



Passivhus Norden 2009

27-29 April 2009

Göteborg, Sverige

## Myhrerenga borettslag: Ambisiøs rehabilitering av 1960-talls blokker med passivhuskomponenter

*Dokka, Tor Helge, Dr.ing,  
SINTEF Byggforsk;  
tor.h.dokka@sintef.no, www.sintef.no*

*Klinski, Michael, Dipl.-Ing. Architekt,  
SINTEF Byggforsk, tidligere Husbanken;  
michael.klinski@sintef.no, www.husbanken.no*

**NØKKEWORD:** Energi, rehabilitering, passivhus, energisentral, fasader.

### **SAMMENDRAG:**

Myhrerenga borettslag består av 168 leiligheter i sju blokker fra 1967–1968 og har i dag et betydelig rehabiliteringsbehov. Det er i den forbindelse utredet en minimumsrehabilitering av fasader, vinduer og balkonger, som for hele borettslaget er estimert å koste 40 millioner norske kroner (entreprisekost).

Som et alternativ til fasaderehabiliteringen ble det innenfor forskningsprosjektet EKSBO utredet en ambisiøs energirehabilitering med passivhuskomponenter. Denne passivhusrehabiliteringen er kostnadsestimert til 55 millioner kroner for hele borettslaget, det vil si 15 millioner mer enn fasaderehabiliteringen.

Dagens energiforbruk – inkludert all husholdningsstrøm – ligger på 275–300 kWh/m<sup>2</sup>år. Det er beregnet at fasaderehabiliteringen kunne redusere dette til ca. 245 kWh/m<sup>2</sup> år. Med den foreslåtte passivhusrehabiliteringen kunne en derimot komme ned til ca. 80 kWh/m<sup>2</sup>år levert energi. Beregnede totale månedlige kostnader per leilighet, som omfatter faste kostnader, lånekostnader og energikostnader, vil i sum bli ca. er 250–350 kr lavere for passivhusrehabiliteringen enn for fasaderehabiliteringen, på tross av betydelig høyere investeringskostnad.

## 1 Myhrerenga borettslag

Myhrerenga BRL er et borettslag i Skedsmo kommune 15 kilometer øst for Oslo og består av sju like lamellblokker på tre etasjer med uoppvarmet kjeller. Hver blokk har 24 leiligheter; totalt er det 168 fordelt på kun to leilighetstyper: 3-roms på 68 m<sup>2</sup> og 2-roms på 54 m<sup>2</sup>. Blokkene ble oppført i 1967–1968 og har i dag et betydelig rehabiliteringsbehov.



Figur 1: Myhrerenga borettslag: sju lamellblokker og felles fyrhus

## 1.1 Myhrerenga i dag: Skader, dårlig komfort, høy energiforbruk

Bygningene har etasjeskillere og bærende vegger av betong, mens langveggene består av trestenderverk med fasadeplater og delvis bekleddning i tre. Som mange tilsvarende blokker mot slutten av 1960-tallet, er det kun 5–10 cm isolasjon i langveggene, i taket og mot kjelleren. Beboerne antar at gavlveggene ikke er isolert i det hele tatt. Konstruksjonen medfører store kuldebroer ved tilstøtende vegger og etasjeskillere. Alle leiligheter har balkonger, som også medfører varmetap ved overgangen mellom etasjeskiller, vegg og balkong (dette er imidlertid noe mindre enn i andre slike bygg ettersom balkongplata ikke er gjennomgående, men ligger på braketter).

Beboere klager over dårlig inn klima, mye trekk og kalde gulv. Det antas at en del av veggisolasjonen i løpet av tida er falt sammen. Rundt vinduer er det også utettheter, og det er råteskader ved vinduer og balkongdører. Under balkongene er det fuktskader, og i fasadebekledningen er også i dårlig stand.



Figur 2: Eksempler: sprekker i fasaden og råte i vinduskarmer

Leilighetene har mekanisk avtrekksventilasjon. Oppvarmingen og varmtvannsberedning skjer med elektrisk kjel og oljekjel i et felles fyrhus uten individuell forbruksmåling og avregning. Alle rom har radiatorer for vannbåren oppvarming.

I 2007 ble det brukt ca. 275 kilowattimer energi per kvadratmeter oppvarmet bruksareal. Dette varierer noe fra år til år og inkluderer all husholdningsstrøm, som beboerne betaler selv. For noen år siden var energibruken enda høyere, men det er allerede gjennomført noen mindre isolerings- og styringstilstak.

På grunn av de store skadene og det generelle rehabiliteringsbehovet og et ønske om generell utvendig oppgradering, utredet Arkitektskap AS allerede i 2006 og 2007 forskjellige muligheter for fasaderehabilitering [Arkitektskap 2006 og 2007]. Forslagene omfattet også etterisolering og utskifting av vinduer, men det ble ikke foreslått spesielt ambisiøse grep for energisparing. Det samme gjelder en analyse for energiøkonomisering, som ble gjennomført i 2007. Begge utredninger ble ikke sett i sammenheng. Innfor forskningsprosjektet EKSBØ ble det, i etterkant av disse utredningene, utviklet et mer ambisiøst energikonsept (heretter kalt passivhusrehabilitering) som i det følgende beskrives nærmere.

## 2 Energikonsept for passivhusrehabiliteringen

På bakgrunn av det at det allerede var utredet en fasaderehabilitering, inkludert utskifting av vinduer, ble det foreslått et konsept som først reduserte energibehovet i leilighetene mest mulig, og deretter modifiserte varmeanlegget og energiforsyningen slik at det passet den nye varmetekniske tilstanden i blokkene. I tillegg til å redusere energibruken mest mulig, ble også bedre komfort og inn klima, redusert vedlikeholdsbehov og økt verdi for boligene prioritert høyt når energikonsept for rehabiliteringen ble analysert. Økonomi, og ulemper for beboerne ved rehabiliteringen er selvsagt også

viktige forhold ved valg av konsept/tiltak. Ut fra dette ble følgende tiltakskonsept foreslått og analysert:

- Ekstraisolering av yttervegg, gulv mot kjeller og yttertak
- Utskifting av vinduer og balkongdører til såkalt passivhusstandard
- Tiltak for å redusere kuldebroer og luftlekkasjer til et minimum
- Installering av balansert ventilasjon med høyeffektiv varmgjenvinning og lav spesifikk vifteeffekt
- Nytt forenklet varmesystem med 1 radiator pr. leilighet, og individuell energimåling av elektrisitet og varme
- Kraftig modifisering av energisentral basert på en kombinasjon av solfangere og luft-til-vann-varmepumpe

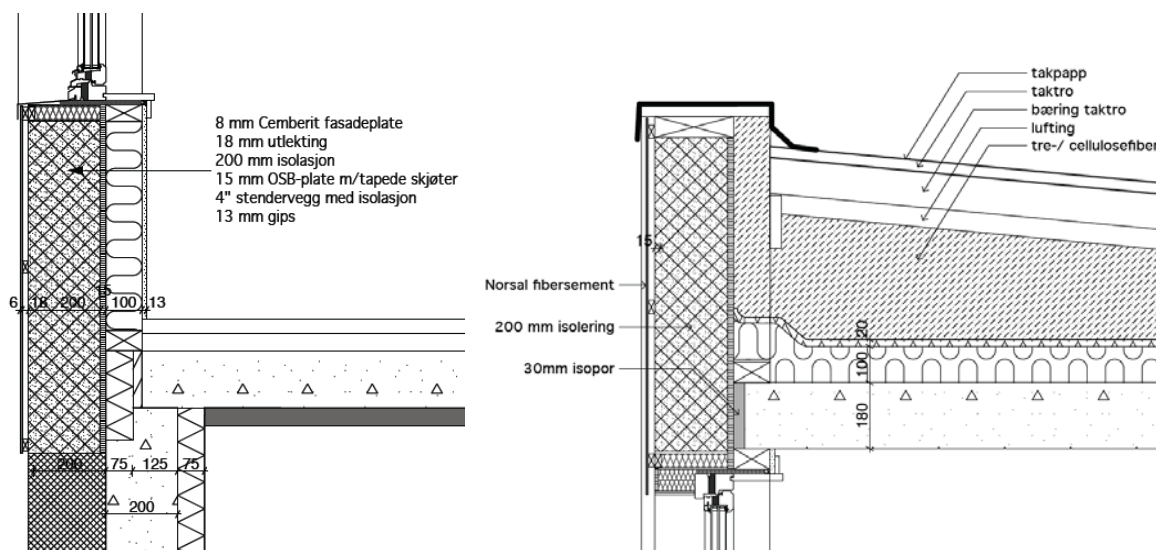
## 2.1 Tiltak bygningskropp

For ytterveggen er det foreslått et relativt nytt fasadeisoleringsystem. Den eksisterende 10 cm isolerte bindingsverksveggen blir påsatt en 18 mm OSB-plate, og utenpå dette blir det påført et 20 cm kontinuerlig isolasjonssjikt. Dette gir en U-verdi på 0.12 W/m<sup>2</sup>K.

I det oppforete tretaket vil det bli blåst inn mellom 15 og 30 cm isolasjon (taket har fall), i tillegg til de 10 cm isolasjonen som allerede er der. Av fukttekniske årsaker vil det bli beholdt et ca. 10 cm luftelag mellom isolasjon og taktro. Takkonstruksjonen vil i snitt få en U-verdi på 0.11 W/m<sup>2</sup>K.

I gulv mot kjeller, som i dag er isolert med 5 cm isopor (EPS), vil det bli lagt på 10 cm støvforseglede mineralullmatter. Disse vil bli skutt, eller limt opp i betonghimlingen. U-verdien vil bli redusert fra ca. 0.60 til 0.24 W/m<sup>2</sup>K.

Alle vinduer og balkongdører vil bli byttet ut med såkalt passivhusvinduer. Disse har trelags glass, to lavemisjonsbelegg, argongass, silikonbasert varmkant(spacer) og isolert karm/ramme. Vinduer og balkongdører vil ha en U-verdi lik eller bedre enn 0.80 W/m<sup>2</sup>K.



Figur 3: Ekstraisolering av yttervegg, yttertak og gulv mot kjeller

Den utvendige kontinuerlige isolasjonen vil langt på vei eliminere kuldebroer på grunn av betongdekker og betongskillevegger. Kuldebroer i forbindelse med balkonger vil bli redusert, men ikke eliminert. Den normaliserte kuldebroen[NS 3031, 2007] er beregnet å bli redusert fra ca. 0.15 til 0.04 W/m<sup>2</sup>K.

Et kontinuerlig lufttettesjikt utenpå isolasjon i fasaden, som tettes mot grunnmur, og mot betongdekke i yttertak, vil redusere luftlekkasjer kraftig. Alle gjennomføringer i klimaskjermen vil bli tettet omhyggelig, og en egen tettemetode rundt vinduer og dører er allerede utviklet, se figur 4. Kravet til lekkasjetall er satt til 0.8 h<sup>-1</sup>.

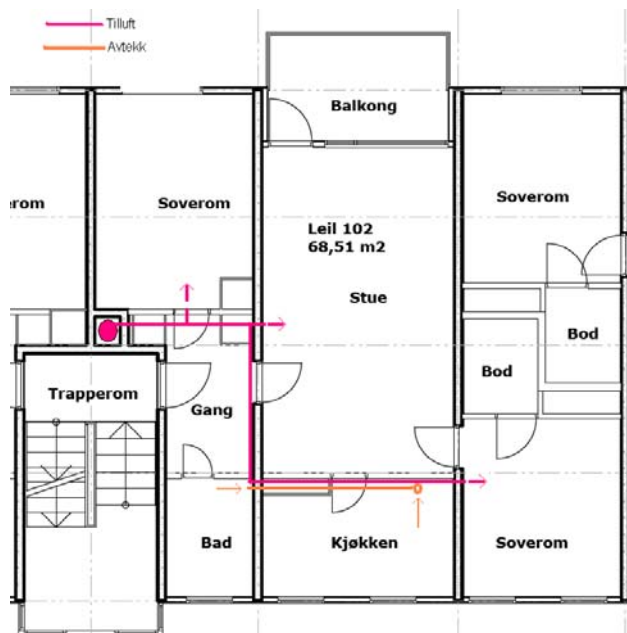


Figur 4: Bildet til venstre viser utviklet tettemetode rundt passivhusvinduer som er plassert mitt i isolasjonssjiktet (fra et annet pilotprosjekt, men med samme isolasjons- og tettemetode planlagt på Myhrerenga). Bildet til høyre viser tetting med nyutviklet mansjettløsning rundt teknisk gjennomføring.

## 2.2 Ventilasjon

Det ble i utgangspunktet utredet et alternativ med individuelle ventilasjonsaggregater for hver leilighet. På grunn av vanskeligheter med å nå passivhuskrav for varmegjenvinning og spesifikk vifteeffekt, særlig på de små to-roms leilighetene, samt mer brukerrelaterte vurderinger som filterskifte og inngrep i leilighetene, ble et alternativ med sentrale ventilasjonsaggregater tatt opp til vurdering. Siden det allerede finnes en eksisterende ubrukt søppelsjakt i hver oppgang, ble det en desentral løsning der ett aggregat pr. oppgang pekte seg ut som en aktuell løsning. For hver blokk vil det da være 4 aggregater på tak, som server 6 leiligheter hver. Både aggregater med roterende gjenvinner, og såkalt motstrømsgjenvinner med optimal frostsikringsløsning, vil kunne møte kravet om varmegjenningsgrad over 80 % , og en SFP-faktor lik eller bedre enn 1,5 kW/(m<sup>3</sup>/s). Endelig valg av aggregatløsning vil bli tatt i detaljprosjektet. Figur 5 viser tenkte kanalføringer for typisk leilighet.





Figur 5: Viser tenkt kanalføring i 3-roms leilighet, med desentral løsning, der gammel søppelsjakt i trapperom brukes som tilluftsjakt.

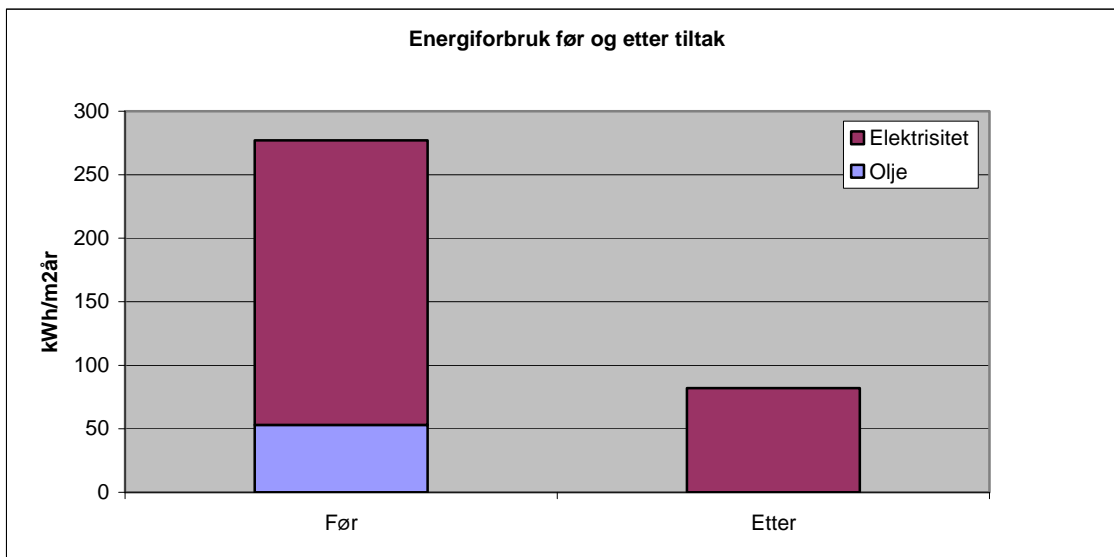
## 2.3 Varmeanlegg og energiforsyning

Med de passive tiltakene beskrevet over, inkludert høyeffektiv balansert ventilasjon, vil varmebehovet i hver leilighet gå drastisk ned. Effektbehovet til oppvarming vil ligge mellom 600 og 1400 W i hver leilighet, noe som enkelt kan dekkes med en radiator i hver leilighet. Meget godt isolerte vinduer som eliminerer kaldrasproblematikk, gjør at radiatoren gjerne kan plasseres sentralt i leiligheten. Både oppvarming (radiator), varmtvannsforbruk (varmt tappevann) og elektrisitet vil bli målt individuelt pr. leilighet, så hver beboer betaler for det de bruker av energi.

Energisentralen er tenkt modifisert kraftig, ved å fjerne oljekjeler, redusere bruken av elkjeler og fjerne de store akkumulatorene som taper mye varme. Et varmforsyningssystem som baserer seg på tre luft-til-vann varmepumper, som reguleres i kaskade, vil dekke det meste av varmebehovet i oppvarmings sesongen. I sommerhalvåret vil vakuumsolfangere, plassert på blokk nærmest energisentralen, dekke det meste av varmebehovet (mest varmt tappevann), og varmepumpene kan slås av. En av elkjelene i energisentralen vil bli beholdt for å ta topplasten, og være backup for varmepumpe og solfanger-systemet. Det kombinerte solfanger- og varmepumpesystemet er planlagt å dekke 80 % av oppvarmingsbehovet og 90 % av varmtvannsbehovet.

## 3 Energibruk, energikostnader og klimagassutslipp

Figur 6 viser målt energiforbruk for 2007 som ligger på ca. 275 kWh/m<sup>2</sup>år. Med tiltakene beskrevet over, er dette simulert til å bli redusert til ca. 80 kWh/m<sup>2</sup>år etter rehabilitering. Med en energipris på 81 øre/kWh (for både el og olje), vil den årlige energikostnaden bli redusert fra ca. 2.5 millioner kroner å året til ca. 720 000 kr i året, dvs. en årlig besparelse på ca. 1.7 millioner kroner i året. Denne reduksjonen av energiforbruket vil også redusere klimagassutslippet med ca. 775 tonn CO<sub>2</sub>-utslipp pr. år.



Figur 6: Energiforbruket målt før tiltak, sammenlignet med simulert energibruk (behov for levert energi, i henhold til NS 3031, [NS 3031, 2007] ) etter rehabilitering.

## 4 Kostnader og lønnsomhet

Tabell 1 viser estimerte ekstrakostnader for de ulike tiltakene utover den opprinnelig planlagte fasaderehabiliteringen. Det er også estimert forventet støtte fra statsforetaket ENOVA, med såkalt forprosjekt-støtte (støtter prosjekter med ambisiøse energimål).

Dette betyr at investeringen for den konvensjonelle fasaderehabiliteringen for en tre-roms leilighet på 68 m<sup>2</sup> blir på ca. 255 000 NOK. Dette øker til ca. 350 000 NOK med den ambisiøse energirehabiliteringen, dvs. investeringen blir betydelig høyere.

Sammenligner vi imidlertid de månedlige utgiftene til beboerne for en tre-roms fordelt på lånekostnader, energikostnader og andre kostnader (vedlikehold, avgifter, etc.) som vist i tabell 2, ser vi at den ambisiøse energirehabiliteringen fører til ca. 330 kroner lavere husleie i måneden for passivhusrehabiliteringen, sammenlignet med den konvensjonelle fasaderehabiliteringen. For en to-roms leilighet på 54 m<sup>2</sup> er månedlig husleie på 3 345 kr for fasaderehabiliteringen, og 3085 kr for passivhusrehabiliteringen, en differanse på 260 kr/måned.

For passivhusrehabiliteringen er det i beregningen forutsatt at det tas opp husbanklån over 30 år med fastrente på 4,7 prosent (bindingstid 10 år). Fasaderehabiliteringen vil derimot trolig ikke kvalifisere for slikt husbanklån. Det er derfor antatt vanlig banklån over 30 år med snittrente på 5,7 prosent.

Tabell 1 Ekstrakostnader utover planlagt fasaderehabilitering, for hel blokk, pr. kvm bruksareal og for en tre-roms leilighet på 68 m<sup>2</sup>.

Ekstrakostnader	Hel blokk (NOK)	Pr. kvm BRA (NOK/ m <sup>2</sup> )	For tre roms
Isolering yttertak	78 450	50	3 430
Isolering gulv mot kjeller	162 664	105	7 112
Ekstra isolering yttervegg	193 099	124	8 443
Superiolerte vinduer&dører	157 340	101	6 879
Ventilasjon	840 000	540	36 727
Oppvarmingssystem	432 000	278	18 888
Ny energisentral	209 529	135	9 161
SUM eks. mva	2 073 081	1 333	90 640
SUM inkl. mva	2 591 352	1 666	113 301
<i>Estimert støtte ENOVA</i>	<i>441 699</i>	<i>284</i>	<i>19 312</i>
Netto investering	2 149 653	1 382	93 988

Tabell 2 Beregnet månedlig husleie for de to rehabiliteringsalternativene.

Husleie inkl. energi	Fasaderehabilitering (NOK/måned)	Passivhusrehabilitering (NOK/måned)
Lånekostnader (avdrag+renter)	1 485	1 820
Energikostnader	1 134	468
Andre kostnader	1 562	1 562
Sum husleie	4 180	3850

## 5 Beslutningsprosess og merverdi for beboerne

Energikonseptet for Myhrerenga borettslag er blitt utarbeidet innenfor forskningsprosjektet EKSBO om kostnadseffektiv energirehabilitering av eksisterende boliger. EKSBO er også knyttet til task 37 "Advanced housing renovation with solar and conservation" i regi av det internasjonale energibyrådet IEA. Ved hjelp av pilotprosjekter skal det innenfor EKSBO og task 37 utvikles energikonsepter med "pakkeløsninger" som passer for definerte bygningstyper fra forskjellige byggetider.

Som nevnt under avsnitt 1.1, hadde borettslaget allerede fått utredninger om fasaderehabilitering og energiøkonomisering, uten at tiltakene ble sett i sammenheng og uten at det kunne oppnås betydelige energibesparelser med det som ble foreslått. Beboerne hadde så "i prinsippet" bestemt seg for å gjennomføre en fasaderehabilitering og en oppgradering av balkonger og uteområder. I denne situasjonen, og i samarbeid med boligbyggelaget USBL, tok Husbanken Region øst kontakt med styret



Passivhus Norden 2009

27-29 April 2009

Göteborg, Sverige

i Myhrerenga BRL for å diskutere om det var ønskelig å komme virkelig langt ned i energibehovet med et helhetlig konsept – i stedet for å bare etterisolere noe.

På et beboermøte i vinter 2008 presenterte Husbankens arkitekt resultater fra en første utredning som SINTEF Byggforsk hadde utarbeidet. Beboerne reagerte veldig positivt. Ved siden av spart energi og lavere månedlige kostnader var tilleggsverdiene viktig i diskusjonen, og da i aller første rekke betydelig bedre inn klima og komfort. Utredningen konkluderte også med at vedlikeholdskostnadene ville synke, mens leilighetene ville få mye høyere standard, og med det også høyere salgsverdi, kanskje opp mot 2000 kroner per kvadratmeter.

Ett av forslagene i den første SINTEF-utredningen var å fjerne de delvis inntrukne balkongene, utvide stuene slik at en får en slett, gjennomgående fasade og bygge nye, større og frittstående balkonger utenfor bygningskroppen. Med dette ville en nærmest eliminere kuldebroene og øke stuearealet betydelig. Noen beboere reagerte spesielt positivt på dette forslaget, som ville medføre økt bruks- og salgsverdi, i tillegg til å være svært gunstig for energieffektivisering.

Styret i borettslaget sa ja til å utrede konseptet nærmere. Husbanken ga tilskudd til tilstandsvurdering, slik at SINTEF Byggforsk kunne sette i gang med arbeidet. Vår 2008 ble det gjennomført et verksted med beboerrepresentanter, USBL, Byggforsk, Husbanken og industripartnere fra EKSBO, som diskuterte elementer i konseptet samt detaljløsninger. Fordeler og ulemper med balkongforslaget ble også drøftet. Konklusjonen var imidlertid å ikke anbefale å gå videre med det, selv om det var best energi- og komfortmessig. Begrunnelsen var ikke bare høyere kostnader, men også at nye stuevegger ville medføre mye innvendig arbeid i leilighetene med betydelige ulemper for beboerne som muligens ville måtte flytte ut for en stund.

På to ytterligere informasjonsmøter ble det stilt og besvart mange, også kritiske spørsmål. Det var delte meninger om balkongspørsmålet, men den generelle stemningen var fortsatt positiv. 29. januar 2009 er det ekstraordinær generalforsamling i borettslaget. Da blir det avstemning om passivhus-rehabilitering eller konvensjonell fasaderehabilitering. Samtidig, skal beboerne bestemme hva de vil gjøre med balkongene.

## 6 Konklusjoner

Typiske boligblokker fra 1960-tallet kan energieffektiviseres til god lavenergistandard på en kostnadseffektiv måte – forutsatt at det uansett må gjøres betydelige rehabiliteringstiltak på fasadene. For å få gjennomslag for en ambisiøs energirehabilitering, må bevisstheten om uansett nødvendige tiltak være på plass, men planleggings- og prosjekteringsprosessen må heller ikke ha kommet for langt. For å få flertall i generalforsamlingen, trengs engasjerte styremedlemmer og helst også andre interesserte ildsjeler. Beboerne må involveres for å forankre mål og generell konsept før generalforsamlingen. Arbeidsverksteder, mindre diskusjonsgrupper og informasjonsmøter kan være et middel til det. Tilskudd til tilstandsvurdering fra Husbanken (som er en lite kjent ordning) er et viktig incitament i utredningsfasen, som burde brukes aktivt. Boligbyggelagene, som er forretningsfører for borettslag og andre boligselskap og har god overblikk over status, planer og prosjekter, kan spille en viktig rolle med å inspirere og initiere ambisiøse tiltak.

## Referanser

- |                     |   |
|---------------------|---|
| [Arkitektskap 2006] | Arkitektskap AS, Rehabilitering Åsenhagen 3-15, Fase 1 (2006)     |
| [Arkitektskap 2007] | Arkitektskap AS, Myhrerenga borettslag, Fase 2 (2007)             |
| [NS 3031, 2007]     | NS 3031 Beregning av bygningers energiytelse, Standard Norge 2007 |