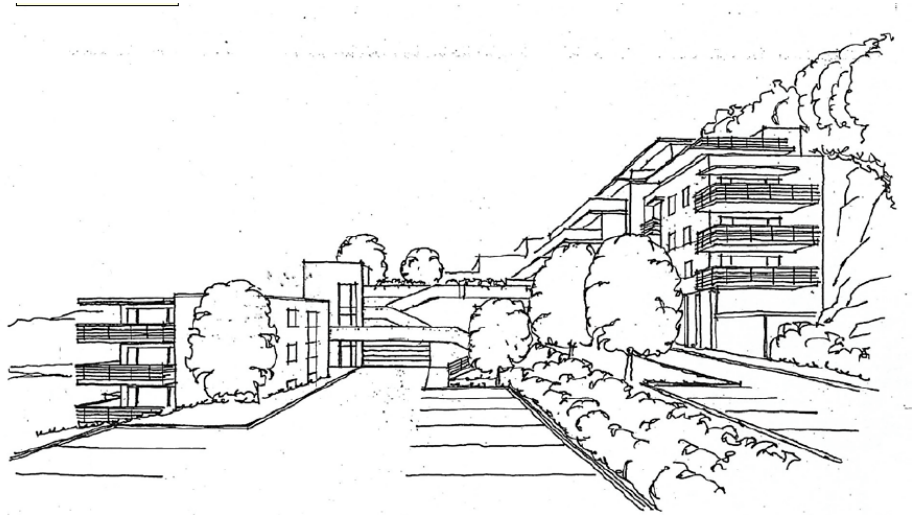


## Forslag til energikoncept for Husby Amfi



Perspektiv fra adkomst øst

Arkideco as

# Innholdsfortegnelse

	<i>side</i>
<b>Sammendrag</b>	2
<b>Innledning</b>	3
<b>Forslag til energimålsetning</b>	3
<b>Aktuelle strategier for lavt energibehov</b>	5
<b>Forslag til energi- og klimatiseringskonsept</b>	6
- Høyisolerende klimaskjerm	7
- Passiv utnyttelse av solenergi	7
- Energieffektivt utstyr og belysning	7
- Oppvarmingssystem	7
- Smarthusteknologi med forbruks-feedback	7
- Energieffektiv ventilasjon	8
- Miljøvennlig energiforsyning	8
- Passiv kjøling og dagslys	9
<b>Simuleringer og overslagsberegninger</b>	10
- Energibruk	10
- Termisk komfort	10
- Tidskonstant og energifleksibilitet	11
<b>Kostnader og lønnsomhet</b>	12
- Kostnader	12
- Termisk komfort	13
<b>Videre arbeid</b>	13
<b>Referanser</b>	14

## Sammendrag



Dagens situasjon med de 110 terrasseleilighetene sett fra syd-vest. Til høyre for terrasseleilighetene skimtes steinbruddet der de nye leilighetsblokkene er planlagt.

Husby Borettslag har planer om å bygge ut ca. 40 nye leiligheter ved siden av Husby Terrasse, som består av 110 terrasseleiligheter.

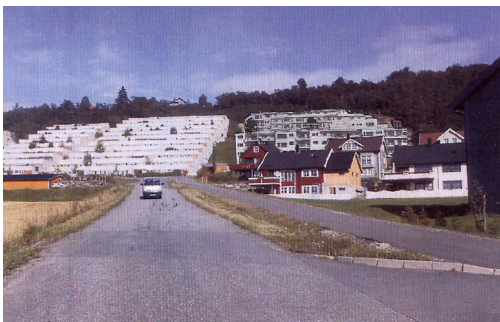
Borettslaget har sterkt ønske om at dette skal bli et foregangsprosjekt, med fokus på lav energibruk og liten miljøbelastning. Denne rapporten foreslår energimålsetting for utbyggingen, og et konkret konsept for å oppnå denne målsettingen. Følgende energimålsetting er foreslått:

- Totalt energiforbruk skal ikke overstige 80 kWh/m<sup>2</sup> pr. år
- Romoppvarmingsbehovet inkl. eventuell oppvarming av ventilasjonsluft, skal ikke overstige 25 kWh/m<sup>2</sup>år i snitt.
- Elforbruket skal ikke overstige 65 kWh/m<sup>2</sup> pr. år, som er ca. 45 % av det en normal blokkleilighet bruker.

Hvis denne målsettingen realiseres vil man for Husby Amfi spare 340 000 kWh pr. år i elektrisk energi, eller ca. 7000 kWh/år pr. leilighet.

For å nå denne målsettingen er det skissert et forslag til energikonsept:

- Ekstraisolert bygningskropp (tak, gulv og yttervegger).
- Bygningstekniske løsninger som minimerer kuldebroer og luftlekkasjer (infiltrasjon).
- Superisolerte vinduer med lav U-verdi.
- Solrik orientering av vinduer for utnyttelse av passiv solvarme.
- Eksponert termisk masse (betongdekker/skillevegger) for å lagre/ta vare på solvarmen.
- Balansert ventilasjon med høyeffektiv varmegjenvinner.
- Energisparende belysning der det er praktisk og estetisk mulig.
- Energisparende (EU-merkede) hvitevarer.
- Vannbåren varme i bad.
- Solfangere på taket som dekker ca. halvparten av energibehovet til tappevann og vannbåren gulvvarme.
- Et brukervennlig informasjonssystem som gir beboerne feedback på brukervaner og forbruk av varmtvann og elektrisitet, holdt opp mot forventet forbruk.



Framtidig situasjon sett fra syd-øst, hvor de 40 nye leilighetene er tegnet inn (datamanipulert bilde).

Mange av disse tiltakene vil også ha en meget gunstig innvirkning på innemiljøet i leilighetene. Passive tiltak (passiv kjøling) for å unngå overoppvarming om sommeren er også foreslått i rapporten.

## Innledning

Husby Terrasse består av 3 terrasseblokker med 110 leiligheter bygget ca.1970. Nybygget, Husby Amfi, er regulert inn ved siden av, med ca. 40 blokkleiligheter, de fleste med livsløpsstandard, heisadkomst og parkering i bygget. Arealene planlegges utbygget med en bygningsmasse som skal fylle flere funksjoner:

- medvirke til sikring av steinbruddet
- fungere som visuell skjerming av det landskapssåret bruddet er,
- gi innendørs parkering som tidligere innregulert,
- gi flere leiligheter med andre størrelser og kvaliteter enn de nåværende
- flere leiligheter med livsløpsstandard (trinnfri adkomst, større areal og bredder)
- i sin utforming avslutte terrassehus-rekken på en måte som visuelt bedrer fjernvirkningen av området.



De nye leilighetene i fulgelperspektiv



Leilighetskomplekset sett fra øst

Husby borettslag har sterkt ønske om at dette skal bli et foregangsprosjekt, med fokus på lav energibruk og liten miljøbelastning. Denne rapporten foreslår energimålsetting for utbyggingen, og et konkret konsept for å oppnå denne målsetningen.

Det er også en målsetning at energi- og klimatiseringskonseptene skal være robuste, brukervennlige, gi godt inneklima samt være kostnadseffektive på en slik måte at de kan være overførbare til lignende prosjekter.

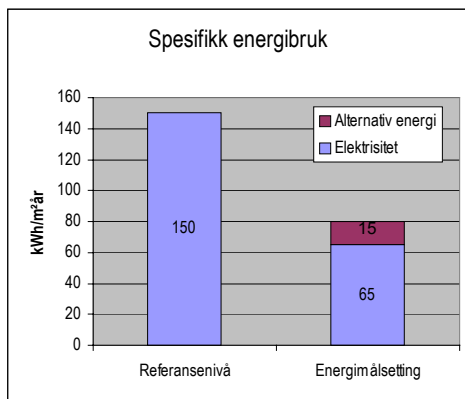
## Forslag til energimålsetting

### **Energimålsetting:**

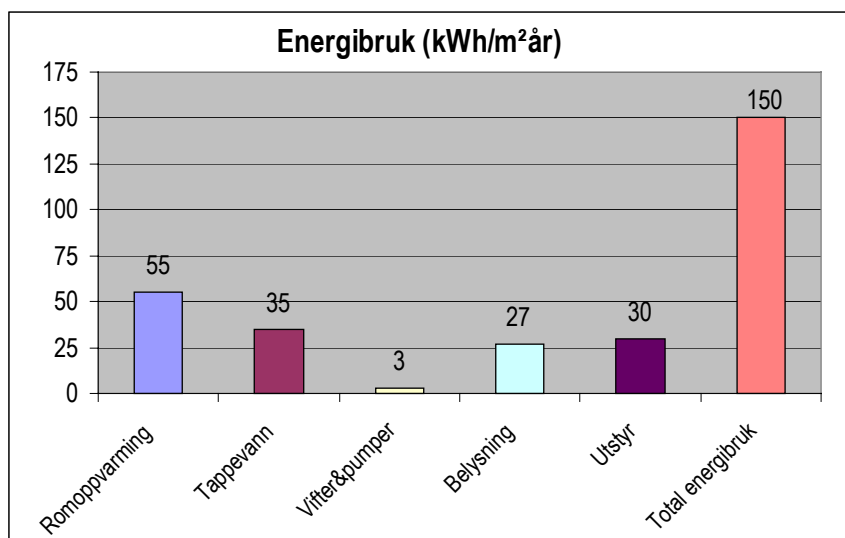
- Elforbruk : 65 kWh/m<sup>2</sup>år, dvs. ca. 45 % av referansenivået.
- Total energibruk:80 kWh/m<sup>2</sup>år.
- Romoppvarmingsbehov: 25 kWh/m<sup>2</sup>år

### **Referansenivå**

Det er beregnet en referanse-energibruk for en boligblokk bygget etter dagens forskriftskrav og normale brukervaner (temperaturer, lys, tappevannsforbruk, o.l), med beliggenhet i Stjørdal. Total energibruk er beregnet til ca. 150 kWh/m<sup>2</sup>år, med fordeling på poster som vist figuren under.



Forskjell i spesifikk energibruk mellom referansenivå og foreslått energimålsetting..



Normal energibruk (referansenivå) for en blokkeleilighet beliggende i Stjørdal, bygget etter dagens forskrifter og med normale bruksvaner.

Det må understrekes at dette ikke er beregnet for Husby Amfi, med den gunstige beliggenheten og den planlagte orienteringen av vinduene på Husby Amfi, men for en "vilkårlig" boligblokk satt opp i Stjørdal. Et energibehov på 150 kWh/m²år stemmer også bra med eksisterende energistatistikk for nyere boligblokker \1). Energibehovet dekkes i de fleste tilfeller av elektrisk energi.

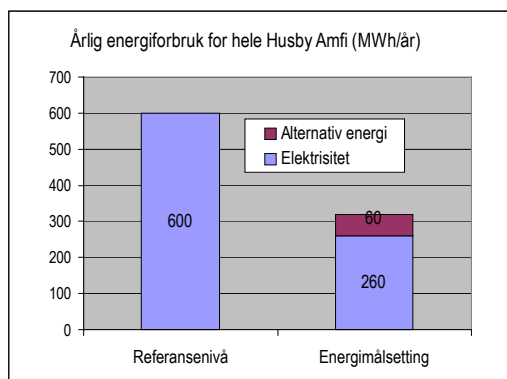
### Energimålsetting Husby Amfi

Det foreslås følgende energimålsetting for Husby Amfi:

- Elektrisitetsforbruket skal ikke overstige 65 kWh/m²år, som er ca. 45 % av referansenivået.
- Den totale energibruken skal ikke overstige 80 kWh/m²år.
- Energibehovet til romoppvarming skal ikke overstige 25 kWh/m²år.

Alle tall er i snitt for alle leilighetene.

Med totalt 40 leiligheter, med et gjennomsnittareal på 100 m², vil spart energi for hele nybygget være på 280 000 kWh/år. Reduksjonen i elektrisitetsforbruket, i forhold til referansebruket, vil være på 340 000 kWh/år.



Forskjell i årlig energibruk mellom referansenivå og forslag til energi-målsetting for hele utbyggingen av Husby Amfi. Totalt er spart energi på 280 MWh/år. Elektrisitetsforbruket reduseres med 340 MWh/år.

## Aktuelle strategier for lavt energibehov



*"Hus uten varme". Eksempel på rekkehusbebyggelse utenfor Gøteborg med superiolert bygningskropp, utnyttelse av passiv solenergi, solfanger på taket, balansert ventilasjon med varmegjenvinning og energieffektivt utstyr og belysning. Totalt energiforbruk(ol): 45 – 50 kWh/m<sup>2</sup>år.*

Det er en rekke strategier, teknologier og løsninger som kan brukes for å redusere energibehovet. Det som er viktig er å se ulike teknologier og løsninger i sammenheng, slik at man får en kostnadseffektiv, robust og innemiljøvennlig totalløsning. Det er også viktig å unytte de lokale forholdene best mulig, slik som topologi og lokal-klimatiske forhold, samt eventuell eksisterende infrastruktur for energiforsyning.

Generelt er det fornuftig å spare energi så langt som mulig og så prøve å dekke resterende energibehov på en mest mulig miljøvennlig måte. Med hensyn til mest mulig spart energi og mest mulig omlagt energibruk foreslås følgende strategi:

1. Energikonserverende bygningskropp
2. Utnyttelse av passiv solvarme
3. Behovsstyring/smarthusteknologi
4. Varmegjenvinning
5. Energieffektivt utstyr og belysning
6. Effektiv og miljøvennlig energiforsyning

De øverste punktene vil vanligvis gi mest besparelse pr. investerte krone.

### Energikonserverende bygningskropp

Denne strategien går utpå å bruke høyisolerende bygningskropp med store isolasjonstykkelser, sammen med superisolerende vinduer og en lufttett klimaskjerm. Viktig er også detaljer og overganger mur/tre som gir neglisjerbare kuldebroer og god lufttetthet.

### Passiv solvarme

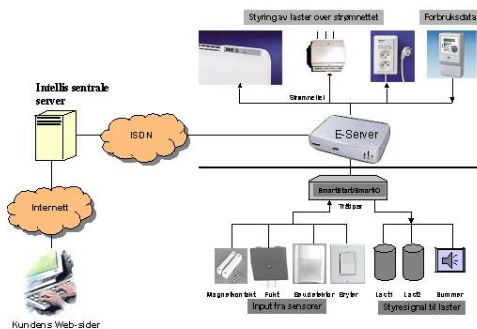
Optimal orientering av bygget mot solrik orientering og solrik fordeling av vinduer gir et direkte soltilskudd til bygget. For at mest mulig av den innstrålte varmen skal kunne utnyttes til oppvarming, er det fornuftig med en viss termisk masse (tunge varmelagrende konstruksjoner som betong og tegl). Indirekte soltilskudd i buffersoner som glassgårder og vinterhager kan også redusere oppvarmingsbehovet (hvis de ikke oppvarmes i oppvarmingssesongen).

### Energieffektiv utstyr og belysning

EU's merkeordninger for hvitevarer og lysepærer har ført til at de fleste produsenter i dag leverer meget energieffektive produkter (A-merkede produkter). Såkalte sparepærer bruker ca. 1/5 av strømmen i forhold til en vanlig glødelampe. Det finnes i dag et stort utvalg av lysarmaturer tilpasset sparepærer. Det er også betydelig energisparing ved å velge A-merkede hvitevarer, samtidig som det



*Sjøbadet borettslag hvor romoppvarmingsbehovet dekkes av en sjøvannbasert varmepumpe.*



"Eksempel på "smarthus-teknologi" for styring av ulike funksjoner som ventilasjon, varme, belysning og alarm. Flere funksjoner kan styres fra samme føle/sensor. Styring av funksjoner kan gjøres fra kundens egen web-side, hvor man også kan få feedback på energiforbruk m.m. Figur tatt fra Intelli's hjemmeside: [www.intelli.no](http://www.intelli.no)

ikke er noen signifikant prisforskjell i forhold til mindre energieffektive hvitevarer.

### Behovsstyring/smarthusteknologi

Styringsystemer og såkalt smarthus-teknologi kan brukes til behovsstyring av ventilasjon, belysning, oppvarming og utstyr. Smarthus-teknologi med brukervennlige web-baserte brukergrensesnitt, kan også brukes til å gi brukerne tilbakemelding på bruksvaner og energiforbruk, noe som har vist seg å være effektivt for reduksjon av energiforbruk.

### Varmegjenvinning

Varmegjenvinning ved overføring av varme fra avtrekksluften til tilluften er det mest vanlige. Dette forutsetter balansert ventilasjon, med styring av både tilluft og avtrekk. Varmegjenvinning av avtrekksluft ved hjelp av avtrekksvarmepumpe er også mulig. Mer uvanlig i boligsammenheng er energigjenvinning av gråvann. Bruk av buffersoner som glassgård eller vinterhage, for gjenvinning av transmisjonstap er også en type varmegjenvinning.

### Effektiv og miljøvennlig energiforsyning

Aktuell miljøvennlig energiforsyning kan være solenergi, biobrensel, fjernvarme (fra spillvarme, deponigass, søppelforbrenning), varmepumpe, kombinerte el og varmeprodukerende enheter (gass), OSV.

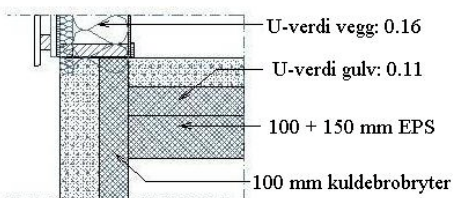
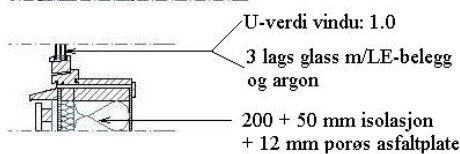
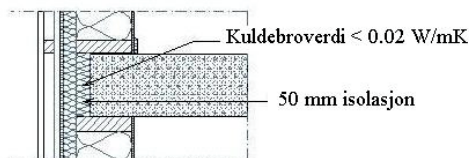
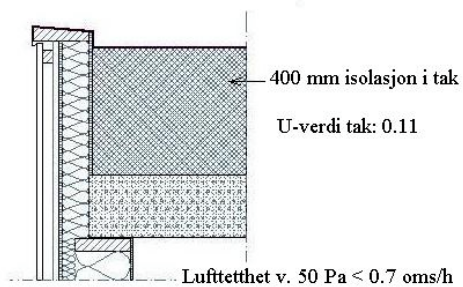
## Forslag til energi- og klimatiseringskonsept for Husby Amfi

### Forslag til energikonsept:

- Ekstraisolert bygningskropp
- Vinduer med lav U-verdi
- Solrik orientering av vinduer
- Minimert infiltrasjon
- Balansert ventilasjon med høyeffektiv varmegjenvinner
- Energisparende belysning
- Energisparende hvitevarer
- Vannbåren gulvvarme på baderom
- Solfangeranlegg på tak dekker 50 % av tappevann og gulvvarmebehov

Med tanke på en løsning som gir godt inn klima, er robust i forhold til brukervaner og enkeltfeil, samt gir mest mulig spart og omlagt energi på en mest mulig kostnadseffektiv måte, foreslås et konsept med:

- en klimaskjerm med meget lavt varmetap og meget god lufttetthet
- maksimal utnyttelse av passive soltilskudd
- bruk av energieffektiv belysning og utstyr
- vannbåren varme på bad, og små termostatstyrte panelovner/varmelister på andre rom
- balansert ventilasjon med høyeffektiv varmegjenvinning
- solfangeranlegg på taket av blokkene for tappevannsoppvarming og til vannbåren varme på bad
- ett brukervennlig energioppfølgingsystem med bruker-feedback
- passive tiltak for å unngå overoppvarming om sommeren



Eksempel på mulige konstruksjonsløsninger for å oppnå de ønskede U-verdiene, den ønskede lufttetheten og for å unngå signifikante kuldebroer.

## Høyisolerende bygningskropp

Konkret foreslås følgende løsninger:

- Yttervegger med 250 mm isolasjon (U-verdi: 0.15 W/m<sup>2</sup>K)
- Yttertak med 400 mm isolasjon (U-verdi: 0.11 W/m<sup>2</sup>K)
- Gulv på grunn med 250 mm EPS (U-verdi: 0.11 W/m<sup>2</sup>K)
- Gulv mot kald kjeller med minimum 300 mm isolasjon (U-verdi: 0.11 W/m<sup>2</sup>K)
- Trelags vinduer med argongass, to lav-emisjonsbelegg og trekarm (U-verdi: 1.0 W/m<sup>2</sup>K).
- Detaljer ved etasjeskillere og skillevegger i betong som gir neglisjerbare kuldebroer ( $\psi < 0.02$  W/mK)
- Dobbel vindtetting med sterk fokus på lufttette detaljer ved overgang tre/mur og rundt vinduer. (Lekkasjetall,  $n_{50} < 0.6$  oms/time).

Figuren til venstre viser skjematiske eksempler på løsninger for å oppnå U-verdier og lufttethet som angitt ovenfor.

## Passiv utnyttelse av solenergi

- Utnyttelse av den meget gunstige orienteringen og beliggenheten til leilighetskomplekset.
- Fordeling av vinduer mot solrik orientering, dvs. mest vinduer mot syd (ca. 70 % av vindusarealet).
- Eksponert betong i himling og skillevegger for utnyttelse og lagring av solvarmen.

## Energieffektivt utstyr og belysning

- Felles innkjøp av energimerkede hvitevarer, slik at leilighetene leveres ferdig med hvitevarer. Reduserer energiforbruket til teknisk utstyr fra 30 kWh/m<sup>2</sup>år til ca. 23 kWh/m<sup>2</sup>år.
- Bruk av armaturer tilpasset sparepærer for allmennbelysning. Det antas at ca. 85 % av belysning kan bruke sparepærer eller lysstoffrør. Reduserer el.forbruket til belysning fra ca. 27 kWh/m<sup>2</sup> til ca. 14 kWh/m<sup>2</sup>.

## Oppvarmingssystem

- Det foreslås vannbåren gulvvarme på bad, som får varme fra sentral energisentral.
- Det resterende varmebehovet på kalde dager dekkes av små termostatstyrte panelovner/varmelister (varmebehov ca. 5-10 W/m<sup>2</sup>)

## Smarthusteknologi med forbruks-feedback

- Et brukervennlig system (brukergrensesnitt) som gir beboerne feedback på brukervaner (temperatur,..) og forbruk av varmtvann og elektrisitet, sammenlignet med det som er normalen (i første omgang simulerte verdier).
- Forbruk av varmtvann bør måles for hver leilighet, for å unngå høyt forbruk av varmtvann.



Villavent ventilasjonsaggregat med høyeffektiv plategjenvinner (motstrømsvarmeveksler), med temperaturvirkningsgrad opp til 90 %. Figur tatt fra [www.villavent.no](http://www.villavent.no)

- Dette vil gi beboerne en mulighet til å endre adferd i mer energivennlig retning.
- Brukergrensesnittet kan enten være et lokalt panel som viser forbruksdata og event. temperaturer, eller være en web-basert løsning. Den web-baserte løsningen kan også kobles til et sentralt energioppfølgingsystem. En web-basert løsning er i tillegg nyttig hvis det skal være et måle- og evalueringsprogram for Husby Amfi, siden man da kan få tilgang til måldata uavhengig av hvor man sitter.

### Energieffektiv ventilasjon

- Det anbefales balansert ventilasjon der luft tilføres i soverom og stue, og trekkes av i bad, kjøkken, boder og event. vaskerom.
- Det etterstrebes å få så korte og enkle luftføringsveier som mulig, for å forenkle inspeksjon og minimalisere trykktap i kanalsystemet (for dermed å redusere nødvendig vifteeffekt).
- Det anbefales veggmontert aggregat plassert i vaskerom eller bod, som er enkelt å inspisere og vedlikeholde.
- Varmegjenvinner må ha en temperaturvirkningsgrad på over 80 %, som skal være et snitt i oppvarmingssesongen.

### Miljøvennlig energiforsyning

- Det foreslås solfangeranlegg på taket som er dimensjonert slik at det dekker ca. 50 % av tappevannsforbruket og vannbåren varme på bad.
- Nødvendig solfangerareal er i området 5-7 m<sup>2</sup> per leilighet på ca. 100 m<sup>2</sup>, dvs. ca. 120 m<sup>2</sup> solfanger på hver av de to blokkene, totalt ca. 240 m<sup>2</sup>.
- Optimal hellningsvinkel på solfangere er 45-50°, men en mer moderat hellningsvinkel på 30° er også akseptabel.
- Det bør undersøkes nærmere om det er kostnadseffektivt at resterende 50 % av varmtvannsbehovet (tappevann og gulvvarme) dekkes av en gasskjel (propan). I de videre simuleringer og beregninger er dette forutsatt.
- Det bør være en energisentral for hver blokk som produserer varmtvann for leilighetene. En sentral løsning, istedet for en distribuert løsning for hver leilighet, vil vær mest gunstig for å utnytte mest mulig av solvarmen (stort sentralt varmelager er gunstig for utjevning av variasjonen i lokalt varmtvannsbehov).
- Varmt vannet bør måles for hver leilighet for å unngå overforbruk.



Eksempel på takmontert solfanger fra Velux, som er integrert i takflaten. Figur tatt fra [www.velux.dk](http://www.velux.dk)

Gasspeis har vært vurdert for å dekke det lille oppvarmingsbehovet på kalde dager. De gasspeisene som leveres i dag har imidlertid såpass stor varmeeffekt (3.5-5 kW), at de må kjøres på intermitterent drift (av og på regulering) for å dekke det lille varmebehovet selv på kalde dager (dim. varmeeffekt er ca. 1 kW). Det er derfor tvilsomt om denne løsningen vil gi god regulering av temperaturen i leilighetene, med lite energieffektiv drift og periodevis

overoppvarming som resultat. Foreløpig anbefales derfor at det brukes vannbåren varme i bad pluss små panelovner/varmelister i andre rom.

#### Tiltak for godt dagslys og passiv kjøling:

- Soverom/barnerom mot syd for god dagslystilgang
- Stue/kjøkken med tosidig belysning (fra syd og nord)
- Høysittende vinduer for kryssventilering av leiligheter
- Eksponert betong i himling sammen med kryssventilering gir effektiv nattkjøling
- Effektiv og regulerbar utvendig solavskjerming med persiener eller markiser
- Balkonger/terrasser fungerer som fast solavskjerming

#### Passiv kjøling og dagslys

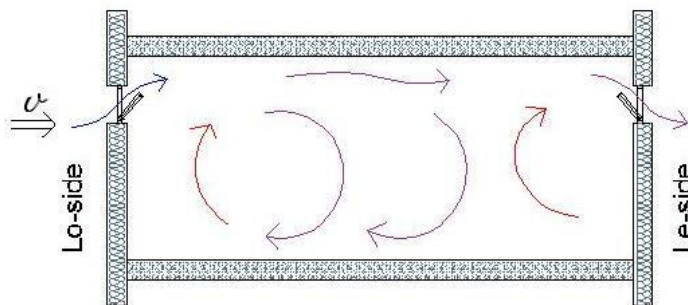
For å få tilfredsstillende dagslystilgang og unngå overoppvarming av leilighetene foreslås det følgende tiltak:

- Planløsning med soverom mot syd, slik at soverom og barnerom får god dagslystilgang. Nordvendte soverom, som planlagt i utgangspunktet, er problematisk pga. av kraftig avskjerming fra fjellveggen på nord-siden av den bakre blokken (reduert lysinnfall).
- Stue/kjøkken løsning med tosidig belysning fra både nord og syd.
- Planløsning og høysittende vindusåpninger slik at man får gjennomgående kryssventilering for alle leiligheter.
- Tyverisikrede høysittende vindusåpninger, sammen med eksponert termisk masse (betong) i himling, gir mulighet for effektiv nattkjøling av leilighetene.
- Effektiv utvendig solavskjerming i form av persiener eller markiser for å unngå uønsket solinnstråling på varme dager.
- Balkonger/terrasser som gir fast solavskjerming for direkte solstråling på dager med stor solhøyde (sommer).

#### Passiv kjøling ved hjelp av kryssventilering

Nattkjøling: Kjøler ned betonghimling

Dagkjøling: Øker lufthastigheten i rommet og dermed den konvekative varmeavgivelsen fra personer (sval bris).



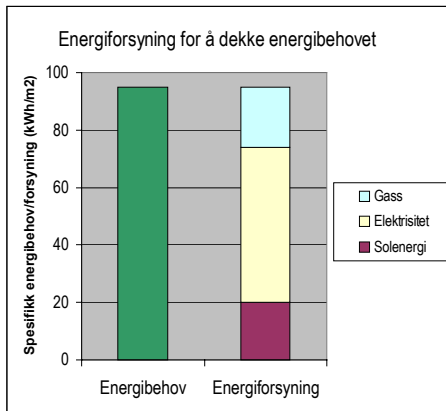
Viser skjematisk løsning for kryssventilering av leilighet, både for "svalende bris" om dagen, men også for nattnedkjøling av den tunge betonghimlingen. Figur : G. Mahlum, Arkideco.

## Simuleringer og overslagsberegninger

### Energibruk

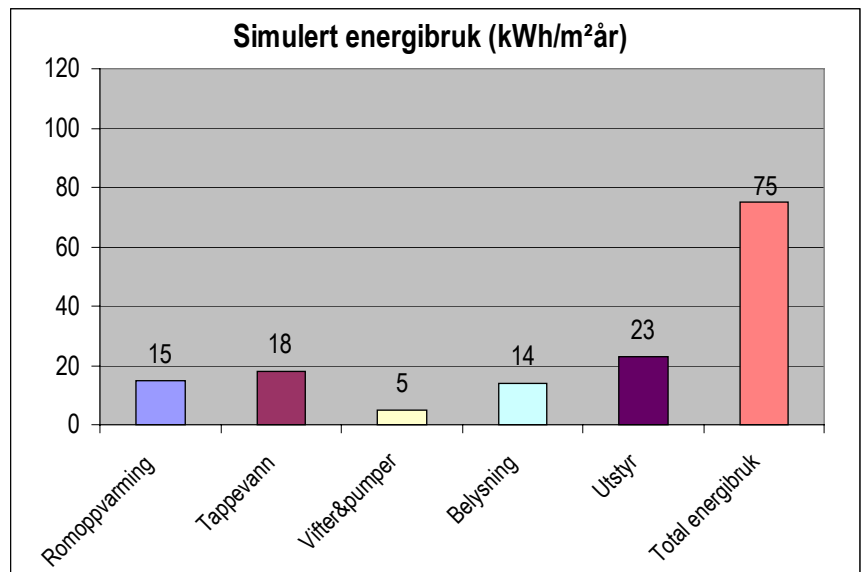
Det er gjort noen foreløpige simuleringer<sup>1</sup> for ulike leilighetstyper:

- midtleiligheter med kun to yttervegger mot det fri
- endeleiligheter med tre yttervegger mot det fri
- "topp" og "bunn" leiligheter med to yttervegger samt tak eller gulv mot det fri/grunnen
- hjørneleiligheter med tre yttervegger mot det fri samt tak eller gulv mot det fri/grunnen.



Figuren viser hvordan det totale energibehovet på 95 kWh/m<sup>2</sup> er dekket av solenergi fra solfangeren (20 kWh/m<sup>2</sup>), elektrisitet (54 kWh/m<sup>2</sup>år) og gasskjel (21 kWh/m<sup>2</sup>år). Siden energi fra solfangeren er "gratis", vil total energibruk (simulert) være på 75 kWh/m<sup>2</sup>. Hvis det brukes gasskjel som spisslastkjel til varmtvannsproduksjon, som anbefalt, blir elektrisitetsforbruket redusert ned til 54 kWh/m<sup>2</sup>år.

Ut fra disse er det summert og midlet et gjennomsnittlig energiforbruk for en hel blokk på 18 leiligheter, dvs. 6 leiligheter i 3 etasjer. Dette er tilnærmet dagens skisseprosjekt for den nedre blokken. Det er ikke sikkert at utførelsen, størrelsen og antall leiligheter blir slik vi har simulert dem, men simuleringen bør allikevel gi en godt estimat på spesifikt energibehov. Den totale årlige energibruken er beregnet til 75 kWh/m<sup>2</sup>, dvs. 50 % av referansenivået på 150 kWh/m<sup>2</sup>. Som vi ser av energibudsjettet er det ikke lenger noen dominerende energipost, og romoppvarming er en av de minste energipostene.



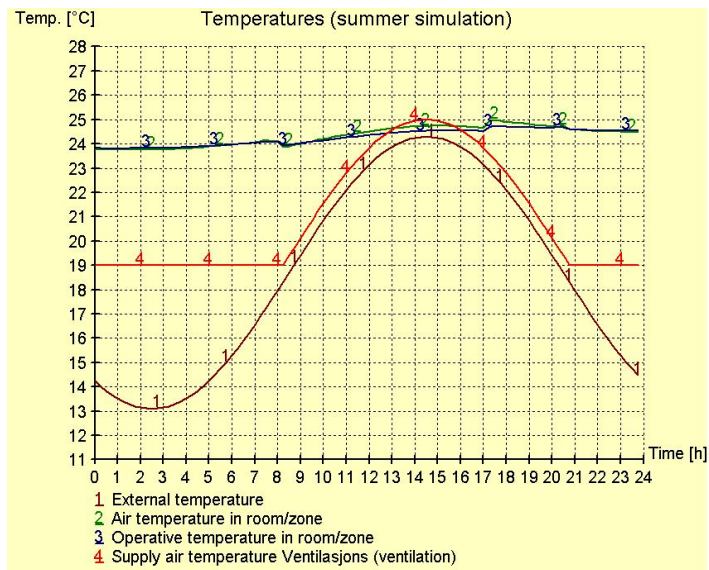
Simulert energibruk (energibudsjett) for leiligheter med energikonseptet beskrevet ovenfor. Total energibruk for en leilighet på 100 m<sup>2</sup> vil være 7700 kWh/år. Med en energipris på 60 øre/kWh, vil årlige energiutgifter være på beskjedne 4500 kr.

### Termisk komfort

I simuleringene her er det regnet med at det er utvendige persienner, som reguleres ned når solfluxen overskrider 150 W/m<sup>2</sup>. Det er regnet med at det kjøres nattkjøling, ved at de høysittende

<sup>1</sup> Simuleringen har blitt gjort med programmet SCIAQ Pro 1.0 fra ProgramByggerne ANS ([www.programbyggerne.no](http://www.programbyggerne.no))

vinduene er åpne om natten. Det er beregnet for en dimensjonerende varmebølge, med fem etterfølgende dager med maximum på 24.3 °C (18.7 °C ± 5.6 K).

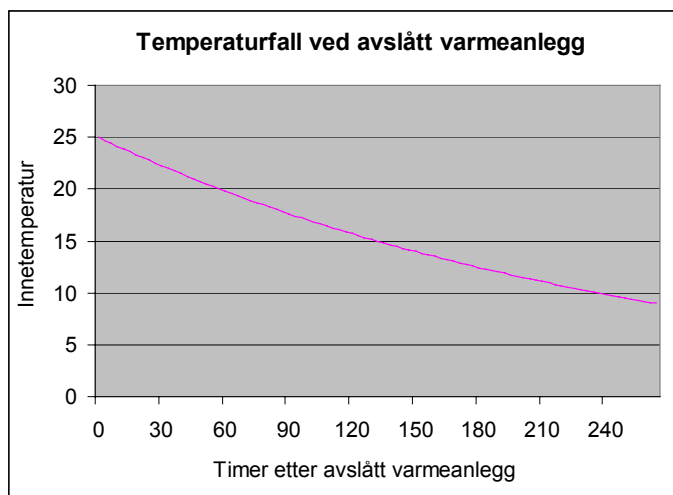


Simulerte temperaturer den siste dagen i en varmebølge på 5 dager. Pga. den store varmetregheten, og god solavskjerming, er temperaturen i leiligheten relativt lav og stabil.

### Tidskonstant og energifleksibilitet

Med det foreslåtte energikonseptet blir varmetregheten til bygget meget stor. Den såkalte tidskonstanten for en leiligheten er på over 10 dager. Tidskonstanten sier noe om hvor fort temperaturen faller når f.eks. oppvarmingsanlegget slås av. Figuren under viser hvordan temperaturen faller i en midtleilighet når det er 0 °C ute, og varmeanlegget (og alle andre varmetilskudd) slås av. Temperaturen er i utgangspunktet 25 °C (initialtemperatur). Det tar nesten 3 dager før temperaturen er nede i 19 °C.

Dette er også interessant når det gjelder energifleksibilitet. F.eks. kan en varmekilde, som en liten propanovn, på kort tid varme opp leiligheten til 25 °C, og akseptabel romtemperatur blir holdt i flere dager. Dette er selvsagt ikke en anbefalt oppvarmingsmåte, men kan være aktuelt i en "krisesituasjon".



Viser skjematisk hvordan temperaturen faller meget sakte etter at varmeanlegget er slått av. Beregnet for 0 °C ute, og ingen varmetilskudd i leiligheten.

## Kostnader og lønnsomhet

### Kostnader for energikonseptet:

- Ekstra byggekostnader : 24 000,-
- Ekstra install.kostnader : 22 000,-
- Spart på oppvarm.syst. :- 10 000,-
- HMS-tilsk. fra Husbanken :-10 000,-
- Netto investeringskostnad: 26 000,-

Netto investeringskostnad for energikonseptet er estimert til kr 26 000,- for en leilighet på 100 m<sup>2</sup>. Dvs. en ekstrainvestering på 260 kr/m<sup>2</sup>.

Det er for tidlig i prosjektet å gjøre noen nøyaktige beregninger av kostnader og lønnsomhet. Man har imidlertid noen overslagstall fra lignende prosjekter, bl.a. Grong-prosjektet, som kan brukes for et røft kostnadsoverslag. Overslaget er gjort for en 100 m<sup>2</sup> stor leilighet, som antagelig blir en gjennomsnittlig leilighetsstørrelse på Husby Amfi.

### Kostnader

Tabellen nedenfor viser grovestimerte ekstrakostnader for energikonseptet, samt besparelser og nåværende HMS-tilskudd fra Husbanken.

Ekstrakostnader for bygningskroppen, lavenergi belysning og utstyr (hvitevarer) er tatt fra Grong-prosjektet \2\). Kostnader for balansert ventilasjon er i området 25 – 30 000 kr pr. leilighet. Siden balansert ventilasjon i like stor grad er et inneklimateiltak, og at alternativet avtrekksventilasjon også koster fra 5-8 000 kr pr. leilighet, er den "energimessige" ekstrakostnaden for dette anlegget anslått til 15 000 kr. Pris for et solfangeranlegg varierer i området 600 – 1100 kr pr. m<sup>2</sup> solfanger. Med 6 m<sup>2</sup> solfanger pr. leilighet, er prisen anslått til 6 000 kr. Spart investering i oppvarmingssystem, inkl. sparte el-kurser er anslått til 10 000 kr pr. leilighet \2\).

Kostnadspost	Kostnad pr. leilighet	Kostnad pr. m <sup>2</sup>
Ekstraisolert yttervegg	7 500,-	75 kr
Ekstraisolert tak/gulv	8 000,-	80 kr
Trelags vinduer, U = 1.0	7 500,-	70 kr
Dører m. U = 0.85	1 000,-	10 kr
Balansert ventilasjon	15 000,-	150 kr
Solfangeranlegg	6 000,-	50 kr
Ekstrakostnader belysning	1 000,-	10 kr
Ekstrakostnader hvitevarer	0,-	0 kr
<i>Sum ekstrakostnader</i>	<i>46 000,-</i>	<i>450 kr</i>
Besparelser/tilskudd	Besparelse pr. leil.	Besparelse pr. m <sup>2</sup>
Spart kostn. oppvarmingssys	10 000,-	100 kr
HMS-tilskudd fra Husbanken	10 000,-	100 kr
<i>Sum besparelse/tilskudd</i>	<i>20 000,-</i>	<i>200 kr</i>
<b>Netto investeringskostnad</b>	<b>26 000,-</b>	<b>250 kr</b>

### Lønnsomhet

Årlig spart energi for leiligheten er på 7 500 kWh, som med en energipris på 60 øre/kWh, utgjør 4 500 kr/år. Hvis vi neglisjerer renter, inflasjon og energiprisstigning, vil ekstrakostnadene være tilbakebetalt etter:  $N = 26\,000 / 4\,500 = 5.8$  år. Tiltakene må derfor sies å være meget lønnsomme. Det tas imidlertid forbehold om at dette er veldig røffe kostnadsoverslag, og forutsatt en relativt optimal utførelse, både bygningsteknisk og installasjonsteknisk.

### Videre arbeid

Det foreslås følgende videreføring av prosjektet:

#### Forslag til videre arbeid:

1. Plan evaluering og simuleringer
2. Detaljprosjekt
3. Kvalitetssikring av planleggings- og byggeprosess
4. Verifisering og evaluering

#### Plan evaluering og simuleringer

Forprosjektfase, forhåndskonferanse og rammesøknad. Tilpasning av skisseprosjektet til lavenergikonsept. Utfra valgt konsept, endres tegninger og tekniske løsninger, slik at de korresponderer med forslagene i konseptrapporten. Evaluering av forprosjekt mhp. systemintegrasjon og systemkompatibilitet. Med det menes det at arkitektonisk- og bygningsmessig utforming danner en "optimal" helhet med tekniske installasjoner som belysning, oppvarming og ventilasjon, samt hvitevarer/teknisk inventar. Avanserte datasimuleringer av bygget utfra tegninger og beskrivelser i forprosjekt. Energibruk, miljøbelastning, termisk komfort, luftkvalitet og dagslys/visuell komfort simuleres. Resultat/milepæl: Forprosjekt-rapport med reviderte tegninger, forslag til tekniske løsninger og simuleringer av energibruk, miljøbelastning og inneklima.

#### Detaljprosjekt

Basert på datasimuleringene av forprosjektet utarbeides det endelige tegninger (plan, snitt, fasade), arbeidstegninger, beskrivelsestekster (detaljprosjekt) og igangsettingssøknader.

### **Kvalitetssikring av planleggings- og byggeprosess**

Veiledning og kvalitetssikring av prosessen for at de prosjekterte ytelser for bygget og installasjonene skal oppnås.

### **Verifisering og evaluering**

Ved målinger og etterprøving, verifisering av at prosjekterte ytelser for bygningen og de tekniske anleggene er tilfredsstillende. Dette kan være både fysiske målinger og spørreundersøkelser.

## **Referanser**

- \1\ Enovas Byggoperatør, "Bygningsnettverkets energistatistikk, Årsrapport 2001". Juni 2002.
- \2\ TH Dokka, T Havik, A Bjørnseth, AG Lien, "Utvikling og optimalisering av bygningselementer for vegger, tak og gulv med ekstra isolasjonstykkelse". SINTEF rapport: STF22 FO2503, Februar 2002.