VELUX takvindu
og nytt bad
Foto: Jiri Havrand





Takterrasse utenfor foreldresoverrommet
Foto: Jiri Havrand



Takterrasse med utsikt
Foto: Jiri Havrand





Nye oppholdsrom og bad i kjeller.
Foto: Jiri Havrand

Utgraving for etterisolering av kjellervegger og senking av drensledningen til ny gulvhøyde i kjeller.



Det er tungt arbeid å fjerne kjellergulv.



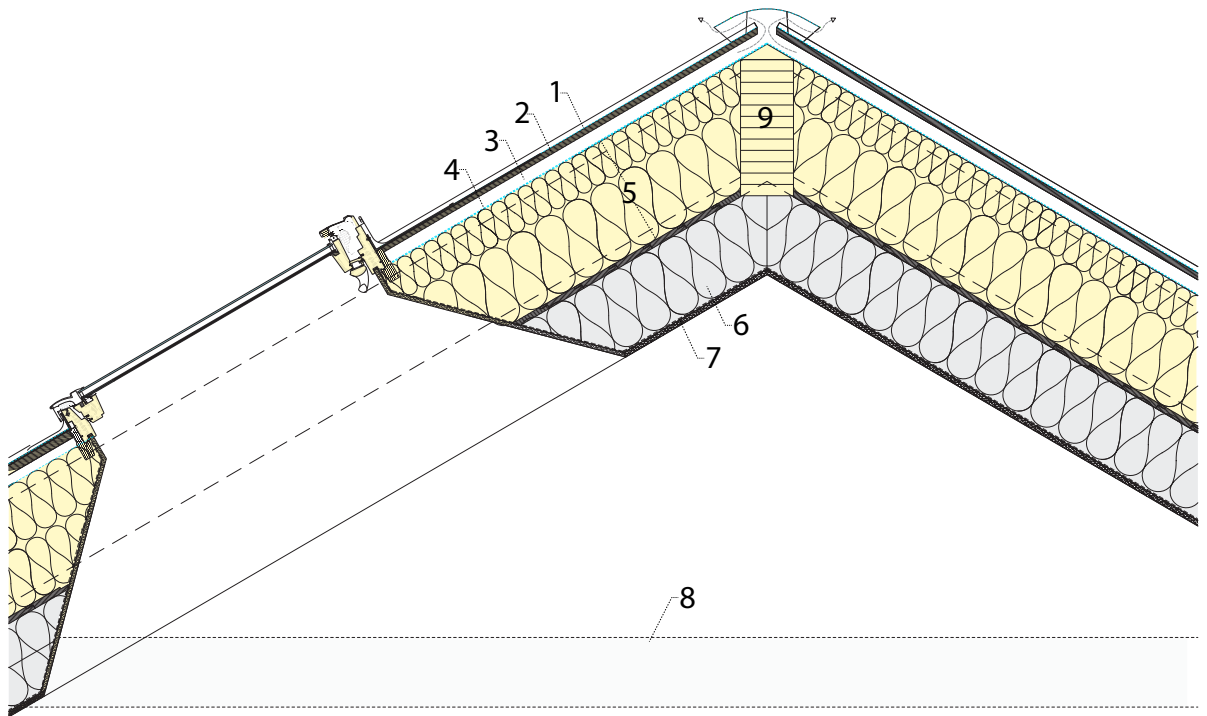
Gammelt inngangsparti er revet.



Loftet og himlingen er revet i andre etasje i huset på Årvoll.

Riving og graving

Boligeierne startet rivingen innvendig. Byggmester var ansvarlig for riving og avfallshåndtering og avtalte med boligeierne hva de kunne gjøre selv. I andre etasje ble alle innvendige vegger til soverommene revet, og ny rominndeling med fire soverom der det før var tre, førte til at noen vinduer måtte flyttes. Det ble laget åpninger i taket for VELUX takvinduer og altanvindu. Loftet ble fjernet for at rommene i andre etasje skulle få ekstra takhøyde. Loftgulvet ble likevel beholdt over det ene soverommet fordi det var behov for lagerplass. I første etasje ble vindfanget revet for å bygge et nytt, større inngangsparti med bad. Veggene i stua ble åpnet for å bygge terrassen inn i stua. Dreneringen ble gravet opp rundt nesten hele huset, med unntak av siden mot nabohuset. Det ble gravet ut for trapp til kjellerinngang og lysgraver til større kjellervinduer. Det ble saget ut åpninger i kjellermuren for dør og flere nye vinduer. Gulvet i kjelleren ble pigget opp og store mengder masse ble fjernet med muskelkraft.



Taket

Det er viktig å isolere taket godt. Siden den varme romlufta stiger, vil varmetapet være betydelig gjennom et tak eller loftsrom som bare er isolert med 100-150 mm isolasjon, slik det var vanlig fra 60- til 80-tallet. For huset på Årvoll ble taket føret på utvendig side med 300 mm I-stendere og isolasjon. På den måten ble taket godt isolert uten at man mistet innvendig romhøyde. Siden det var et ønske å få et ekstra soverom i andre etasje, var det viktig ikke å miste romhøyde i skråtaket. Det ble tilsammen 500 mm isolasjon i taket, en forbedring av U-verdien fra 0,27 til 0,10. På badet og toalettet ble det bare 300 mm isolasjon, fordi 200 mm opprinnelig isolasjon ble fjernet og taksperrer ble utvekslet slik at romhøyden ble større. Takvindueene i de små rommene bidro også til å gi økt romhøyde. Vindsperrereduk ble lagt både under og over den nye isolasjonen. Det underste vindtettelaget ble lagt oppå taktro som beskyttelse mot snø og regn i byggeperioden etter at gamle takstein og dampnett sjikt var fjernet. På grunn av at vindsperrereduken var tilstrekkelig dampåpen var det ikke nødvendig å fjerne den da nytt tak ble bygget opp.

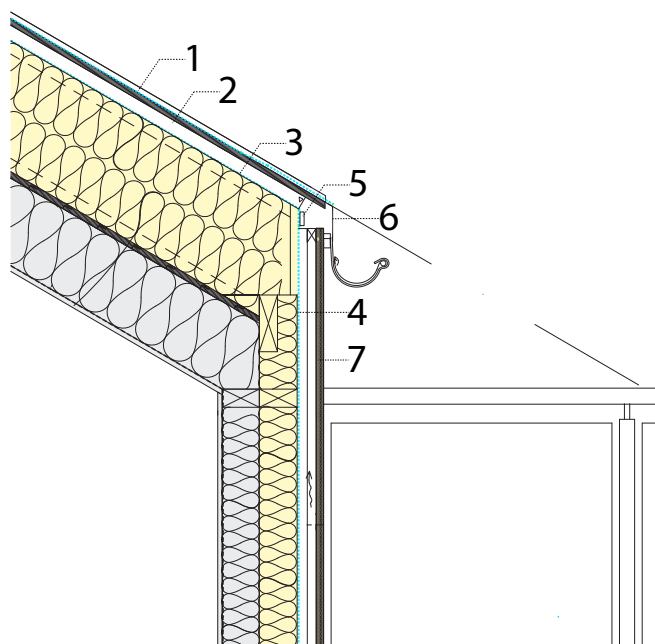
Etterisolering av tak med 300 mm I-bjelker



Detalj, tak

- (1) Isola Mestertekk med Isola Trekantlist Stål
- (2) Underlagsplate
- (3) Luftesjikt
- (4) Isola Tyvek Vindsperre
- (5) Ny 300 mm I-bjelke fra Hunton med GLAVA Extrem 33 er lagt på eksisterende taktro.
- (6) Eksisterende takstol med fastholdt isolasjon
- (7) Ny dampsperre og 13mm gips

VELUX takvindu er satt inn i henhold til beskrivelse fra leverandør.



Detalj, overgang fra tak til vegg

Eksisterende takspærre er kuttet i kant med eksisterende vegg.

Nye I-bjelker flukter med nytt isolasjonslag.

- (4) Isola Tyvek Vindsperre fra taket overlapper med -
- (5) - Isola Tyvek Vindsperre vegg med tape og klemlist.

(6) Beslag og Isola Ståltakrenne.

Utklossing/takrennekroker for utlufting ved takrenne.

(7) Taktekking flukter med stående veggkledning

Overgangen fra tak til vegg

Når veggens etterisoleres utvendig med 100 mm eller mer, blir takutstikket tilsvarende kortere og i noen tilfeller for kort. Det kan løses ved å forlenge takutstikket, gjerne i kombinasjon med at taket etterisoleres. I dette tilfellet var det et arkitektonisk valg å fjerne takutstikket for å få et stramt uttrykk. En viktig fordel med denne løsningen er at vindsperresjiktet får en kontinuerlig overgang fra tak til vegg. Det er imidlertid også mulig med en kontinuerlig overgang for tak med takutstikk, slik bildet til høyre viser. En forlengelse av takutstikket er festet på utsiden av den kontinuerlige vindsperren. Når etterisolering av tak og vegger gjøres i to trinn, må denne overgangen planlegges i forhold til neste trinn.

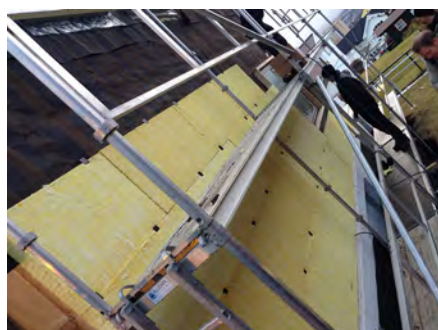
Eksempel på utførelse av kontinuerlig overgang i vindsperresjiktet ved overgang tak/vegg.



Utlekking rundt vinduene.



GLAVA Veggplate 31 festes med Veggplatebraketter.



Lange skruer for å feste lekten til stenderne bak den nye isolasjonen.



Vindsperra er på plass.

Ytterveggene

Gammel kledning ble fjernet. Den gamle isolasjonen av 100 mm mineralull var fin og tørr, og ble ikke skiftet ut. Den gamle vindsperra som var tilstrekkelig dampåpen ble heller ikke fjernet. Ytterveggene ble etterisolert med 100 mm kontinuerlig utvendig isolasjon. Det ble brukt GLAVA Veggplate 31, et nytt produkt for kontinuerlig isolasjon med ekstra gode isolasjonsegenskaper. Kontinuerlig isolasjon betyr minimalt med gjennomgående bindingsverk, kun i toppen og bunnen av veggen og rundt vinduene. Isolasjonsplatene ble festet med Veggplatebraketter som ble skrudd fast i veggen. Isola Tyvek Vindsperra ble lagt utenpå isolasjonen. Lektene ble festet til stenderne i eksisterende vegg med lange skruer, og ny kledning ble lagt. Veggens U-verdi ble forbedret fra ca. 0,46 W/m²K til 0,20 W/m²K. Varmetapet gjennom veggen ble derfor mer enn halvert.

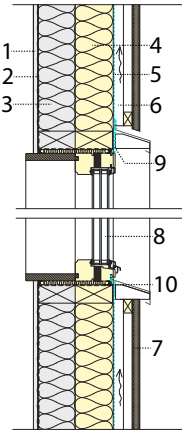
Innsiden av ytterveggen med dampsperra

Når innvendige overflater fornyes og gamle veggplater eller gammelt panel fjernes, bør den innvendige dampsperra også skiftes. Da kan eventuelt også gammel isolasjon fjernes og erstattes med ny isolasjon med bedre isolasjonsevne. I de fleste tilfeller er imidlertid innvendige flater tette nok, og det er ikke nødvendig å oppgradere dampettingen. Den nye utvendige vindtettingen bidrar til å redusere faren for at fuktig varm inneluft drives ut i konstruksjonen. Veggene kan eventuelt fornyes med maling eller ved å legge et lag gips eller andre plater utenpå eksisterende innvendig kledning. Minst mulig utskifting betyr sparte kostnader og mindre avfall, det gir også en miljøgevinst.

Etterisolering fra innsiden er ikke vanlig i boliger fordi det reduserer gulvarealet. Tilleggsisolering med 50 mm blir likevel gjort i noen tilfeller. Et viktig prinsipp er da at veggen kun skal ha ett lag med dampsperra og at ingen bygningsdeler skal ha plast på to sider. Dette er viktig for at eventuell fukt i veggen skal kunne slippe ut. Dampsperra legges vanligvis på innsiden av veggen, men kan ligge litt inn i veggen så lenge minimum ¾-deler av varmemotstaden er på utsiden av dampsperra (kald side). En vanlig løsning er å beholde eksisterende vegg med dampsperra og føre på 50 mm innvendig for skjult elektrisk anlegg og tilleggsisolasjon uten ekstra dampsperra. Slik unngår en at føringsrør og bokser punkterer dampsperra.

Detalj, vegg og vindu

- (1) 13 mm gips
- (2) Eksisterende dampsperre beholdes.
- (3) Eksisterende stenderverk 98 mm med isolasjon
- (4) 100 mm ny tilleggisolasjon, GLAVA Veggplate 31
- (5) Isola Tyvek Vindsperre
- (6) Krysslektet luftesjikt
- (7) Stående kledning
- (8) Vindu Uldal, 3 lag, 2 LE belegg, argon
- (9) Isola Tyvek Vindusrim m/klebekant
- (10) Isola FlexWrap Butylmembran under vindu
- (11) Isola Tyvek Vindsperre tape side og topp



Vinduene

Det ble valgt vinduer er trelagsvinduer fra Uldal, takvinduer fra VELUX og VELUX altandør som utgang til takterrassen fra soverommet. Gjennomsnittlig U-verdi for vinduene fra Uldal er $0,88 \text{ W/m}^2\text{K}$. Takvinduene var fra VELUX har en U-verdi på $1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$ når man tar med takvinkelen de er montert i. Gjennomsnittet for alle vinduene inkludert takvinduene og altandøren er $0,90 \text{ W/m}^2\text{K}$. De gamle tolags vinduene hadde en U-verdi på ca. $2,4 \text{ W/m}^2\text{K}$. Enkelte vinduer var av nyere dato, med ett energispareglass og U-verdi på ca. $2,0 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Takvindu på WC, eksisterende vindu på veggen skal fjernes.



Innsetting av nye vindu.





Nye vinduer i kjeller



Ny inngang til kjeller



Nye åpninger og utvidelse av åpninger i kjeller

Kjellerveggene

Det ble gravet opp rundt kjellerveggene. Veggene og etasjeskille av betong ble isolert utvendig med 150 mm GLAVA EPS isolasjon, og det ble lagt Isola Platon Xtra Grunnmursplate og ny drenerende masse. På innvendig side av kjellerveggene var det 100 mm pusset porebetong som tilsvarer ca. 3 cm korkisolasjon. Dette ble beholdt. Tilsammen ga dette en U-verdi på ca. 0,23 W/m²K over terreng og 0,21 W/m²K under terreng, en forbedring fra 0,97 W/m²K over terreng og 0,69 W/m²K under terreng.

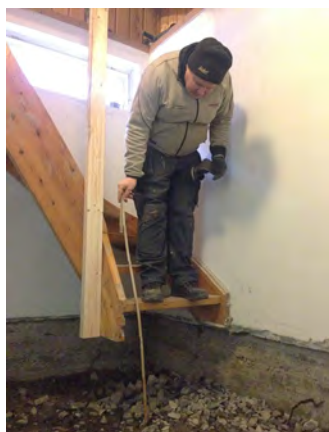
Kjellergulvet

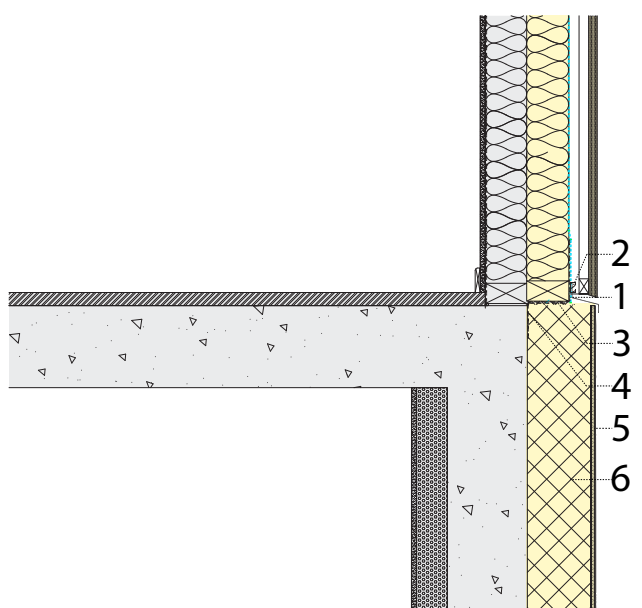
Kjellergulvet ble pigget og utgravet slik at det ble plass til å øke romhøyden med 300 mm og legge 100 mm GLAVA EPS/XPS isolasjon under ny påstøp.

Gulv til tilbyggene

Tilbygget ble bygget med GLAVA ringmurselement og 250 mm GLAVA EPS/XPS isolasjon under gulvet. Gulvet i tilbygget i stua, som er det eksisterende balkongdekket, ble kledd inn med 150 mm GLAVA EPS på utvendig side (under terrassen) og 50 mm isolasjonplate på innvendig side for å komme på høydenivå med eksisterende stuegulv.

Dybde under gulv, 0,5 m ble hogget opp og båret ut.





Detalj, yttervegg på grunnmur og kjellervegg over og under terreng og gulv på grunnen

Vindsperre overlapper svillemembranen.

(1) Isola Svillemembran

(2) Klemlist

(3) Elastisk fuge under stender

(4) Membran

(5) Armert fiberpuss

(6) 150 mm GLAVA EPS

(7) Overgangslist i plast

Isola Platon Xtra Grunnmursplate

(8) Ny gipsplate innvendig

(9) Eksisterende porebetong, 70-100 mm

(10) Eksisterende betong

(11) Drenerende masse

(12) Parkett

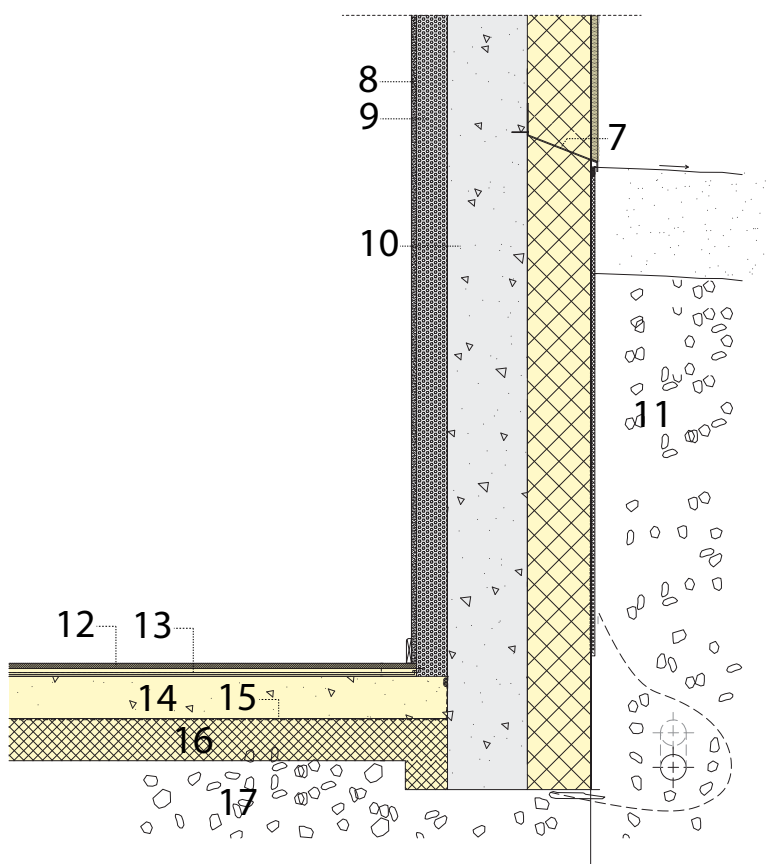
(13) Isola Radonsperre 400

(14) 100 mm påstøp

(15) Fuktsperre

(16) 150 mm EPS/XPS

(17) min 100 mm drenerende sjikt

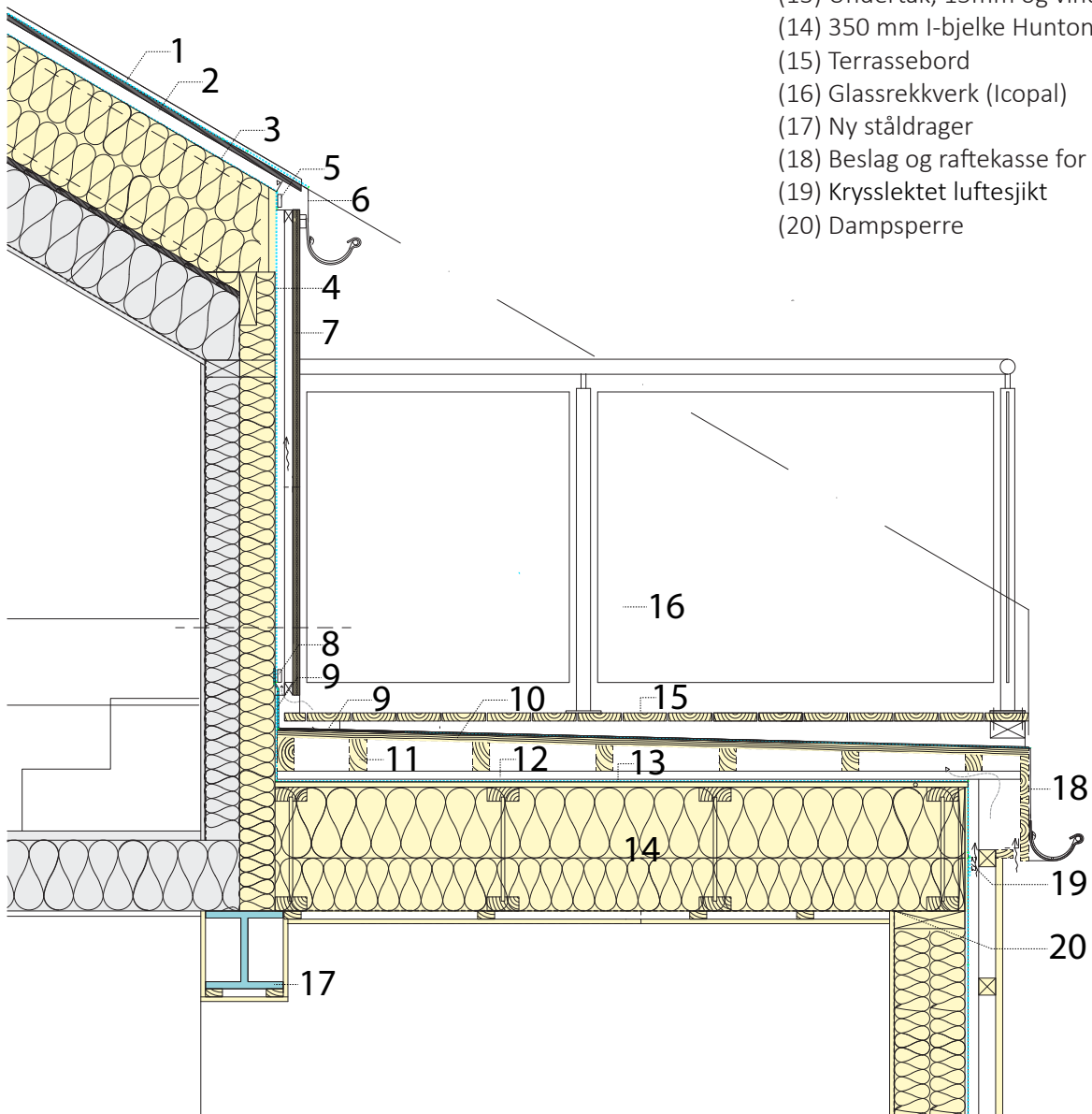


Isolasjon, Platon Xtra Grunnmursplate og drenerende masse på grunnmuren



Underkant av VELUX terrassedør

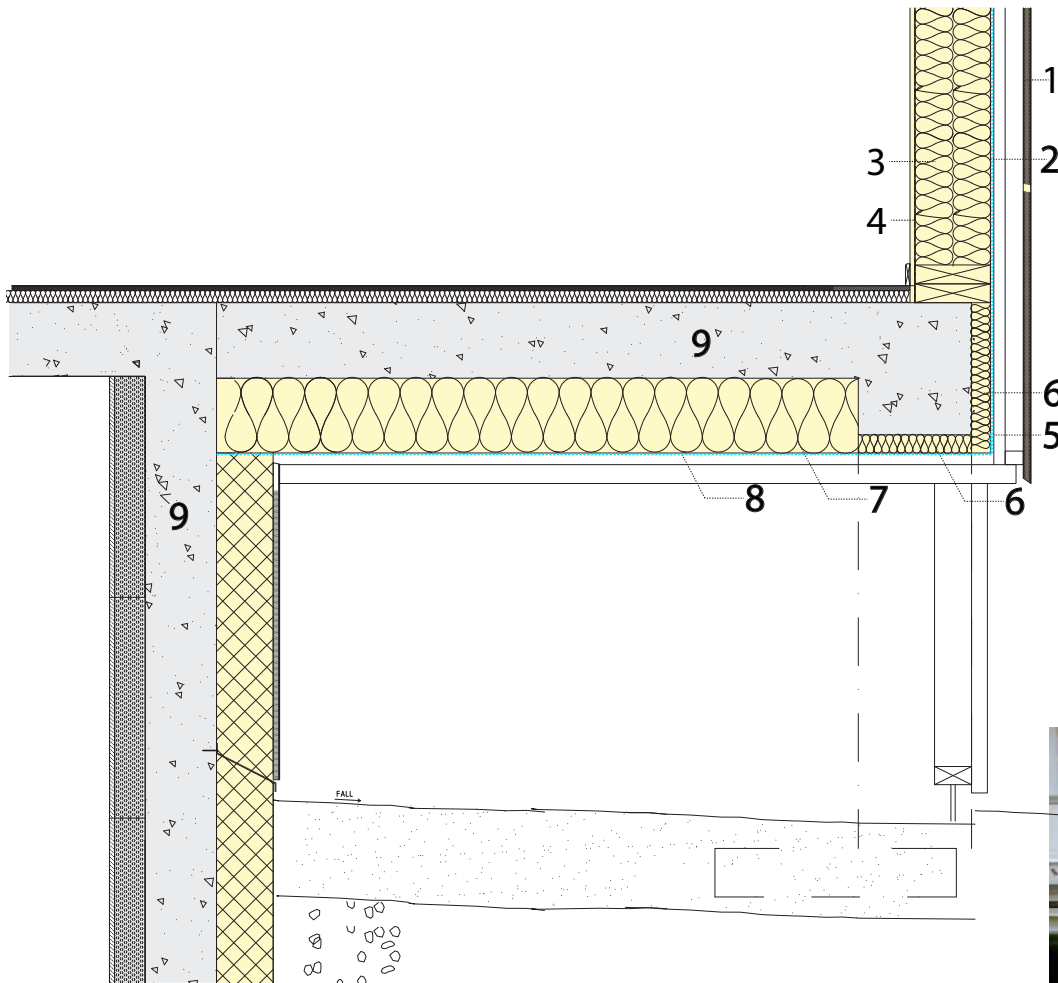
- (8) Klemlist overgang
- (9) Takbelegg
- (10) Taktro
- (11) Luftsjikt inkl. kryssløfting
- (12) Sløyfe
- (13) Undertak, 15mm og vindsperresjikt
- (14) 350 mm I-bjelke Hunton
- (15) Terrassebord
- (16) Glassrekkverk (Icopal)
- (17) Ny ståldrager
- (18) Beslag og raftekasse for lufting
- (19) Krysslektet luftsjikt
- (20) Dampsperre





Detalj, utvidelse av stue over eksisterende balkong

- (1) Stående veggkledning
- (2,5,8) Isola soft vindsperrerduk med klemlist
- (3) 198 mm isolert bindingsverksvegg
- (4) Dampsperre og 13 mm gips
- (6) Utvendig kuldebryter og 48 mm isolert tilfarergolv på overside (ikke vist)
- (7) 150 mm isolasjon på underside
- (9) Eksisterende balkongdekke



Isolasjon rundt veranda

Varmetap gjennom bygningskroppen før og etter oppgraderingen på Årvoll. Beregnede U-verdier for hver bygningskomponent.

| Bygningsdel | FØR TILTAK | | ETTER TILTAK | |
|------------------------------|--|--|--|--|
| | U-verdi/ lekkasjetall/ kuldebroverdi | Beskrivelse av eksisterende konstruksjon | U-verdi/ lekkasjetall/ kuldebroverdi | Beskrivelse av tiltak |
| Yttervegg i tre | 0,46 | Bindingsverksvegg med 100 mm mineralull Innvendig panel | 0,20 | Eksisterende isolasjon beholdt. + 100 mm utforing med GLAVA Veggplate 31 Isola Tyvek Vindsperre 23*48 sløyfer, 23*48 lekter Stående mørkbeiset kledning |
| Kjellervegg over terreng | 0,97 | 200 mm betong + 100 mm innvendig porebetong (tilsv. ca. 30 mm korkplate) | 0,23 | + 150 mm GLAVA EPS Puss på isolasjon over terreng |
| Kjellervegg under terreng | 0,69 | 200 mm betong + 100 mm innvendig porebetong (tilsv. ca. 30 mm korkplate) | 0,21 | + 150 mm GLAVA EPS, Ny drenering, fiberduk, Isola Platon Extra Grunn- mursplate, utskifting av masser |
| Mot uoppv. kjellerbod | 0,66 | 200 mm murblokker | | Omgjøring av hele kjelleren til oppvarmet og utvendig etterisolering |
| Gulv på grunn | 0,61 (0,35) | Ca. 50 mm støpt gulv | < 0,36 (0,21) | + 100 mm isolasjon kl 38. Nytt gulv |
| | | | < 0,15 (0,14) | + 250 mm isolasjon kl 38 i tilbygg |
| Yttertak | 0,27 | 180 mm isolasjon | 0,10 | 300-500 mm GLAVA isolasjon i tak oppforet med 300 mm I-profil sperrer. 350 mm I-profil sperrer i tilbygg. |
| Takvinduer | | | 1,0 (1,1 ved 30° takvinkel) | VELUX GGU takvinduer 3x 0,78x0,98 + 0,78x1,18 GEL takterrasse 0,78x1,4 + 0,78x1,09 |
| Vinduer | 2,6 | Tolags ruter med trekarm | 0,88 0,90 inkl. dør og takvindu | Uldal vinduer og balkongdør med trelags glass |
| Normalisert kuldebro | < 0,06 | | < 0,06 i EMS | Forbedret ved utvendig etterisolering, Estimert 0,04-0,05 W/ m ² K, med hensyn til pipe, grunnmur og vindusplassering. |
| Lekkasjetall | < 5,60 | Se trykktest før oppgradering | n50 < 2,5 | Kontinuerlig utvendig tettesjikt, se trykktest etter oppgradering |

Med åpen løsning fikk kjøkkenet utsikt gjennom stua.



Elisabeth, Anders, Kristian og Solveig på befaring.



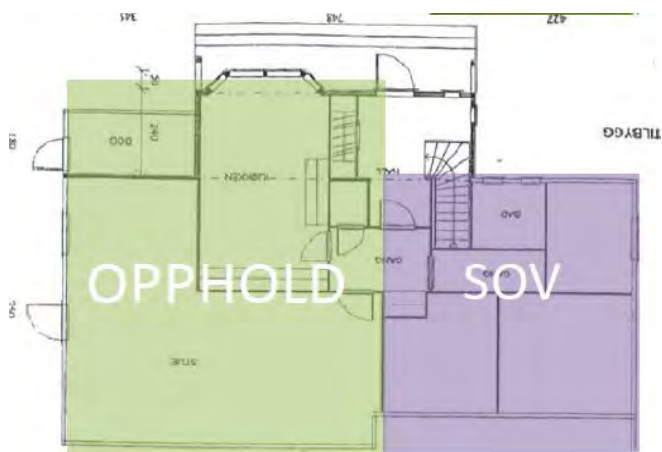
5 Huset på Hjellestad

Bildene viser huset før oppgraderingen, sett fra østsiden øverst og vestsiden under



Huset på Hjellestad fra 1975 er en vanlig hustype fra perioden. Huset ligger i skrått terreng og har en hovedetasje og en sokkeletasje. Totalt bruksareal etter oppgraderingen er 218 m². Før oppgraderingen hadde hovedetasjen inngang med garderobe og kjøkken mot øst, stue og ett soverom mot vest, bad og ett soverom mot sør-øst. Sokkeletasjen hadde to soverom, et stort allrom, bad, vaskerom og bod. Denne hustypen har ofte en dårlig utnyttelse av arealet i sokkelen fordi forbindelsen til første etasje er via en smal og mørk trapp i bakkant av huset. Her var imidlertid trappen på et tidspunkt flyttet fra bakkant til fremkant, og hele sokkeletasjen var i bruk. Selv om hele huset var i bruk, var det behov for en omfordeling av oppholdsareal og soveareal. Det var også behov for mer dagslys og utsikt, og bedre kontakt med hagen på begge plan. Huset var kaldt, og det var behov for å etterisolere og skifte ut vinduer, kledning og tak. Det var et ønske om å totalrenovere huset til et moderne stilrent hus med god komfort.

Løsningen ble å etterisolere hele bygningskroppen, endre fullstendig på planløsningen i hovedetasjen og gjøre mindre, men betydningsfulle endringer i sokkeletasjen. Huset på Hjellestad ligger idyllisk og landlig til i en stor hage. Gavlsidene er mot nord og sør. Hovedetasjen har inngang på østsiden, og sokkeletasjen



Plan 2. hovedetasje, før oppgradering



Plan hovedetasje
Ny rominndeling med oppholdsrom mot vest og utsikt,
soverom mot øst og åpen trapp sentralt plassert.

har utgang til hagen på vestsiden. I hovedetasjen er oppholdssonen med stue og kjøkken, lagt langs hele vestsiden med en ny åpen trapp i midtsonen. Taket er åpnet opp over trappa, og nye takvinduer gir dagslys til trappa og til begge etasjene. Foreldresoverrommet, bad og toalett er plassert på hovedplanet. Tre barnerom og et rom/gjesterom er plassert i sokkelen. En dobbel skyvedør av glass i sokkelen med utgang til hagen gir dagslys og utsikt, og sammen med lyset fra takvinduet over trappa er det skapt et vakkert rom der det før var "kjellerfølelse".

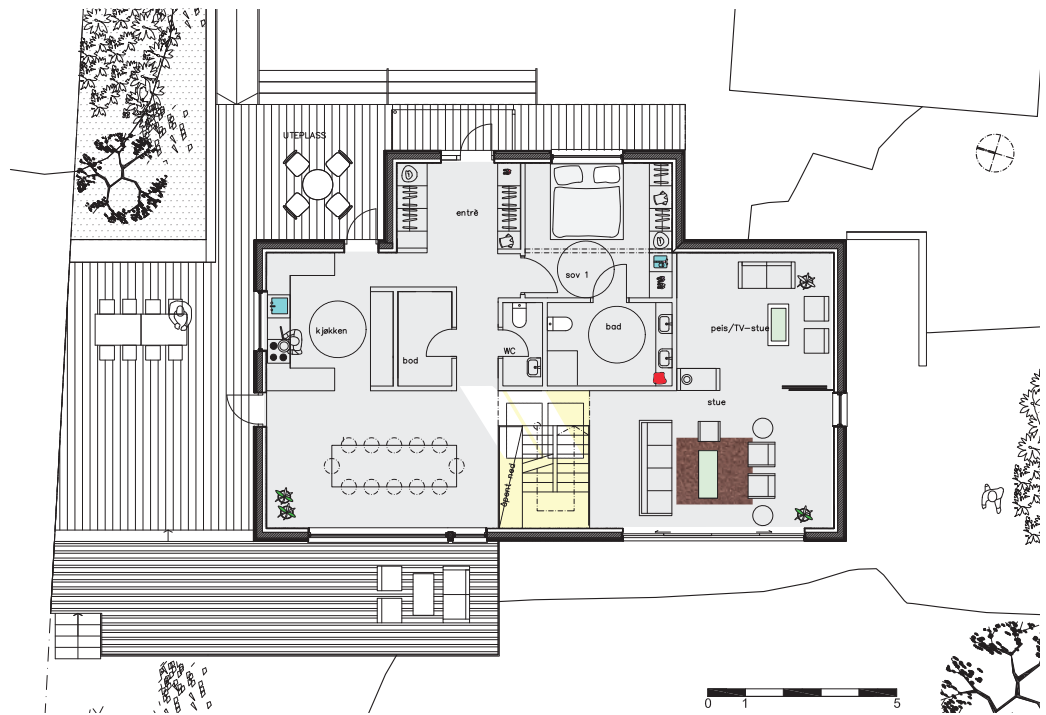
Foreldresoverrommet var opprinnelig på vestsiden og hadde en inntrukket luftveranda. Dette rommet hadde den beste utsikten, og luftverandaen ble aldri brukt. Soverommet er nå flyttet til østsiden og verandaen er bygget inn i stuen med et stort glassfelt som gir en fantastisk utsikt. Glassfeltet består av to doble skyvedører med glassrekkverk foran. På varme sommerdager kan skyvedørene åpnes og hele stua blir som et uterom.



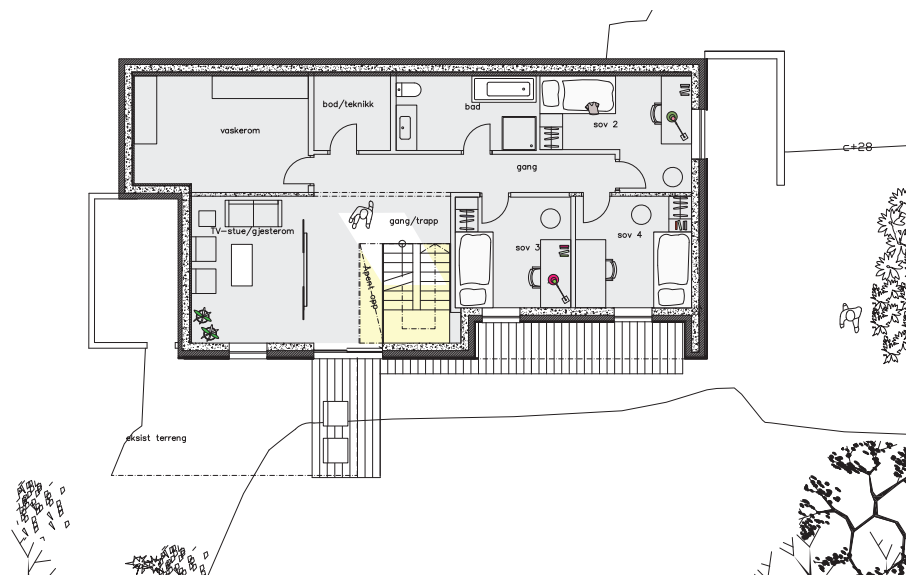
Perspektivsnitt



Oversiktsbilde mot slutten av byggeprosessen.



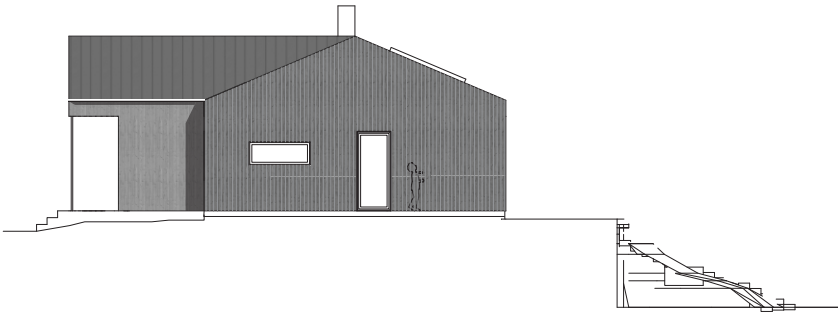
Plan hovedetasje



Plan sokkel



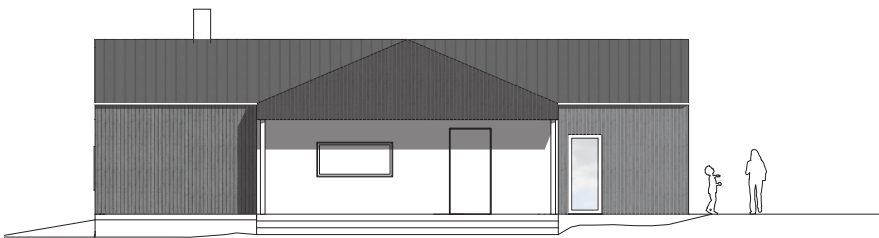
Nye fasader
Foto: Jiri Havrand



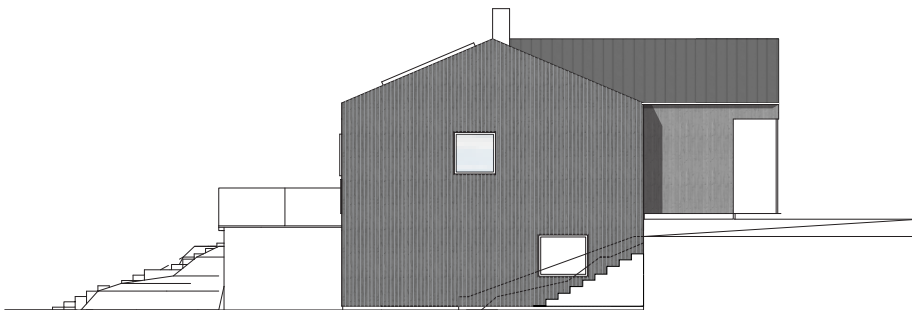
Fasade mot sør



Fasade mot vest



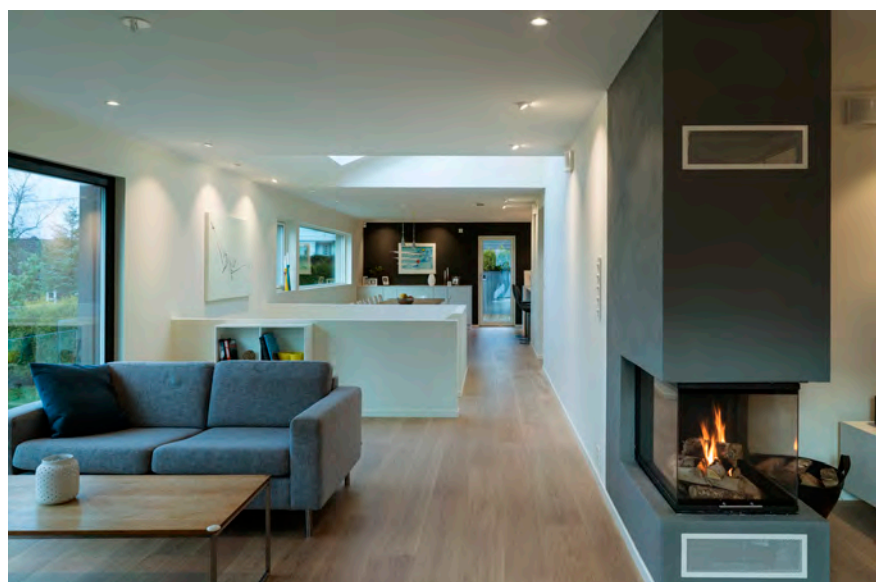
Fasade mot øst



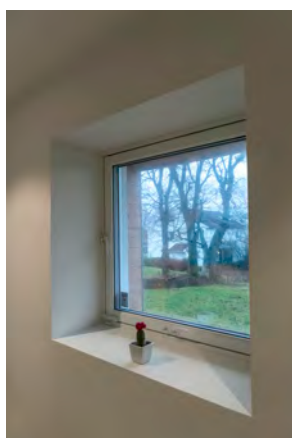
Fasade mot nord



Stue og kjøkken har utsikt mot vest.
Trappa med VELUX takvindu er sentralt plassert.
Foto: Jiri Havrand



Kjøkken med utsikt
Foto: Jiri Havrand



Rommene i sokkeletasjen ble pusset opp.
Foto: Jiri Havrand



Riving, graving og bygging

Boligeierne gjorde mye av rivingsarbeidet selv. Byggmester var ansvarlig for rivingen og avfallshåndteringen og hadde en avtale med boligeierne om hva de kunne gjøre selv. En murpipe som gikk over begge etasjene på vestsiden, ble fjernet. Innvendig ble hovedetasjen nesten fullstendig strippet til stenderverket. Kjøkken og bad ble flyttet. Ny trapp fikk sentral plassering mellom stue og kjøkken.



Tom Roger bistår med riving av den gamle pipa, som var en del av fasaden.



Tømrerne



Åpning til ny trapp

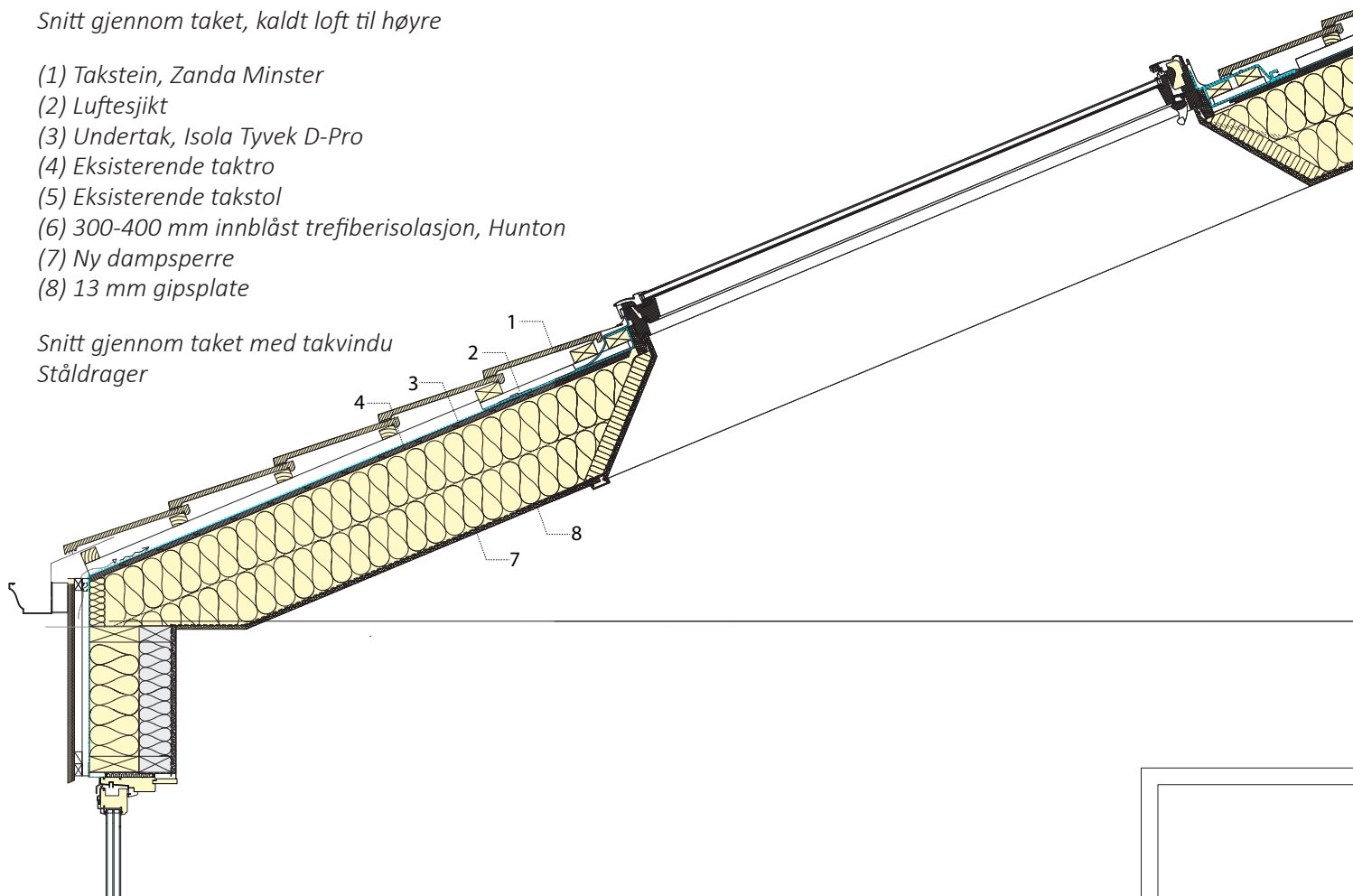


Familien bodde i sokkeletasjen mens byggearbeidene foregikk i hovedetasjen.

Snitt gjennom taket, kaldt loft til høyre

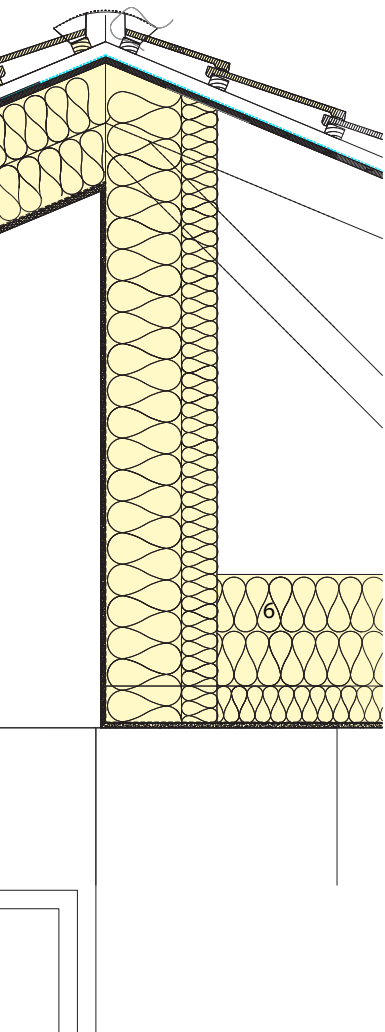
- (1) Takstein, Zanda Minster
- (2) Luftesjikt
- (3) Undertak, Isola Tyvek D-Pro
- (4) Eksisterende taktro
- (5) Eksisterende takstol
- (6) 300-400 mm innblåst trefiberisolasjon, Hunton
- (7) Ny dampsperre
- (8) 13 mm gipsplate

Snitt gjennom taket med takvindu
Ståldrager



Taket

Huset på Hjeltestad har kaldt loft, opprinnelig med 125 mm isolasjon. 350 mm trefiberisolasjon ble blåst inn på kaldloftet, noe som forbedret U-verdien fra ca. 0,38 til 0,12. Ny dampsperre og nye gipsplater ble lagt i himlingen. Taket ble rehabilitert med kombinert undertak og vindsperre, sløyfer og lekter og nye takstein. Kaldloftet er uventilert fordi det kontinuerlige vindtettesjiktet ligger på undertaket. Loftet har en inspeksjonsluke på gavlveggen med tilgang fra utsiden av huset. En inspeksjonsluke i himlingen inne ville måtte være helt damptett og svært godt isolert og mer krevende å bygge.

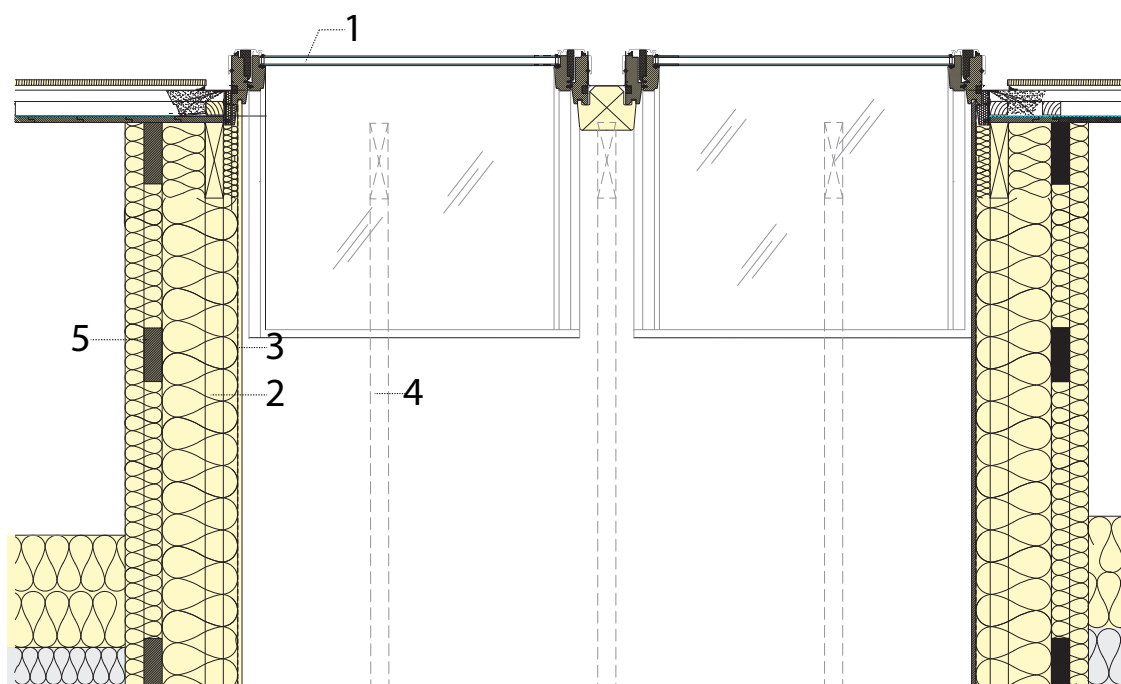


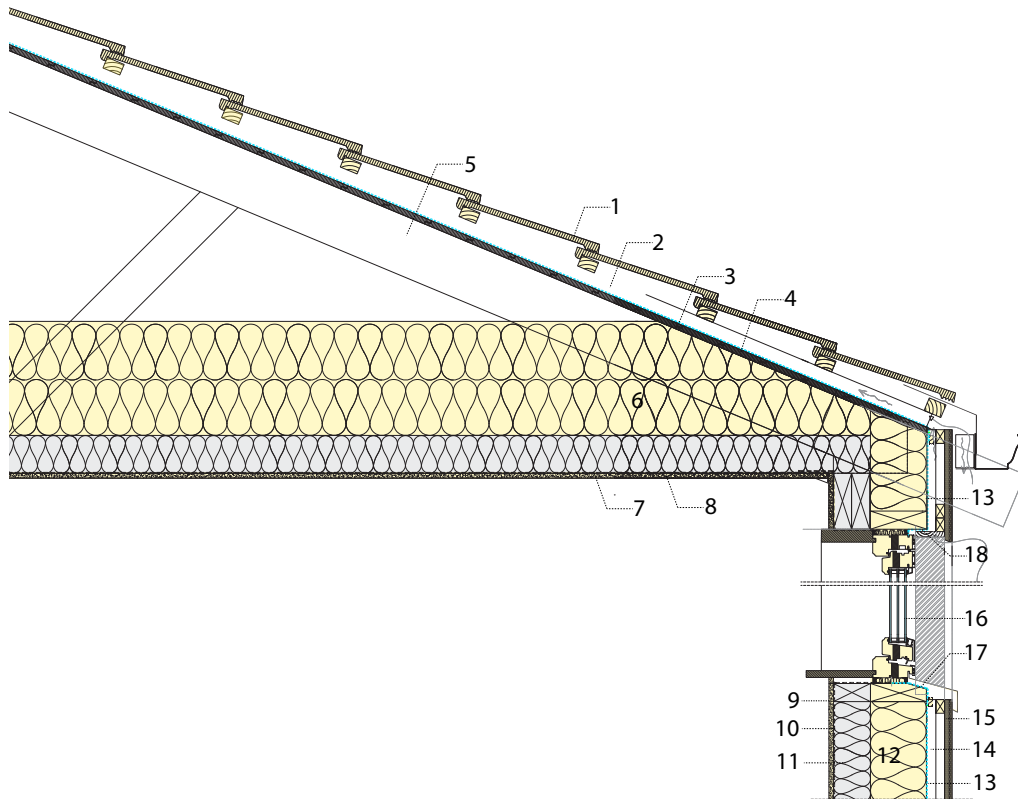
Takvindu over trapp

To takvinduer er satt inn i taket over trappa. Takstolene av tre er kuttet og fjernet. 300 mm isolasjon, dampsperre og gipsplater er lagt i taket og mot det åpne loftet på tre sider.

Detaljsnitt gjennom tak, takvindu

- (1) VELUX takvindu, åpningsbart, innsetting iht leverandør.
- (2) 300 mm isolasjon, GLAVA Extrem 32
- (3) Dampsperre
- (4) Eksisterende taksperre fjernet





Detalj tak, vegg og vindu

Tak

Se over

Vegg

(9) 13 mm gipsplate

(10) Ny dampsperre

(11) Eksisterende stenderverk, 98 mm med ny isolasjon

(12) 150 mm ny tilleggisolasjon, GLAVA Pluss system

(13) Isola soft vindsperreduk

(14) Krysslektet lufteskikt

(15) Stående kledning

Vindu

(16) NorDan Ntech Passiv

(17) Isola FlexWrap Butylembran under vindu

(18) Isola Tyvek Vindusrims m/klebekant

Overgangen fra taket til veggen

Når veggen etterisoleres utvendig med 150 mm, blir takutstikket tilsvarende kortere. Dette kan løses ved å forlenge takutstikket (se bilde på side 37). I dette tilfellet var det et arkitektonisk valg å fjerne takutstikket for å få et stramt uttrykk. En viktig fordel med denne løsningen er at vindsperresjiktet får en kontinuerlig overgang fra taket til veggen. GLAVA Plusstendere ble montert mot eksisterende taktro og takstolene som ble kappet.

Yttervegger

På Hjeltestad er ytterveggene etterisolert utvendig med 145 mm isolasjon med ny Isola Tyvek vindsperre og ny kledning. GLAVA Pluss systemet med 145 mm isolerte stendere og GLAVA Proff 35 isolasjon er brukt. Den gamle isolasjonen, 100 mm mineralull, ble byttet ut samtidig med at innvendig kledning og dampsperre ble fornyet. Den nye treveggen har en U-verdi på 0,17 W/m²K og er forbedret fra 0,46 W/m²K. Veggene i et påbygg på østsiden fra 90-tallet, var bygget med 150 mm bindingsverk, og U-verdien ble her forbedret fra 0,30 W/m²K til 0,14 W/m²K.

Innsiden av ytterveggen med dampsperre

Når innvendige overflater fornyes og gamle veggplater eller gammelt panel fjernes, bør mange også skifte den innvendige dampsperra. Da kan man også fjerne gammel isolasjon og erstatte den med ny isolasjon med høyere isolasjonsevne. På Hjeltestad ble de fleste innerveggene i hovedetasjen revet, og både innsiden av ytterveggene og himlingen fikk mange sår og ble derfor revet. Dampsperre og gammel isolasjon ble skiftet i veggene og i taket.

Les mer om minst mulig utskifting av innvendige flater og om innvendig tilleggisolering i kapittel 3.



GLAVA Pluss system monteres på muren i sokkeletasjen.



Kontinuerlig vindtetting for vegger og tak.

Vinduer

Nye vinduer og balkongdører har tre lag glass. De gamle tolags vinduene hadde en U-verdi på ca. 2,4 W/m²K. Enkelte vinduer var av nyere dato med ett energispareglass og en U-verdi på ca. 2,0 W/m²K (tilbygg og utskiftinger fra de siste 30 år). Vinduene og ytterdørene er NorDan Ntech Passiv og U-verdien er 0,83 W/m²K i snitt, inkludert takvinduene. De store vindusdørene i stua er også trelags NorDan Ntech Passiv skyvedører med U-verdi på 0,83 W/m²K. Ulempen med store vindusfelter og skyvedører med trelags glass er tyngden som gjør at vinduene må løftes på plass med kran. Det er valgt glasskombinasjoner som slipper inn mindre solvarme på de største vinduene mot sør og vest. Takvinduene fra VELUX har en U-verdi på 1,1 W/m²K når man regner med takvinkelen de er montert i.

Kjellerveggene

De to kjellerveggene som ligger over terreng (mot sør og vest) ble også isolert med GLAVA Pluss system og fikk en U-verdi på 0,17 W/m²K. Kjellerveggene er bygget i lettklinker (250 mm Leca med puss) og eksisterende innvendig påføring er skiftet til 70 mm med Glava Proff isolasjon. De delene av kjelleren som ligger under terreng, hadde 50 mm innvendig påføring. Denne isolasjonen ble beholdt, men utbedret noen steder. U-verdi for disse veggene er beregnet til 0,32 W/m²K når det er tatt med at størstedelen ligger under bakken og at det ikke er vinduer i muren (Lecamur med U-blokk over vindu har litt høyere varmegjennomgang). Rundt huset på utvendig side ble det brukt Glava XPS kantisolasjonsblokk mot terrenget.

Kjellergulvet

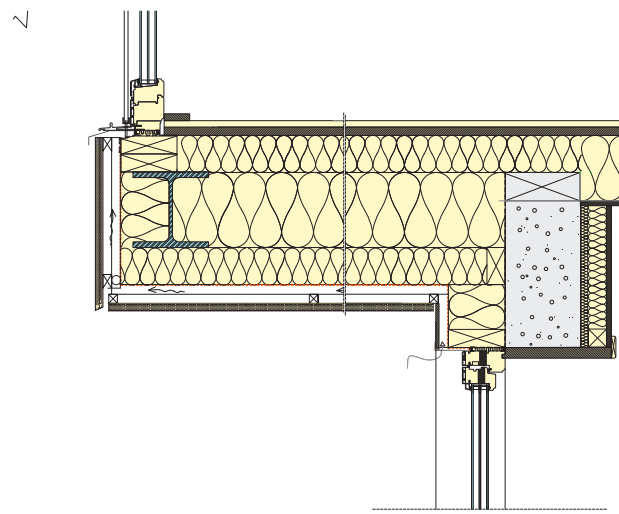
Isolasjonen i gulver var ca. 4-5 cm. Siden det ikke var så mye romhøyde å ta av, ble det ikke lagt mer isolasjon i gulvet. Det ble lagt varmekabler i begge etasjer. I tilbygget var det et 200 mm bjelkelag som ble åpnet og fullisolert. Fra kjelleren gikk det en gammel kjellerdør inn til kryperommet som ble erstattet med en inspeksjonsluke. Kryperommet var tørt med støpt underlag.



Luftebalkongen ble fjernet og arealet innlemmet i stua.



Soverommet før ombyggingen.
Luftebalkongen mot vest ble lite brukt.



Detalj av utvidelse av gulvet i stua.

Varmetap gjennom bygningskroppen før og etter oppgraderingen på Hjellevad.
 Beregnede U-verdier for hver bygningskomponent.

| Bygningsdel | FØR TILTAK | | ETTER TILTAK | |
|--|--|---|--|--|
| | U-verdi/ lekkasjetall/ kuldebroverdi | Beskrivelse av eksisterende konstruksjon | U-verdi/ lekkasjetall/ kuldebroverdi | Beskrivelse av tiltak |
| Yttervegg i tre | 0,43 | Bindingsverksvegg med 100 mm mineralull Innvendig panel | 0,17 | Eksisterende isolasjon byttet til GLAVA Proff 35. + 145 mm utforing med GLAVA Proff 35 Plussplate og GLAVA Plusstender |
| | 0,30 | Bindingsverksvegg tilbygg med 150 mm mineralull Innvendig panel | 0,14 | Isola Tyvek Vindsperre 23*48 sløyfer, 23*48 lekter Stående mørkbeiset kledning Kantisolasjon: GLAVA XPS |
| Kjellervegg over terreng | 0,60 – 0,80 | 250 mm Lecamur med 20 mm steinull og trefiberplate påforing i soverom. Uisolert Lecamur i kjellerstue. | 0,17 | + 145 mm utforing med GLAVA Proff 35 plussplate og GLAVA Plusstender + 70 mm påforing innvendig med GLAVA Proff 35 Isola Tyvek Vindsperre 23*48 sløyfer Pusset platekledning Kantisolasjon: GLAVA XPS |
| Kjellervegg under terreng | 0,40 (0,32) | 250 mm Lecamur 50 mm eks. påforing innv. Knotteplast ytterst | 0,40 (0,32) | 50 mm eksisterende påforing innvendig kontrollert og forbedret ved behov |
| Kjellervegg under terreng (Vaskerom) | 0,80 (0,53) | 250 mm Lecamur Knotteplast ytterst | 0,80 (0,53) | Uisolert mot én side, andre vegg isolert innvendig i tank (se under) |
| Kjellervegger mot tank | 0,80 (0,74) | 250 mm Lecamur, 200 mm betong i tank | 0,25 (0,23) | + 100 mm isolert vegg i tanken, vegg i kjellerstue isolert med 50 mm innv. |
| Golv på grunn | 0,72 (0,36) | Ca. 40-50 mm isolasjon Romhøyde ca. 2,2 m | < 0,72 (0,34) | Oppretting og varmemefolie i gulvet |
| Golv bjelkelag | 0,2 | 150-200 mm mineralull isolasjon | 0,20 | Delvis skiftet og fornyet i tilbygg fra overside av bjelkelag. |
| Yttertak | 0,38 | 100-125 mm mineralull i bjelkelag på kaldloft | 0,13 (0,12) | 350-400 mm (λ 0,038) trefiberisolasjon innblåst på kaldt loft Nytt tak med Isola Tyvek D-Pro Undertak og kontinuerlig vindsperre Ny dampspærre i ny gipshimling innv. |

| Bygningsdel | FØR TILTAK | | ETTER TILTAK | |
|----------------------|--|--|--|---|
| | U-verdi/ lekkasjetall/ kuldebroverdi | Beskrivelse av eksisterende | U-verdi/ lekkasjetall/ kuldebroverdi | Beskrivelse av tiltak |
| Ytterdør | 2,3 | Eldre ytterdør med glass | 0,60 | NorDan NTech Passiv ytterdør |
| Takvinduer | - | | 1,0 (1,1 ved 20° takvinkel) | VELUX GGU takvinduer 2X0,94x1,60 m |
| Vinduer | 2,2 | Tolags ruter med trekarm | 0,82 0,83 inkl. dør og takvindu | NorDan NTech Passiv vinduer og skyvedører med 3-lags glass |
| Normalisert kuldebro | < 0,06 | Estimert. | < 0,06 i EMS | Utvendig etterisolering, plassering av vindu, og fjerning av pipe reduserer kuldebroer (estimert til 0,03-0,04) |
| Lekkasjetall | < 5,44 | Se trykktest. 8,0 er standard verdi i EMS for hus fra 1970 | $n_{50} < 2,0$ | Kontinuerlig utvendig tettesjikt, se trykktest etter oppgradering |

Mye jobbing og mye gøy!



6 Bedre komfort og spart energi

Energibruk i norske boliger

Den største delen av energibruken i norske boliger går til oppvarmingsformål. I følge en energibruksrapport fra NVE går omtrent 66 % av energibruken i husholdningene til oppvarming av rom, 12 % går til oppvarming av tappevann og 22 % til elektriske apparater og belysning (NVE, 2012). Energibruken i husholdningene har flatet ut siden 1995 til et nivå på ca. 45 TWh av totalt 88 TWh for den samlede bygningsmassen. Siden omtrent 2/3 går til oppvarming av huset, **påvirkes den faktiske energibruken i av utetemperaturen med ca. 10 TWh årsvariasjon i den samlede bygningsmassen.** I 2010 var for eksempel den faktiske energibruken i husholdningene oppe i 50 TWh på grunn av det kalde været.

Energibruken i en husholdning er ikke bare avhengig av hvor godt huset er isolert. Andre faktorer som har betydning, er antall personer i husholdningen, hvor varmt man har det i huset, luftevaner og ventilasjonsløsning. For å spare strøm har mange installert varmepumpe eller temperaturstyring, og mange fyrer jevnlig med ved for å dekke endel av oppvarmingsbehovet.

Ambisjonsnivå og støtte fra Enova

Målet for energioppgraderingen i SEOPP var i utgangspunktet så ambisiøst som mulig, gjerne på passivhusnivå. Å oppnå et nivå som utløste støtte fra Enova var et viktig mål og utslagsgivende for det endelige resultatet. Enova har tre støttenivåer for oppgradering av bygningskroppen. Nivå 1 tilsvarer omtrent passivhusnivå (NS 3700), nivå 2 tilsvarer omtrent energikravene i TEK10 for nye småhus gjeldende fra 1.1.2017, og nivå 3 tilsvarer omtrent energikravene i TEK10 før revisjonen i 2017. Enova gir også støtte til energirådgiver, installering av balansert ventilasjon, varmestyringssystem, vannbåret varme og en fornybar energikilde som solfanger, biokjel eller væske-vann varmepumpe.

I forskningsprosjektet SEOPP var det viktig å komme fram til et ambisiøst nivå for oppgradering som var kostnadsoptimalt og som hevet standarden til samme nivå som nye boliger. Boliger fra 60-, 70- og 80-tallet som har behov for oppgradering av tak, vegger, vinduer og kjeller, kan bli nesten like gode som nye hus hvis muligheten utnyttes når de ulike bygningsdelene er klare for utskifting. Det er også mulig å oppdatere til framtidens nivå, som huset i Isterdalen som er oppgradert til passivhusnivå (Bergseth, 2015).

Boligeiernes valg

For demo-husene i SEOPP var det boligeierne som til sist valgte ambisjonsnivået for oppgraderingen etter råd fra prosjektteamet i SEOPP. Alle støttenivåene fra Enova gir gode, ambisiøse oppgraderinger. For boligeier er prioriteringer mellom utvendige og innvendige arbeider nødvendig, og budsjettammen setter endelige begrensninger for hvilke tiltak og løsninger som kan gjennomføres.

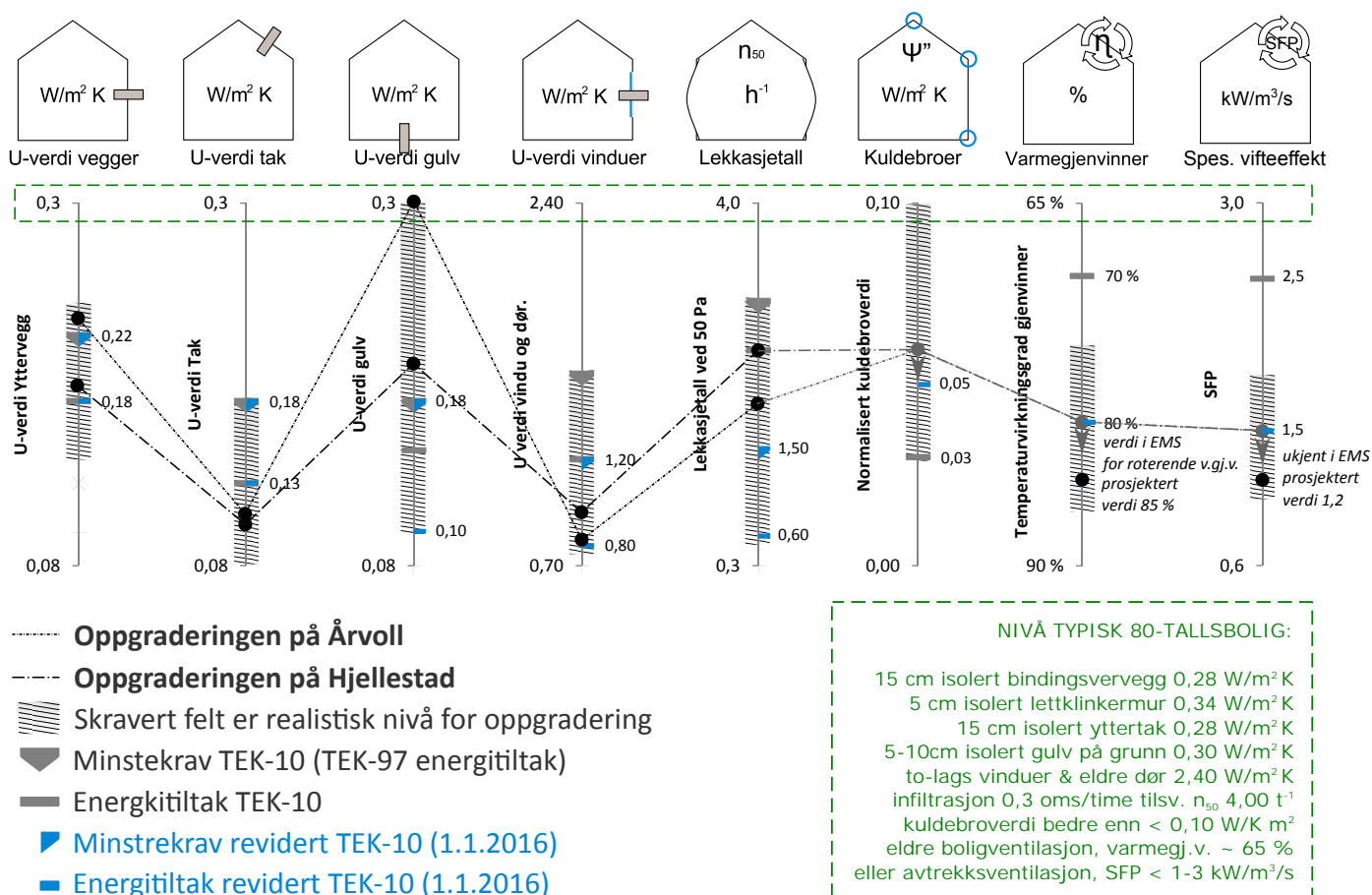
”Omfordeling”

Boliger bygget etter dagens standard (TEK10) har bedre varmekomfort og luftkvalitet enn det som er typisk for hus bygget før 1990. I et oppgraderingsprosjekt vil det ofte være utfordrende å nå nybygnivå for alle bygningsdeler. Oppgradering blir ofte gjort i flere trinn, da er det vanskeligere å redusere luftlekkasjer, kuldebroer eller å etterisolere på samme måte som når alt gjøres i en omgang. For å oppnå et totalt sett godt nivå, som tilfredsstiller krav til støtte fra Enova (når alt gjøres på en gang), kan det være mulig å kompensere ved å velge løsninger som er bedre enn kravene i forskriften for noen av bygningsdelene. Noen eksempler er å velge vinduene med de beste energi- og dagslysegenskapene på markedet, eller å etterisolere loftet med ekstra mye isolasjon. Vinduer og ventilasjonssystemer er eksempler på byggevarer hvor det har foregått en betydelig utvikling til mer energieffektive produkter som gir bedre komfort enn det som var vanlig da husene ble bygget.

Potensial

En eldre enebolig har gjerne et beregnet oppvarmingsbehov på 150-200 kWh/m² som medregnet energi til oppvarming av tappevann, elektriske apparater og belysning gir et energibehov på 210-260 kWh/m², eller 30 000-50 000 kWh i året for boliger på 150-200 m². Beregnet med Enovamodulen i Energimerkesystemet (EMS) kan beregnet energibehov bli enda høyere. Dette er beregnet energiforbruk som forutsetter at hele boligen er varmet opp til minst 20,4 grader hele året og et halvt luftskifte til ventilasjon per time foruten infiltrasjonstap fra uønskede luftlekkasjer. For de fleste vil strømforbruket være betydelig mindre fordi deler av huset ikke varmes opp når det er veldig kaldt, og luftskifte ved naturlig ventilasjon er ofte betydelig lavere. Lufteventilene (spalter i vindu eller veggventiler) stenges

ofte igjen når det er kaldt ute. Det gir spart energi, men kan også føre til dårlig inneklima og fuktproblemer. Bedre vinduer og en bedre isolert bygningskropp kan halvere varmetapet og effektivisere energibruken med 50-100 kWh/m² i en typisk enebolig beliggende i Oslo-klima. I tillegg vil tiltak for å redusere uønskede luftlekkasjer spare 5-10 kWh/m² (ved halvering av infiltrasjonstallet). Installering av ventilasjonssystem med varmegjenvinning av ventilasjonslufta kan gi besparelser på 30 kWh/m² i tillegg.



Realistisk nivå på oppgradering er illustrert med piler

Tabellen under viser energiberegning av huset på Årvoll før og etter oppgraderingen til kriteriene for støttenivå 2 med Enovamodulen i EMS.

| Krav til varmetapstall med Enovamodulen i EMS | Før oppgradering | Etter oppgradering | <i>EMS kriterier for ENOVA nivå 2</i> | |
|---|----------------------------|------------------------------|---|--------------------|
| Maksimalt varmetapstall (transmisjons- og infiltrasjonsvarmetap) | 1,91 | 0,78 | < 0,81 | W/m ² K |
| <i>I tillegg krever Enova at varmetapstallet reduseres med minst 30 %</i> | <i>Forbedring:</i> | 59 % | > 30 % | |

| Krav til netto energibehov med Enovamodulen i EMS | Før oppgradering | Etter oppgradering | <i>EMS kriterier for ENOVA nivå 2</i> | |
|---|----------------------------|------------------------------|---|--------------------|
| Netto oppvarmingsbehov | 241,1 | 55,1 | | kWh/m ² |
| Varmtvann | 29,8 | 29,8 | | kWh/m ² |
| Vifter og pumper | 0 | 7,3 | | kWh/m ² |
| Belysning | 11,4 | 11,4 | | kWh/m ² |
| Teknisk utstyr | 17,5 | 17,5 | | kWh/m ² |
| Totalt beregnet netto energibehov | 299,8 | 121,1 | < 135,1 | kWh/m ² |

| Krav til energiforsyning med Enovamodulen i EMS | Før oppgradering | Etter oppgradering | <i>EMS kriterier for ENOVA nivå 2</i> | |
|---|-----------------------------------|-------------------------------------|---|--------------------|
| Andel fornybar oppvarming | 39,0 % | 34,3 % | > 17,50 % | |
| Beregnet levert elektrisitet (luft-luft varmepumpe og lukket vedovn) | | 114,3 | | kWh/m ² |
| Energikarakter i EMS | F | B | | |
| Oppvarmingskarakter i EMS | Gul | Oransje | > Rød | |

I huset på Hjellevstad var strømregningen på 28 500 kWh/år før oppgraderingen. I tillegg ble det benyttet ved til oppvarming. På kalde dager ble det raskt kaldt i huset. Når familien kom hjem fra jobb, ble det gjerne tent opp i vedovnen for å få opp varmen i huset og for å kunne ta i bruk flere rom.

Tabellen under viser energiberegning av huset på Hjellevstad før og etter oppgradering til kriteriene for støttenivå 2 med Enovamodulen i EMS.

| Krav til varmetapstall med Enovamodulen i EMS | Før oppgradering | Etter oppgradering | <i>EMS kriterier for ENOVA nivå 2</i> | |
|---|----------------------------|------------------------------|---|--------------------------|
| Maksimalt varmetapstall (transmisjons- og infiltrasjonsvarmetap) | 1,86 | 0,79 | < 0,81 | <i>W/m² K</i> |
| <i>I tillegg krever Enova at varmetapstallet reduseres med minst 30 %</i> | <i>Forbedring:</i> | 57 % | > 30 % | |

| Krav til netto energibehov med Enovamodulen i EMS | Før oppgradering | Etter oppgradering | <i>EMS kriterier for ENOVA nivå 2</i> | |
|---|----------------------------|------------------------------|---|--------------------------|
| Netto oppvarmingsbehov | 224,3 | 58,5 | | <i>kWh/m²</i> |
| Varmtvann | 29,8 | 29,8 | | <i>kWh/m²</i> |
| Vifter og pumper | 0 | 7,3 | | <i>kWh/m²</i> |
| Belysning | 11,4 | 11,4 | | <i>kWh/m²</i> |
| Teknisk utstyr | 17,5 | 17,5 | | <i>kWh/m²</i> |
| Totalt beregnet netto energibehov | 283,0 | 124,5 | < 135,1 | <i>kWh/m²</i> |

| Krav til energiforsyning med Enovamodulen i EMS | Før oppgradering | Etter oppgradering | <i>EMS kriterier for ENOVA nivå 2</i> | |
|---|-----------------------------------|-------------------------------------|---|--------------------------|
| Andel fornybar oppvarming | 20,0 % | 20,0 % | > 17,50 % | |
| Beregnet levert elektrisitet (luft-luft varmepumpe og lukket vedovn) | | 133,4 | | <i>kWh/m²</i> |
| Energikarakter i EMS | G | C | | |
| Oppvarmingskarakter i EMS | Oransje | Oransje | > Rød | |

Ventilasjon med ventiler i vegger eller over vinduene

Eldre hus fra 60-, 70- og 80-tallet har som regel "naturlig ventilasjon" med tilførsel av luft gjennom veggventiler og spalter over vindu. I tillegg er det avtrekksvifter som suger den brukte innelufta ut av huset fra kjøkken og bad. I boliger med ventiler i vegger eller spalter over vinduene hender det at folk stenger dem om vinteren fordi de opplever trekk og kaldras. Hvis man deretter glemmer å åpne ventilene igjen, vil det gå utover luftskifte og inneklimate. En stor studie med feltmålinger av luftskifte i hus bygget før 1997 viste at mange av husene har et luftskifte som er lavere enn en halv utskifting i timen, som er anbefalt minimum for ventilasjon i småhus (Øie, 1999). Et halvt luftskifte i timen er det samme som 1,2 m³ frisk luft pr time, for hver kvadratmeter gulvareal med vanlig romhøyde. Det tilsvarer minstekravet i byggeforskriften til gjennomsnittlig friskluftstilførsel når boligen er i bruk.

Naturlig ventilasjon bygger på små naturlige drivkrefter, som temperaturforskjell mellom ute og inne, vindtrykk, og oppdrift som kommer av høydeforskjeller mellom luftinntak og avtrekk. Over året vil drivkreftene variere mye. Om vinteren vil det naturlig være et høyere luftskifte, mens det i perioder hvor det er mindre temperaturforskjell mellom inne og ute blir liten utskifting av romlufta uten aktiv vinduslufting. I boliger uten varmegjenvinning eller annen forvarming av ventilasjonslufta, kan man oppleve kald trekk fra utelufta mange dager i året. Derfor vil systemer med forvarming av lufta gi bedre komfort, og systemer som assisteres av vifter vil bedre garantere at ventilasjonen ivaretas.

Når bygningskroppen oppgraderes (etterisoleret, med nye eller utbedret vindspærre og dampspærre og nye vinduer), vil luftlekkasjer utbedres, infiltrasjonstapet vil reduseres, og det påvirker luftskiftet i naturlig ventilerte boliger. Ved rehabilitering av bygningskroppen er det nødvendig å vurdere hvordan boligen skal ventileres. Man må sørge for at alle rom ventileres godt, slik at man oppnår god luftkvalitet og etterhvert transporterer ut fukt og forurensninger. En undersøkelse utgitt av Enova i 2015 viser at 60 % av de spurte husholdningene som har gjennomført energiltak, ikke gjorde endringer på ventilasjonen, og bare 9 % installerte balansert ventilasjon.

Et balansert ventilasjonssystem som sikrer et forsvarlig

luftskifte i alle rom er den anbefalte løsningen. Det gir bedre komfort, med forvarming av tillufta og lavere oppvarmingskostnader i fyringssesongen. Eksempler på andre løsninger med varmegjenvinning er systemer med en sentral avtrekksvarmepumpe som brukes til å varme varmtvann, eller romventilasjonssystemer som innebygges i ytterveggene (toveis veggventil).

Balansert ventilasjon

I SEOPP-prosjektene ble det installert balansert ventilasjon med mer enn 80 % varmegjenvinning. Det betyr at den friske lufta som trekkes inn, henter varme fra den brukte lufta. Overføringen av varme fra avtrekkslufta til tillufta er med på å redusere varmetapet som knyttes til ventilasjon. Det sparer penger til oppvarming og gir bedre komfort. Løsningen sørger også for at frisklufta fordeles bedre til alle rom som har tilluft. Lufta som føres inn i boligen, filtreres i luftbehandlingsaggregatet. Dermed renses lufta før den blåses inn i rommene. For å få god komfort må mange stille ønsket tilluftstemperatur. Temperaturen på tillufta må være lavere enn romtemperaturen for å få god luftsirkulasjon i rommet. For at lufta skal oppleves som frisk og ikke for varm (spesielt på soverom), bør tilluftstemperaturen ikke stilles for høyt. 18-20 grader er et godt utgangspunkt. Den høye virkningsgraden på rotorvarmevekslerne tatt i betraktning, er det ikke nødvendig å bruke ventilasjonsvarmebatteriet til å ettervarme ventilasjonslufta.

Mange liker å sove med åpent vindu om natta og lufter mye i sommerhalvåret. Det kan man gjøre selv om man har balansert ventilasjon. Ulempen er bare at på kalde dager vil man bruke mer energi til oppvarming enn hvis vinduene er igjen, fordi man ikke får utnyttet varmegjenvinningen fullt ut. Vinduslufting kan også være en årsak til høyt energibruk i boliger uten varmegjenvinning, fordi man kjøler ned andre, tilstøtende rom i huset.

Planlegging og montering i eksisterende boliger

Ved montering av balansert ventilasjon i eksisterende boliger er planleggingen av installasjonen viktig. Forslag kan utarbeides av ventilasjonsleverandøren, som har mye erfaring med å finne gode løsninger basert på hustegninger. Hele ventilasjonsanlegget bør legges på varm side av bygningskonstruksjonene, og ikke

på for eksempel kaldt loft som var vanlig tidligere. Med både aggregat og kanalene på varm side unngår man unødvendige hull i klimaskjermen (dampsjiktet og isolasjonssjiktet), og hindrer også nedkjøling av forvarmet luft. Når aggregatet plasseres på vegg, er det lett tilgjengelig for inspeksjon, filterskifting og betjening. Det er også viktig å planlegge kanalstrekk med hensyn til rengjøring av kanaler, ventilasjonsstøy, lavt trykktap (riktig dimensjon på kanaler, og få krappe bend). Tilluftsventilene bør plasseres og utformes slik at de fordeler friskluften jevnt i rommet og ikke fører til trekk i oppholdssonen. (for eksempel unngå at friskluften faller ned direkte over en seng, kontorplass eller sittegruppe). Avtrekk fra våtrom og kjøkken (kjøkkenhetta reguleres ofte med egen vifte) må dimensjoneres for å kunne økes ved forsert drift. Anlegget har gjerne tre driftsinnstillinger, der nivå 2 er normal drift og nivå 3 er maks (forisert) drift som benyttes ved behov for ekstra utlufting, for eksempel ved klestørk, dusjing og med mange personer til stede. For at luften skal bevege seg fra soverom og oppholdsrom med tilluft til rom med avtrekk, må det lages overstrømningsåpninger i form av spalter ved innerdører, overstrømningsventiler eller åpen romløsning. Før anlegget overleveres, innreguleres det for å oppnå balanse mellom tilluft og avtrekk, i innreguleringen gjøres det kontrollmålinger av luftmengdene over hver ventil ved normal drift og ved forisert avtrekk.

I SEOPP-husene ble flere mulige plasseringer av aggregat og føringsveier skissert. På Årvoll og Hjellevstad utviklet Flexit tegninger som ble diskutert med arkitekt, byggmester og boligeier. Gode arbeidstegninger la til rette for planlegging av korte kanalføringer, få gjennomføringer og et anlegg som er lite synlig.

I huset på Årvoll er det lagt vekt på å legge kanalføringene skjult. Endringene av planløsningen i andre etasje, med flytting av innervegger og åpning av bjelkelag i etasjeskille, gjorde innpassing av kanaler lettere. Kanalene og ventilene i første etasje har utgangspunkt fra en nedsenket himling i gangen (bilde). Hovedaggregatet står i gangen på det nye tilbygget, og et mindre aggregat betjener kjelleren. Siden etasjeskillet mellom kjeller og første etasje er av betong, gjorde delingen med to aggregater det enklere å finne korte føringsveier for kanalene. Med eget ventilasjonssystem kan også beboere i kjelleren regulere ventilasjonen på egen hånd.

I kjeller er avkast- og friskluftkanalene innkasset. Tilluft og avtrekk fordeles med veggventiler fra en sentralt plassert bod med nedsenket himling. Tilluftskanalen til soverom og kjellerstue er innkasset.

Huset på Hjellevstad har også skjulte kanalføringer som går i en sjakt mellom etasjene fra en bod i midten av huset der aggregatet står. I hovedetasjen ligger kanaler og ventiler innkasset i ett strekk under himlingen, på varm side. På den måten unngår man gjennomføringer gjennom dampsperra og isolasjonssjiktet i himlingen.

På varme dager når det ikke er behov for eller ønske om varmen fra avtrekksluften, vil rotorvarmeveksleren i ventilasjonsaggregatet stoppe. I huset på Årvoll trekkes hoveddelen av den friske luften inn fra nordsiden. Det lille ventilasjonsaggregatet i kjelleren trekker luften inn under tilbygget på sørsiden, noe som ga korte kanalføringer i kjelleren. På Hjellevstad trekkes luften inn høyt oppe på fasaden via kanaler som går via loftet og til gavlveggen.

På varme sommerdager er det smart å utnytte naturlig oppdrift og naturlig ventilering. Som et supplement til vinduslufting kan det nye VELUX takvinduet over trappa i loftstua (Årvoll) og over trappa i stua (Hjellevstad) åpnes med en bryter. Takvinduet skaper god utlufting gjennom huset dersom ett eller flere av vinduene i underetasjene åpnes på gløtt. Det er flere svingvinduer i første etasje eller sokkeletasje som kan holdes åpne på en innbruddsikker måte.

Friskluft til ildsted

Valg av vedovn eller ildsted bør gjøres sammen med forhandler. Pipas egnethet må også vurderes. Eldre piper og nyere ovner går ikke alltid overens. Det kan være behov for å montere et reduksjonssett eller en ny pipe ved utskifting av ildsted. For å få god forbrenning er man avhengig av å kunne tilføre nødvendig tilluft til forbrenningen.

I veiledning til TEK10 heter det at "*Peis og annet åpent ildsted som har behov for rikelig røykavtrekk, krever tilførsel av 150-300 m³ luft pr. time (42-84 l/s) som friskluftkanal direkte til ildstedet.*"

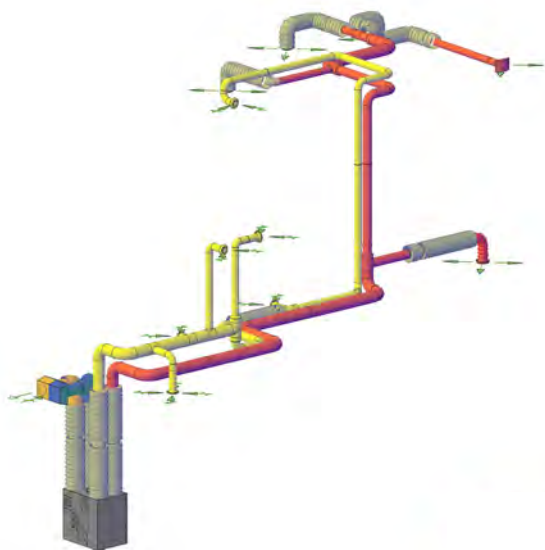
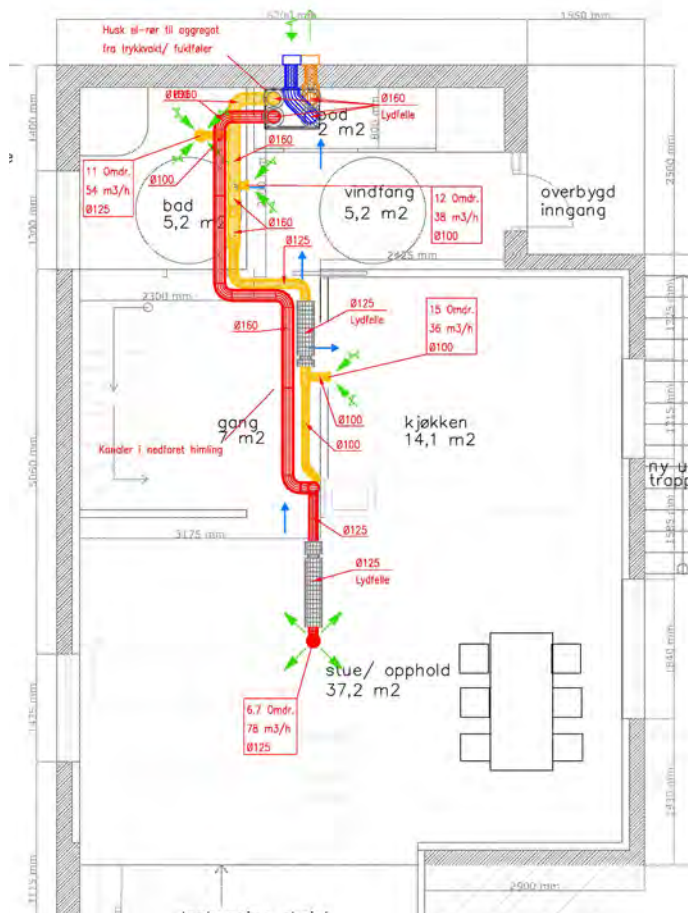
Friskluftskanal direkte til peis, eller en pipe med eget tilluftsløp for lukket ildsted, gir den beste løsningen for friskluftstilførsel som bidrar til optimal forbrenning.

Riktig dimensjonerte og lukkbare klaffventiler på en yttervegg vil også kunne benyttes. Løsninger som henter tilluft via romlufta er mer følsomme for undertrykk, og man kan oppleve trekk. Normalt vil det ikke være undertrykk med balansert ventilasjon, men dersom det er undertrykk i boligen, vil det kunne føre til tilbakeslag av røyk i rommet. Hvis kjøkkenvifta går samtidig, kan det lett oppstå undertrykk i boligen. Noen systemer har montert en trykksensor som endrer hastigheten på ventilasjonsviftene når kjøkkenvifta er i bruk. Det finnes også ulike løsninger som øker tilluftstilførselen med en bryter til bruk ved opptenning og fyring.

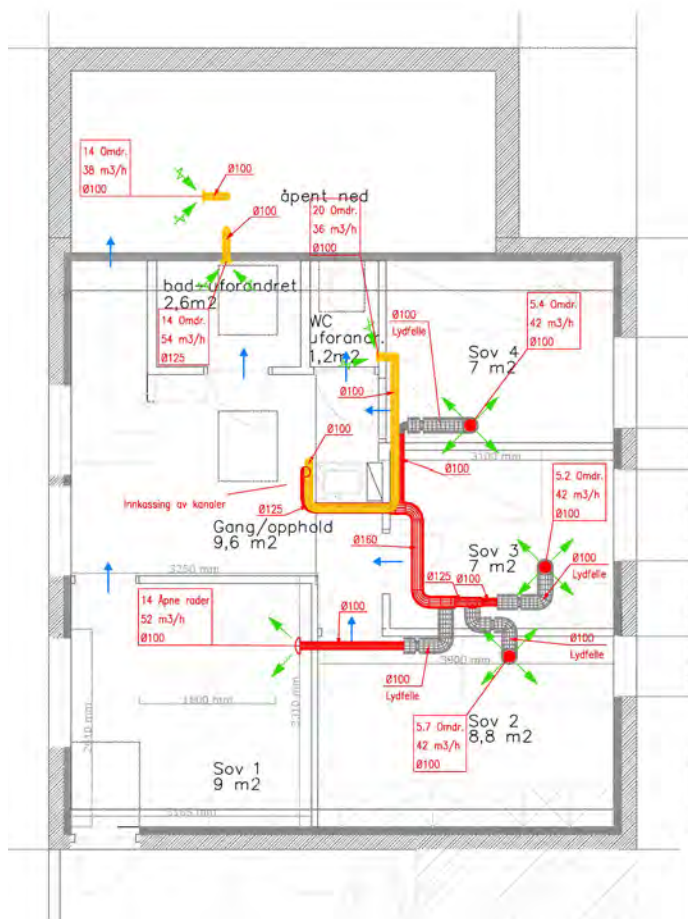
Kjøkkenvifte

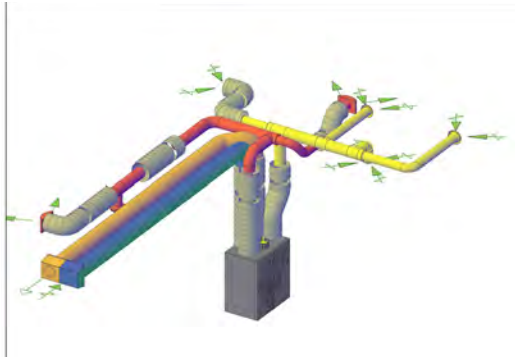
Avtrekk fra komfyr holdes utenfor ventilasjonsaggregatet i de fleste systemer siden det er mye fett i matosen. I dag finnes det mange kraftige kjøkkenvifter på markedet som vil skape et stort undertrykk i boligen når de er i bruk på høy effekt hvis det ikke er tilstrekkelig tilluft via aggregat eller ekstra lufteluker. Kjøkkenvifter med avtrekkshette som monteres langt i fra koketoppen, er avhengig av et kraftig viftetrykk og vil risikere å suge luft fra hele rommet og tilgrensende rom når den er i bruk. Vinduslufting på kjøkkenet eller ekstra ventil i yttervegg nær kjøkkenhetta vil kunne avhjelpe problemet. Spesielt dersom man fyrer, bør man sette et vindu eller balkongdør på gløtt for å hindre at det blir røyklukt i huset. Dersom kjøkkenet er i et eget rom, bør man holde døra lukket. Man kan eventuelt søke fagekspertise for en permanent løsning.

Tegning av ventilasjonsaggregat fra Flexit og kanalføringer i 1. og 2. etasje på Årvoll. Plassering av ventiler og lydfeller er markert. I tillegg er luftmengdene spesifisert. Tillufts- og avtrekkskanalene er lagt i en nedføret himling i gang og på badet i tilbygget. Tilluftskanaler til soverommene i 2. etasje går via en sjakt ved pipa, avtrekk via bad og wc. I stua ligger tilluftskanalen i bjelkelaget (se bilder).



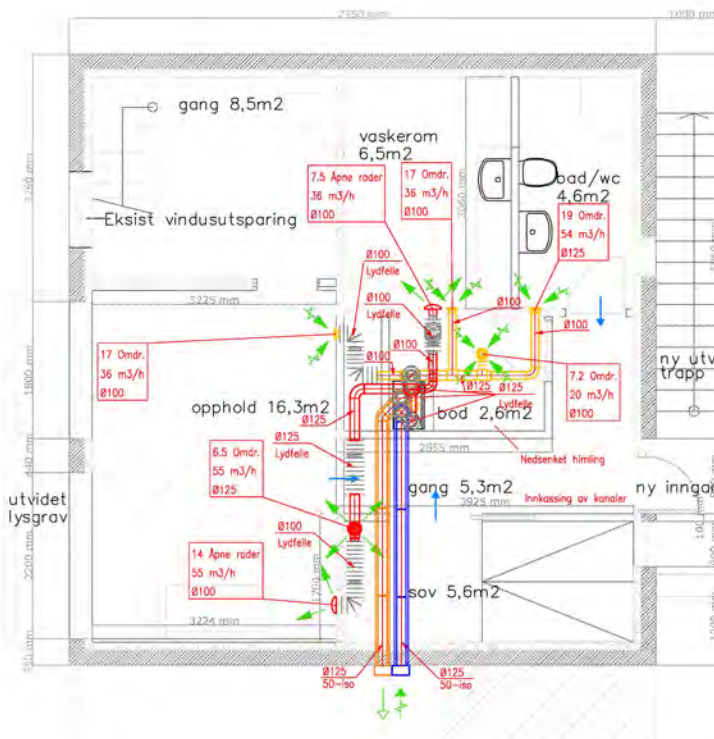
Flexit kanalføringer 1. og 2. etasje 3D





Flexit kanalføringer kjeller 3D

Tegning av ventilasjonsaggregat fra Flexit og kanalføringer i kjelleretasje på Årvoll (Flexit). Tilluft og avtrekk til de ulike rommene distribueres via en nedføret himling i boden hvor aggregatet står, mens tilluftskanalen videre til kjellerstue og soverom er innkasset via gangen. Friskluft- og avkastkanalene er også innkasset til ytterveggen via gang og soverom.





Kanaler i gangen før innkapsling



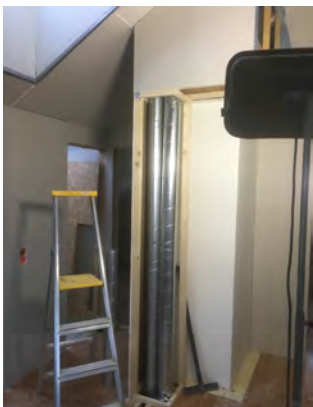
Ferdig himling i gangen



Avtrekk i kjøkken med kanal fra nedfôret himling i gangen

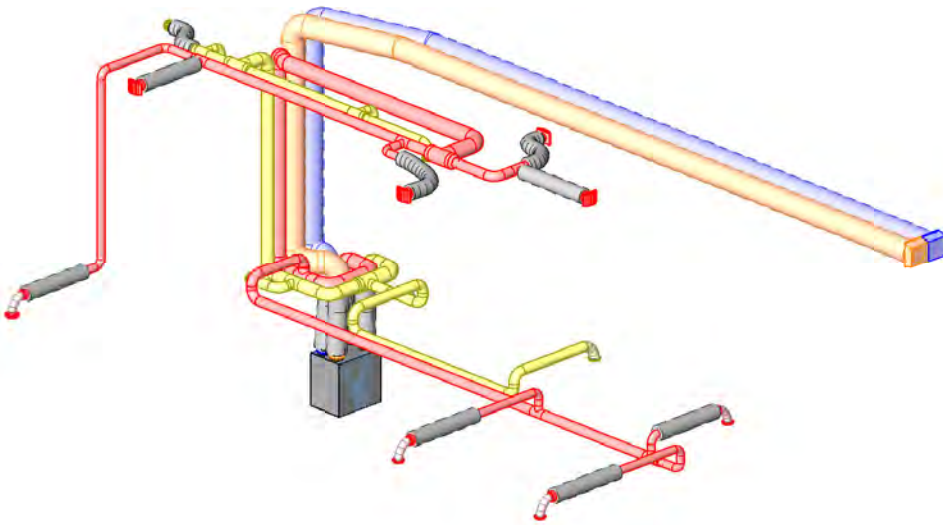


Tilluft i stua, kanal i bjelkelag

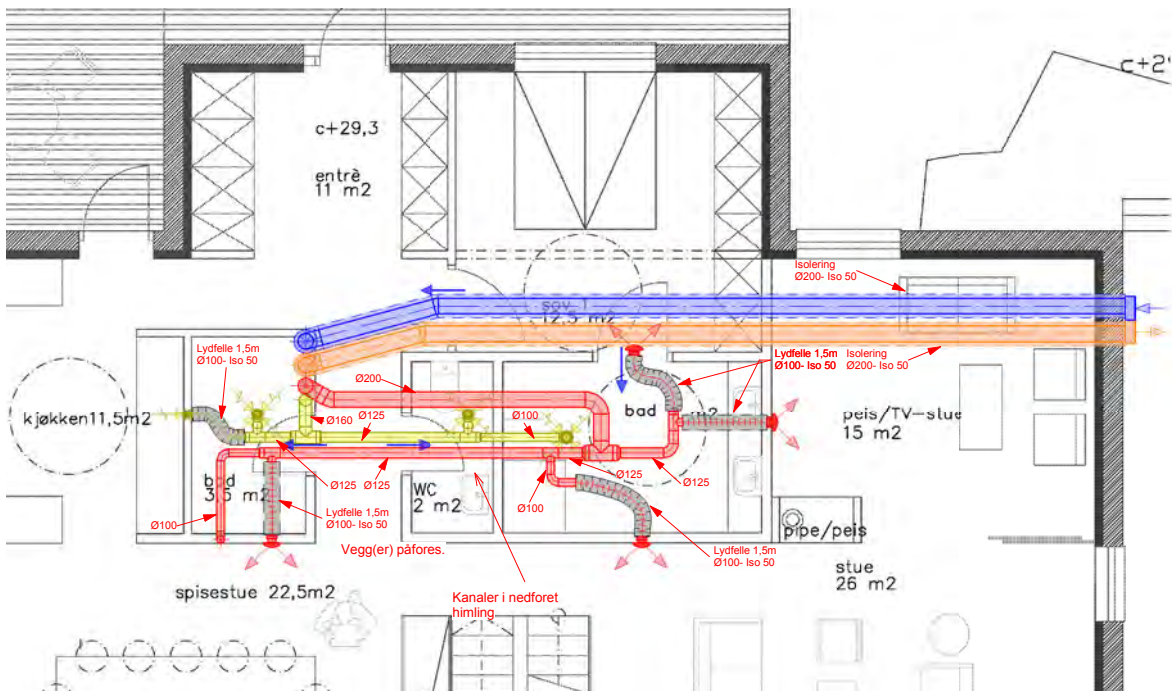


Innebygde ventilasjonskanaler i 2. etg

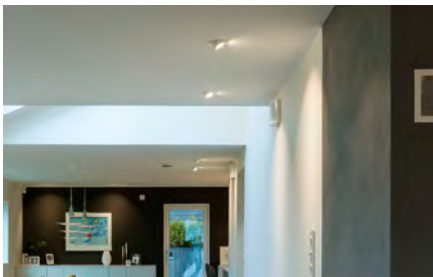
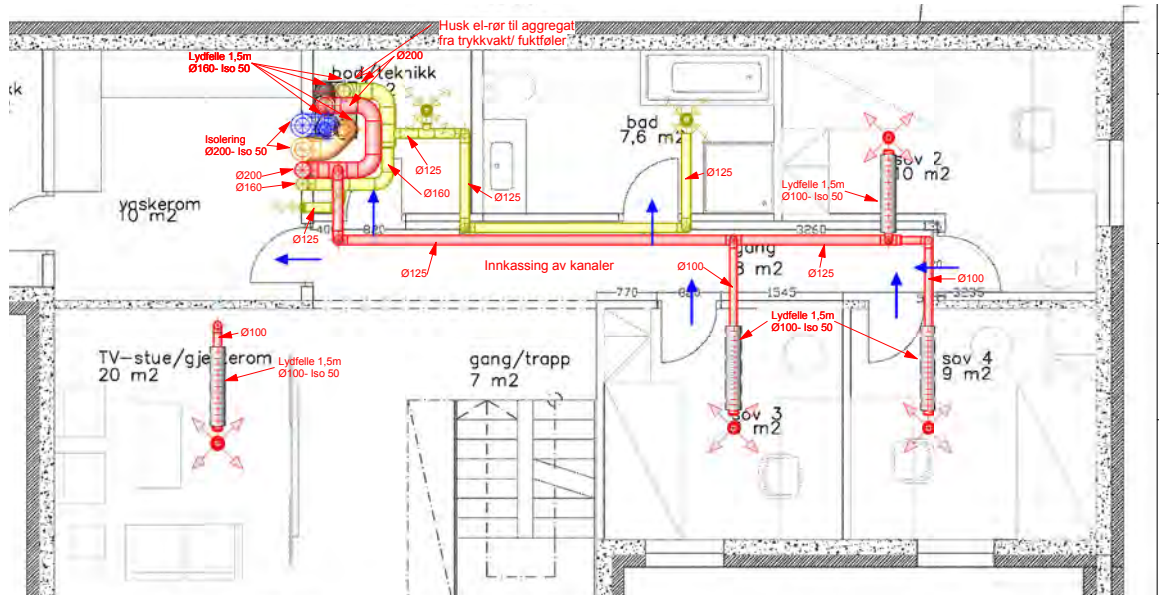
Tegning av ventilasjonsaggregat fra Flexit og kanalføringer i huset på Hjellevad (Flexit). Plassering av ventilatorer og lydfeller er markert. I tillegg er luftmengdene spesifisert. På Hjellevad er kanalene nedfret i en midtseksjon gjennom lengderetningen av huset i første etasje, og innkasset gjennom gangen i kjeller til de går på tvers i bjelkelaget fram til soverommene. Avtrekk fra våtrom er ført på samme måte i kjeller.



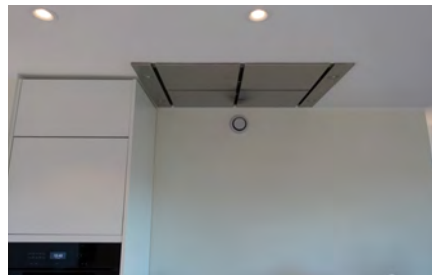
Plan ventilasjon hovedetasje



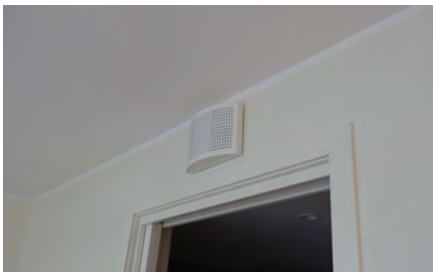
Ventilasjon og plassering av aggregat i underetasje.



Veggmonterte tilluftsventiler i stue og kjøkken fra nedføret midtseksjon.



Avtrekk på kjøkken til normalventilasjon og kjøkkenvifte.



Tilluftsventil på soverommet, kanal i nedføret himling på bad.



Avtrekk og fuktssensor på baderom.



Ventilasjonssaggregatet kontrolleres.



Rør i åpent dekke.

7 Kostnader for oppgradering

I SEOPP var byggmestrene og arkitektene valgt i utgangspunktet og budsjettet var fastsatt. Omfattende rehabilitering både innvendig og utvendig var ønsket. For begge demo-husene var budsjettet stort nok for en omfattende oppgradering, men det var helt nødvendig å foreta prioriteringer for å holde budsjettene. Både i forhold til økonomien og i forhold til miljøet var det et mål å endre minst mulig og gjenbruke mest mulig. Byggmestrene var med på å foreslå og prioritere løsninger innenfor den tilgjengelige kostnadsrammen. Kostnader for energioppgraderingen ble i første runde beregnet av Unikus, et arkitekt- og ingeniørkontor i Mestergruppen som bl.a. kalkulerer prisgrunnlag for byggmestere i Mesterhuskjeden. Unikus brukte kalkulasjonsprogrammet "Byggassistenten", hvor kalkylene er basert på erfaringstall. Byggmestrene justerte tallene i forhold til egne erfaringer og lokale forhold. Grunnlagstallene fra Unikus var delt opp på komponentnivå (f.eks. vindusinnsetting med fôring og listing i trevegg eller betongvegg, eller tilleggisolering av tak med påføring, isolasjon, undertak, lekter, tekning, beslag, takrenner osv.), men inkluderte ikke innvendige arbeider eller tid som ville gå med til riving og tilpasninger til skjevheter i eksisterende konstruksjoner. Byggmestrene beregnet de totale kostnadene og kom med forslag til forenklinger.

Usikkerhet ved beregning av kostnader for rehabilitering

Kostnadene for en byggmester avhenger ikke bare av gode avtaler på materialer, men også av effektiv arbeidsutførelse. Et riktig overslag på timebruken er nødvendig for å treffe riktig pristilbud. I rehabiliteringsprosjekter er timebruken utfordrende å beregne nøyaktig. Grunnlaget i kalkyleverktøyene er basert på tall for nybygg. For rehabiliteringsprosjekter er det nødvendig med en grundig gjennomgang av hva som skal endres og tilpasses, og hva som er usikkert. Hvor mye tid vil gå med til opprettinger og skjøter mellom gammelt og nytt? Når tømmerne skal legge nytt gulv, eller bytte en dør, må først det eksisterende rives. Dersom det er skjevheter, må det brukes tid til oppretting, og deretter er arbeidet det samme som for et nybygg. Behov for endringer og tilpassninger må vurderes for eksisterende konstruksjoner. Det kan for eksempel være betongsaging av åpning for nytt eller større vindu i kjeller, forlengelse av pipe, eller flytting av takstoler for å få plass til en innfelt kjøkkenvifte, nytt pipeløp eller takvinduer.

Det er også viktig å spesifisere hva som er inkludert og hvor det er risiko i tilbudet. Når konstruksjoner åpnes, kan man oppdage at det må gjøres utskiftninger som ikke var medregnet. Det kan for eksempel være dårlig eller manglende dampspærre, dårlig eller mangelfull isolasjon eller trevirke med råteskader. Når arbeidet kommer i gang, kan man komme fram til at man vil skifte mer av innvendige overflater enn det som var planlagt, for eksempel der nye vinduer får en ny størrelse. Derfor er det svært viktig å sette av en pott med penger til dekning av uforutsette kostnader, og muligheter for tilvalg og endringer som avdekkes når arbeidet er i gang.

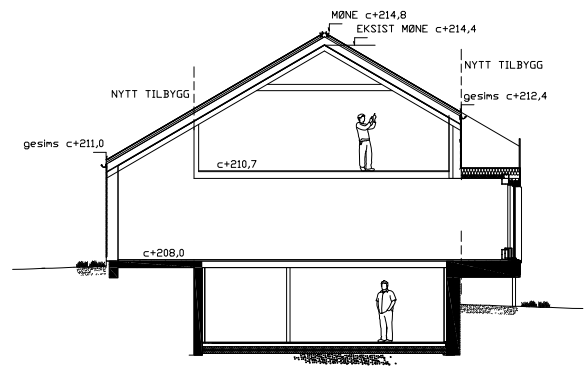
SEOPP demo-husene på Årvoll og Hjellevstad

Begge boligeierne hadde faste budsjetttrammer for oppgraderingsprosjektene. For begge prosjektene var det første kostnadsestimatet for høyt, og prosjektene måtte forenkles. Selv om kostnadene etterhvert var godt gjennomarbeidet, ble det tatt høyde for tilleggskostnader. Tilleggene ble avtalt underveis med et eget regnskap for å holde oversikt over hva de totale kostnadene ville ende på. Deler av kostnadene som er vist under, ble dekket av forskningsprosjektet SEOPP. Det gjaldt deler av arkitekthonoraret, sponing av byggmestertimer og sponing av byggematerialer fra industripartnerne i prosjektet. Støtte fra Enova og Klima- og energifondet i Oslo dekket 146 500 NOK av de endelige kostnadene for Årvoll. Støtte fra Enova dekket 148 000 NOK av de endelige kostnadene på Hjellevstad.

Budsjettet for Årvoll var 3,5 MNOK inklusive mva. Den endelige kostnaden ble 3,9 MNOK på grunn av tilvalg og uforutsette kostnader. Omfanget av tilbyggene på sørsiden og nordsiden ble diskutert gjennom budsjetttrundene mellom boligeier, arkitekt og byggmester. Med innredningen av kjelleren ble det mindre bodplass. Derfor ble det diskutert å utvide kjelleren under tilbygget på nordsiden (inngangsparti og nytt bad). På sørsiden, der balkongen ble innbygget i stua, var det også i et tidlig forslag tegnet utvidelse av kjelleren. Resultatet av diskusjonen ble at grunnarbeidene for utvidelse av kjelleren ville gi svært dyre kvadratmeter som ikke kunne prioriteres innenfor budsjettet. Noen forenklinger som ble gjort av praktiske årsaker, var at planløsningen i kjelleren ble tilpasset en midtre bærevegg og at vindusfasaden i stua ble delt opp i flere mindre felter som til sammen ble billigere enn en stor tofelts skyvedør, eller en enda dyrere foldedør.

I det endelige tilbudet var det knyttet usikkerhet til prisingen av utgravingen av gulvet i kjelleren i forhold til hvor harde utgravingsmassene var, nærhet til grunnfjell og hvor mye som kunne graves ut. På utvendig side var det usikkerhet rundt senkning av drensledning som måtte tilkobles med fall mot nabo, og hvilke tilpasninger som måtte gjøres for vann- og avløpsledningen. I prosjektet påløp det avtalte tilleggskostnader til flytting av vann og avløp, og inntakskabel til sikringskap. I utarbeidelsen av prosjekttilbudet ble det diskutert hvilke overflater på gulv og vegger som kunne beholdes i hver etasje. Avtalte tillegg omfattet for det meste endringer i forhold til opprinnelige planer eller valg av materialer som kostet mer enn standard kvalitet. Noen eksempler er at opprinnelig innvendig panel skulle bevares i stua, men fordi noen vegger måtte kles med gipsplater på grunn av brannregler, ble alle veggene i stuen kledd med nye gipsplater. Ved installering av balansert ventilasjon ble himlingen nedfôret i gangen i første etasje og innfelte downlight ble en tilleggskostnad. Det nye inngangspartiet med stor takhøyde og med takvindu ble påkostet kledning av kryssfinerplater på den store veggen. I andre etasje ble det lagt parkett på alle gulvene, noe som førte til tilleggskostnader for å rette opp skjevheter i de gamle gulvene. På bad og toalett i andre etasje ble takhøyden endret. Dette var en mulighet som dukket opp i forbindelse med at takvinduene ble installert. Kostnadene til elektriker og rørlegger ble noe høyere enn opprinnelig spesifisert som følge av ekstra leveranser. En annen mulighet som ble oppdaget, var å lage et lagerrom over det nye badet i første etasje med åpning fra trappa.

Budsjettet på Hjellesstad var 3,3 MNOK inklusive mva., den endelige kostnaden ble 3,8 MNOK. Av kostnader for endringer som ble diskutert mellom arkitekt, byggmester og boligeier handlet også her mye om planløsningen og rommene i kjelleretasjen. I første etasje gjorde endringene av planløsning, med flytting av kjøkken og bad, at det meste måtte bygges opp på nytt innvendig. Dette var det kalkulert for i tilbudet. Rominndelingen i kjeller ble tegnet flere ganger for å finne en løsning med minst mulig flytting av eksisterende vegger. Det handlet blant annet om hvor trappa skulle stå og hvilke innervegger som kunne beholdes som de var. Rommene i kjelleren mot terreng beholdt i stor grad den samme inndelingen, men det ble plass til et soverom og baderommet ble oppgradert. Ventilasjonsanlegget ble

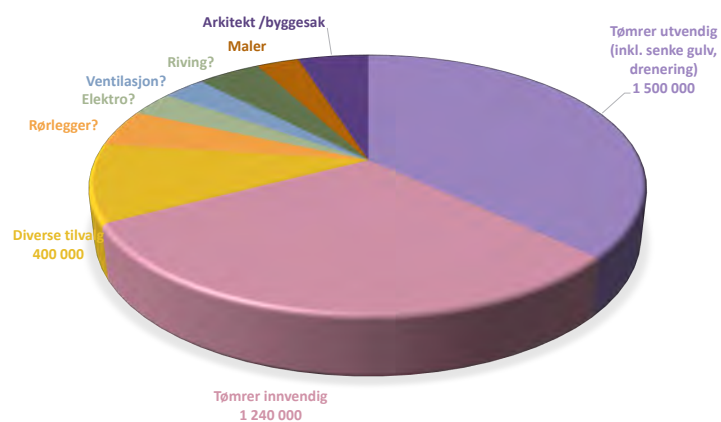


Snitt viser tilbyggene på nordsiden og sørsiden, utvidelse av kjeller under tilbyggene ble vurdert som for kostnadskrevenende.

plassert i en eksisterende bod og vaskerommet ble beholdt som det var. Siden rommene i kjeller var blitt innredet i flere omganger, fant man ut at det var ulike nivåer på gulvene og forskjell på hvordan kjellerveggene var isolert. Det var ikke planlagt å gjøre noe med kjellergulvet, men det ble endret for å få samme nivå på gulvene i kjeller. Avretting av kjellergulvet var et av tilleggsarbeidene som ble avtalt underveis i byggefasen. Andre tillegg handlet i stor grad om høyere kvalitet på materialer enn først kalkulert, som oppgradering av standard på gulv, trapper og kjøkken. Andre årsaker til merkostnader utover prosjekttilbudet, var varme i gulv og styringssystem, styring av takvindu, oppgraderinger av rørleggerarbeider og leveranser fra elektriker.

Estimerte kostnader for SEOPP-husene var forholdsvis grundig beregnet, men de endelige kostnaden ble likevel høyere. Mens de første estimatene fra kalkyleprogrammet "Byggassistenten" var spesifisert på komponentnivå, ble de endelige kostnadene ikke spesifisert like oppdelt ved fakturering. Beskrivelsen av kostnadene i tabellen nedenfor er derfor overslag som delvis bygger på detaljerte kalkyler og delvis på endelige fakturerte kostnader. Fordelingen på de ulike posten er erfaringsbasert der hvor spesifiserte kostnadstall mangler. Påslag til rigg og drift er fordelt flatt over innvendige og utvendige tømmerarbeider. Kostnadene viser en fordeling som kan brukes som et eksempel i tidligfaseplanlegging og ved vurdering av om oppgradering av en bolig skal deles opp i flere faser. Disse kostnadseksempelene kan ikke brukes direkte som grunnlag for beregning av kostnader for andre lignende boliger.

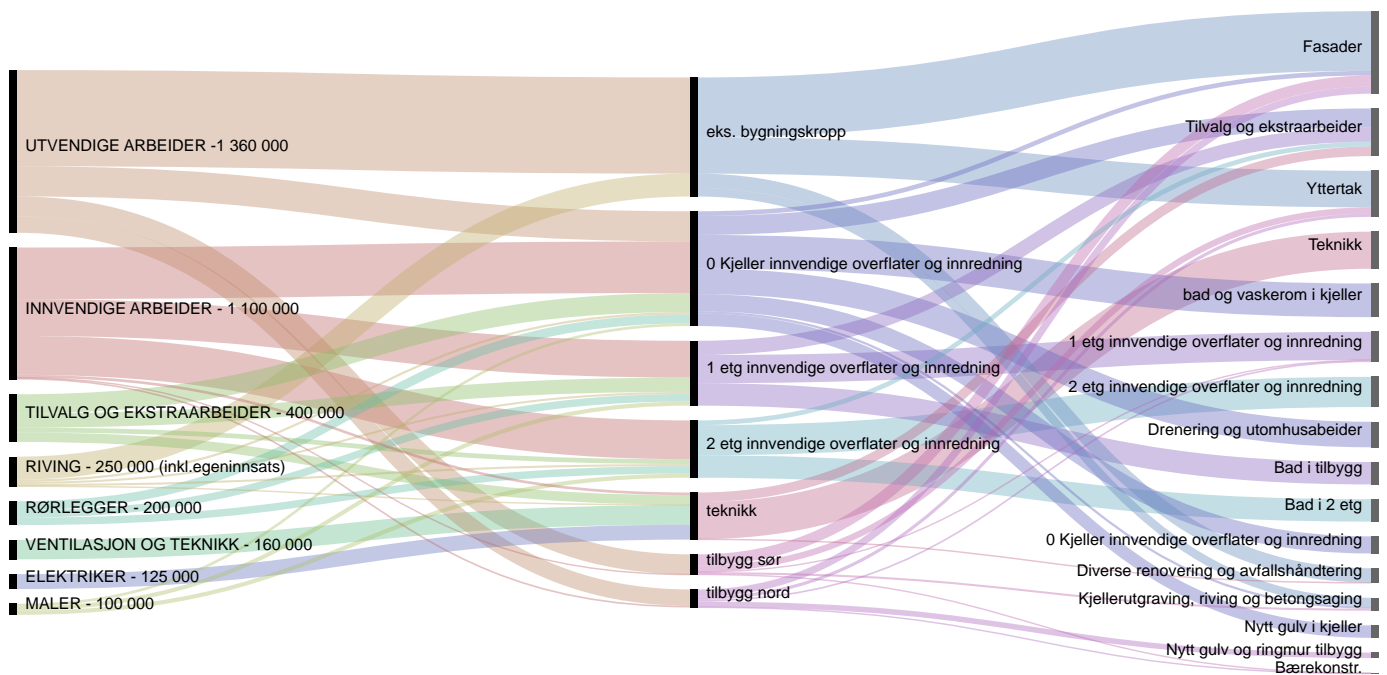
| Årvoll | |
|---|-----------|
| Byggekostnader | 2 790 000 |
| Tilvalg | 320 000 |
| Totalt ekskl. mva. | 3 110 000 |
| 25 % mva. | 780 000 |
| Totalt inkl. mva. | 3 890 000 |
| RIB, Arkitekt, anslått til 5 % | 200 000 |
| | |
| Enova støtte | |
| Omfattende oppgradering | - 125 000 |
| Balansert ventilasjon | - 20 000 |
| Utskifting av vedovn (Energifondet, Oslo) | - 1 500 |
| Prosjektkostnad inkl. mva. | 3 944 000 |
| | |
| Kvadratmeterpris (175 m ²) | 22 540 |
| | |
| Finansiering | |
| Leieinntekter kjeller (per mnd.) | 10 000 |
| Kjøpesum i 2011 | 5,4 MNOK |
| Kostnad for oppgraderingen | 3,9 MNOK |
| Forhåndstakst for å få lån til oppgraderingen | 9,5 MNOK |
| Takst i 2016 etter oppgraderingen | 10,5 MNOK |



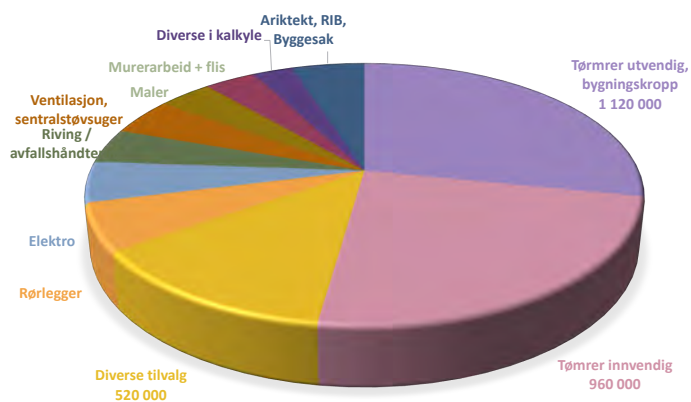
Fordeling av byggekostnader

| Årvoll | |
|---|-----------|
| Tømrer utvendig (inkl. senning av gulv) | 1 500 000 |
| Tømrer innvendig (inkl. murerarbeid + flis) | 1 250 000 |
| Diverse tilvalg | 400 000 |
| Rørlegger | 190 000 |
| Elektro | 130 000 |
| Ventilasjon | 120 000 |
| Riving/avfallshåndtering | 180 000 |
| Maler | 120 000 |
| Arkitekt, RIB, Byggesak | 200 000 |
| SUM | 4 090 000 |
| Enova støtte til omfattende oppgradering | -125 000 |
| Enova støtte til ventilasjon | -20 000 |
| Energifondet Oslo, støtte til ny vedovn | - 1 500 |

Kostnader fordelt på bygningsdeler



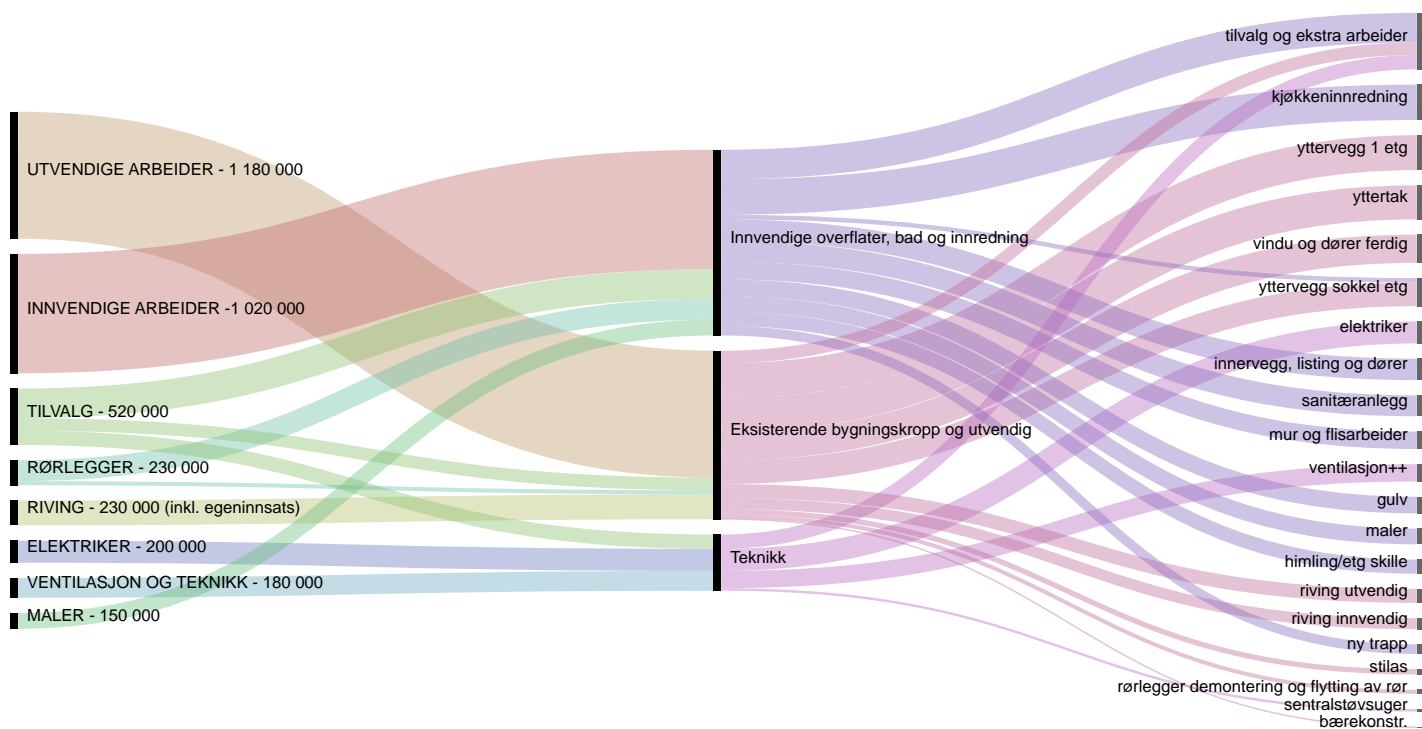
| | |
|---|-----------|
| Hjellestad | |
| Byggekostnader | 2 610 000 |
| Tilvalg | 420 000 |
| Totalt ekskl. mva. | 3 030 000 |
| 25 % mva. | 760 000 |
| Totalt inkl. mva. | 3 790 000 |
| RIB, Arkitekt, anslått til 5 % | 200 000 |
| | |
| Enova støtte | |
| Omfattende oppgradering | - 125 000 |
| Balansert ventilasjon | - 20 000 |
| Varmestyringssystem | - 3 000 |
| Prosjektkostnad inkl. mva. | 3 840 000 |
| | |
| Kvadratmeterpris (218 m ²) | 17 620 |
| | |
| Finansiering | |
| Kjøpesum i 2011 | |
| Kostnad for oppgraderingen | |
| Forhåndstakst for å få lån til oppgraderingen | |
| Takst i 2016 etter oppgraderingen | |



Fordeling av byggekostnader

| Hjellestad | |
|--|-----------|
| Tømrer utvendig, bygningskropp | 1 120 000 |
| Tømrer innvendig | 960 000 |
| Diverse tilvalg | 520 000 |
| Rørlegger | 230 000 |
| Elektro | 200 000 |
| Riving/avfallshåndtering | 170 000 |
| Ventilasjon, sentralstøvsuger | 180 000 |
| Maler | 150 000 |
| Murerarbeid + flis | 140 000 |
| Diverse i kalkyle | 110 000 |
| Arkitekt, RIB, Byggesak | 200 000 |
| SUM | 3 980 000 |
| Enova støtte til omfattende oppgradering | -125 000 |
| Enova støtte til ventilasjon | -20 000 |
| Enova støtte til varmestyringssystem | -3 000 |

Kostnader fordelt på bygningsdeler



8 Oppsummering

Hovedmålet for forskningsprosjektet SEOPP var å utvikle metoder og konsepter for systematisk energioppgradering av småhus bygget i perioden 1960-1990 til samme nivå som nye boliger eller bedre. Prosjektet skulle bidra til at huseiere vil rehabilitere sine småhus til ambisiøst nivå for energisparing og at rehabiliteringsmarkedet for småhus løftes til å bli en attraktiv arena for profesjonelle aktører i byggenæringen. Forskningsprosjektet hadde fire arbeidspakker: Boligeieres beslutningsprosesser i oppgraderingsprosjekter (1), Energiplaner og oppgraderingskonsepter (2), Nasjonale målsettinger og konsekvenser for komponentkrav, energiplaner og rehabiliteringsrate (3), og Demonstrasjonsprosjekter (demo-hus) (4), som denne rapporten handler om. Formålet med å bygge demo-hus var å vise at gamle hus kan bli like gode som nye med hensyn til energibruk, komfort og arkitektur. De to demo-husene var typiske for perioden og de to familiene hadde ønsker og behov for oppgraderingen som mange kan kjenne seg igjen i. De ferdige demo-husene viser at det er mulig å oppgradere eldre hus til samme standard som nye hus både når det gjelder energibehov, bokvaliteter, tilgjengelighet og arkitektonisk uttrykk. Undersøkelsen av boligeiernes beslutningsprosesser i oppgraderingsprosjekter (Thomsen, mfl. 2014) viste at mange har behov for informasjon og gode råd. Tett samarbeid mellom boligeier, arkitekt, byggmester og energirådgiver sikret de gode resultatene for demo-husene i SEOPP.

- Gamle hus kan bli like gode som nye med hensyn til energibruk, komfort og arkitektur.
- Kostnadene for utvendig og innvendig oppgradering var omtrent like store.
- Tettheten ble forbedret med mer enn 60 %, men som for de fleste hus kunne ikke alle bygningsdeler tettes til samme nivå som for nye hus.
- Prefabrikking av elementer for oppgradering viste seg å være mer komplisert enn forventet i starten av prosjektet.
- Støtten fra Enova med definerte krav viste seg å være avgjørende for oppnåelsen av energireultatene.

Undersøkelsen viste også at høye kostnader er en viktig barriere for å sette i gang med en ambisiøs energioppgradering. SEOPP-husene gjennomgikk en omfattende rehabilitering både utvendig og innvendig, og husene ble nesten som nye. Kostnaden ble betydelig lavere enn å rive og bygge nytt, men ble noe høyere enn budsjettet. En viktig erfaring er at det er nødvendig å ha en budsjettpost for uforutsette utgifter. Rehabilitering vil alltid være forbundet med noe usikkerhet fordi enkelte utfordringer kun kan avdekkes etter at konstruksjonen er åpnet. Videre vil det ofte dukke opp nye muligheter og ønsker, gjerne forbundet med uforutsett nødvendig arbeid underveis i byggeprosessen. Oppgradering til samme standard som nye bygg koster mye når alle bygningsdeler må forbedres. Det er spesielt isolering av gulv på grunnen, grunnmur mot terreng av fast fjell og tilpasning til nabobygg som er utfordrende. Utskifting av bygningsdeler der levetiden ikke er utløpt, er problematisk både i forhold til økonomi

og miljøhensyn, men kan likevel lønne seg når en omfattende oppgradering først er i gang. Kostnadene for utvendig og innvendig oppgradering var omtrent like store. Nye, effektive løsninger for etterisolering av veggene ble testet ut. Disse løsningene har potensial for å bli kostnadseffektive når det blir mer vanlig å bruke disse. Mange prioriterer å oppgradere inne, med nytt kjøkken, nytt bad og nye gulv og andre nye overflater. Oppgradering utvendig av tak, vegger og grunnmur blir sjelden gjennomført til samme nivå som dagens forskriftskrav. Dagens praksis ved etterisolering er, ifølge de to byggmestrene som deltok i prosjektet, fem eller ti cm tilleggsisolasjon i vegger og 10 cm tilleggsisolasjon på tak eller 15 til 20 cm innblåst isolasjon på loftet. Byggmestrene i SEOPP mener at mer tilleggsisolasjon er uproblematisk å bygge fram til et praktisk gjennomførbart nivå, det er kun materialkostnadene som blir høyere. Utnyttingsgraden for tomte og regulerte mønehøyder kan imidlertid være avgjørende for hva økt tykkelse på vegger og tak kan ende på. Brannklassen for en bolig endres også når avstanden til nabobygning blir mindre enn 8 meter. Dette må også tas med i vurderingen av isolasjonstykkelser og endelig ambisjonsnivå.

Prefabrikking er ofte foreslått som en mulighet for rask og kostnadseffektiv rehabilitering, men det finnes lite erfaring. Prefabrikking ble vurdert for demo-huset i Bergen, men beliggenheten med smale boligater, økonomien i prosjektet, valg av løsninger og tidsrammen for prosjektet var årsaker til at det ikke ble gjennomført. Oppforet trestak var først planlagt. Det kunne bygges som elementer, men en løsning med innblåsing av isolasjon på loftet ble valgt fordi det ble betydelig billigere.

Et sentralt spørsmål ved elementbygging for småhus er hvor stor del av den ferdige bygningsdelen elementene skal inneholde for at prefabrikking skal være effektivt og praktisk mulig. Skal vinduer og kledning være en del av elementet eller monteres på byggeplassen? Hvor store elementer som kan fraktes på små boligater og hvor store kraner som må brukes, er begrensninger som må vurderes.

To barrierer for prefabrikking av etterisolerings-elementer er beregning av kostnader og forventet etterspørsel. Kalkuleringsverktøyene som brukes for å beregne pris, bygger på erfaringstall og er ikke tilpasset beregning av lønnsomheten ved nye og

arbeidsbesparende metoder. Tidsestimeringen av arbeid i rehabiliteringsprosjekter er i utgangspunktet usikre. Det kreves dessuten et visst volum for å få nytte av prefabrikasjon, og rehabiliteringsprosjektene krever ofte spesielle løsninger. Borettslag med mange småhus som skal oppgraderes samtidig, er trolig mer aktuelt enn en enkelt enebolig. Situasjonen i dag er at hver gang man oppgraderer et hus, gjøres det på en ny måte. Systematisering av rehabiliteringsprosjekter kan være en løsning for raskere og mer kostnadseffektive løsninger. Oppbygging av elementer og bygningsdeler kan for eksempel være ferdig sammensatt som fag i kalkuleringsverktøyene. Et mål kan være å utvikle kalkuleringsverktøy hvor utførende kan slå opp og finne energirehabilitering av en vegg på et 70-tallshus, med mengder, materialister, tidsforbruk og kostnader.

Begge SEOPP-husene ble trykktestet og termografert før og etter oppgraderingen. Tettheten ble forbedret med 60 %, fra 5, 6 til 2,5 luftvekslinger per time ved 50 Pa trykkforskjell mellom ute og inne for huset på Årvoll, og fra 5,4 til 2,0 luftvekslinger per time for huset på Hjeltestad. Dette er innenfor TEK10-kravene til nye boliger som gjaldt under prosjekterings- og byggeperioden (minstekravet var 3,0 og krav i tiltakslisten var 2,5). Strengere energikrav trådte i kraft 1.1.2016, med ett års overgangsperiode slik at minstekravet for nye boliger nå er 1,5 luftvekslinger per time og kravet i tiltakslisten er skjerpet til 0,6 luftvekslinger per time. Forbedringen av tettheten ble bra. Boligeierne på Årvoll opplever ikke lenger trekk, og de føler at huset er blitt tett og at det er lett å holde varmen. Bildene fra termograferingen på Årvoll viser luftlekkasjer i overgangen mellom grunnmur og bunnsvillen i det nye isolasjonssjiktet. Dette er et sårbar punkt ved rehabilitering. Sammenføyninger mot nabo huset har også noen områder som var vanskelig å tette. På Hjeltestad viser bildene luftlekkasjer i etasjeskillet mot bakveggen i sokkelen hvor det ikke var mulig å komme til med tilleggsisolering og tetting. Resultatene fra tetthetsmålingene på begge husene viser typiske situasjoner ved oppgradering som det vil være nødvendig å ta hensyn til ved utforming av støtteordninger og eventuelt ved innføring av forskriftskrav til oppgradering. Mange småhus som skal oppgraderes vil ha bygningsdeler som ikke kan tettes like godt som nye hus.

Mål om ambisiøs energioppgradering av boliger er begrunnet med nasjonale mål om å redusere klimagassutslippene. I følge Arnstad-utvalgets rapport fra 2010 er potensialet for energisparing i den eksisterende bygningsmassen 40 TWh totalt og 15 TWh for eksisterende boliger (Klinski, mfl. 2017). Dette kan gjennomføres innen 2040 med en rehabiliteringsrate på 1,5 % (rehabilitering til forskriftsnivå) og en enøk-rate på 2 % (energitiltak som reduserer energibruken med 20-30 %). For å ta ut dette potensialet må boliger bygget før 1990 oppgraderes til samme nivå som dagens nye boliger bygget etter kravene i TEK10, og med enda høyere ambisjoner etter hvert som forskriften for nybygg endres til nullenerginivå og pluss hus. Foreløpig er det lite som tyder på at dette vil skje av seg selv uten offentlige insentiver og støtteordninger. Enova har gjennom Enova-tilskuddet et omfattende støtteprogram for energisparing i boliger. I 2016 benyttet 200 boligeiere seg av støtte til omfattende oppgradering til dagens energinivå. Det er en betydelig økning fra året før, men i forhold til antall eneboliger bygget før 1990 (om lag 900 000 boliger) var det en liten andel som gjennomgikk en omfattende oppgradering med støtte fra Enova i 2016. I tillegg ble det gjennom Enova-tilskuddet gitt 6 270 tilskudd til andre energitiltak i 2016. Fordelt på antall småhus bygget før 1990 (1,2 millioner) utgjør det en enøk-rate på ca. 0,5 %. I følge Enovas rapport Rehabilitering og energioppgradering av boliger, drøfting av begreper og måling av omfang (Bjørnstad, 2015) er rehabiliteringsraten 2 % for norske boliger, men kun 1 %, eller bare halvparten av alle oppgraderinger, resulterer i redusert energibruk.

Tilskuddet fra Enova til oppgradering av bygningskroppen var et viktig mål i planleggingsprosessen for SEOPP-husene. Tydelig definerte mål for energinivået og et betydelig støttebeløp var viktig å forholde seg til både for boligeier, energirådgiver, arkitekt og byggmester. Det var diskusjoner om hvilket av de tre støttenivåene som kunne oppnås innenfor rammene i prosjektet, men det var alltid klart at prosjektet skulle ende på et nivå som utløste støtte. Støtten fra Enova er et tydelig signal til boligeiere og byggebransjen om hvordan folk bør rehabilitere husene sine.

For å nå målene for energisparing i eksisterende boliger må støtteordninger og andre insentiver videreutvikles og intensiveres i lang tid framover. Forslag om energikrav

i byggeteknisk forskrift ved rehabilitering har vært foreslått av mange, men det har vært vanskelig å finne en gjennomførbar modell for dette. En «frivillig rehab. tek» med tydelige anbefalinger som er samkjørt med støtte fra Enova, vil kunne forsterke myndighetenes signaler om forventninger og anbefalinger til rehabilitering av bygningsmassen. Økt kunnskapsnivå og holdningsendring er insentiver som støtter opp om det samme målet. Forbildeprosjekter som de to SEOPP-husene skaper positiv oppmerksomhet. De to demo-husene har fått mye omtale i aviser og fagtidsskrift, antagelig fordi det estetiske uttrykket er betydelig hevet både innvendig og utvendig. Det er lett å spre kunnskap om gode forbildeprosjekter som er utformet slik mange ønsker at huset skal se ut.

Råd til byggmester, arkitekt eller energirådgiver som får spørsmål om å bistå i en oppgraderingsprosess:

- Snakk med boligeier om mål, budsjett og prioriteringer.
- Motiver til energioppgradering til samme nivå som for nye bygg.
- Engasjer en energirådgiver for å lage en plan for oppgradering til et nivå som sikrer støtte fra Enova og grunnlån fra Husbanken.
- Engasjer en arkitekt til å utarbeide en idéskisse med en helhetlig vurdering av boligen.
- Vurder om arkitekten skal gå videre og utarbeide arbeidstegninger og bistå med byggesak mot kommunen.
- Byggmester og boligeier og eventuelt arkitekt må bli enige om budsjett, prioriteringer og hvordan tilleggskostnader skal håndteres.

Yngve Kvalø, Ratio Arkitekter



Referanser:

Bergseth M. (2015) *Frå 80-talshus til passivhus, Sluttrapport til Husbanken*, ISBN:978-82-999528-1-1

Bjørnstad E (2015). *Rehabilitering og energioppgradering av boliger. Drøfting av begreper og måling av omfang.* Trondheim, Enovarapport 2015:10

Klinski M, Hauge ÅL, Godbolt ÅL, Skeie KS. *Energioppgradering av norske boliger – Evaluering av scenariorapporter og forslag til virkemiddel. ZEB Prosjektrapport og SEOPP rapport, under utgivelse, 2017. ISBN 978-82-14-06114-7*

Lien AG, Skeie KS, Hagen K, Grønli Ø. *Energy upgrading of residential buildings from the sixties, seventies and eighties with improved architectural quality. In: Proceedings of World Sustainable Building conference, 28th-30th October 2014, Barcelona, Spain. ISBN:978-84-697-1815-5*

Lien AG, Skeie KS, Bjaanes E, Hagen K, Kvalø Y. *Oppgradering av et 60-tallshus og et 70-tallshus. SINTEF fag 42, 2017, ISBN 978-82-536-1531-8*

Skeie KS, Kleiven T, Lien AG, Risholt B. *Energiplan – tre trinn for tre epoker, Systematisk energioppgradering av småhus – SEOPP, SINTEF fag 25, 54 sider, 2014, ISBN: 978-82-536-1402-1*

Thomsen J, Hauge ÅL. *Boligeieres beslutningsprosesser ved oppgradering, Systematisk oppgradering av småhus – SEOPP, SINTEF fag 20, 33 sider, 2014, ISBN: 978-82-536-1400-7*

OPPGRADERING AV ET 60-TALLSHUS OG ET 70-TALLSHUS

Hvordan oppgradere et tidstypisk småhus fra 60-, 70-, og 80-tallet til høyere energistandard og samtidig omskape huset til moderne arkitektur med bedre boligkvaliteter?

Rapporten sammenfatter prosjektet SEOPP – Systematisk oppgradering av småhus fra 1970 til 1990. To demo-hus er omfattende rehabilitert og dokumentert under planlegging, bygging og som ferdige hus i ny, moderne drakt. Illustrasjoner og faktabeskrivelser gir råd og inspirasjon til de som skal planlegge slik rehabilitering – fra huseiere til arkitekt og byggmester. Erfaringer er blant annet:

- Oppgradering kan gi bedre arkitektur, mer praktisk og tilgjengelig planløsning, mer dagslys, mindre energibruk, økt komfort.
- Kostnadene blir lavere enn ved å rive og bygge nytt.
- Tilskudd fra Enova er viktig og et samfunnsmessig signal om hvordan oppgradere.
- Gode resultater krever tett samarbeid mellom boligeier, arkitekt, byggmester og energirådgiver.