

0 Generelt

01 Innhold

Dette bladet beskriver kort fem eksempler på lavenergi-boliger: et rekkehus, en boligblokk og tre småhus. Erfaringer og målinger av energibruk er gjengitt der data fins. Bladet bygger på Planløsning 222.220 Planlegging av boliger med lavt energibehov.

02 Henvisninger

Love og forskrifter:

Plan- og bygningsloven (pbl)

Teknisk forskrift til pbl (TEK) med veiledning

Planløsning:

222.220 Planlegging av boliger med lavt energibehov

310.110 Natur- og miljøhensyn ved valg av utbyggingsområde

310.111 Natur- og miljøhensyn i bebyggelsesplanen

311.110 Arealdisponering og vernetiltak i værharde utbyggingsområder

321.020 Plassering og utforming av bygninger på værharde steder

331.213 Små oppvarmede glassrom

Byggdetaljer:

471.018 Dokumentasjon av forventet energibruk i bygninger. Krav til hver enkelt bygningsdel

471.019 Dokumentasjon av forventet energibruk i bygninger. Varmetapsrammer

471.020 Dokumentasjon av forventet energibruk i bygninger. Energirammer

472.308 Beregning av årlig energibehov i småhus etter NS 3031

472.321 Boliger med lavt energibehov. Tekniske løsninger og installasjoner

472.421 Valg av vinduer til boliger. Energiforbruk og innneklima

Byggforvaltning:

701.266 Energisparende tiltak i boliger

1 Snekkerstua lavenergi boliger på Hamar

11 Bakgrunn

Snekkerstua lavenergi boliger på Hamar er del av et solenergi prosjekt hvor 15 land deltok med hver sin boligtype. Prosjektet skulle demonstrere metoder for å redusere energibruken i småhus. SINTEF Arkitektur og



byggeteknikk i samarbeid med NTHs (nå NTNU) fakultet for arkitektur leverte det norske bidraget.

Snekkerstua lavenergi boliger er et rekkehus med tre boliger. Rekkehuset inngår i et borettslag på 90 boliger som sto ferdig til vinterolympiaden i 1994. Figur 11 viser plantegninger i to etasjer av rekkehuset. Den midterste boligen var bidrag til forskningsprosjektet, med ekstra energisparende tiltak. Det ble også gjort noen energisparende tiltak på de to andre boligene.

12 Planløsning

121 *Utforming.* To momenter ved bygningsutformingen reduserer omhyllingsflaten og dermed transmisjonsvarmetapet:

– Boliger bygd som rekkehus får mye mindre omhyllingsflate enn atskilte boliger. Dette gjelder særlig boligen i midten, som får to av ytterveggene mot naboer.

– En toetasjes bygning får noe mindre omhyllingsflate enn en enetasjes bygning med samme golvareal. Boder på østsiden av rekkehuset bidrar til å redusere varmetapet for boligen i denne enden.

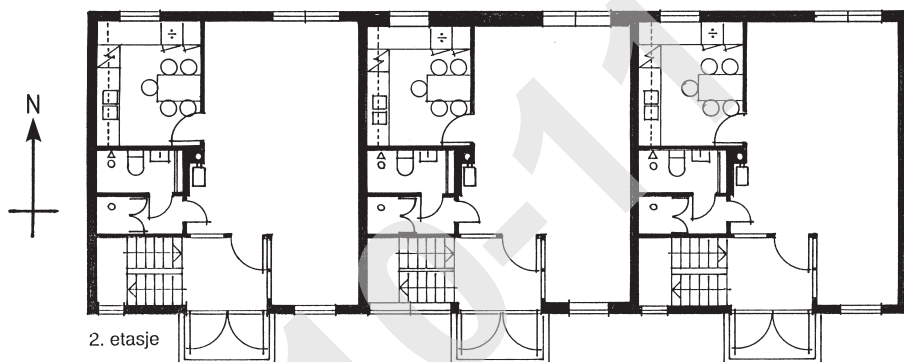
122 *Areal.* Hver av boligene har et bruksareal på 109 m². Arealet ligger innenfor Husbankens arealgrense.

123 *Temperatursoner og varm kjerne.* Alle boligene har et solrom (trapperom/vindfang) med store glassarealer mot sør (se pkt. 131). Kjøkken og stue i 2. etasje får varmetilskudd fra solrommet. Soverommene har mindre behov for oppvarming enn andre oppholdsrom og ligger derfor i 1. etasje.

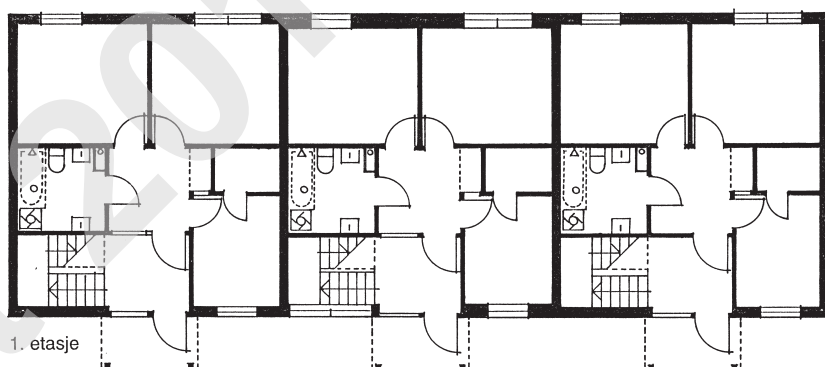
Både i 1. og 2. etasje er bad og vaskerom plassert i boligens ytterkant mot vest. I den midterste boligen og boligen mot øst vender våtrommene mot oppvarmet rom og danner en varm kjerne. I boligen mot vest vender våtrommene derimot mot yttervegg.



Fasade mot syd



2. etasje



1. etasje

Fig. 11
Snekkerstua lavenergi boliger på Hamar
Rekkehus med tre boliger.
Arkitekt: SINTEF/NTNU

13 Solvarme

131 *Passiv solvarme.* For å utnytte passiv solenergi er det laget et solrom i hver av leilighetene. Solrommet har yttervegg og tak av glass. Midtseksjonen har et ekstra felt med transparent isolasjon. Rommet vil ha større temperatursvingninger over døgnet og året enn resten av huset. Man har derfor valgt å bruke det til funksjoner hvor temperatursvingninger kan aksepteres; vindfang og trapperom. I solrommet tillates temperaturen å synke ned til 15° i kalde perioder. Om sommeren er det beregnet at solrommet vil ha en gjennomsnittstemperatur på 24 – 25 °C og en maksimumstemperatur på 29 °C. For å unngå overoppheting ved høy solinnstråling er det lufteluker over inngangspartiet i 1. etasje og åpningsvinduer i glasstaket.

132 *Aktiv solvarme.* Den midterste boligen har takmontert solcelleanlegg på 25 m² som leverer ca. 2 600 kWh/år. Boligen på østsiden har takmontert vannsol-fanger på 10,8 m² på den sørvendte delen av taket. Vannsol-fangeren leverer ca. 2 400 kWh/år. Takvinkelen er på 35°. Denne vinkelen gir her tilfredsstillende effekt for både solcelleanlegg og vannsol-fanger. Optimal takvinkel må beregnes for hvert enkelt prosjekt. På grunn av den lave solhøyden i Norge er det generelt gunstig med relativt bratte tak.

14 Tekniske installasjoner

141 *Ventilasjonsanlegg.* I den midtre boligen er frisklufttilførselen ivaretatt ved et mekanisk, balansert ventilasjonsanlegg med varmegjenvinner. Det er valgt en roterende varmegjenvinner med en teoretisk temperaturvirkningsgrad på 85 %.

I boligen mot øst er varmegjenvinneren av dobbelt sett platevarmevekslere koblet i serie, med temperaturvirkningsgrad på ca. 70 %. Leiligheten mot vest har avtrekksvarmepumpe som leverer varmtvann og forvarmer friskluft.

142 *Varmeanlegg.* Romoppvarmingen i den midtre boligen er basert på et vannbåret system med radiatorer. Varmtvann til både oppvarming og forbruk varmes opp ved hjelp av en varmepumpe. Varmepumpen henter varme fra grunnen, hvor en 300 m lang rørs spiral er gravd ned, og fra en kombinert sol- og konvektiv varmefanger. Varmefangeren kobles inn ved varmeoverskudd i solrommet og er plassert øverst i solrommet under glass-taket. Forbruksvannet har elektrisk tilleggsoppvarming. Elektrisk energi hentes fra solcelleanlegget, se pkt. 132. Når det produseres mer elektrisitet enn boligen har bruk for, går overskuddet ut på stømnettet. I perioder med liten elproduksjon kjøpes elektrisitet fra nettet.

Boligene mot øst og vest har elektrisk oppvarming. Boligen

mot vest får dessuten et bidrag til romoppvarmingen ved at varmepumpe på avtrekksluften forvarmer ventilasjonsluften, se pkt. 141. I boligen mot øst forvarmes forbruksvannet med et solvarmeanlegg på taket, se pkt. 132.

15 Klimaskjerm

- 151 *Boligene mot øst og vest* har isolasjonstykkelse i samsvarende med kravene i TEK og delvis noe bedre. I ytterveggene er det 200 mm isolasjon. Bindingsverk med I-profiler er valgt for å redusere kuldebroen ved stenderne. Vinduene i ytterveggene har U-verdi på 1,3 W/m²K. Vinduene i solrommet har U-verdi på 1,5 W/m²K. Taket er isolert med 300 mm mineralull, og veggen mot solrommet har 100 mm mineralull. Boligene har golv på grunnen med 180 mm ekstrudert polystyren (XPS). Installasjonene i det tekniske rommet på loftet avgir varme. Loftsrommet i boligene er derfor varmeisolert.
- 152 *Boligen i midten* er bedre isolert enn de to andre boligene. Ytterveggene har 300 mm mineralull, og taket har 400 mm mineralull. Vinduene i ytterveggene har en U-verdi på 0,8 W/m²K og vinduene i solrommet (mot ute og mot boligrom) har en U-verdi på 1,0 W/m²K. I tillegg har boligen i midten et 10,4 m² stort felt med transparent isolasjon. Isolasjonen er kapillarrør av akryl mellom to lag glass, som gir en U-verdi på 0,8 m W/m²K.
- 153 *Lufttetthet*. For å hindre luftlekkasjer er vindspærren utført mest mulig kontinuerlig over hele omhyllingsflaten. Altanen er påhengt utenpå ytterveggen for å unngå at utkragede bærebjelker perforerer vindspærren.

16 Energibehov

- 161 *Energibehov til forbruksvann* er beregnet til 4 000 kWh eller 36,7 kWh/m² pr. år. Netto energibruk vil bli redusert til 1 600 kWh på grunn av at vannet forvarmes i alle tre leilighetene, se pkt. 13 og 14.
- 162 *Energibehov til belysning, utstyr, vifter og pumper*. I den midterste boligen er det forutsatt energisparende belysning og husholdningsutstyr. Total energibruk til belysning og utstyr er beregnet til 2 500 kWh/år. Total energibruk til vifter og pumper er beregnet til 1 750 kWh/år. I de to andre boligene er det ikke forutsatt energisparende belysning og utstyr, og her antar man energibruk på 5 450 kWh/år. I boligen mot øst antar man at energibruken til vifter og pumper er det samme som for boligen i midten, mens man for boligen mot vest forventer noe mindre energibruk, siden denne boligen har færre vifter og pumper. Her forventer man 1 500 kWh/år.
- 163 *Energibruk til oppvarming, infiltrasjon og ventilasjon*. For å kunne sammenlikne de tre forskjellige boligvariantene er det i [622] beregnet forventet energibruk til oppvarming for alle boligene som om de lå i midten. Resultatet er vist i tabell 163 a. Total energibruk er vist i tabell 163 b.

17 Vurderinger

- 171 *Energibruk*. Tabell 163 a viser at boligen mot vest har størst forventet oppvarmingsbehov. Det store oppvarmingsbehovet skyldes hovedsakelig at boligen ikke har varmegjenvinner. Forskjellen i oppvarmingsbehov er relativt liten mellom boligen mot øst og i midten. Dersom man vurderer behovet for kjøpt energi (se tabell 163 b), ligger boligen i midten langt under de to andre, takket

Tabell 163 a

Forventet energibehov til oppvarming i Snekkerstua lavenergiboliger [622]

	Bolig mot vest kWh/år	Bolig i midten kWh/år	Bolig mot øst kWh/år
Energitilskudd fra solstråling	5 050	7 280	5 050
Internt energitilskudd	6 950	4 120	7 260
Transmisjonsvarmetap	-7 060	- 6 565	- 7 510
Ventilasjonsvarmetap	- 8 930	- 2 100	- 3 380
Ventilert overskuddsvarme	- 2 400	- 4 725 ¹⁾	- 3 580
Energibruk til oppvarming	6 390	1 990	2 160

¹⁾ Solrommets andel utnyttes i varmfangeren.

Tabell 163 b

Forventet energibruk i Snekkerstua lavenergiboliger [622]

	Bolig mot vest kWh/år	Bolig i midten kWh/år	Bolig mot øst kWh/år
Energibruk til oppvarming	6 390	1 990	2 160
Energibruk til varmtvann	4 000	4 000	4 000
Energibruk til belysning, utstyr, vifter og pumper	6 950	4 250	7 200
Energitilskudd fra solcelleanlegg		- 2 584	
Energitilskudd fra solfangeranlegg			- 2 400
Energitilskudd fra varmepumpe		- 3 900	
Energitilskudd fra luftvarmepumpe	- 3 360		
Arlig behov for kjøpt energi til drift	13 980	3 756	10 960

være stort energitilskudd fra solcelleanlegg og varmepumpe. Energibruken er imidlertid svært avhengig av brukervaner. Blant annet vil ikke temperatursoner fungere effektivt dersom man f.eks. bruker soverom til lekerom, og dermed har en høyere temperatur enn forutsatt. I boligene er det valgt flere tiltak for å redusere energibruken, og noen av disse er kostbare. Alle tiltakene vil derfor ikke være økonomisk lønnsomme.

- 172 *Planløsning og tekniske løsninger*. I et bolighus er varmetapet gjennom vinduer omtrent like stort som varmetapet gjennom vegger, tak og golv. Å velge vinduer med lav U-verdi er derfor et effektivt tiltak for å redusere varmetapet.

Ved å plassere det tekniske rommet på loftet får man mindre utbytte av varmetapet fra installasjonene enn om det tekniske rommet lå i en av etasjene med boligrom.

Solrommet har mange funksjoner, som kommer i konflikt med hverandre:

- Inngang mot sør ødelegger mulighetene for en skjermet uteplass på bakkenivå. Inngangsparti med vindfang kan med fordel brukes som klimaskjerm mot nord.
- Trapperepos i 2. etasje gjør at den øvre delen av solrommet blir til "trafikkareal" som er lite egnet til opphold ved altanen.

2 Klosterenga økologiboliger

21 Bakgrunn

Klosterenga økologiboliger er en blokk med 35 leiligheter over 6 etasjer, både 2-, 3-, og 4-roms. Boligblokken ligger i Gamlebyen i Oslo og er en del av byfornyelsen i området. Utbygger er boligbyggelaget USBL, arkitekter er GASA og Arkitektskap og entreprenør er Veidekke. Blokken var ferdigstilt i mars 2000. USBL søkte samarbeid med boligorganisasjoner i flere europeiske land om EU-støtte til et forsknings- og utviklingsprogram for realisering av energivennlig boligbebyggelse. I tillegg har prosjektet fått offentlig støtte til å utvikle øvrige økologitemaer.

I prosjektet er det fokusert på bebyggelsesmønster, leilighetsplaner, konstruksjoner og materialbruk, energisystem, vann- og avløpssystem, utenomhusanlegg og avfallshåndtering under bygging og i drift.

Figur 21 viser plantegninger av Klosterenga økologiboliger.

22 Planløsning

221 *Utforming.* Blokken er åpen mot sør og lukket mot nord, se pkt. 251. Alle leilighetene er gjennomgående og dermed gjennomlyst, se fig. 21. 2/3 av leilighetene er i gavlposisjon og får lys inn fra tre kanter. Planløsning tillater rundgang rundt midtsonen i de største leilighetene, en kvalitet som øker romopplevelsen. Leilighetene har livsløpsstandard.

222 *Temperatursoner og varm kjerne.* Leilighetene er planlagt med klare temperatursoner. Soverommene er lagt mot nord, stua mot sør, og bad og kjøkken i midten i en varm kjerne for de største leilighetene. Den bærende betongveggen rundt kjernen fungerer som et temperaturutjevnerende varmelager. I 2-roms leilighetene er kjøkkenet trukket ut av kjernen mot fasaden og lyset.

23 Solvarme

231 *Passiv solvarme.* Fasaden mot sør er dobbeltvegg av glass, se fig. 231 a, b og c. Avstanden mellom glassene er ca. 300 mm. I hulrommet mellom glassene vil tilluft forvarmes i oppvarmingsseasonen. I sommerhalvåret kan den oppvarmede luften i hulrommet luftes ut igjen, noe som hindrer overoppvarming av oppholdsrommene innenfor. Mellom glassene er det persienner, som gjør at solstrålingen blir reflektert før den når inneluften.

232 *Aktiv solvarme.* Innebygd i takkonstruksjonen er en 247 m² vannbåret solfanger for oppvarming og varmt forbruksvann. Solfangeren har en helningsvinkel på 30°. En del av taket mot sør er flatt og gir atkomst for vedlikehold av solfangeren. På de flate partiene er det

lavtvoksende vegetasjon, som fungerer som fordrøyningsjikt for regnvann og kjøling av takflaten på sommerstid.

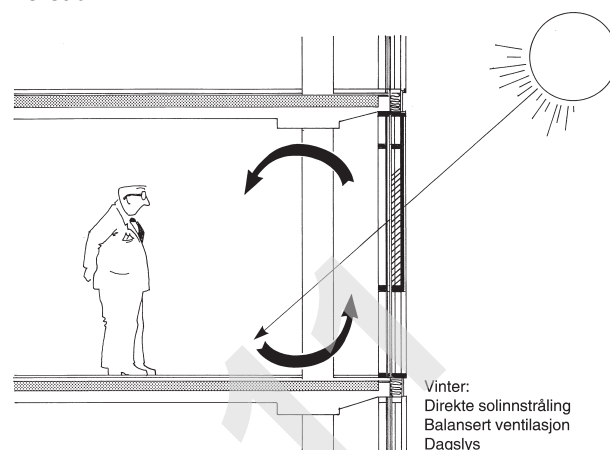


Fig. 231 a
Snitt av dobbel yttervegg av glass. Energibalanse om vinteren

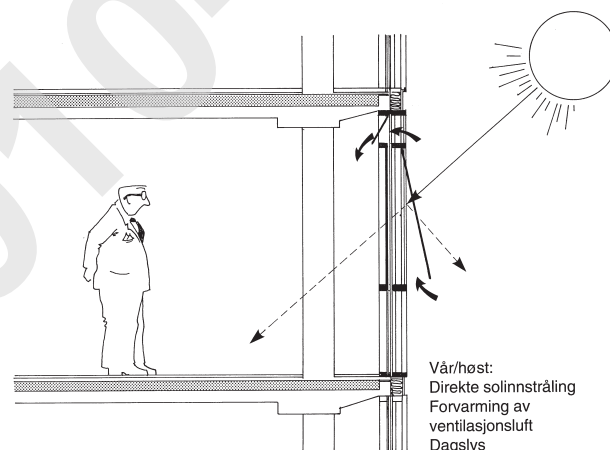


Fig. 231 b
Snitt av dobbel yttervegg av glass. Energibalanse vår og høst

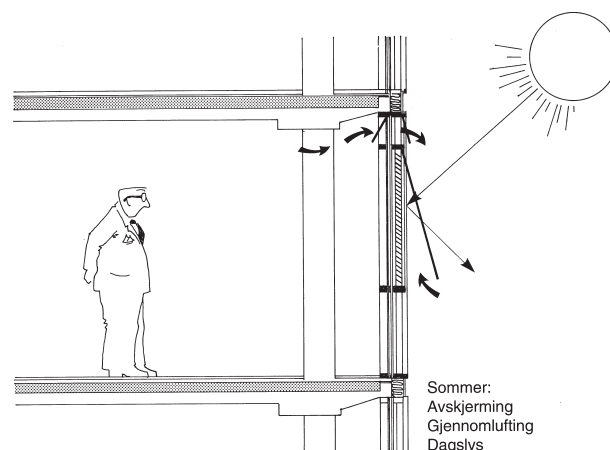


Fig. 231 c
Snitt av dobbel yttervegg av glass. Energibalanse om sommeren

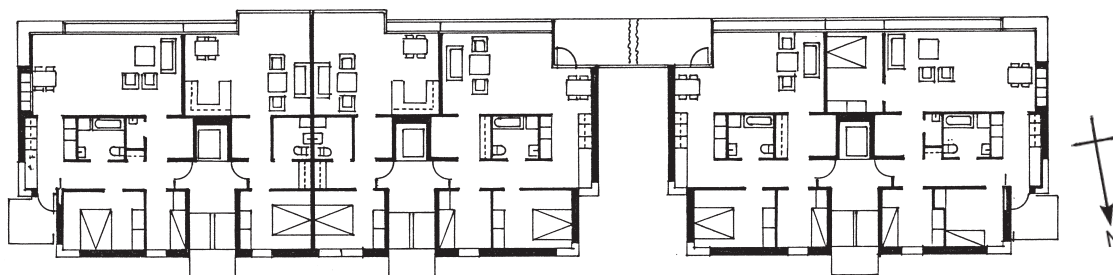


Fig. 21
Plantegning av Klosterenga økologiboliger. Arkitekt: Arkitektkontoret GASA og Arkitektskap

24 Tekniske installasjoner

- 241 *Ventilasjonsanlegg.* Boligene har balansert ventilasjonssystem med varmegjenvinner. Filteret i ventilasjonssystemet gjør at den tidvis forurensede uteluften blir rensset.
- 242 *Varmeanlegg.* I golvene ligger vannbåret varmeanlegg. Varmen hentes fra solfangeren på taket, se pkt. 232. Lagertanken på 15 000 liter ligger under fangeren på loftet i 7. etasje. Fra varmelageret på loftet ledes vannet i rør til leilighetsgolvene, og tilført varme reguleres individuelt. Baderommene har separat krets av varmerør, siden denne sonen krever høyere temperatur. Soverommene har ikke eget oppvarmingssystem. De får en basisoppvarming gjennom det balanserte ventilasjonssystemet.
- 243 *Utstyr.* Vannsparende installasjoner og utstyr er installert.

25 Klimaskjerm

- 251 *Ytterveggene* mot nord og deler av gavlveggene er av teglstein. Veggene består av bærende tegl med to vanger, og med 200 mm mineralull og luftsjikt mellom. Veggene har relativt små vindusåpninger. Høye vinduer øker dagslysinnsippet og reduserer behovet for elektrisk belysning. Mot sør er det glassfasade med doble glass, se pkt. 231.
- 252 *Tak.* Taket er isolert med 300 mm isolasjon.

26 Energibehov

Beregnet forventet energibehov er vist i tabell 26. Energibruken er imidlertid avhengig av brukervaner.

Tabell 26

Forventet energibehov i Klosterenga økologiboliger sammenliknet med tilsvarende bygning bygd etter minimumskrav til energibruk i TEK

	Forventet energibehov ved utførelse iht. TEK kWh/m ²	Forventet energibehov for Klosterenga kWh/m ²
Oppvarming	29	20
Ventilasjon	38	9
Varmtvann	22	11
Vifter/pumper	10	19
Belysning	17	17
Diverse	28	28
Kjøling	0	0
Sum	144	104

27 Vurderinger

Soneinndelingen av leilighetene gjør at gjennomsnittstemperaturen kan senkes i forhold til vanlig innetemperatur ellers. Årsaken er at kun 6,3 % av arealet (badene) har krav om høyere temperatur (25 °C), mens 30 % av arealet (soverommene) kan ha lav temperatur (ca. 17 °C). En forutsetning er at soverommene ikke brukes til oppholdsrom (f.eks. lekerom).

Prosjektet har som mål at energiforbruket til oppvarming og ventilasjon skal være maks. 104 kWh/m² pr. år. Energibruken vil bli registrert over en periode på ett år etter ferdigstillelsen i 2000.

Vannbåret varme i golv gir jevn temperatur og god komfort samtidig som man står fritt med hensyn til møblering.

3 April-huset ved Tønsberg

31 Bakgrunn

April-huset er vinneren av en konkurranse om lavenergiboliger i Vestfold, gjennomført i 1990 av Vestfold kraftselskap. Småhuset er tegnet av sivilarkitekt Kjellaug Sandvik Eggen. April-huset ligger på Basberggrønningen utenfor Tønsberg. Planløsning er vist i fig. 31.

32 Planløsning

- 321 *Utforming.* Boligen er i 1 ½ etasje uten kjeller og er bygd i henhold til Husbankens livsløpsstandard. Huset har:
- en enkel, kompakt og tilnærmet kvadratisk bygningskropp med minst mulig overflateareal
 - enkle byggetekniske konstruksjoner for å redusere risiko for kuldebroer og utettheter
 - bod, vindfang og trapperom som en klimaskjerm mot nord
 - stue og kjøkken med store vindusarealer samt solrom/vinterhage mot sør og soverom mot nord
 - arbeidsrom i 2. etg som nyter godt av den varme luftstrømmen gjennom solrommet
 - en plan som legger til rette for å bygge med en felles installasjonsvegg mellom bad og kjøkken i 1. etasje
- 322 *Areal.* April-huset har et bruksareal på 85 m² i første etasje og 35 m² i andre etasje, totalt 120 m².
- 323 *Temperatursoner.* I første etasje er stue og kjøkken plassert mot sør, mens soverom/arbeidsrom og gang, trapp og boder, hvor oppvarmingsbehovet ikke er så stort, er plassert mot nord. I andre etasje er det et arbeids-/lekerom bakenfor solrommet. To av soverommene ligger mot sør på hver sin side av solrommet. Disse soverommene har imidlertid ikke vinduer mot sør, fordi takflaten er trukket så langt ned. Et annet soverom, bod og trapp er plassert mot nord. Huset har ingen varm kjerne. Badene i 1. og 2. etasje ligger mot yttervegg.

33 Solvarme

- 331 *Passiv solvarme.* Solrommet (vinterhagen) er integrert i bygningskroppen for at veggarealet mot oppvarmede rom skal bli størst mulig. Taket i solrommet er også av glass. Som nevnt i 321 har huset relativt store vindusarealer mot sør.

Taket på huset er trukket så langt ned at det skygger for solinnstråling gjennom sørvinduer sommerstid. Vintersola slipper inn i huset fordi den står lavere.

- 332 *Aktiv solvarme.* Hele takets sørflate er benyttet som solfanger. Ved at taket er trukket så langt ned, får solfangeren større areal. Solfangersystemet varmer vann til oppvarming og varmtvann.

34 Tekniske installasjoner

- 341 *Ventilasjon.* Huset har balansert ventilasjon med varmegjenvinning. Anlegget benytter energi fra solrommet til å forvarme tilluften.
- 342 *Varmeanlegg.* Huset har vannbåret golvvarme som får oppvarmet vann fra solfangersystemet på taket (se pkt. 332).
- 342 *Lys og utstyr.* Det er installert sparedusj og lavenergi hvitevarer og belysning.

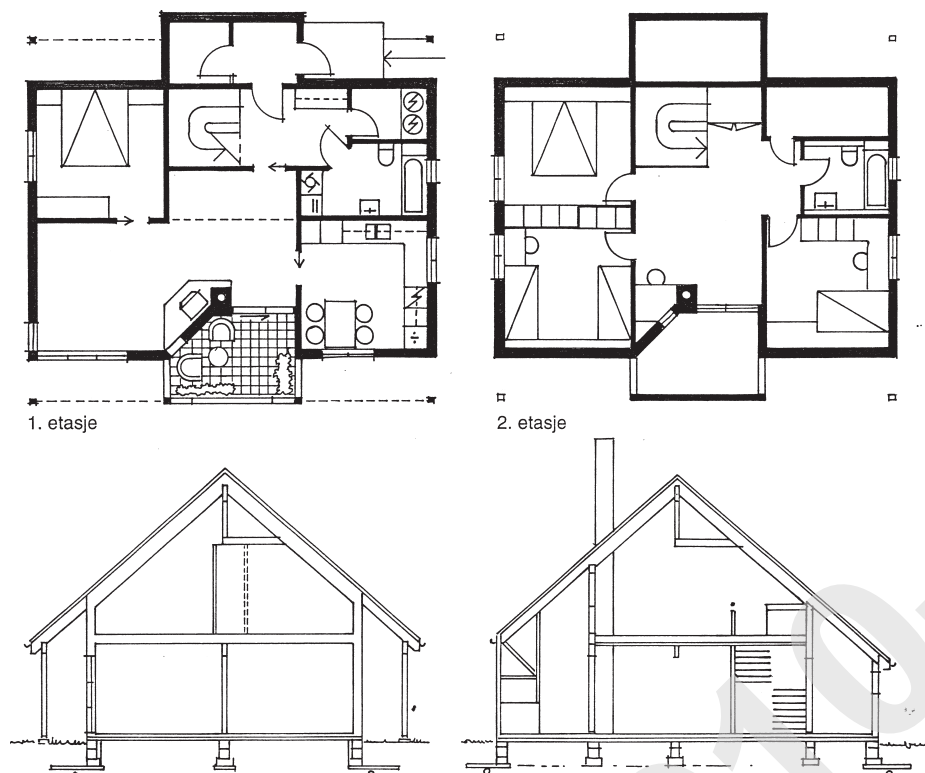


Fig. 31
April-huset ved Tønsberg.
Arkitekt: Siv.ark. Kjellaug
Sandvik Eggen

35 Klimaskjerm

351 *Isoleringsevne.* Isoleringsevnen til ytterkonstruksjonene tilsvarer U-verdi-kravet i TEK, med 200 mm isolasjon i veggene og 300 mm i taket. Både vegger og tak har krysslågt utføring for å redusere kuldebroer.

353 *Lufttetthet.* Huset har normal vindtetting med vindspærre. Dampspærren er trukket 50 mm inn i vegg, slik at elinstallasjoner vil ligge på innsiden og dermed ikke lage unødvendige hull i dampspærren.

36 Vurdering

Huset er beregnet å bruke totalt 80 kWh/m² pr. år, men dette vil i stor grad avhenge av bruksvaner. Den lave energibruken følger av flere effektive tiltak for å redusere energibruken, som balansert ventilasjonssystem, solrom og solfangersystem. Planløsningen følger prinsippene for boliger med lavt energibehov som er vist i 222.220, men har badet ved yttervegg. Det er sannsynligvis nødvendig i tilfeller hvor boligen har et begrenset areal. I tillegg får man gode luftemuligheter og dagslys på badet.

4 Prosjektet Rimelige lavenergiboliger

41 Bakgrunn

Prosjektet Rimelige lavenergiboliger var et samarbeid mellom Block Watne A/S og Byggforsk utført for Norges Forskningsråd [621]. Hensikten med prosjektet var å utvikle energieffektive småhus som samtidig er rimelige å oppføre. Spesiell oppmerksomhet er viet installasjonene, som i moderne boliger utgjør 30 – 40 % av byggekostnadene. Boligen ble prosjektert i 1995. Se fig. 41.

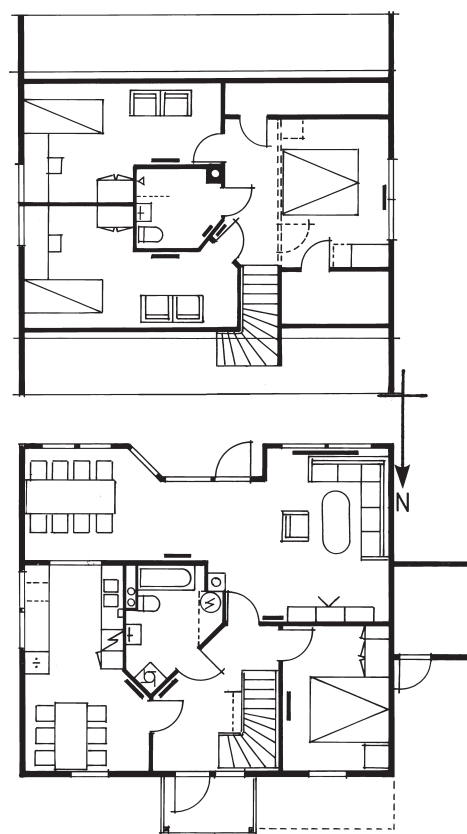


Fig. 41
Planløsning av huset i prosjektet Rimelige lavenergiboliger av Block Watne A/S og Byggforsk

42 Planløsning

421 *Utforming.* Boligen har 1 ½ etasje og en kompakt form med tilnærmet kvadratisk plan, noe som reduserer omhyllingsflaten. Boligen er prosjektert i henhold til Husbankens livsløpsstandard, med stue, kjøkken, bad og soverom på inngangsplanet.

- 422 *Areal*. Grunnflaten er 85 m². Totalt bruksareal er 138 m².
- 423 *Temperatursoner og varm kjerne*. Boligen har en gjenomgående sentral våtromskjerne og felles sjakt for tekniske installasjoner. Denne løsningen er valgt for å spare både energi og kostnader. Badet i hovedetasjen har elektrisk golvvarme, og den sentrale plasseringen av badet gjør at man ikke får økt varmetap til grunnen. Stue med store vindusarealer vender mot sør. Kjøkkenet og det ene soverommet i hovedetasjen vender mot nord. I andre etasje er det bare soverom, ett har yttervegg mot sør. Det er imidlertid ingen vinduer på sørveggen, fordi taket er trukket ned mot etasjeskilleren. I andre etasje ligger også to boder – en mot sør og en mot nord.

43 Solvarme

- 431 *Passiv solvarme*. Store vindusflater mot sør utnytter passiv solvarme til oppvarming. God tilgang på dagslys er prioritert til rom for varig opphold for å redusere behovet for kunstig belysning. Kjøkkenet er imidlertid plassert mot nord.
- 432 *Aktiv solvarme*. Boligen har ikke aktiv solvarme.

44 Tekniske installasjoner

- 441 *Ventilasjon*. Boligen har balansert ventilasjonsanlegg med varmegjenvinner med ca. 75 % temperaturvirkningsgrad. For ventilasjonsaggregatet med varmegjenvinner er hovedvekten lagt på å tilfredsstillende funksjoner som god filtreringsgrad, lav støy, god tilgjengelighet, enkel betjening og lave driftskostnader. For øvrig er det valgt en type aggregat med lave trykktap som delvis baseres på naturlige drivkrefter (vind, oppdrift) for å redusere energibruken til vifter. Ventilasjonsaggregatet har derfor varmeveksler, vifte, filter og kanaler som er relativt arealkrevende. Aggregatet er plassert i andre etasje hvor det er noe større tilgang på ledig areal. Tilleggskostnaden for varmegjenvinneren er anslått til ca. kr 12 000 (1995). Årlig energibesparelse er på 4 – 6 000 kWh. Ventilasjonsanlegget har manuell behovsstyring, som gjør at man kan redusere luftmengden med ca. 50 l/s når ingen er til stede.
- 442 *Vann- og avløpssystem*. Alle sanitærinstallasjonene er tilknyttet felles installasjonsvegg mellom kjøkken og bad, som står i direkte kontakt med en sentralt plassert installasjonssjakt. Sjøkløsningsen gir et rasjonelt opplegg for sanitærinstallasjonene med mulighet for prefabrikasjon, korte føringsveier og enkel vannskadesikker utførelse.
- 443 *Varmeanlegg*. Varmebehovet forutsettes dekket av sentralt plasserte elektriske panelovner. I boligen er det lagt opp til god temperaturstyring. Siden boligen er en lett konstruksjon, kan man spare 5 – 7 % av oppvarmingsbehovet ved å senke temperaturen om natten. I tillegg til elektriske panelovner har badet elektrisk golvvarme, jf. 423. Boligen er også utstyrt med skorstein og ovn for fast biobrensel. Skorsteinen har sentral plassering i tilknytning til installasjonsskjernen, noe som gir en god varmefordeling ved fyring. Da ovnen og skorstein ligger nær bereder for varmt vann, kan man enkelt bruke bioenergi også til å varme opp tappevann.

45 Klimaskjerm

- 451 *Isoleringsevne*. Huset er isolert i henhold til U-verdikravene i TEK. Ytterveggene er isolert med 200 mm mineralull. Taket har 250 mm isolasjon. Både tak og vegger har 50 mm krysslagt innvendig utføring for å redusere kuldebroene. Golvet mot grunnen er en lett konstruksjon med 150 mm isolasjon. Det er brukt et spesielt ringmurselement uten kuldebroer, og markisolasjon. Lett, godt isolert golv med lavt varmetap mot grunnen får overflatetemperatur som ligger nær lufttemperaturen. Vinduene er tolags med argonfylling og lavemisjonsbelegg (U-verdi ca. 1,6 W/(m²K)).
- 452 *Lufttetthet*. Huset har normal vindspærre. Dampspærren i vegger og tak er trukket 50 mm inn i veggen, slik at skjult elopplegg ikke påvirker veggens lufttetthet.
- 453 *Boder og garasje*. På vestsiden av huset er det en bod som bedrer klimaskjermen på en del av veggen.

46 Energibehov

Det er beregnet forventet energibehov for boligen når man antar Oslo klima. Energibehovet fordeler seg som vist i tabell 46. Av energibehovet til oppvarming utgjør ventilasjons- og infiltrasjonstapet 3 370 kWh, som er omtrent like mye som energien til produksjon av varmt forbruksvann. I beregningene er det forutsatt en gjennomsnittelig innetemperatur på 22 °C og et avtrekk i ventilasjonsanlegget på 40 l/s. Med temperatursoneinndeling, der soverommene i 2. etasje kan holde lavere temperatur (18 °C), og behovsstyring av ventilasjonen bør det være mulig å komme ned i et samlet energibehov på 100 kWh/m² pr. år.

Tabell 46

Forventet energibehov for boligen som er utviklet i prosjektet Rimelige lavenergiboliger. Det er forutsatt Oslo klima.

Energibehov	kWh/år	kWh/m ² pr. år	%
Varmebehov	6 180	44,8	42
Varmtvann	3 500	25,4	24
Lys og utstyr	5 080	36,8	34
Totalt	14 760	107,0	100

47 Vurderinger

Elektriske panelovner er lite energivennlige. Man ville nok brukt en annen oppvarmingsteknologi i dag. Planløsningen er i samsvar med prinsippene i Planløsning 222.220 med hensyn til sentral våtromskjerne og temperatursoner. Dette prinsippet gjør det imidlertid vanskelig å få en hensiktsmessig planløsning.

5 Sydvesten – bolig i veksthus

51 Bakgrunn

Sydvesten er en bolig i veksthus som ble bygd i 1984 på initiativ fra Kristiansand Næringsråd i forbindelse med boligutstillingen "Bygg for fremtiden – 1984". Med veksthus menes at selve boligen er bygd inn i en skjerm av glass. Denne glasskjermen gir et solrom for passiv

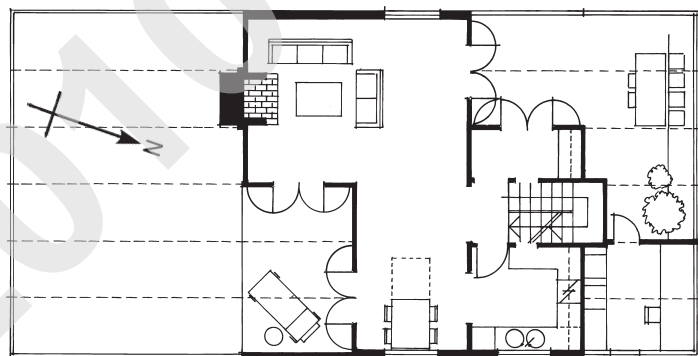
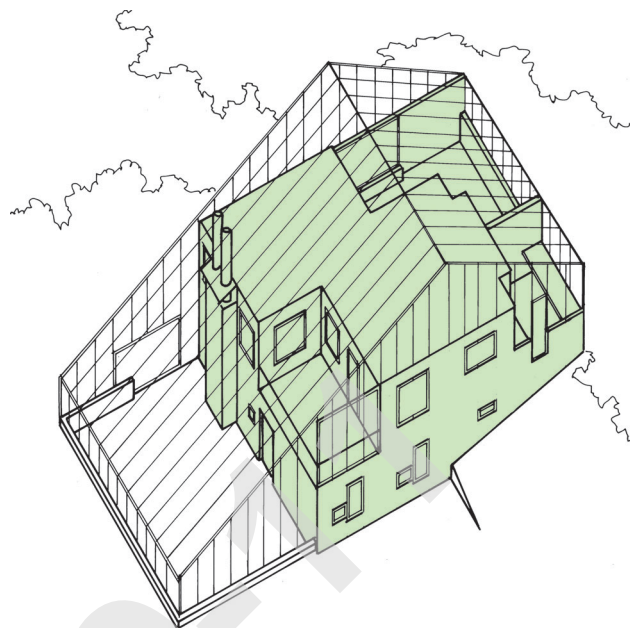
soloppvarming. Samtidig tjener skjermen som en ekstra klimaskjerm og beskytter bygningskonstruksjonene. Boligen er tegnet av Arkitektkontoret GASA. Figur 51 viser skisse og planløsning av veksthuset.

52 Planløsning

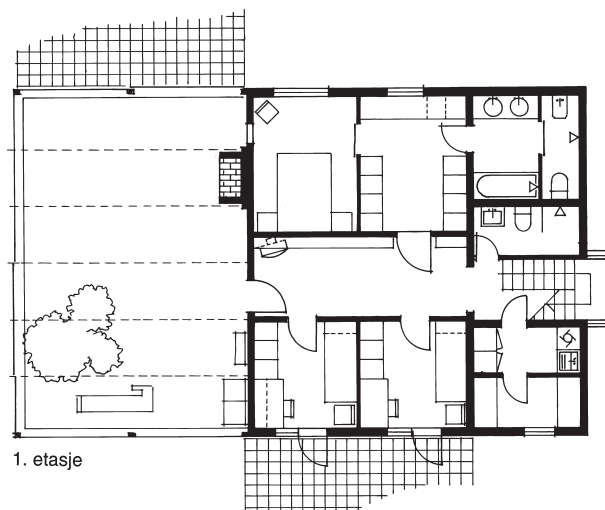
Glassbygget rundt huset danner en stor halvklimalisert sone/solrom på framsiden av huset og en mindre på baksiden. Huset ligger i skrånende terreng, slik at 1. etasje ligger mot terreng på baksiden, mens det i 2. etasje også er en halvklimalisert sone utenfor selve boligen. Oppholdsrommene er plassert i 2. etasje hvor effekten av oppvarming fra solrommet er størst. I den halvklimaliserte sonen på baksiden av huset er det en ekstra stue som kan brukes i sommerhalvåret, samt et hobbyrom. Soverom og bad er plassert i 1. etasje.

53 Solvarme og tekniske løsninger

Boligen får passiv solvarme fra solrommene på to sider av huset, samt over taket. Den indre kjernen og golvet i de halvklimaliserte sonene er bygd med tunge materialer med høy varmekapasitet. Dermed kan en stor del av innstrålt solenergi lagres i materialene. Følgelig vil temperaturen i de halvklimaliserte sonene stige langsommere, og varmestrålingen fra de samme materialene vil hindre at temperaturen faller for raskt når solstrålingen forsvinner. På grunn av mye solinnstråling er glasshuset utstyrt med solskjerming og ventilasjon. For å redusere varmetapet om natten har huset nattisolering (isolerte persienner).



2. etasje



1. etasje

Fig. 51
Sydvesten – bolig i veksthus. Arkitekt: Arkitektkontoret GASA

6 Referanser

61 Utarbeidelse

Dette bladet er utarbeidet av Tom Gyran og Ingrid Hole. Saksbehandler har vært Karine Denizou. Redaksjonen ble avsluttet i oktober 2000.

62 Litteratur

- 621 Gundersen, P. Rimelige lavenergiboliger med rasjonelle installasjoner. Norges byggforskningsinstitutt, prosjektrapport 196. Oslo, 1996
- 622 Winther, B. N. Energibelastninger ved lavenergiboliger. Doktor ingeniøravhandling, NTNU, 1998