



Nye krav til bygningers energibehov/Revisjon av tekniske forskrifter (TEK)

Boligprodusentenes Forening stiller seg bak de politiske målene om energisparing i boliger. Foreningen har i flere år samarbeidet med ENOVA om å utvikle, bygge og vinne erfaringer med energieffektive boliger. Disse erfaringene mener foreningen at revisjonen av de tekniske forskriftene bør bygge på.

Nytt minimumsnivå for energibruk

Det er viktig å skille mellom energibehovet for boliger og for nærings-/yrkesbygg. Sistnevnte har, i motsetning til boliger, oftest et energidrevet kjølebehov og krever dermed mer energi. I en bolig deler man gjerne energibehovet i to – romoppvarming, som tradisjonelt anses å påvirke energibruken mest, og "det faste forbruk" som varmtvann, elektrisk utstyr og belysning.

Dagens forskrift innebærer et nivå for energibruk for småhus i størrelsesorden 170 kwh/kvm. Av dette står romoppvarmingen for ca. 80 kwh/kvm, "de faste postene" for ca. 90 kwh/kvm. "De faste postene" er den brukeravhengige delen av energiforbruket.

Det er i dag ingen "offisiell" definisjon av begrepet lavenergibolig. Heller ikke foreligger det kriterier for hvor lavt energibehovet må være for å komme inn under betegnelsen. Forslaget til revidert forskrift betyr for småhus en reduksjon til 129kwh/kvm, som er en skjerpelse av kravet til romoppvarming på vel 55 %. For å sikre god kvalitet (unngå akselerert skadeutvikling) i nye boliger foreslår Boligprodusentenes Forening imidlertid at minimumskravet for nye boliger ikke settes lavere enn 145 kwh/kvm for småhus og tilsvarende 130 kwh/kvm for boligblokker.

Viktige hensyn ved reformer i byggevirksomheten

Når et nytt energinivå skal fastsettes, har vi i forslaget lagt vekt på følgende premisser:

- 1) ... krav til ytelser må ligge innenfor kjent byggeteknikk og kompetanse i bransjen. Arbeidet med å redusere omfanget av byggefeil vil ellers få et tilbakeslag, og legge stein til byrden for en bransje som strever med å eliminere egne feil og øke produktiviteten.
- 2) ... krav som skal iverksettes må ikke forutsette andre produkter enn det som er tilgjengelig og kurant i markedet, slik at alminnelig gode konkurranseforhold opprettholdes.
- 3) ... økning i kostnadsnivå må stå i rimelig forhold til den økte kvaliteten på boligen. Forbrukeren vil ellers vanskelig oppfatte nye boliger som mer attraktive enn boligene i bruktmarkedet. Det er økt interesse for boliger med lavt energibehov. Reformen bør ikke føre til at kostnadsnivået påvirker dette negativt. Dessuten vil nasjonale mål om å begrense boligkostnadene lett komme i fare.

De nye energikravene i den tekniske forskriften, må ligge innenfor bransjens erfaringsområde for å sikre at nytt forskriftsnivå ikke fører til nye byggefeil som følge av manglende kompetanse. Nye boliger må kunne oppføres med stor grad av trygghet for at teknisk kvalitet, godt inneklima og sikkerhet er ivaretatt.

Boligprodusentenes Forening foreslår derfor at det nye forskriftsnivået for småhus ikke settes lavere enn til minimum 145 kwh/kvm og tilsvarende 130 kwh/kvm for boligblokk. Dette gir en beregningsmessig energiforbedring på 40 % når det brukeravhengige forbruket er holdt utenfor for småhus, og tilsvarende mer enn en halvering av oppvarmingsbehovet for boligblokk.

Hvordan oppnå 40 % reduksjon?

Flere tiltak kan bidra til å øke energieffektiviteten som beskrevet av Boligprodusentenes Forening:

1. Mer isolering i vegger

Dagens praksis er en veggtykkelse på 15 cm, som kan økes til 20 cm. Det går et avgjørende skille ved 20 cm veggtykkelse (tilgjengelige materialer, bruk av kjente detaljer, håndverksfaglig med

mer.). **En økning til 20 cm** gjør at veggen kan bygges som før, uten fordyrende omlegging av veggkonstruksjonen. Enhver økning i veggtykkelsen må enten legges på utsiden av veggen og redusere tomteutnyttelsen – eller innvendig og redusere boligarealet. Dette får merkbare konsekvenser for boligkjøperen, i tillegg til økte kostnader for boligen. Vi tilrår at teknisk forskrift ikke setter nivåer som fører til økninger i veggtykkelse ut over 20 cm.

2. Mer isolering i tak og golv

I takkonstruksjoner kan isolasjonstykkelsen **utvides til 35 cm**, og tilsvarende i **grunnen til 25 cm**. Økt isolasjonstykkelse kan føre til at den samlede byggehøyden øker, og at bygget dermed må graves noe dypere ned. Det kan i sin tur føre til motfall for avløpet. Der det er marginale høydeforhold kan det bety merkostnader fordi kloakken må pumpes, alternativt omprosjektering – som er svært kostbart når gravingen er i gang.

3. Bedre vinduer

To løsninger kan øke vinduenes energiegenskaper: 3-lags glass eller 2-lags glass med Argon gassfylling og ett lavemisjonsbelegg. **3-lags glass** er allerede "forlatt" etter en periode på 80-tallet da dette var en vanlig løsning. Slike vinduer var svært tunge å håndtere, og de ble derfor møtt av sterk motstand fra håndverker- og arbeidstakerhold. **2-lags glass** med Argon gassfylling og ett lavemisjonsbelegg er ett kurant standardvindu i dagens marked.

4. Mer energieffektiv luftventilasjon

De aller fleste småhusprodusentene har balansert ventilasjon med varmegjenvinning som standard. For boligblokker er det imidlertid ingen tilfredsstillende løsninger innenfor et akseptabelt kostnadsnivå for styring av sentrale ventilasjonsanlegg. Her trengs en FoU-innsats. I de reviderte forskriftene kan det være fornuftig å ha en ambisjon om høyeffektiv **varmegjenvinning for småhus**.

5. Reduserte luftlekkasjer

Luftlekkasjene har en svært stor betydning for oppvarmingsbehovet. Imidlertid mangler vi kunnskap om hva slags byggeutførelse som fører til hvilket lekkasjetall (mål for hvor mange ganger luften i en bolig blir fullstendig utskiftet på grunn av utettheter) Samlet vil alle de bygningsmessige detaljene i gulv, vegg og tak avgjøre nivået på luftlekkasjen. Vi tror på skrittvis forbedringer også på dette området. Dagens forskriftsbaserte lekkasjetall, basert på standardisert måling, er 4 for småhus, og 3 for boligblokker i inntil 2 etasjer, og 1,5 for blokker over 2 etasjer. Med 2,5 for småhus vil det være mulig å klare et nytt minimumsnivå på 145 kwh/kvm. Det finnes erfaringer fra bransjen som tyder på at en slik **reduksjon i lekkasjetallet er oppnåelig**.

Nasjonalt aksjonsprogram

Selv med rammer som beskrevet over vil det være tekniske usikkerhetsmomenter og store utfordringer med hensyn til kompetanse og effektiv implementering for den norske boligbyggingen. Derfor må en energireform i tråd med notatet følges opp av et nasjonalt aksjonsprogram.

- Det er nødvendig med FoU-innsats for å bygge opp kompetanse om hvordan økt tetthet påvirker både inneklima, og klarlegge behov for skjerpede krav til uttørking av materialer og en "tørr byggeprosess".
- Det vil videre være behov for å følge opp om endringene i TEK bidrar til at nye boliger får kjølebehov pga. god isolering kombinert med tilført varme pga. sollys og varmegenererende forbruk.
- Ventilasjon med varmegjenvinning av boligblokker forutsetter videreutvikling av ventilasjonssystemer med hensyn til boligdesign, regulering og styring samt driftsmessige forhold fordi ventilasjonsløsningene blir mer teknologiavhengige og dermed mer sårbare for fell.
- Energireformen i TEK bør følges opp med forskning for å sikre at energimessige tilsiktede effekter ikke medfører utilsiktede effekter som økte byggskader og dårlig inneklima med negative helsemessige virkninger.

Boligprodusentene

Per Jæger

Nye energikrav i tekniske forskrifter

**Høringsnotat utarbeidet av
Boligprodusentenes Forening**



23.08.2006

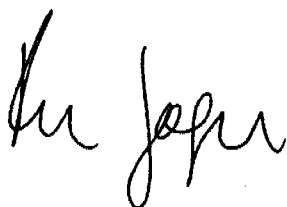
Forord

Kommunal- og regionaldepartementet (KRD) har presentert forslag til nye energikrav for byggverk i teknisk forskrift. Boligprodusentenes Forening stiller seg bak de politiske målene om energieffektivisering i boliger. Foreningen har i flere år samarbeidet med ENOVA om å utvikle, bygge og vinne erfaringer med energieffektive boliger. Disse erfaringene mener foreningen at revisjonen av de tekniske forskriftene må bygge på.

Energikravene i KRD høringsutkast ligger på et urealistisk ambisiøst nivå. Boligprodusentenes Foreningen påpeker at de nye forskriftskravene ikke må føre til økning i byggfeil som følge av ukjente løsninger og manglende kompetanse. Nye boliger må kunne oppføres med stor grad av trygghet for at teknisk kvalitet, godt inn klima og sikkerhet er ivarettatt. Boligprodusentene har foretatt en grundig vurdering av hva bransjen kan levere på lavenergiområdet. Derfor anbefaler Boligprodusentene et gjennomførbart nivå, og advarer på det sterkeste regjeringen mot å fastsette et strengere kravsnivå.

Vi deltar gjerne i den videre prosessen knyttet til utviklingen av de nye forskriftskravene, slik at de nye reglene kan gjennomføres på en fornuftig måte for alle parter.

Oslo, 23. august 2006



Per Jæger
Administrerende direktør
Boligprodusentenes Forening

Sammendrag

Boligprodusentenes Forening stiller seg bak de politiske målene om energieffektivisering i boliger og en skjerping av energikravene i ny forskrift. Energifkravene i KRD høringsutkast ligger imidlertid på et urealistisk ambisiøst nivå.

Boligprodusentenes har foretatt en grundig vurdering av hva bransjen kan levere på lavenergiområdet. Disse vurderingene ligger til grunn for det ambisiøse nivået som vi foreslår i dette høringsnotatet. Forslaget forutsetter omfattende kunnskapsutvikling og kompetanseoppbygging. Det er for eksempel behov for utvikling av 70 til 100 blader i Byggforskserien, og bred opplæring om de nye energieffektive byggemetoder for alle aktørene i byggeprosessen; fra arkitekten til tømreren. Med en lavenergiprofil kan følgende tiltak legges til grunn for forskriftsnivået:

- Vegg: 0,22 W/m²K (tilsvarer yttervegg av 36 x 198 mm bindingsverk)
- Golv: 0,13 W/m²K (tilsvarer ca. 250 mm EPS for golv mot grunnen)
- Tak: 0,13 W/m²K (tilsvarer 350 mm isolering i skrå tak)
- Vinduer: 1,5 W/m²K i gjennomsnitt (2-lags glass med Argon gassfylling og ett lavemisjonsbelegg)
- Lekkasje: 2,5 h⁻¹ ved 50 Pa trykkforskjell for småhus og 1,5 h⁻¹ for boligblokker
- Ventilasjon med 80 % årsmidlere temperaturvirkningsgrad
- SFP-faktor 2,5 kW/(m³/s)
- Normalisert kuldebroverdi 0,04 W/K per m² BRA for småhus og 0,05 W/K per m² BRA for blokker

Vi vil på det sterkeste advare regjeringen mot å fastsette et strengere nivå enn dette.

Det anbefales at både Modell a og Modell b beholdes, men med noen endringer:

- For småhus bør Modell a inkludere en arealkorrigeringsfaktor slik at mindre hus ikke straffes. Med energitiltaksnivået som Boligprodusentene anbefaler kan det arealavhengige rammekravet for et småhus uttrykkes som: $Q = 161 - 0,10 \times BRA$ (kWh/m²). For et småhus på 160 m² BRA gir dette et rammekrav på 145 kWh/m². For blokker bør rammekravet settes lik 130 kWh/m²
- For Modell b anbefales det å introdusere en maksimumsverdi for kuldebroer gitt som normalisert kuldebroverdi. Det samlede varmetapet på grunn av kuldebroer fordeles på byggets bruksareal.

Med forslaget til Boligprodusentenes Forening reduseres oppvarmingsbehovet for småhus med vel 40 % i forhold til dagens minimumsnivå i TEK 97. I blokker blir oppvarmingsbehovet mer enn halvert. Det totale energibehovet reduseres med om lag 20 %. Boligprodusentenes anbefaling tilsvarer nivået som Husbanken stiller for å tildele grunnlån for gode energikvaliteter.

KRDs forskriftsforslag anbefaler at kravene også skal gjelde for fritidsboliger over 80 m² BRA. Boligprodusentenes Forening etterlyser en konsekvensvurdering av et slikt krav, og vil blant annet peke på at senking av innnetemperaturen når hyttene ikke er i bruk kan gi økt risiko for fuktrelaterte skader (mugg, sopp) og føre til ising i varmeveksleren i ventilasjonsaggregatet og driftsproblemer.

Med vårt forslag vil byggebransjen stå overfor store utfordringer med hensyn til kompetanseheving, kvalitetssikring på områder med svært små toleranser for feil, samt med utvikling og implementering av nye produkter og konsepter. Det må satses på omfattende kunnskapsformidling og kompetanseoppbygging ute i bransjen. Det behøves også en stor FoU-innsats for å framskaffe mer kunnskap og dokumentasjon om de nye, energieffektive løsningene. Boligprodusentenes Forening inviterer til etableringen av et stort aksjonsprogram for økt energieffektivisering i bygninger og effektiv implementering av nye energikrav i forskriften. Aksjonsprogrammet vil samle myndigheter og næring i et felles løft for mer energieffektive og miljøriktige løsninger. Aksjonsprogrammet bør gå over 5 år og ha en ramme på 200 millioner kroner per år.

Innholdsliste

1	Innledning.....	5
1.1	Hva er lavenergi?	6
1.2	Beregningsmetode.....	7
1.3	KRDs forslag til nye energikrav i Tekniske forskrifter	8
2	Vurdering av de to modellene i § 8-21 for å tilfredsstille energikravene.....	9
2.1	Modell a - Rammekravsmodellen	9
2.2	Modell b - Energitiltaksmodellen.....	14
2.3	Samlet vurdering av Modell a og b.....	16
3	Vurdering av forskriftsnivået	18
3.1	Lavenergi i dagens boliger.....	18
3.2	Generelt om U-verdier og kuldebroer.....	19
3.3	Yttervegger	20
3.4	Tak	23
3.5	Golv	23
3.6	Kuldebroer	24
3.7	Dør- og vindusareal.....	25
3.8	Vinduer	25
3.9	Ventilasjon (varmegjenvinning og SFP).....	28
3.10	Luftlekkasjer (infiltrasjon).....	29
3.11	Kommentarer til § 1-2, § 8-22, § 8-23 og § 8-24.....	31
4	Praktiske eksempler.....	33
4.1	Eksempel småhus.....	33
4.2	Eksempel boligblokk – Wexelsplass, Herslebsgate 19.....	34
5	Vurdering av økonomiske forhold og konsekvenser.....	35
5.1	Priser og beregnet lønnsomhet for lavenergiløsningene.....	35
5.2	Meget store administrative konsekvenser	36
6	Invitasjon til nasjonalt aksjonsprogram for energieffektive bygg.....	38
7	Konklusjon - Boligprodusentenes anbefaling om nivå og utforming av forskriften.....	38
7.1	Boligprodusentenes anbefaling for småhus	38
7.2	Boligprodusentenes anbefaling for blokker	40
	Vedlegg – Situasjonen i Danmark, Sverige, Finland og Tyskland.....	42
	V.1 Danmark	43
	V.2 Sverige.....	45
	V.3 Finland.....	47
	V.4 Tyskland	48

1 Innledning

Kommunal- og regionaldepartementet (KRD) har presentert forslag til nye energikrav for byggverk i Teknisk forskrift. I dette notatet vurderer Boligprodusentenes Forening de foreslåtte energikravene for småhus og boligblokker.

Dagens tekniske forskrifter (TEK) regulerer kun varmetap og netto oppvarmingsbehov. EU-direktivet om bygningers energiytelse (Directive 2002/91/EC, 2003) krever en mer helhetlig vurdering av energibruken i bygninger, og at man i vurdering av energiegenskapene til bygg skal ta hensyn til alle faktorene som påvirker energibehovet.

I energisammenheng er det viktig å skille mellom boliger og større yrkes- og næringsbygg. Boliger har normalt ikke behov for kjøling, mens større yrkes- og næringsbygg som oftest har et betydelig kjølebehov for å opprettholde krav til termisk komfort. I større yrkes- og næringsbygg vil også energibehovet til teknisk installasjoner (kjøling, ventilasjon, belysning) utgjøre en vesentlig større andel av det totale energibehovet.

I boliger fordeler energibehovet seg grovt på hovedpostene:

- elektrisitet til belysning, utstyr og apparater
- elektrisitet til ventilasjonsvifter
- oppvarming av tappevann
- romoppvarming

Romoppvarming er netto varmebehov for å opprettholde ønsket innetemperatur når solinnstråling og interne varmetilskudd fra belysning, elektrisk utstyr, apparater og personer er trukket fra det samlede varmetapet til boligen. Jo høyere intern varmetilskudd man antar, jo lavere blir det beregnede oppvarmingsbehovet. Ved beregning av energibehovet benyttes vanligvis normerte verdier for disse interne varmetilskuddene. I arbeidet opp mot de nye forskriftene har følgende verdier vært benyttet¹:

- varmt tappevann: 35 kWh/m²
- belysning: 23 kWh/m²
- elektrisk utstyr: 29 kWh/m²

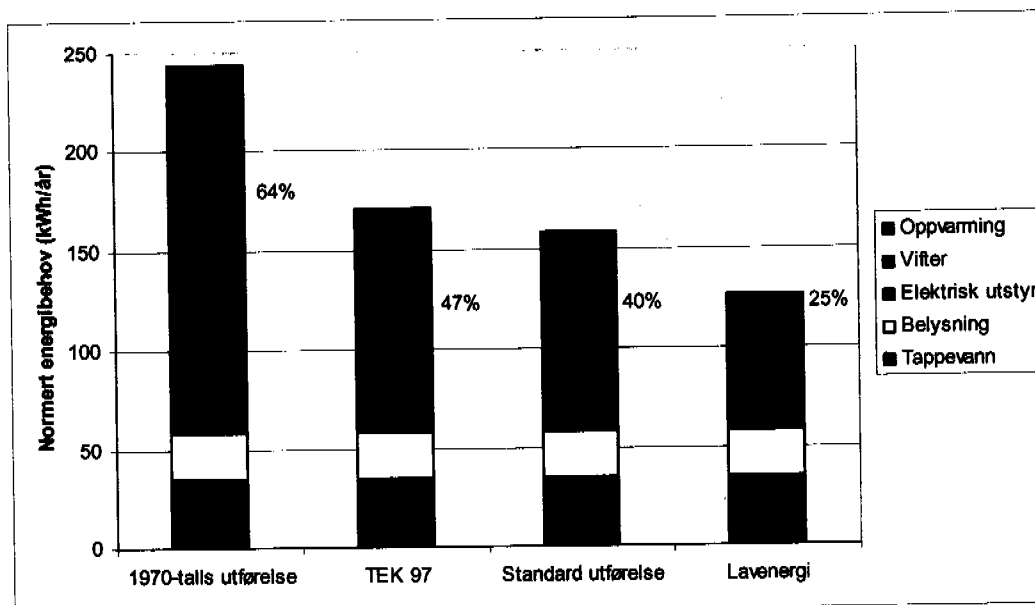
Dette utgjør en "grunnlast" på 87 kWh/m². Og tar man hensyn til at ventilasjonsviftene i moderne boliger typisk krever 7-8 kWh/m², ender vi opp med en beregningsmessig grunnlast på 95 kWh/m² før vi i det hele tatt har kommet til oppvarmingen.

Romoppvarming har tradisjonelt betydd mest for energibruken i boliger. Som et snitt for hele boligmassen anslås det at ca 60 % av energibruken går til romoppvarming, vel 20 % til belysning, utstyr og elektriske apparater, og knappe 20 % til varmt tappevann. I godt isolerte boliger vil romoppvarming utgjøre en langt mindre andel av den samlede energibruken, mens de andre energipostene tilsvarende vil utgjøre mer.

Figur 1.1 viser normert energibehov for et småhus i to fulle etasjer med 80 m² grunnflate for fire alternative energistandarder; nemlig i henhold til:

- det som var vanlig på 1970-tallet
- minimumskravene i TEK 97
- vanlig standard fra de større småhusprodusentene
- typisk lavenergistandard fra småhusprodusentene

¹ SINTEF-rapport STF A03524 Nye forskriftskrav til bygningers energibehov (2003)



Figur 1.1 Normert energibehov for et småhus i to fulle etasjer med 80 m² grunnflate og 160 m² BRA for fire alternative energistandarder.

Utviklingen de siste tiårene har ført til at oppvarmingsbehovet er kraftig redusert. For et moderne standardhus vil oppvarmingsbehovet utgjøre om lag 40 % av det samlede energibehovet i boligen. For hus med lavenergiutførelse vil oppvarmingsandelen være så lav som 25 %.

1.1 Hva er lavenergi?

Soria-Moria-erklæringen angir at lavenergiboliger skal bli standard. Men begrepet lavenergibolig er ikke entydig definert og det foreligger ikke kriterier for hvor lavt energibehovet må være for at en bolig skal kunne kalles lavenergibolig.

Det ligger i begrepet at en lavenergibolig har lavere energibehov enn det som er vanlig. De fleste forbrukere forbinder lavenergi med redusert oppvarmingsbehov, og de færreste er klar over at mesteparten av energibruken i moderne boliger er knyttet til belysning, elektrisk utstyr og varmt tappevann. Dette er brukeravhengige poster, ikke bygningsrelaterte. Få tenker på at en stor og flott plasma-TV kan ha en effekt på flere hundre Watt og i realiteten fungere som en god varmeovn.

Husbanken og lavenergi

Husbanken har redusert energibruk som et satsningsområde. Målet er at 50 % av boligene som bygges i 2010 skal ha halvert energibruk sett i forhold til boliger bygd etter dagens forskriftskrav. Som eksempler på aktuelle tiltak for å tilfredsstille dette nivået oppgis ulike bygningstekniske tiltak samt mer bruk av solenergi-, varmepumpe- og bioenergisystemer².

For å kvalifisere til Husbankens grunnlån stilles det krav til boligen. Grunnlånet kan oppnås med enkeltstående tiltak eller ved kombinasjoner av tiltak. For tiltaket "Redusert oppvarmingsbehov" er kravet 40 % reduksjon i forhold til dagens forskriftsnivå (TEK 97). Nye småhus oppført i henhold til minimumskravene i dagens forskrifter har et beregnet normert energibehov på ca 170 kWh/m² som vist i tabell 1.1.1, hvorav ca 80 kWh/m² er romoppvarming og de resterende 90 kWh/m² utgjøres av forbruksavhengige forhold som belysning, elektrisk utstyr, ventilasjonsvifter og oppvarming av

² HB 7.B.14 Veileder til Husbankens grunnlån

tappevann. Reduseres oppvarmingsbehovet med 40 %, så tilsvarer dette et totalt energibehov på nærmere 145 kWh/m². Husbanken stiller følgelig krav om et normert energibehov på ca 140 - 145 kWh/m² for å tildele grunnlån med begrunnelse gode energikvaliteter.

Tabell 1.1.1 Beregnet normert energibehov for småhus oppført i henhold til forskriftens minimumskrav (TEK 97), og en utførelse med 40 % redusert oppvarmingsbehov.

	Minimumskrav teknisk forskrift (TEK 97) kWh/m ² BRA	40 % redusert oppvarmingsbehov kWh/m ² BRA
Romoppvarming	80	46
Belysning	23	23
Elektrisk utstyr	29	29
Vifteenergi ¹⁾	3 ¹⁾	8 ¹⁾
Varmt tappevann	35	35
I alt	170	143

¹⁾ Antatt mekanisk avtrekksventilasjon

²⁾ Antatt balansert ventilasjon

Husbanken har i flere sammenhenger gått ut med 100 kWh/m² som et nivå for lavenergi. Med tanke på at den beregningsmessige, normerte grunnlasten i boliger ligger oppunder 95 kWh/m² eksklusive romoppvarming, virker dette nivået 100 kWh/m² som lite realistisk uten at vi går inn og direkte regulerer hva slags belysning og elektriske apparater beboerne skal ha i boligen, eller stiller krav til hvor mye tappevann de skal kunne bruke.

De fleste boligprodusentene har balansert ventilasjon med varmegjenvinning som standard og leverer boliger som er bedre enn forskriftens minimumskrav. Mange boligprodusenter tilbyr også lavenergiboliger som er enda mer energieffektive enn standardboligene, men ingen av disse lavenergiboligene når ned mot 100 kWh/m² om man legger til grunn normerte verdier for energibehov til belysning, elektrisk utstyr og produksjon av varmt tappevann.

Passivhus

Det refereres ofte til "Passivhus" som er et begrep i Tyskland, Østerrike og Sveits. De to viktigste kravene som stilles til et hus for at det skal kunne kalles et passivhus er at det årlige oppvarmingsbehovet er mindre enn 15 kWh/m² og at det totale primærenergi behovet ligger under 120 kWh/m². Ved beregning av primærenergi behovet benyttes faktoren 2,5 for elektrisitet. Med helelektriske varmeløsninger tilsvarer dette et totalt elektrisitetsbehov på bare 56 kWh/m².

I passivhusene forutsettes det energieffektivt utstyr og lavenergibelysning. I passivhusene må de interne varmelastene fra belysning og elektrisk utstyr derfor være vesentlig mindre enn de 52 kWh/m² som vi regner med som normerte verdier i Norge. Også for varmtvann må det antas en lavere verdi enn de 35 kWh/m² som vi opererer med i Norge. Det normerte energibehovet vi forholder oss til her i Norge kan derfor ikke sammenlignes med nivået som det refereres til for passivhus da forskjellige forutsetninger ligger til grunn for beregningene.

1.2 Beregningsmetode

Det foreligger per i dag ikke noen standard for beregning av det totale energibehovet i bygninger og det er derfor ikke noen entydig måte å gjøre dette på. Man vil kunne få noe forskjellig svar avhengig av hva slags program man benytter og hvilke forutsetninger man gjør i beregningene.

Energirammemetoden i dagens forskrifter (TEK 97) er basert på den norske standarden NS 3031 som nå skal revideres som følge av at det utvikles nye europeiske standarder. NS 3031 oppgir både beregningsmetoden og input-verdier som skal benyttes i beregningene (bl.a. innnetemperatur og verdier for interne varmelaster fra personer, lys og utstyr).

Forskriftsforslaget som KRD nå har fremmet er i stor grad basert på beregninger utført av SINTEF. I energiberegningene har SINTEF benyttet programmet "Energi i bygninger" fra Programbyggerne AS. Dette programmet er et såkalt validert program der testing av programmet har vist at det regner i overensstemmelse med andre anerkjente beregningsprogrammer. For interne varmelaster og innnetemperaturer har SINTEF valgt å fravike verdiene i NS 3031.

I beregningene som vi presenterer i dette høringsnotatet har vi valgt å benytte NS 3031 som beregningsmetode, men med noen endringer og modifiseringer slik at beregningene i større grad harmoniserer med SINTEF-beregningene. Likevel vil det kunne være små avvik og forskjeller, slik at våre beregninger ikke alltid gir nøyaktig samme kWh-verdi som SINTEF-beregningene.

1.3 KRDs forslag til nye energikrav i Tekniske forskrifter

§ 8-21 Krav til energieffektivitet

Bygningen skal være så energieffektiv at den enten tilfredsstiller kravene til samlet netto energibehov (rammekrav) som angitt nedenfor under bokstav a, eller at den tilfredsstiller de krav som er angitt til energitiltak under bokstav b.

a. Samlet netto energibehov

Samlet netto energibehov for bygningen skal ikke være større enn

Bygningskategori	Rammekrav kWh/m ² (BRA) år*
Småhus (inkl fritidsbolig)	125
Boligblokk	110
Barnehager	130
Kontorbygg	140
Skolebygg	105
Sykehus	285
Sykehjem	220
Hoteller	200
Restaurantbygg	210
Idrettsbygg	160
Forretningsbygg	235
Kulturbygg	145
Lett industri, verksteder	155

* De fleste verdiene er avrundet, bl.a. for å ta hensyn til virkning av kuldebroer.

Det skal benyttes faste og standardiserte verdier for bruksavhengige data, samt gjennomsnittlige klimadata for hele landet. I kombinasjonsbygg gjelder rammekravene for bygningskategoriene tilsvarende for de respektive arealene.

b. Energitiltak

Energitiltakene i bygningen skal tilfredsstille følgende minimumskrav:

- Samlet areal av vinduer, dører, glasstak og -vegger: maks. 20% av bygningens bruksareal (BRA)
- U-verdi yttervegg: 0,16 W/m²K
- U-verdi tak: 0,13 W/m²K
- U-verdi gulv på grunn og mot det fri: 0,13 W/m²K
- U-verdi vinduer/dører (inkludert karm/ramme): 1,1 W/m²K
- Virkning av kuldebroer skal reduseres til et minimum
- Tetthet: 1,5 luftvekslinger pr. time ved 50 Pa (uansett konstruksjonsmetode og høyde), tilsvarende infiltrasjon på 0,10 oms/h
- Årsmidlere temperaturvirkningsgrad for varmegjenvinner i ventilasjonsanlegg: 80%
- Spesifikk effekt i ventilasjonsvifte, SFP-faktor (specific fan power):
 - næringsbygg 2,0/1,0 kW/m³/s (dag/natt)
 - bolig 2,5 kW/m³/s (hele døgnet)

- *Automatisk utvendig solskjermingsutstyr eller andre tiltak for å oppfylle krav til termisk komfort uten bruk av lokalkjøling*
- *Natt- og helgesenking av innetemperatur til 19°C (17°C for idrettsbygg) og for de bygningstyper der det kan skilles mellom natt, dag og helgedrift.*

Det er tillatt å avvike fra ett eller flere av energitiltakene, dersom energieffektiviteten opprettholdes ved kompenserende energitiltak.

§ 8-22 Minstekrav til isolasjon

U-verdi for yttervegg skal ikke overskride 0,22 W/m²K, og U-verdi for tak og gulv på grunn eller mot det fri skal ikke overskride 0,15 W/m²K, i alle bygg med rom for varig opphold.

§ 8-23 Unntak for visse bygninger

Isolasjonskravene for yttervegger i § 8-22 gjelder ikke for bygninger i laftet tømmer eller andre tradisjonelle konstruksjoner.

§ 8-24 Tilrettelegging for bruk av nye fornybare energikilder

Byggverk skal prosjekteres og utføres slik at en vesentlig del av varmebehovet kan dekkes av nye fornybare energikilder dersom dette er lønnsomt i et livsløpsperspektiv.

2 Vurdering av de to modellene i § 8-21 for å tilfredsstille energikravene

Høringsforslaget presenterer i § 8-21 to alternative modeller for å tilfredsstille energikravene. KRD ber om kommentarer på disse to modellene. I 2.1 og 2.2 blir disse to modellene gjennomgått og kommentert hver for seg, mens oppsummerende merknader til modellene finnes i 2.3

2.1 Modell a - Rammekravsmodellen

Bygningen skal tilfredsstille gitte energirammekrav for årlig totalt netto energibehov (kWh/m² BRA). Energibehovet skal omfatte all energibruk i bygningene, inkludert romoppvarming, tappevannsvarming, belysning, elektrisk utstyr (for eksempel husholdningsapparater), ventilasjonsvifter, pumper og kjøling. Det er angitt energirammer for 13 bygningskategorier, hvorav to gjelder for boliger (småhus og blokker).

Ved beregning av energirammekravene har SINTEF tatt utgangspunkt i 13 forskjellige referansebygg. For småhus og boligblokker er referansen henholdsvis:

- småhus i to fulle etasjer med grunnflate 8 x 10 m og 160 m² BRA
- blokk i fire etasjer med grunnflate 10 x 30 m og 1 200 m² BRA

Ved beregning av rammekravet er det tatt utgangspunkt i energitiltakene angitt for Modell b og normerte (låste) verdier for intern varmebelastning fra elektrisk utstyr og personer, ventilasjonsmengder og innetemperatur. For belysning åpnes det for noe redusert verdi dersom det er installert automatisk styringssystem. For et bygg med lik størrelse og utforming som referansebygget, skal man ved å velge energitiltakene i Modell b komme fram til det samme beregningsmessige energibehovet som energirammekravet gitt i Modell a.

Rammekravsmodellen kan virke som en fleksibel modell med stort spillerom for arkitekter og prosjekterende når det gjelder kreative grep og av valg energieffektive løsninger. Men for bygg uten kjølebehov vil rammekravsmodellen i praksis være en vurdering av oppvarmingsbehovet der varmetilskuddet fra bl.a. personer, solinnstråling, belysning, elektrisk utstyr og apparater balanseres opp mot varmetapet til det fri på grunn av transmisjon, ventilasjon og luftlekkasjer. Beregningene blir i realiteten helt tilsvarende det som i dag ligger i energirammemetoden i TEK 97.

Men det er en prinsipielt viktig forskjell mellom forslaget til ny rammekravsmode ll og dagens energirammemetode i TEK 97:

- i TEK 97 blir energirammen beregnet ut fra et bygg med lik størrelse og utforming som ditt eget bygg, men med 20 % vindus- og dørareal, hvoretter du skal vise at ditt bygg med reelt vindus- og dørareal areal tilfredsstiller rammen.
- i Modell a gis energirammen som en fast verdi, beregnet på grunnlag av et gitt referansebygg definert for 13 ulike bygningskategorier. For alle småhus gjelder således en energiramme som er beregnet med basis i et småhus i to fulle etasjer med grunnflate 8 x 10 m og bruksareal 160 m² BRA.

I TEK 97 betyr bygningsform og størrelse ingenting (bortsett fra størrelse og orientering på vinduene). I Modell a i forslaget til nye forskrifter betyr størrelse og bygningsform relativt mye.

Bygningsstørrelse og bygningsform – valg av referansebygg for småhus og blokker

Det er en stor svakhet ved Modell a den ikke korrigerer for størrelse på bygget. Mindre bygg vil ha mye vanskeligere for å tilfredsstille rammekravet enn større bygg, og høringsforslaget har rett i at *"ambisjonsnivået kan dermed bli særlig krevende å oppnå for mindre småhus"*. Også bygningsformen virker inn på det spesifikke varmetapet, og bygninger som er mindre kompakte enn forskriftsreferansen vil måtte kompensere for det økte varmetapet. Dette kan få relativt store konsekvenser i form av at man må velge særdeles godt isolerende konstruksjon for å klare rammekravet. Alternativt må alle nybygg utformes som kompakte kasser, noe som byggeskikksmessig sett kanskje ikke er helt gunstig?

Boligprodusentenes Forening anbefaler at rammekravet i Modell a uttrykkes som en funksjon av størrelsen på bygget (BRA), og at rammen heves noe for å fange opp bygg som ikke er fullt så kompakte som referansebyggene som SINTEF har valgt for småhus og blokker.

Vi kan ikke se at konsekvensene av bygningsstørrelse eller bygningsform er belyst i arbeidet opp mot forskriften, og vil i det følgende vise noen eksempler på hvordan avvikende størrelse eller bygningsform virker inn på valg av energitiltak.

Bygningsstørrelse - småhus

SINTEF valgt et relativt stort referansehus (160 m²) ved beregning av energiramme kravet for småhus. Til sammenligning ligger de mestselgende kataloghusene typisk rundt 140 m² BRA. "Lykkebo" til Block Watne og "Maud" og "Ninni" til Mesterhus er for eksempel alle rett i overkant av 140 m² BRA.



*"Lykkebo 4", Block Watne
141 m² BRA*



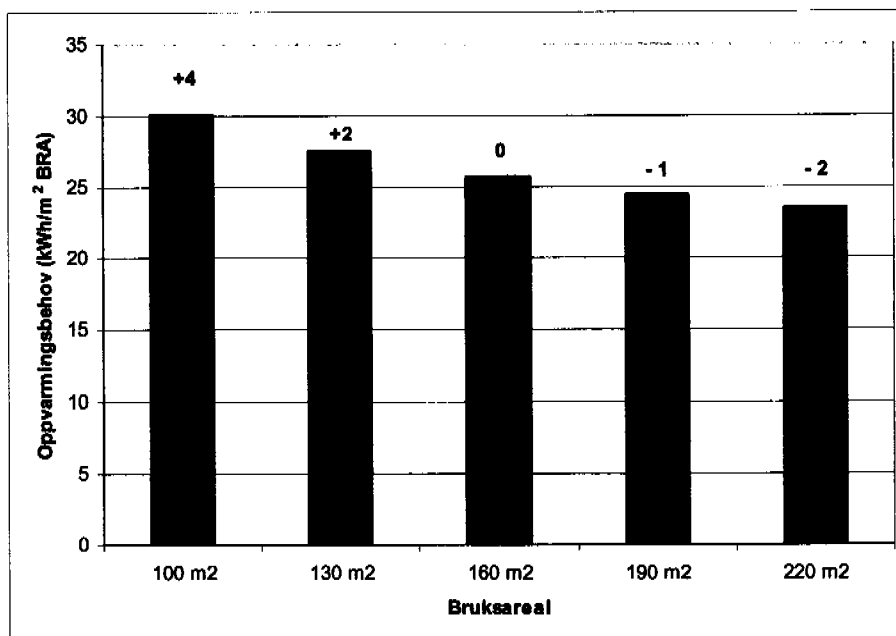
*"Maud", Mesterhus
144 m² BRA*



*"Ninni", Mesterhus
143 m² BRA*

Småhus som er mindre enn SINTEFs referansebygg på 160 m² BRA vil ha et større overflateareal og tilhørende varmetap per kvadratmeter golvflate. Disse mindre husene vil dermed ikke tilfredsstille energiramme kravet selv om man velger alle energitiltakene angitt i Modell b. ***Det er ikke akseptabelt at små hus typer skal "straffes" med krav om ekstra høy effektivitet, mens store villaer skal kunne dra fordel av gunstigere forhold mellom overflate og golvareal.***

Figur 2.1.1 viser beregnet årlig oppvarmingsbehov for et småhus som funksjon av bruksarealet. Det er antatt to fulle etasjer med 20 % vindus- og dørareal, og samme forhold mellom bredde og lengde som for SINTEFs referansebygg (8 m x 10 m). De to minste husene (100 m² og 130 m²) har spesifikt oppvarmingsbehov som er henholdsvis 4 kWh/m² og 2 kWh/m² høyere enn referansehuset på 160 m² BRA.



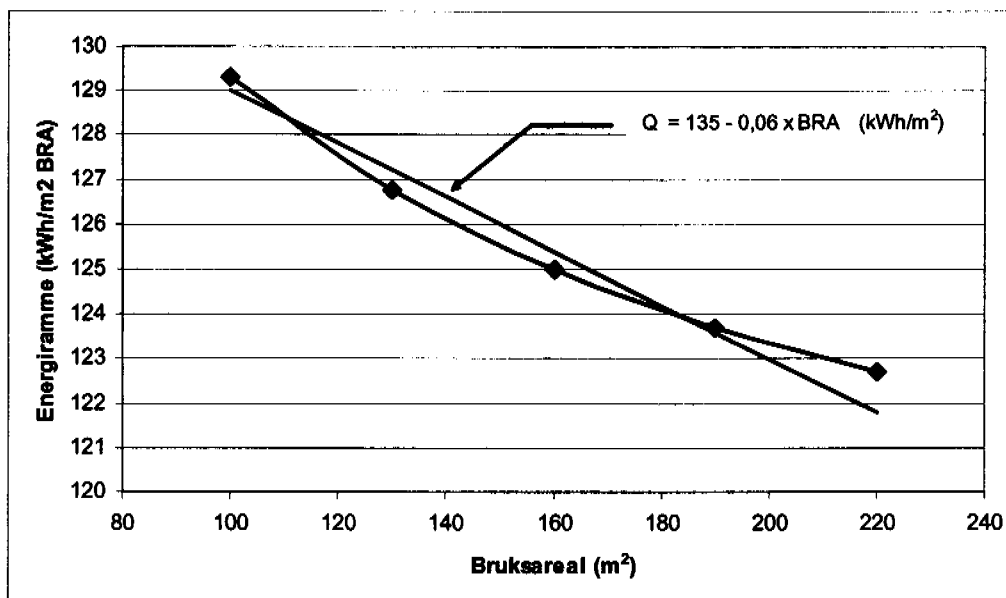
Figur 2.1.1 Beregnet spesifikt oppvarmingsbehov (kWh/m²) for småhus i to fulle etasjer som funksjon av størrelse (bruksareal). Konstant forhold mellom bredde og lengde lik 1:1,25 (dvs. tilsvarende 8 m x 10 m som for SINTEFs referansebygg). Antatt samme energitiltak som i Modell b i KRDS forskriftsforslag.

Det høres kanskje ikke så mye ut med en økning i oppvarmingsbehovet på 2 kWh/m² for boligen på 130 kWh/m². Men i praksis betyr dette at ytterveggene må økes fra 25 cm til 30 cm for å tilfredsstille rammekravet. For den minste boligen på 100 m² må enda mer drastiske tiltak gjennomføres for å kompensere for det økte spesifikke varmetapet og det høyere oppvarmingsbehovet.

En enkel måte å ta hensyn til denne arealfaktoren er å uttrykke energirammen for småhus som en funksjon av bruksarealet. Figur 2.1.2 viser at det arealavhengige totalbehovet for småhuset brukt i eksempelet forenklet kan uttrykkes som:

$$Q = 135 - 0,06 \times BRA \quad [kWh/m^2]$$

Det er verdt å merke seg at denne formelen gjelder for småhus med energitiltak i henhold til Modell b i KRDS forskriftsforslag. Korrigeringsfaktoren (helningen på kurven) vil være en annen for et mer moderat nivå på energitiltakene.



Figur 2.1.2 Totalt netto energibehov (kWh/m² BRA) i småhus i to etasjer som funksjon av bruksareal. Nivå i henhold til KRDs forskriftsforslag.

Bygningsform - småhus

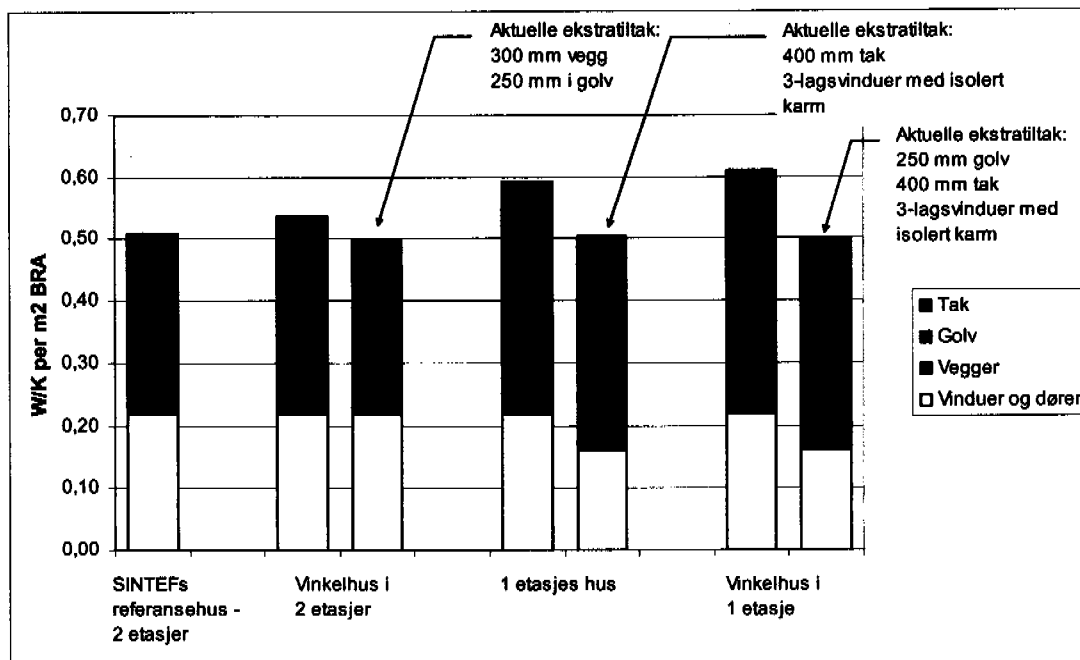
Bygningsformen påvirker også oppvarmingsbehovet. Det er prinsipielt riktig å søke en kompakt bygningsform med minst mulig varmetap til det fri. Men man skal være klar over at det valgte referansehuset for småhus er svært kompakt og har et lite overflateareal i forhold til gulvflaten. I praksis vil det være vanskelig å utføre et virkelig hus enda mer kompakt. I forhold til forskriftshuset vil man i realiteten bare tape på å ha en alternativ bygningsutforming, og man må ty til enda mer energieffektive tiltak for å tilfredsstille rammekravet.

Figur 2.1.3 viser hvordan bygningsform kan slå ut. Figuren viser beregnet transmisjonsvarmetap gjennom vegger, tak, golv, vinduer og dører (W/K per m² BRA) for et småhus på 160 m² BRA med fire alternative bygningsutforminger:

- To fulle etasjer, grunnflate 80 m² (tilsvarende SINTEFs referansehus)
- Vinkelhus i to fulle etasjer, grunnflate 80 m²
- En etasje, grunnflate 160 m²
- Vinkelhus i én etasje, grunnflate 160 m²

For alle alternativene er det antatt vindus- og dørareal lik 20 % av BRA og U-verdier i henhold til energitiltakslisten (Modell b). SINTEFs referansehus i to fulle etasjer har det laveste varmetapet med 0,51 W/K per m² BRA, og vinkelhuset i én etasje det høyeste med 0,61 W/K per m² BRA.

Vesentlig mer ambisiøse energitiltak må velges for at de tre hustypene med alternativ bygningsutforming skal tilfredsstille forskriftsnivået. For vinkelhuset i to etasjer kan aktuelle tiltak være å øke veggtykkelsen til 30 cm og tilleggsisolere tak eller golv. For de to alternativene med kun én etasje må man velge superisolerte 3-lags vinduer med isolert karm (U-verdi ca. 0,80 W/m²K) og samtidig tilleggsisolere golv og tak for å oppnå like lavt varmetap som for referansehuset.

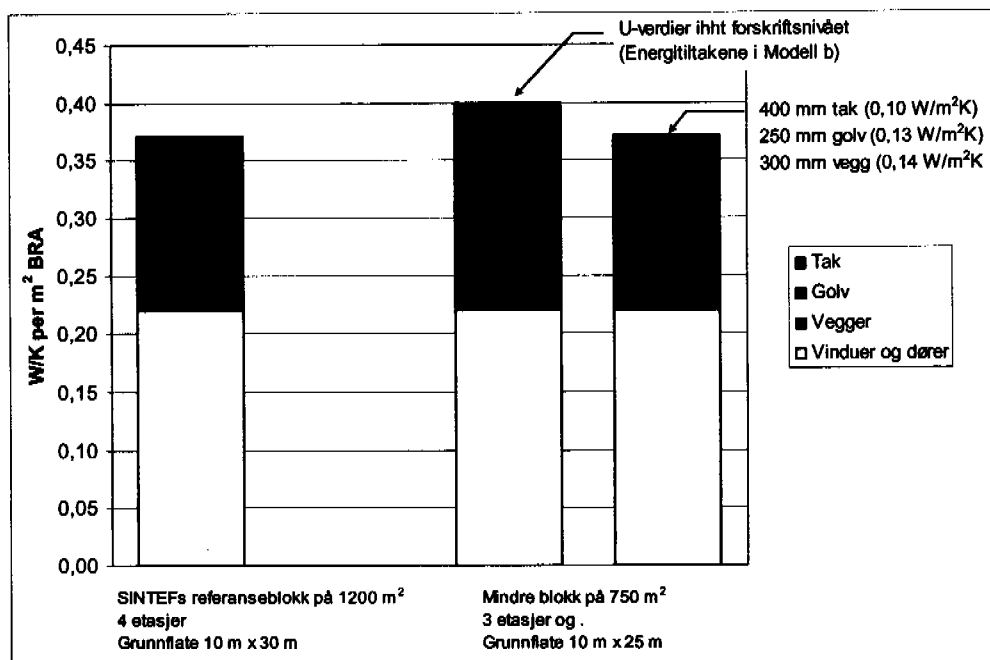


Figur 2.1.3 Spesifikt transmisjonsvarmetap (W/K per m^2 BRA) for et småhus på 160 m^2 BRA med alternativ bygningsutforming. U-verdier i utgangspunktet tilsvarende verdier i energitiltakslisten (Modell b) i KRDs forskriftsforslag. Aktuelle ekstratiltak for å kompensere for mindre kompakt bygningsform enn forskriftsreferansen. Ikke tatt hensyn til kuldebroer

Vesentlig mer ambisiøse energitiltak må velges dersom man avviker fra den kompakte forskriftsreferansen. I følge KRDs høringsforslag er fordelene med rammekravsmodellen at den gir arkitektonisk frihet og mulighet til å velge løsninger som fremstår som de mest kostnadseffektive i det enkelte bygg. Boligprodusentenes Forening deler ikke denne oppfatningen. For boliger og småhus mener vi tvert om at den arkitektoniske friheten reduseres betraktelig ved at kompakt bygningsutforming gir såpass stort utslag på varmetapet. For å tilfredsstille rammekravet må småhus være kompakte "kasser" med begrenset vindusareal. Dette kan bety dårlig stedstilpasning og dårligere byggeskikk. Alternativt må man for småhus som ikke er fullt så kompakte som forskriftsreferansen velge vesentlig mer energieffektive tiltak. Vi tviler sterkt på at disse ekstra energieffektive tiltakene kan forsvares ut fra et lønnsomhetsperspektiv. *For småhus bør energirammen derfor heves noe for å åpne for en alternativ bygningsform.*

Bygningsstørrelse og bygningsform - blokker

Blokker har et vesentlig lavere spesifikt oppvarmingsbehov (kWh per m^2 BRA) enn småhus. Slik sett skulle man tro at størrelse og bygningsform ikke betyr så mye for blokker. Men selv om avviket uttrykt i kWh per m^2 vil være lite, så vil det like fullt være et avvik man må kompensere for. Velger man en blokk med et større overflateareal per kvadratmeter golvflate enn SINTEFs referanseblokk, så må man kompensere for dette. Figur 2.1.4 viser transmisjonsvarmetapet gjennom tak, golv, vegger og vinduer og dører for SINTEFs referanseblokk på 1200 m^2 og en mindre blokk på 750 m^2 BRA. SINTEF-blokken er i fire etasjer med 10 m x 30 m grunnflate og den alternative blokken er antatt å være i tre etasjer med 10 m x 25 m grunnflate. For enkelhets skyld er det sett bort fra virkningen av kuldebroer. For å kompensere for det økte varmetapet kan man som et alternativ for blokken på 750 m^2 gå opp til 300 mm veggtykkelse og øke isolasjonstykkelsene i tak og golv.



Figur 2.1.4 Spesifikt transmisjonsvarmetap (W/K per m² BRA) for SINTEFs referanseblokk på 1200 m² og en mindre blokk på 750 m² BRA. Aktuelle ekstratiltak for å tilfredsstille rammenivået. U-verdier i utgangspunktet tilsvarende verdier i energitiltakslisten (Modell b). Ikke tatt hensyn til kuldebroer.

Det er videre antatt en slett fasade for SINTEFs referanseblokk. For større bygninger er det ofte ønskelig med sprang i fasaden for å skape liv og variasjon. Slike variasjoner i formspråket vil i de fleste tilfellene innebære et noe høyere varmetap og et større oppvarmingsbehov. **For boligblokker bør rammekravet heves noe for å åpne for blokker som i størrelse og form avviker fra SINTEFs referanseblokk. Hvorvidt rammekravet skal gjøres arealavhengig som foreslått for småhus, bør vurderes.**

Manglende standarder for energiberegning

Det er en svakhet Modell a er at det per i dag ikke foreligger standarder eller detaljerte retningslinjer som beskriver hvordan beregningene skal utføres. EU utvikler en rekke standarder som en oppfølging til energidirektivet. Det er til sammen snakk om 31 standarder og mange av disse standardene vil ikke foreligge før langt inn i 2007, hvis ikke enda senere. Det er planer om å revidere Norsk Standard 3031 slik at standarden kan brukes som en samlestandard og på en enkel og oversiktlig måte beskrive hvordan energiberegningene skal utføres. Men denne reviderte 3031 vil heller ikke foreligge før om lenge. Oppsummert er situasjonen per i dag at vi ikke har noen beregningsstandarder å forholde oss til som kan brukes til å beregne energibehovet etter Modell a. Det er svært tvilsomt at standarder og beregningsgrunnlag vil foreligge til 1. januar 2007.

2.2 Modell b – Energiltaksmodellen

Den foreslåtte energiltaksmodellen tilsvarer på mange måter U-verdimetoden og varmetapsrammemetoden i TEK 97. Den eneste forskjellen er at den foreslåtte energiltaksmodellen i tillegg til U-verdiene til bygningsdelen også trekker inn luftlekkasjer (tetthet), varmegjenvinning av ventilasjonsluft, SFP-faktor for ventilasjonsvifte, ikke bruk av lokalkjøling og natt- og helgesenkning.

Det åpnes for avvik fra ett eller flere av energiltakene, dersom energieffektiviteten opprettholdes ved kompenserende energiltak. Det beskrives ikke hvordan denne energieffektiviteten skal beregnes.

For energitiltak som er direkte varmetapsrelatert, eksempelvis varmegjenvinning, luftlekkasjer og U-verdier i vegger, tak og golv, bør man kunne foreta en forenklet varmetapsberegning der det vises at samlet varmetap fra bygget ikke øker.

For andre energitiltak kan man ikke på samme enkle måte foreta en enkel varmetapsberegning. I stedet må man i praksis over på en full energiberegning for å dokumentere at samlet energibehov ikke øker. Tabell 2.2.1 antyder for hvilke tiltak det holder med en forenklet varmetapsberegning, og for hvilke tiltak man bør over på en full energiberegning.

Tabell 2.2.1 Vurdering av omfordelingsmulighet

Energitiltak	Forenklet varmetapsberegning	Full energiberegning
• Samlet areal av vinduer, dører, glasstak og -vegger: maks. 20% av bygningens bruksareal (BRA)		X
• U-verdi yttervegg: 0,16 W/m ² K	X	
• U-verdi tak: 0,13 W/m ² K	X	
• U-verdi golv på grunn og mot det fri: 0,13 W/m ² K	X	
• U-verdi vinduer/dører (inkludert karm/ramme): 1,1 W/m ² K		X
• Virkning av kuldebroer skal reduseres til et minimum	(X)	
• Tetthet: 1,5 luftvekslinger pr. time ved 50 Pa (uansett konstruksjonsmetode og høyde), tilsvarende infiltrasjon på 0,10 oms/h	X	
• Årsmidlere temperaturvirkningsgrad for varmegjenvinner i ventilasjonsanlegg: 80%	X	
• Spesifikk effekt i ventilasjonsvifte, SFP-faktor (specific fan power)		X
• Automatisk utvendig solskjermingsutstyr eller andre tiltak for å oppfylle krav til termisk komfort uten bruk av lokalkjøling		X
• Natt- og helgesenking av innetemperatur til 19°C (17°C for idrettsbygg) og for de bygningstyper der det kan skilles mellom natt, dag og helgedrift.		X

Vi oppfatter det slik at man ved omfordeling etter energitiltaksmetoden skal bruke et referansebygg som har samme størrelse og bygningsutforming som det reelle bygget, men med 20 % vindus- og dørareal. Dette er tilsvarende prinsipp som for varmetapsrammen og energirammen i TEK 97.

Normalisert verdi for kuldebro bør innføres som energitiltak

Det er viktig at forskriftskravene er entydige og tallfestede. Et av energitiltakene som beskrives er at *"Virkning av kuldebroer skal reduseres til et minimum"*. Vi anbefaler sterkt en presisering av dette tiltaket med tallfesting av minimumsnivået for kuldebroer.

Vi anbefaler at det innføres et tallfestet krav til normalisert kuldebroverdi tilsvarende som SINTEF Byggforsk har gjort i Notat-002. Samlet varmetap på grunn av kuldebroer deles på byggets bruksareal. For småhus anbefaler vi verdien 0,04 W/K per m² BRA og for blokker 0,05 W/K per m² BRA (se kapittel 3.5 om kuldebroer).

Natt- og helgesenking bør fjernes som tiltak

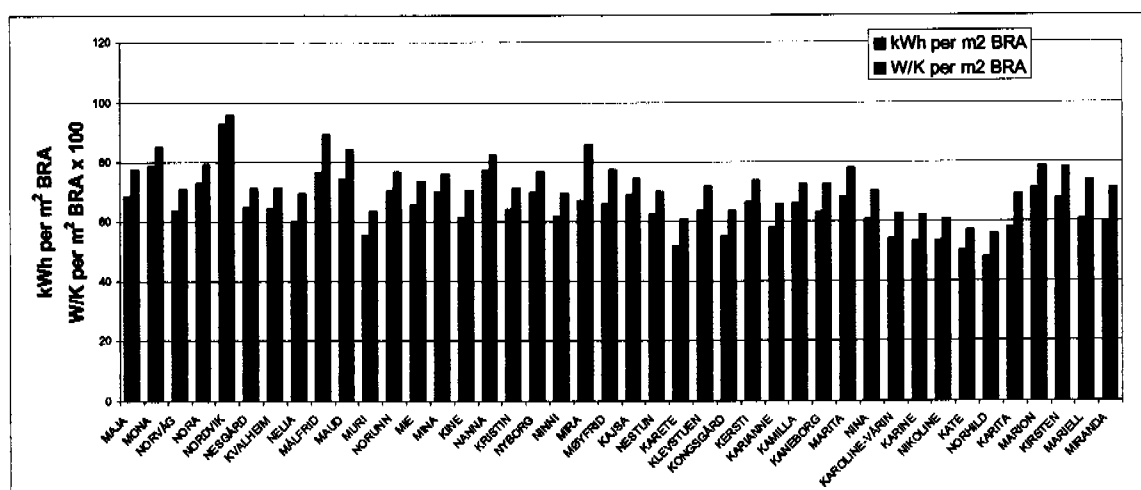
Natt- og helgesenkning av innetemperaturen bør tas bort som energitiltak. I praksis vil de aller fleste oppvarmingsystemer ha mulighet for slik periodisering og nattesenking av temperaturen.

Mulighetene for nattesenking påvirkes mest av brukerens vilje og ikke av styringssystemet til oppvarmingsanlegget. Vi må bemerke at vi også er litt tvilende til energigevinsten ved slik nattesenking for moderne hus. Forskriften legger opp til svært godt isolerte hus som vil holde godt på varmen. Det vil ta lang tid fra man setter ned temperaturen på kvelden, til innetemperaturen har falt ned til den lavere sparetemperaturen. I dårligere isolerte hus vil gevinsten av nattesenking være langt større.

Bygningsform – innføre krav til spesifikk varmetapsfaktor?

Ulempen med Modell b er at den ikke ivaretar hensynet til bygningsform. En mulighet for å ta hensyn til bygningsform er å stille krav til maksimalt varmetap per kvadratmeter golvflate (W/K per m² BRA). Faktisk vil innføringen av slik spesifikk varmetapsfaktor kunne erstatte de aller fleste energitiltakene i Modell b. Utregningen av faktoren vil være tilsvarende som ved bruk av varmetapsrammen i dagens forskrifter (TEK 97), med det unntak at man nå også inkluderer varmetap pga luftlekkasjer og ventilasjonsvarmetap.

Figur 2.2.1 viser beregnet spesifikt oppvarmingsbehov og spesifikk varmetapsfaktor for alle kataloghusene til Mesterhuskjeden levert i standard utførelse. Det er i praksis meget god sammenheng mellom den spesifikke varmetapsfaktoren og byggets oppvarmingsbehov. Det eneste som ikke ivaretas gjennom den spesifikke varmetapsfaktoren er utnyttelse av termisk masse (varmekapasitet) og solinnstråling inn gjennom vinduene.



Figur 2.2.1 Beregnet spesifikt oppvarmingsbehov (kWh per m² BRA) og spesifikk varmetapsfaktor (W/K per m² BRA) for alle kataloghusene til Mesterhuskjeden. Standard utførelse

2.3 Samlet vurdering av Modell a og b

Modell a med beregning av totalt energibehov er i tråd med EU-direktivet som krever at alle energibruksposter skal tas med i vurderingen. Modellen er godt egnet for bygninger med både oppvarmings- og kjølebehov.

Hensikten med å innføre Modell b som en alternativ modell har vært et ønske om forenkling og at man på en enkel måte skal kunne vise at man tilfredsstiller forskriftskravene. Metode b er varmetapsrelatert og best egnet for boliger og andre bygningstyper uten kjølebehov og omfattende lysstyringssystemer.

Men de to modellene baseres på forskjellige referansebygg. Ved beregning av rammekravet i Modell a er det for småhus brukt et referansehus i to fulle etasjer med grunnflate 8 x 10 m og 160 m² BRA. For boligblokker er det tilsvarende brukt en blokk i fire etasjer med grunnflate 10 x 30 m og 1 200 m². Ved bruk av Modell b er referansen et bygg med samme størrelse og utforming som ditt eget. Dette gjør at størrelse og form på det virkelige bygget får stor betydning ved bruk av Modell a, men ikke ved bruk av Modell b. Det er uheldig å presentere to alternative modeller som på denne måten gir forskjellige svar.

Slik Modell a er foreslått utformet vil mindre bygg straffes. Vi mener det er feil signal å kreve strengere isolasjonskrav til små boliger enn til større boliger. Vi anbefaler derfor at det i Modell a innføres en arealavhengig korreksjonsfaktor, slik at størrelsen på bygget ikke påvirker valg av

konstruksjonsløsninger og nivået på energiltakene. Ved beregning av rammen har SINTEF samtidig valgt en meget kompakt bygningsform for referansebyggene. Særlig for småhus er referansebygget vesentlig mer kompakt enn det som er vanlig i dagens marked. *Vi mener det blir feil at "vanlige" bygg skal straffes, og vi anbefaler at rammekravet heves noe for å åpne for bygninger som ikke er fullt så kompakte som referansebyggene til SINTEF.*

Vi er positive til Modell b som en enkel metode i forskriften. *Men Modell b bør avgrenses til kun å gjelde for enkle bygg uten kjølebehov; eksempelvis småhus, boligblokker og barnehager*, samt til en viss grad også enkle skolebygg (hvis disse prosjekteres uten kjøling). Det bør videre presiseres hvordan omfordelingen skal utføres, og hvilke begrensninger som da skal gjelde.

Ulempen med Modell b er at den ikke ivaretar hensynet til bygningsform. Det er valgt et kompakt referansebygg ved beregning av rammekravet som beregninger etter Modell a kontrolleres mot. Ved kontroll opp mot rammekravet (Modell a) vil man oppleve at det virkelige bygget er mindre kompakt, og at det må velges mer ambisiøse energiltak for å nå rammekravet. I praksis vil man da heller velge Modell b som ikke tar hensyn til bygningsformen.

En mulighet for å ta hensyn til bygningsform er å stille krav til maksimalt varmetap per kvadratmeter golvflate (W/K per m² BRA). Faktisk vil innføringen av en slik spesifikk varmetapsfaktor kunne erstatte de aller fleste energiltakene i Modell b. For bygninger uten kjølebehov vil denne enkle faktoren også langt på vei kunne erstatte hele Modell a. Utregningen av faktoren vil være tilsvarende som ved bruk av varmetapsrammen i dagens forskrifter, med den forskjell at man nå også inkluderer varmetap pga luftlekkasjer og ventilasjon.

- Rammekravet i modell a er basert på store bygg, og bør korrigeres med en arealfaktor for å likebehandle mindre boliger.
- Rammekravet i modell a bør heves noe for både småhus og boligblokker for å ivareta frihet til å utforme mindre kompakte bygg, dvs. bygg med relativt større forhold mellom utvendig overflate og gulvareal enn referansebygget.
- Modell a og b fører til forskjellig resultat ved at modell b vil gi mer lempelige krav enn modell a som tar hensyn til bygningsform.
- Det bør vurderes å innføre en spesifikk varmetapsfaktor som vil kunne erstatte energiltakene etter modell b og også brukes som rammekrav for modell for bygninger uten kjølebehov.

3 Vurdering av forskriftsnivået

3.1 Lavenergi i dagens boliger

Flere boligprodusenter har utviklet og omsetter lavenergiboliger. Økende interesse i markedet for lavenergiløsninger er også trukket fram som et viktig argument for innføring av strengere energikrav i forskriften.

Tabell 3.1 sammenstiller de tekniske løsningene som er benyttet for lavenergiutførelsene til noen av de største aktørene i småhusmarkedet.

Tabell 3.1 Energiltak for lavenergiboliger til Mesterhus, Norgeshus, Nordbohus, Systemhus og Boligpartner

Energiltak	Konstruksjonsløsning	Verdi	Enhet
Block Watne			
Vegger	36x148 mm bindingsverk med 48 mm innvendig utlekting/krysslekting	0,21	W/m ² K
Vinduer	3-lags isolerglass	1,1	W/m ² K
Tak	350 mm	0,12-0,13	W/m ² K
Golv	250 mm EPS	0,13	W/m ² K
Vindtetting	Dobbel vindtetting	1,5	h ⁻¹
Boligpartner (standard)			
Vegger	36x198 mm bindingsverk som standard For noen hustyper med ekstra store vindusflater har de i tillegg 48 mm innvendig utlekting (totalt 25 cm)	0,22 0,17	W/m ² K W/m ² K
Vinduer	3-lags isolerglass	1,1	W/m ² K
Tak	300 mm i skråtak 400 mm i horisontale tak (kaldt loft og kompakte tak)	0,15 0,10	W/m ² K
Golv	200 – 300 mm EPS, avhengig av hustype	0,15-0,12	W/m ² K
Vindtetting	Enkel vindtetting	4,0	h ⁻¹
Mesterhus			
Vegger	36x198 mm bindingsverk	0,22	W/m ² K
Vinduer	3-lags isolerglass	1,1	W/m ² K
Tak	400 mm	0,10-0,12	W/m ² K
Golv	250 mm EPS	0,13	W/m ² K
Vindtetting	Dobbel vindtetting	1,5	h ⁻¹
Norgeshus			
Vegger	36x198 mm bindingsverk med 48 mm innvendig utlekting/krysslekting	0,17	W/m ² K
Vinduer	3-lags isolerglass	1,0	W/m ² K
Tak	350 mm	0,12-0,13	W/m ² K
Golv	250 mm EPS	0,13	W/m ² K
Vindtetting	Dobbel vindtetting	1,0	h ⁻¹
Nordbohus			
Vegger	36x148 mm bindingsverk med 48 mm innvendig utlekting/krysslekting	0,21	W/m ² K
Vinduer	3-lags isolerglass	1,1	W/m ² K
Tak	400 mm	0,10-0,12	W/m ² K
Golv	200 mm EPS	0,15	W/m ² K
Vindtetting	Dobbel vindtetting	-	h ⁻¹
Systemhus			
Vegger	36x198 mm bindingsverk	0,22	W/m ² K
Vinduer	3-lags isolerglass	1,1	W/m ² K
Tak	350 mm	0,12-0,13	W/m ² K
Golv	250 mm EPS	0,13	W/m ² K
Vindtetting	Dobbel vindtetting	1,5	h ⁻¹

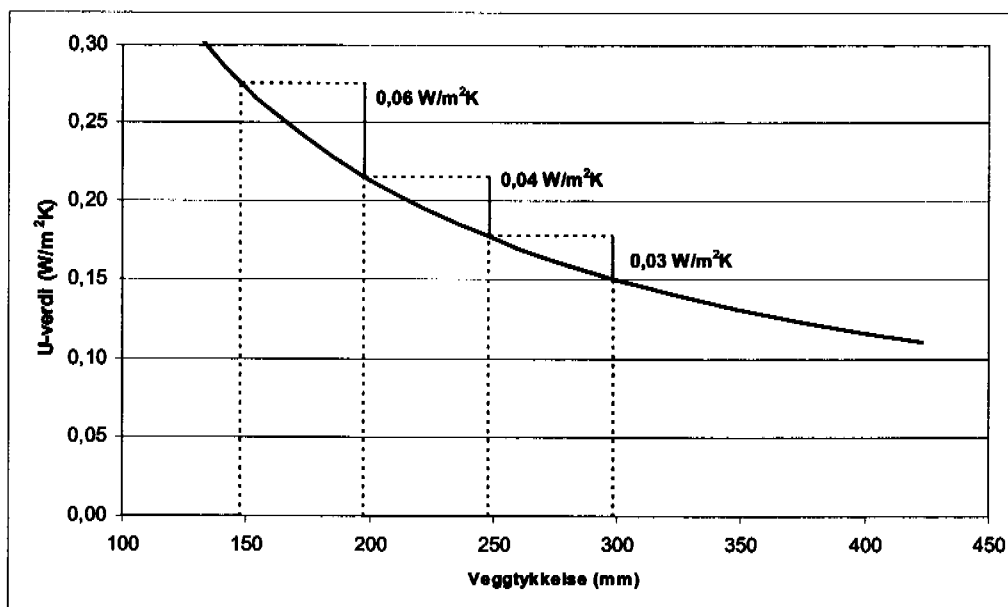
Norgeshus går offensivt ut og har den mest ambisiøse utførelsen med et nivå som angis å være ørlite bedre enn forskriftsnivået³. Lavenergiløsningene til de andre aktørene tilfredsstiller ikke det nye forskriftsnivået.

Boligpartner har som den eneste aktøren innført 20 cm vegg og 3-lags vinduer som standard i sine hus. På grunn av den økte vekten på vinduene kan ikke vinduene løftes på plass manuelt og de må benytte mekaniske løfteanordninger på byggeplassen.

3.2 Generelt om U-verdier og kuldebroer

U-verdien til en bygningsdel angir hvor mye varme som strømmer gjennom et areal på 1 m² ved en konstant temperaturforskjell på 1 K (1 Kelvin = 1 °C) mellom varm og kald side av konstruksjonen. En godt isolert bygningsdel har lav U-verdi.

Gevinsten av å øke isolasjonstykkelsen avtar jo bedre isolasjonsverdien er i utgangspunktet. Figur 3.1.1 viser isolasjonsverdien til en yttervegg med gjennomgående 36 mm bindingsverk som funksjon av veggtykkelsen. I dag har de fleste boligprodusentene 148 mm yttervegg som standardløsning. U-verdien forbedres med 0,06 W/m²K ved å øke veggtykkelsen fra 148 mm til 198 mm. En tilsvarende økning av veggtykkelsen fra 198 mm til 248 mm gir en forbedring på 0,04 W/m²K, og en økning videre til 298 mm en forbedring på bare 0,03 W/m²K.



Figur 3.1.1 Varmegjennomgang gjennom en yttervegg av tre med 36 mm gjennomgående stendere som funksjon av veggtykkelsen.

U-verdiene angis med to gjeldende desimaler. I beregningene gis det et tillegg på grunn av utforming og utførelse. Tillegget er 0,01 W/m²K dersom det er gjennomgående isolasjonssjikt og risiko for gjennomgående luftspalter i isolasjonsskjøtene, og 0,00 W/m²K dersom slike gjennomgående luftspalter forhindres. Krysselekting og utlekting av veggen med inntrukket dampspærre eller vindspærre sikrer at isolasjonen legges i to lag og at man ikke får gjennomgående luftspalter. Byggforsk-bladene angir følgelig at krysselekting gir 0,01 W/m²K lavere U-verdi, men bladene opplyser ikke om at tilsvarende vegg med utlekting og inntrukket dampspærre også gir samme gevinst.

³ Norgeshus ikke har gjort noen målinger som indikerer et så lavt lekkasjetall som 1,0 h⁻¹. Angitt U-verdi 1,0 W/m²K for trelags vinduer er lavere enn 1,1 W/m²K som de andre produsentene oppgir for sine trelags vinduer.

Byggforsk-bladene angir at 12 mm asfaltimpregnerte trefiberplater også gir 0,01 W/m²K fratrekk i U-verdien. Men dersom det for en 25 cm yttervegg forutsettes bruk av 13 mm asfaltimpregnerte trefiberplater, og ikke for eksempel et tynt vindsperreprodukt på rull, så innebærer dette at vi i realiteten snakker om en 26 cm vegg og ikke 25 cm.

Kuldebroer er ekstra varmetap i tilslutningen mellom bygningsdelene, eller ekstra varmetap som ikke er inkludert ved beregning av U-verdien til bygningsdelen. I blokkbebyggelse med betongdekker og utfyllende bindingsverk har vi en typisk kuldebro i dekkforkanten. Betong leder varme veldig godt, og i dekkforkantene vil det være et betydelig tilleggsvarmetap i forhold til den tabellerte U-verdien til den utfyllende bindingsverksveggen. I slike bygg har vi også betydelige kuldebroer ved utragete balkonger, svalganger etc. Varmetapet gjennom veggfeltene vil bli kraftig undervurdert om man kun baserer seg på de tabellerte U-verdiene for veggene. **Beregninger viser at kuldebroene kan utgjøre et vel så stort varmetap, og at reelt varmetap gjennom fasaden er dobbelt så stort som en beregning kun basert på tabellerte U-verdier.**

3.3 Yttervegger

Veggtykkelsen har stor symbolsk betydning (lavenergiboliger = tykke vegger), men ikke så stor betydning for det faktiske energibehovet i boligen. Ofte er det også knyttet begrensninger til bygningens ytre mål, og man må bygge seg innover om man ønsker å øke veggtykkelsen. SINTEFs referansebygg har en omkrets på 36 meter. Hver cm økning i veggtykkelsen legger da beslag på 0,36 m² golvareal per etasje. Med 10 cm økt veggtykkelse betyr dette totalt 7,2 m² tapt golvareal. Med en markedspris på 20.000 – 40.000 kr/m² vil mindre golvareal utgjøre en betydelig verdiforringelse for utbygger/byggherre, om ikke den høyere energistandarden kompenserer for det tapte arealet.

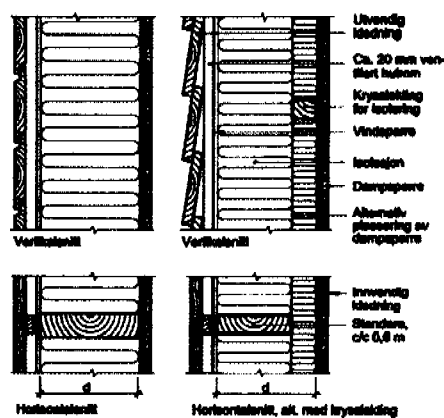
TEK 1997 angir U-verdi 0,22 W/m²K som nivå for yttervegger (inkludert kuldebroer). De fleste boligprodusentene bruker i dag 36 x 148 mm yttervegg som standard (U-verdi 0,28 W/m²K). En overgang til 20 cm veggtykkelse vil gi en viss gevinst, mens gevinsten ved å øke tykkelsen videre til 25 cm vil være mer beskjeden.

Et annet viktig moment som kommer inn for økte veggtykkelser er dimensjon på trevirket og hvor mange arbeidsoperasjoner som kreves for å bygge opp veggen. Største normale dimensjon for konstruksjonsvirke er 198 mm, selv om 223 mm også kan leveres. For store dimensjoner kan vridning av trevirket være et problem.

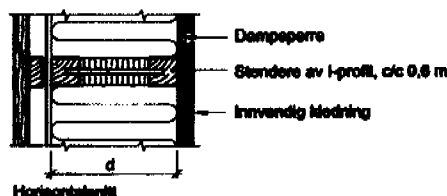
En 25 cm vegg kan ikke bygges opp med en enkelt gjennomgående trestender, men man må benytte en innvendig eller utvendig utlekting av veggen for å få ønsket tykkelse. Dette innebærer flere arbeidsoperasjoner, både for å bygge opp bindingsverket og ved montering av isolasjonen.

En tykkere vegg kan alternativt bygges opp med sammensatte bjelker (for eksempel K-bjelker) eller I-profiler. Sistnevnte konstruksjon består av to flenser og et tynt steg på 8-10 mm. Det tynne steget gjør at mindre varme transporteres gjennom I-profilen enn gjennom en sammenlignbar trestender.

Men selv om vegger med I-profiler har gode termiske egenskaper, viser erfaring at de er



Figur 3.2.1 Oppbygging av yttervegg i tre.
Kilde: Fig 211, NBI-blad 471.012 (2003)



Figur 3.2.2 I-profiler.
Kilde: Fig 22, NBI-blad 471.012 (2003)

relativt kostbare å oppføre på grunn av blant annet mye spesialskjæring av isolasjonen.

For yttervegger i tre er det med tanke på byggekostnadene fordelaktig å kunne benytte en gjennomgående stender, uten behov for innvendig eller utvendig utlekting for å øke veggtykkelsen. Tar vi i tillegg hensyn til romtapskostnaden knyttet til økte veggtykkelser, virker det ikke fornuftig å legge kravet i forskriften på et nivå som tilsvarer tykkere vegg enn 20 cm.

I dag benytter de fleste boligprodusentene 15 cm yttervegg som standard. Boligprodusenter med egne lavenergiutførelser (eksempelvis Systemhus og Mesterhus) benytter 20 cm vegger i sine lavenergihus. Disse lavenergiboligene har derfor yttervegger som *ikke tilfredsstiller det foreslåtte forskriftsnivået*.

Referansenivå – U-verdi for yttervegger

I høringsforslaget er $0,16 \text{ W/m}^2\text{K}$ satt som nivå for varmetapet gjennom ytterveggene. Rammekravene 125 kWh/m^2 for småhus og 110 kWh/m^2 for boligblokker er basert på en antagelse om en 25 cm vegg med U-verdi $0,16 \text{ W/m}^2\text{K}$ og ingen innvirkning fra kuldebroer.

Tabell 3.2.1 viser U-verdi for alternative vegger med meget gode varmeisolasjonsverdier.

Tabell 3.2.1 U-verdi for alternative veggkonstruksjoner (uten virking av kuldebroer)

Konstruksjon	Tykkelse mm	U-verdi $\text{W/m}^2\text{K}$
Bindingsverk i tre		
36 x (198 + 48) mm	246	0,18
48 x (198 + 48) mm	246	0,19
36 x 250 K-bjelke	250	0,18
36 x (198 + 48) mm med 12 mm asfalt vindtett	258	0,17 ¹⁾
48 x (198 + 48) mm med 12 mm asfalt vindtett	258	0,18 ¹⁾
36 x (198 + 48) mm med krysslekting/utlekting	248	0,17 ²⁾
250 mm I-profil	250	0,17
250 mm I-profil med 12 mm asfalt vindtett	262	0,16 ¹⁾
200 mm I-profil med 48 mm krysslekting/utlekting	248	0,16 ²⁾
Bindingsverk med tynnplateprofiler		
Lettklinker		
300 mm Leca Isoblokk inkl 1 skift med U-blokk	300	0,22
300 mm Leca Isoblokk eksklusive U-blokk	300	0,17
EPS-baserte systemer		
Iglo byggesystem (BeWi) (2 x 80 mm EPS-vanger med betongkjerne)	300	0,20
Iglo byggesystem (BeWi) med 48 mm innvendig bindingsverk	348	0,16
Jackson Thermomur	250	0,29
Jackson Thermomur med 50 mm innvendig bindingsverk	300	0,22
Jackson Thermomur med 70 mm innvendig bindingsverk	320	0,20
Nordic Grunnmurelement Tu 100	270	0,21

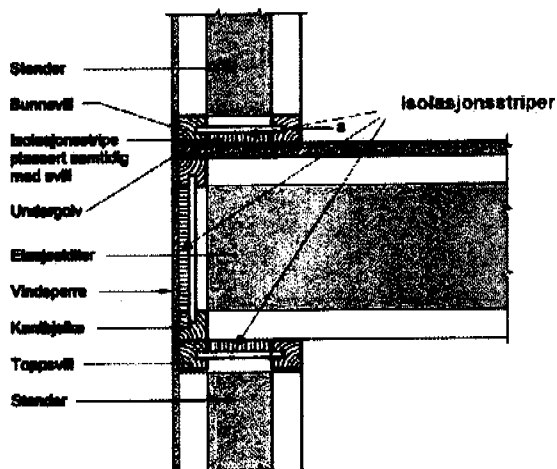
1) Plater av 12 mm trefiberplater reduserer U-verdien med $0,01 \text{ W/m}^2\text{K}$

2) Krysslekting/utlekting og inntrukket tettesjikt (vindspørre/dampspørre) gir en beregningsmessig forbedring av U-verdien på $0,01 \text{ W/m}^2\text{K}$ fordi det ikke blir gjennomgående luftlommer i isolasjonssjiktet

U-verdien for en 25 cm bindingsverksvegg med gjennomgående 36 mm stendere er $0,18 \text{ W/m}^2\text{K}$. For å oppnå U-verdi $0,16 \text{ W/m}^2\text{K}$ må veggtykkelsen økes til 28 cm, alternativt at veggen utføres med krysslekting/utlekting av isolasjonen og trefiberplate utvendig. U-verdi $0,16 \text{ W/m}^2\text{K}$ kan også oppnås for en yttervegg av 250 I-profiler med trefiberplater utvendig, eller en vegg av 200 mm I-profiler med 48 mm krysslekting/utlekting.

Krysslekting/utlekting av veggene innebærer ekstra arbeidsoperasjoner ved at både bindingsverket og isolasjonen må monteres i to operasjoner.

For I-profilkonstruksjoner benyttes spesialskåret isolasjon tilpasset de tynnere flensene i I-profilene. For veggstendere vil det på grunn av vinduer, dører og hjørner ofte være avvik fra modulmålet c/c 600 mm, med tilhørende behov for spesialtilpasning av isolasjonen. Egne isolasjonsstriper må i mange tilfeller også plasseres under montasjen av bindingsverket som vist i figuren til høyre. Erfaring tilsier derfor at bruk av I-profiler i vegg innebærer en noe mer krevende utførelse på byggeplassen

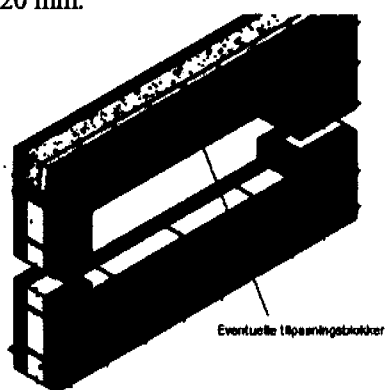


Figur 3.2.3 Isolasjonsstriper i I-profil-konstruksjoner (Basert på fig 42 i NBI-blad 523.261 (2003))

Yttervegger kan også bygges opp i betong eller med mur- eller EPS-baserte blokkssystemer. Men også for disse vil det være utfordrende å komme ned mot verdien $0,16 \text{ W/m}^2\text{K}$, samtidig som veggtykkelsene vil bli veldig store.

En yttervegg av 30 cm lettklinkerblokker med isolasjonsskjerne (Isoblokker) har for eksempel U-verdi $0,22 \text{ W/m}^2\text{K}$ for et veggfelt bestående av 9 skift Isoblokker og 1 skift U-blokk. Isoblokkene isolerer meget godt (U-verdi ca $0,17 \text{ W/m}^2\text{K}$), mens U-blokken på toppen med utstøpt betongkjerne isolerer vesentlig dårligere og gjør at U-verdien til hele veggfeltet ikke blir bedre enn $0,22 \text{ W/m}^2\text{K}$. U-blokken kan muligens forbedres, men på grunn av statiske hensyn og overføring av laster kan man vanskelig oppnå like gode varmeisolasjonsegenskaper for U-blokken som for isoblokkene lenger ned i vegg. Selv med en endring av U-blokken synes det for yttervegger av isoblokker urealistisk med en så god U-verdi som $0,16 \text{ W/m}^2\text{K}$ uten at veggtykkelsen samtidig økes til for eksempel 35 cm.

Et annet eksempel er Jackon Thermomur som er et byggesystem som består av hule støpekassetter i EPS. Kassetene er 250 mm tykke. Uten innvendig bindingsverk er U-verdien $0,29 \text{ W/m}^2\text{K}$. Med 70 mm innvendig bindingsverk forbedres U-verdien til $0,22 \text{ W/m}^2\text{K}$ samtidig som veggtykkelsen øker til 320 mm.



Figur 3.2.4 30 cm isoblokk (Leca 7/400 – 2004)



Figur 3.2.5 Jackon Thermomur av hule støpekassetter i EPS (www.jackon.no)

Forskriftsforslaget baseres på en antagelse om at man med en 25 cm vegg oppnår en U-verdi på $0,16 \text{ W/m}^2\text{K}$. Men en 25 cm bindingsverksvegg med 36 mm gjennomgående treverk har ikke bedre U-verdi enn $0,18 \text{ W/m}^2\text{K}$, og veggene må bygges opp på en helt spesiell måte for å tilfredsstille U-verdi $0,16 \text{ W/m}^2\text{K}$. Også for andre ytterveggskonstruksjoner synes U-verdi $0,16 \text{ W/m}^2\text{K}$ som en urealistisk lav

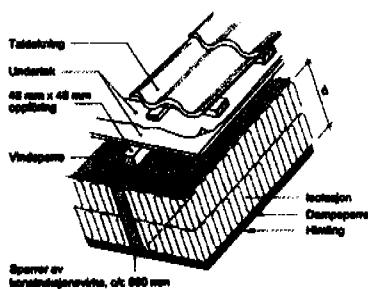
verdi. Tabellen viser at bare BeWi har en løsning med U-verdi så god som $0,16 \text{ W/m}^2\text{K}$. Til gjengjeld er denne vegg hele 35 cm tykk.

Vegger - Boligprodusentenes anbefaling

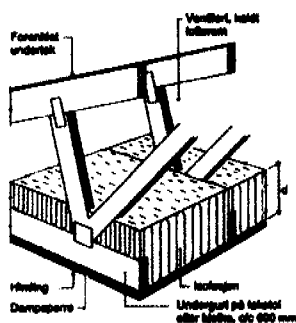
Boligprodusentenes Forening ber om at kravet til U-verdi for yttervegger modereres. Dersom nye forskrifter skal ha en lavenergiprofil, framstår en yttervegg basert på gjennomgående $36 \times 198 \text{ mm}$ trestender som det mest hensiktsmessige valget. U-verdien for en slik vegg er $0,22 \text{ W/m}^2\text{K}$

3.4 Tak

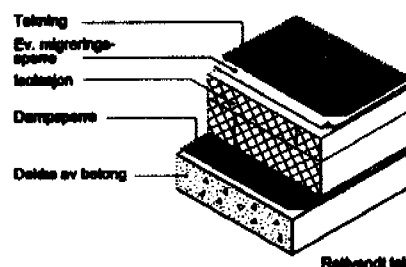
For tak kan det skilles mellom isolerte skråtak, kaldt loft med takstoler og kompakte tak. Ved bruk av flate tak må man benytte kompakte tak.



Figur 3.3.1 Isolert skråtak
Kilde: Fig 32, NBI-blad 471.013 (2003)



Figur 3.3.2 Kaldt loft med takstoler. Kilde: Fig 22, NBI-blad 471.013 (2003)



Figur 3.3.3 Kompakte tak
Kilde: Fig 52, NBI-blad 471.013 (2003)

Med samme isolasjonstykkelse vil U-verdien normalt være noe dårligere for en isolert skråtaksløsning enn for de to andre takløsningene. Et skråtak med 350 mm isolering og et kaldt loft med 300 mm isolering vil ha omtrent samme U-verdi ($0,13 \text{ W/m}^2\text{K}$). En viktig forskjell er også at det med kalde loft er enklere å øke isolasjonstykkelsen enn med isolerte skråtak.

For isolerte skråtak med stor tykkelse framstår I-profiler som et aktuelt valg. I-profilene leveres i alle høyder, og har ikke de samme problemene med tilpassing av isolasjon som man har for yttervegger (avstanden mellom taksperrene er konstant 600 mm, slik at man kan benytte ferdigskåret isolasjon uten spesialtilpasninger).

Tak - Boligprodusentenes anbefaling

U-verdi $0,13 \text{ W/m}^2\text{K}$ anbefales som nivå for isolasjonen i tak. Verdien tilsvarer 350 mm isolering i et isolert skråtak med sperrer av konstruksjonsvirke.

3.5 Golv

For golv vil det normalt være relativt enkelt å øke isolasjonstykkelsen. Samtidig er det viktig å være klar over at valg av ringmursløsning har stor betydning for varmetapet mot grunnen. En uheldig ringmursløsning kan føre til vesentlig reduksjon av golvets U-verdi. I dag benyttes det vanligvis 200 mm EPS som isolasjon mot grunnen, med en tilhørende U-verdi på $0,15 - 0,16 \text{ W/m}^2\text{K}$. Ved å øke tykkelsen til 250 mm EPS kan isolasjonsevnen forbedres ned mot $0,13 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Ekstrakostnaden ved å øke isolasjonstykkelsen mot grunnen fra 200 mm til 250 mm EPS vil være relativt beskjeden, og langt mindre enn tilsvarende ekstrakostnad ved å øke veggtykkelsen fra 200 til 250 mm.

Golv - Boligprodusentenes anbefaling

U-verdi 0,13 W/m²K anbefales som nivå for isolasjon av golv. Dette tilsvarer 250 mm isolasjon for golv mot grunnen.

3.6 Kuldebroer

Det har ikke vært tradisjon for å ta så mye hensyn til kuldebroer, spesielt ikke i småhussammenheng. Men kuldebroer har stor betydning for varmetapet fra bygninger. Beregninger viser at varmetapet gjennom en yttervegg i et småhus øker med nærmere 20 % i forhold de tabellerte U-verdiene i Byggforskserien om vi tar hensyn til typiske kuldebroer. U-verdiene i Byggforskbladene baseres på en meget beskjeden treandel i bindingsverksveggene. I praksis vil treandelen og varmegjennomgangen være vesentlig større enn det Byggforsk har lagt til grunn ved beregning av U-verdiene.

For blokker og tyngre bygg i mur- og betongkonstruksjoner er betydningen av kuldebroer enda større. SINTEF Byggforsk har i Notat – 002 beregnet at U-verdien for en 25 cm yttervegg i en boligblokk øker fra forskriftsnivået 0,16 W/m²K til hele 0,28 W/m²K om vi tar hensyn til kuldebroer. Dette innebærer nesten en dobling av varmetapet!

Boligprodusentenes Forening mener at det er viktig å ta hensyn til kuldebroer i forskriften. I nær framtid med IFC-baserte beregningsprogrammer med integrert informasjonsutveksling vil det også bli mye enklere å ta hensyn til kuldebroer på en korrekt måte enn i dag.

Normalt vil det kun være behov for å se på lineære kuldebroer. Samlet transmisjonsvarmetap (q) fra bygninger kan da beregnes som

$$q = \Sigma U \cdot A + \Sigma \psi \cdot L \text{ [W/K]}$$

der:

U er U-verdien til bygningsdelen (W/m²K)

A er arealet bygningsdelen (m²)

ψ er kuldebroverdien (W/mK)

L er lengden på kuldebroen (m)

For energitiltaksmetoden (Modell b) anbefaler Boligprodusentenes Forening at det innføres et tallfestet krav til normalisert kuldebroverdi tilsvarende det som SINTEF Byggforsk har angitt i Notat-002. Samlet varmetap på grunn av kuldebroer deles på byggets bruksareal.

Kuldebroer – Boligprodusentenes anbefaling

For småhus har SINTEF beregnet en normalisert kuldebroverdi på 0,02 W/K per m² BRA. Vi mener at denne verdien er for lav. *Våre egne beregninger viser at den normaliserte kuldebroverdien for småhus i lavenergiutførelse ligger rundt 0,04 W/m²K.* Boligprodusentenes Forening anbefaler derfor at det som et energiltak innføres et krav om at den normaliserte kuldebroverdien maksimalt skal være 0,04 W/K per m² BRA. For et småhus i lavenergiutførelse tilsvarende dette nærmere 20 % økning av veggens U-verdi.

For blokker oppgir SINTEF en normalisert kuldebroverdi på 0,05 W/K per m² BRA. På grunn av mangel på data har vi ikke hatt anledning til å vurdere denne verdien. Det er relativt komplisert å beregne varmetapet på grunn av kuldebroer, og verdiene som oppgis i dagens Byggforsk-blader dekker ikke mur- og betongkonstruksjoner i lavenergiutførelse. Før det foreligger tabellerte kuldebroverdier for lavenergikonstruksjoner i Byggforsk-serien eller andre oppslagsverk, kan man i realiteten ikke ta korrekt hensyn til virkningen av kuldebroer.

Gjennomgående sprosser og stolper øker varmetapet

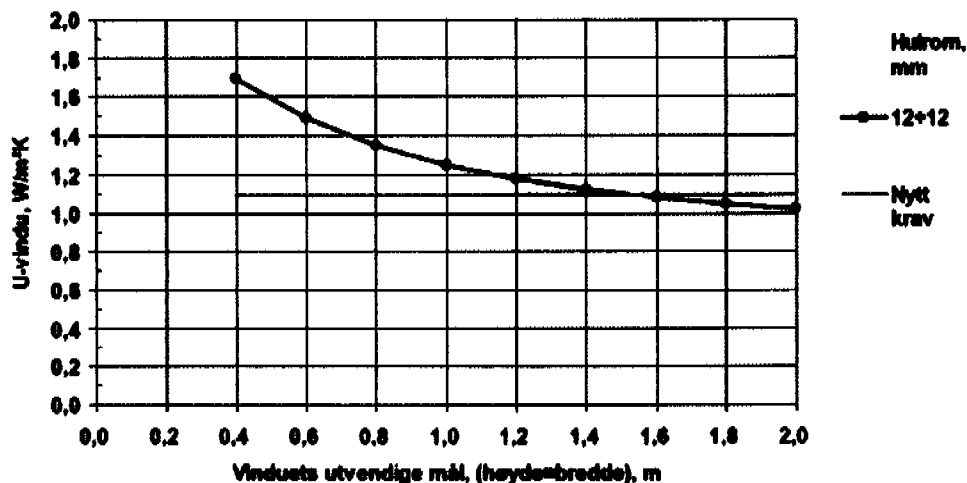
For moderne trevinduer er det viktig å være klar over at selve glassruta normalt isolerer vesentlig bedre enn karmen. U-verdien for karmen kan ligge rundt 1,5 W/m²K, mens tilsvarende U-verdi midt på glassruta kan være ned mot 0,5 W/m²K for en trelags rute med krypton gassfylling og to lavemisjonsbelegg. U-verdien til vinduet blir derfor dårligere med gjennomgående sprosser og stolper i vinduet som vist i tabell 3.7.1. U-verdien for et standard utadslående vindu med tre-lags glass og argon gassfylling er rundt 1,2 W/m²K. Med samme 3-lags rute vil et åpningsvindu med post og losholt ha U-verdi 1,5 W/m²K.

Tabell 3.7.1 U-verdi for vindu på 1,2 x 1,2 m med alternative karm-/rammeløsninger. Kilde: Sivert Uvsløkk, SINTEF Byggforsk, foredrag på Norske Trevarefabrikkers Landsforbunds høringsmøte 4. juli 2006

Vindustype	Tolags vindu	Trelags vindu	
	Argon, $\varepsilon = 0,05$ Al-avstandslist 4-15Ar-SE4	Argon, $\varepsilon = 0,05$ Al-avstandslist 4SE-12Ar-4-12Ar-SE4	Krypton, $\varepsilon = 0,03$, Isolert avstandslist 4SE-12Kr-4-12Kr-SE4
 Utadslående åpningsvindu med én rute	1,5	1,2	0,95
 Sidehengsløt åpningsvindu med post	1,6	1,3	1,1
 Åpningsvindu med post og losholt og utenpåliggende sprosser	1,7	1,5	1,2
 Fastvindu med én rute	1,5	1,1	0,80

ε = emissivitet på reflekterende belegg mot hulrommet mellom glassene. Lavere verdi gir mindre varmerefleksjon og mindre varmetap gjennom glassruta

Glassruta vil utgjøre en større andel av vindusarealet for fastvinduer enn for åpningsvinduer. U-verdien for fastvinduer vil derfor også være noe bedre for fastvinduer. Tilsvarende vil mindre vinduer ha en mindre glassandel enn større vinduer, og derfor isolere dårligere. Et trelags utadslående åpningsvindu som i størrelse 1,2 x 1,2 m har en U-verdi på 1,2 W/m²K, vil i størrelse 0,8 x 0,8 m ha U-verdi opp mot 1,4 W/m²K. På samme måte vil et større vindu ha en noe lavere U-verdi enn referansevinduet på 1,2 x 1,2 m, men reduksjonen vil ikke være full så stor. (Et vindu på 1,6 x 1,6 m² har U-verdi ca. 1,1 W/m²K).



U-vindu beregnet etter ISO 15099-2003, 3-lags isolerrute, antall belagte glass: 2, emisjonstall: 0,05, aluminium øvst.list, gass: Argon, konsentrasjon: 90 %, bredde karm+ramme: 0,1 m, antall poster: 0, antall løsholter: 0, hellingsvinkel: 90°

Figur 3.7.1 Betydning av vindusstørrelse for U-verdi til utadslående åpningsvindu med tre-lags rute og argon gassfylling (4SE-12Ar-4-12Ar-SE4). Kilde: Sivert Uvsløkk, SINTEF Byggforsk, foredrag på Norske Trevarefabrikkers Landsforbunds høringssmøte 4. juli 2006

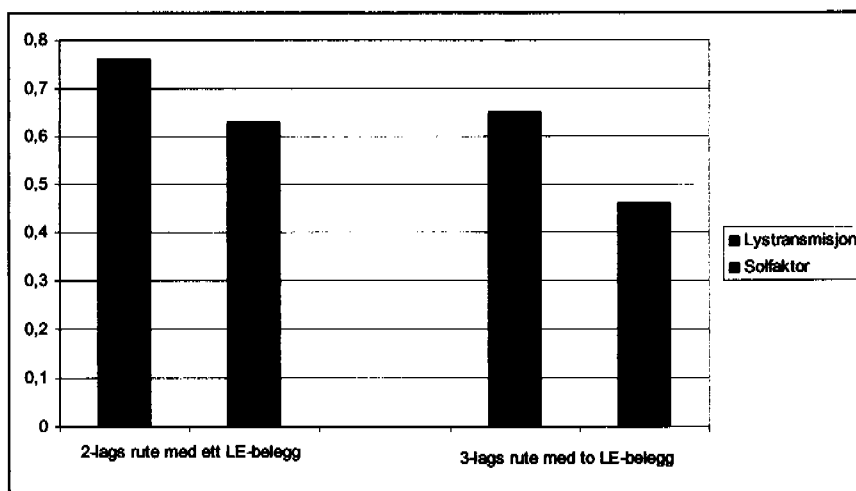
Isolerte karmen gir bedre U-verdier

Det er potensial for å forbedre varmeisoleringsnivåen til vinduene ved å isolere karmene. Som eneste norske vindusprodusent kan NorDan tilby vinduer med isolerte karmen. Retningsgivende U-verdier for et standardvindu av størrelse 1,2 m x 1,2 m med isolerte karmen er:

- 2-lags vindu med isolert karm: 1,2-1,3 W/m²K.
- 3-lags vindu med isolert karm: ca. 0,8 W/m²K.

3-lag glass reduserer solinnstråling og dagslystilgang

Rent varmeteknisk vil gevinsten av å benytte 3-lags glass ikke være så stor som U-verdiforbedringen indikerer. Et vindu med 3-lags glass gir nemlig mindre solinnstråling og dermed mindre gratisvarme fra sola. Det tredje glasset reduserer også dagslystilgangen med vel 10 %, slik at det med 3-lags glass er vanskeligere å tilfredsstille forskriftskravene til dagslys enn med 2-lags glass. Med 3-lags glass vil det være behov for å øke lysarealet og dermed vindusarealet.



Figur 3.7.2 Lystransmisjon og solfaktor for tolags- og trelags ruter. Kilde: NBI-blad 571.954, tabell 63a

Vekt og HMS-hensyn

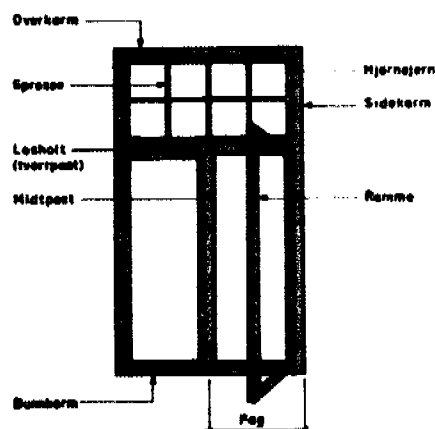
Vekten av vinduene øker fra 20 til 30 kg/m² ved å gå fra 2-lags til 3-lags glass. Av HMS-hensyn er det ønskelig å beholde 2-lags vinduer da disse er vesentlig lettere å håndtere på byggeplassen enn 3-lags vinduer. Økt vekt er også en utfordring for levetiden til beslagene som brukes for åpningsbare vinduer.

Boligpartner har som den eneste aktøren innført 3-lags vinduer som standard i sine hus. Men på grunn av den økte vekten kan ikke vinduene løftes på plass manuelt, men man må benytte mekaniske løfteanordninger på byggeplassen. Slike løfteanordninger medfører en tilleggskostnad på byggeplassen.

Utvendig kondens

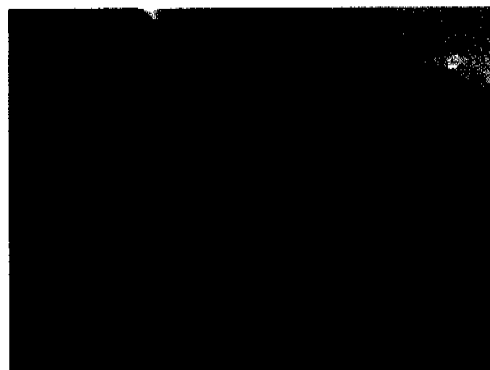
For 3-lags glass er utvendig kondensering og riming en utfordring. Ruta isolerer så godt at det med klar himmel kan dannes kondens eller til og med rim utvendig på glassruta, tilsvarende som vi opplever for biler som står ute om natta. Utvendig kondens vil forekomme 25 døgn i året i Oslo-klima i følge grunnlagsrapporten som Civitas har utarbeidet for Statens bygningstekniske etat. Mange huskunder vil oppleve at dette er et betydelig antall dager med begrenset utsyn gjennom vinduene. Vi deler derfor ikke Civitas sin vurdering om at dette er ubetydelig i forhold til fordelene ved 3-lags ruter.

Problemet med utvendig kondens kan reduseres ved å skjerme vinduet bedre mot stråling til himmelen, men dette betinger en endring av dagens praksis. Det foreligger også lite informasjon om hvor effektive de ulike tiltakene er. Utvendig lavemisjonsbelegg på det ytre glasset kan redusere avstrålingen mot himmelrommet og risikoen for utvendig kondens, men foreløpig foreligger det lite dokumentasjon på virkningen av slike utvendig hard-coat belegg.



Figur 3.7.3 Tofags vindu med tre felter og stor karm/rammeandel

Kilde: Fig 03 a, NBI-blad 733.161 (1989)



Figur 3.7.4 Utvendig kondens og riming på 3-lags vindu. Foto: I Serigstad.

Lydisolering

I trafikkerte og urbane strøk stilles det krav til vinduenes lydisolasjonsegenskaper. Kravet er oftest knyttet til lydreduksjonstall, R_w og et omgjøringstall for vegtrafikkspektrum, C_{tr} , som tar hensyn til at lave frekvenser utgjør en stor andel av vegtrafikkstøyen. For optimal lydisolering ved valg av glasstykkelse og glassavstand i vinduer anbefaler Byggforsk⁴:

- Glassene bør ha ulik tykkelse.
- Tykkeste glass bør ikke være mer enn ca. 10 mm.
- Benytt færrest mulige hulrom.
- Benytt størst mulig glassavstand.

Det anbefales færrest mulig hulrom. En trelags isolerrute er lydmessig sett dårligere enn en tolagsrute. Med et U-verdikrav på $1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$ vil man av lydhensyn vanskelig kunne bruke trelagsruter, og man må velge dyrere koblede ruter for å kunne tilfredsstille lydkravet.

Vinduer - Boligprodusentenes anbefaling

Vinduer med 2-lags ruter bør danne nivået i forskriften. Dette tilsvarer en U-verdi på ca $1,5 \text{ W/m}^2\text{K}$ som vist i tabell 3.7.1

3.9 Ventilasjon (varmegjenvinning og SFP)

I småhus har de aller fleste boligprodusentene balansert ventilasjon med varmegjenvinning som standard. Flere og flere benytter roterende varmevekslere som gir høyere virkningsgrad enn med kryssvarmevekslere.

I blokker er det av driftsmessige hensyn ønskelig å ha sentrale ventilasjonsanlegg. Bruk av roterende varmevekslere gir risiko for luktoverføring (røyk, matos) fra en leilighet til en annen. Det er ofte nødvendig med installasjon av kullfiltre eller andre tiltak for å hindre luktoverføring.

Varmegjenvinningsgrad

KRDs forskriftsforslag angir en årsmidlere temperaturvirkningsgrad på 80 % som nivå. Det er en del usikkerhet knyttet til hva varmegjenvinningsgraden refererer til. Årsmidlere temperaturvirkningsgrad

⁴ NBI-blad 533.109 Lydisolasjonsegenskaper til vinduer, punkt 223 (1997)

skal inkludere reduksjon av virkningsgrad på grunn av blant annet frostsikringstiltak (for eksempel bruk av forvarmebatteri), resirkulasjon av brukt luft og økt infiltrasjonsvarmetap på grunn av avvik fra balanserte luftmengder⁵. Det er grunn til å tro at årsmidlere temperaturvirkningsgrad på 80 % som angitt i KRDs høringsforslag er på grensen av hva de beste aggregatene i dagens marked kan levere. For å nå så høy varmegjenvinning kan det være nødvendig å installere større aggregater, noe som plassmessig og kostnadmessig vil være problematisk.

Boligprodusentenes Forening har i det følgende valgt å følge anbefalingen i KRDs høringsforslag om 80 % årsmidlere temperaturvirkningsgrad, men anbefaler en nærmere utredning om temaet varmegjenvinning i boliger og hva som faktisk er oppnåelig for aggregatene som leveres i markedet i dag.

3.10 Luftlekkasjer (infiltrasjon)

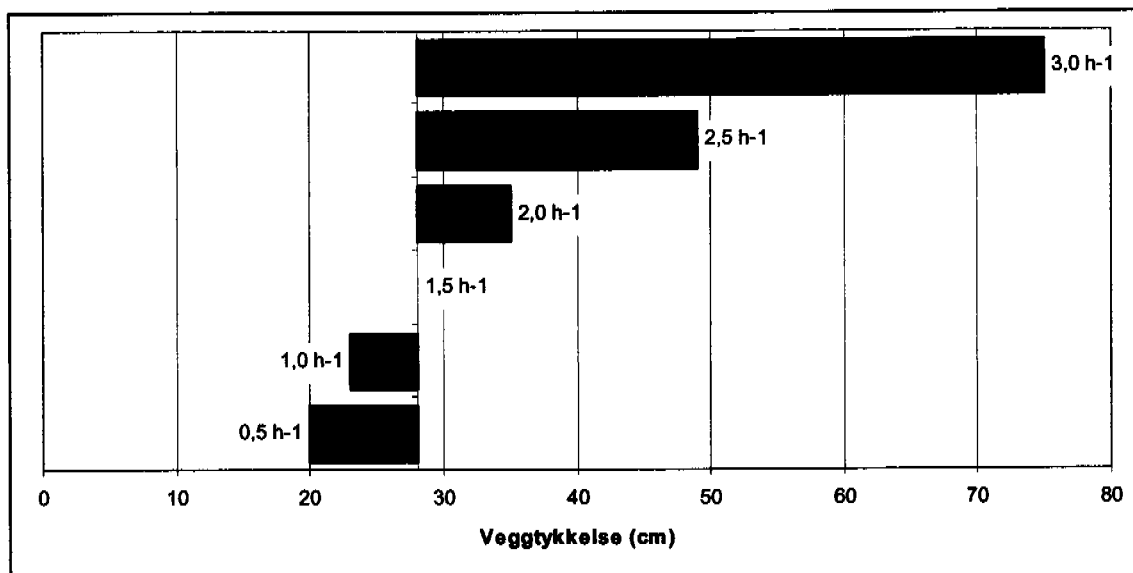
Luftlekkasjene har meget stor betydning for oppvarmingsbehovet i boligene. I veiledningen til dagens TEK angis maksimalt lekkasjetall 4 luftvekslinger i timen for småhus og 1,5 luftvekslinger i timen for blokker. Dette lekkasjetallet refererer til en standardisert måte å måle lekkasjene. Målingen går ut på at man ved hjelp av en vifte setter bygningen under trykk og måler hvor stor luftmengde som går gjennom vifta. Luftmengden som går gjennom vifta tilsvarer da luftmengden som "lekker" gjennom bygningsskallet (klimaskjermen). Lekkasjetallet refererer til luftlekkasjene ved 50 Pa trykkforskjell mellom inne og ute. Dette tilsvarer trykket mot en fri vegg når det blåser 9 m/s (frisk bris) mot den. Normalt vil det ikke blåse så mye, og for innlandsstrøk kan man meget forenklet si at luftlekkasjene i brukstilstanden vil være ca 5 % av lekkasjetallet målt ved 50 Pa.

Lekkasjetallet er svært utførelsesavhengig og den håndverksmessige kvaliteten har stor betydning. Et hovedmål med revisjonen av TEK må være å øke fokuset på god vindtetting og øke bevisstheten omkring betydningen av luftlekkasjene.

Figuren under viser betydningen av luftlekkasjene i forhold til veggtykkelse. Figuren viser nødvendig veggtykkelse for å kompensere for endret lekkasjetall i et småhus med tilsvarende størrelse og utforming som SINTEFs referansebygg for småhus (2 etasjer, grunnflate 8 m x 10 m). Det er forenklet antatt at veggene består av 36 mm gjennomgående bindingsverk. Det er antatt at huset i utgangspunktet tilfredsstiller alle energiltakene gitt i Modell b. Dette tilsier U-verdi 0,16 W/m²K for vegg (tilsvarende 28 cm veggtykkelse) og lekkasjetall 1,5 h⁻¹.

Med lekkasjetall 2,0 h⁻¹, 2,5 h⁻¹ og 3,0 h⁻¹ må veggtykkelsen økes til henholdsvis 35 cm, 49 cm og 75 cm for å kompensere for det økte varmetapet. Og omvendt, dersom det oppnås et lavere lekkasjetall, for eksempel 1,0 h⁻¹, så kan veggtykkelsen reduseres til 23 cm uten at varmetapet øker i forhold til forskriftsnivået.

⁵ SINTEF-rapport STF A03524 Nye forskriftskrav til bygningers energibehov (2003)



Figur 3.9.1 Nødvendig veggtykkelse for å kompensere for endret lekkasjetall i småhus i to etasjer med grunnflate 8 x 10 m. Antatt bindingsverksvegg med 36 mm gjennomgående treverk.

I følge Byggforsk har det ikke vært utført noen statistisk holdbar kartlegging av tilstanden i bygningsmassen i Norge med hensyn til luftlekkasjer siden en kartlegging i 1980⁶. Kartleggingen omfattet 61 eneboliger og 34 blokkleiligheter og gav midlere lekkasjetall på henholdsvis 4,7 og 1,3 h^{-1} . En mindre undersøkelse i 1992 som omfattet 17 eneboliger ga et midlere lekkasjetall på 4,5 h^{-1} .

I dag måles lekkasjetallet svært sjelden, og da normalt bare i forbindelse med klagesaker. Vi vet derfor ikke hva gjennomsnittet ligger på for nye bygg. Men basert på det vi har av kunnskap og erfaring, er det grunn til å tro at det foreslåtte forskriftsnivået 1,5 h^{-1} ikke er urealistisk å oppnå for blokkbebyggelse. Samtidig tyder alt på at et tilsvarende strengt forskriftsnivå for småhus er helt urealistisk.

Selv om det kan vises til flere nyere lavenergiprojekter hvor man har målt lekkasjetall godt under 1,5 h^{-1} , skal man være klar over at disse lavenergiprojektene ikke er representative for det som bygges i markedet i dag. Håndverkerne i disse prosjektene har vært spesielt motiverte, og de har ofte fått ekstra informasjon og opplæring i forkant.

Selv om forbedret vindtetting er det første man bør se på dersom man ønsker å redusere oppvarmingsbehovet i nye boliger, er det ikke gjort i en "håndvending" å påvirke alle aktørene i bransjen til å bygge tettere boliger. I praksis er utfordringene knyttet til luftlekkasjer mye de samme vi har for byggsaker. Dersom alt ble gjort riktig ville alt gå bra - men dessverre gjøres ikke allting alltid riktig!

Forskriftskravet til luftlekkasjer bør settes på et nivå slik at man med valg av gode tekniske løsninger og med god håndverksmessig utførelse kan forventes å tilfredsstille kravet.

⁶ O-9986 Infiltrasjon og lufttetthet til bygninger – Statusrapport", Norges byggforskningsinstitutt, 23.10.2003

Luftlekkasjer – Boligprodusentenes anbefaling

For blokkbebyggelse og større bygg virker det fornuftig å beholde dagens nivå $1,5 \text{ h}^{-1}$. For småhus bør lekkasjetall $2,5 \text{ h}^{-1}$ velges som referanse. Systemet bør så åpne for at de som kan dokumentere bedre utførelse og lavere lekkasjetall, kan dra fordel av dette ved beregning av varmetapet fra bygningen. Kan man for et småhus sannsynliggjøre bedre lekkasjetall enn $2,5 \text{ h}^{-1}$, så bør man kunne bruke dette lavere lekkasjetallet i forskriftssammenheng og høste gevinst av god vindtetting på samme som måte som man høster gevinst av velge større isolasjonstykkelser.

Forbedret vindtetting bør være en hovedprioritet i revideringen av energikravene i TEK. Kravet til vindtetting bør ikke bare skjerpes fra dagens nivå ($4,0 \text{ h}^{-1}$), det er også helt avgjørende at det blir etablert et system for oppfølging av vindtettingen på byggeplassen. I praksis er lekkasjemålinger utført i henhold til gjeldende standard NS-EN 13829 alt for kompetansekrevende og omfattende til å bli brukt i stor skala. I et kontrollsystem for lekkasjetall bør man basere seg på forenklete målemetoder og rutiner. Slike metoder og rutiner foreligger ennå ikke og må utvikles.

Økt fokus på vindtetting vil påvirke den håndverksmessige utførelsen og være positivt for kvaliteten på det som bygges. *Det kan forventes at omfanget av byggskader vil bli redusert som en direkte følge av et effektivt system for oppfølging og kontroll av lekkasjetallet på byggeplassen.*

3.11 Kommentarer til § 1-2, § 8-22, § 8-23 og § 8-24**§ 1-2 Forskriftens anvendelse på særskilte tiltak**

For fritidsbolig med en bruksenhet i bygning under 80 m^2 BRA gjelder ikke forskriftens § 8-2

Boligprodusentenes Forening er overrasket over at det foreslås å stille samme energikrav til fritidsboliger over 80 m^2 BRA som til helårsboliger, og vi vil peke på at det i praksis kan være vanskelig å tilfredsstille et slik krav. Lavenergihus fungerer nemlig best når de er oppvarmet. Blant annet krever høyeffektive varmevekslere en relativt høy avtrekkstemperatur for ikke å ise når det er kaldt ute. Med en senking av innetemperaturen når fritidsboligen ikke er i bruk vil det kunne dannes is i varmeveksleren og hele ventilasjonsaggregatet tette seg. Vi er også bekymret for økt risiko for fuktrelaterte skader (mugg- og soppdannelse) i høyisolerte konstruksjon som ikke holdes kontinuerlig oppvarmet. For å unngå slike problemer må fritidsboligene holdes oppvarmet også når de ikke er i bruk.

Boligprodusentenes Forening mener det vil være uforsvarlig å stille de samme energikravene til fritidsboliger over 80 m^2 BRA som til helårsboliger.

§ 8-22 Minstekrav til isolasjon

U-verdi for yttervegg skal ikke overskride $0,22 \text{ W/m}^2\text{K}$, og U-verdi for tak og gulv på grunn eller mot det fri skal ikke overskride $0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$, i alle bygg med rom for varig opphold.

Et krav om at U-verdien for ytterveggen ikke skal overstige $0,22 \text{ W/m}^2\text{K}$ innebærer at en 20 cm yttervegg kun tillates med 36 mm bindingsverk (U-verdi $0,22 \text{ W/m}^2\text{K}$) og ikke med 48 mm bindingsverk ($0,23 \text{ W/m}^2\text{K}$). Vi gjør i den forbindelse oppmerksom på at det i brannsammenheng stiller krav om 48 mm virke for bærende konstruksjoner.

For tak og golv mot det fri synes også minimumskravet $0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$ veldig strengt. Byggforsk angir for eksempel for terrasser over oppvarmede rom at det på grunn av ønsket om lav høyde på terrassekonstruksjonen kan være vanskelig å oppfylle en så god U-verdi som $0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$ ⁷

Det virker helt unødvendig å stille så strenge minstekrav til isolasjon. Velges det dårligere U-verdi for en bygningsdel, må man ta dette igjen et annet sted. I praktiske prosjekter kan det for enkelte bygningsdeler være fornuftig å velge en konstruksjonsløsning med U-verdi som er noe dårligere enn forskriftsnivået, eksempelvis gjelder dette for mindre terrasser over oppvarmet rom, og det er da lite fleksibelt med så strenge minstekrav til isolasjon.

Med hensyn til inneklima og risiko for kondens og muggdannelse er det heller ikke noe grunnlag for å stille et så strengt minimumskrav til isolasjon. Da er det viktigere å stille minimumskrav til kuldebroer.

§ 8-23 Unntak for visse bygninger

Isolasjonskravene for yttervegger i § 8-22 gjelder ikke for bygninger i laftet tømmer eller andre tradisjonelle konstruksjoner.

Det heter videre i høringsforslaget at *"Bygget må fremdeles oppfylle hovedkravet i en av de to modellene, noe som innebærer at andre deler av bygget må ha høyere energikvaliteter"*.

Det kan virke som om tanken er at man gjennom omfordeling og bedre energiytelse for andre bygningsdeler/komponenter skal kunne kompensere for det høyere varmetapet gjennom tømmerveggene.

Men i praksis er ikke dette realistisk. Tømmervegger isolerer så dårlig at man med det ambisiøse forskriftsnivået ikke engang har teoretisk mulighet til å ta igjen det økte varmetapet gjennom veggene. Antas for eksempel at SINTEFs referansebygg for småhus oppføres med tømmervegger, blir økningen i varmetapet gjennom veggene større enn det samlede varmetapet gjennom golv, tak og vinduer. Disse andre bygningsdelene må ikke bare superisolerers, de må får U-verdi lavere enn null for å kompensere for det økte varmetapet gjennom veggene!

For tømmerhus vil det også være svært vanskelig å oppnå et lekkasjetall i nærheten av det foreslåtte forskriftsnivået $1,5 \text{ h}^{-1}$ ved 50 Pa. Det er ikke gjort mange målinger i tømmerhus, men målingene som er utført indikerer høyere lekkasjetall enn i andre hus. Byggforsk målte for eksempel middelerdi $5,4 \text{ h}^{-1}$ for ni nyere tømmerhus i 2000, med variasjon fra $2,4 \text{ h}^{-1}$ til $7,6 \text{ h}^{-1}$.

Tømmerhus vil ikke kunne tilfredsstille det ambisiøse energinivået i forskriftsforslaget, men de vil kunne tilfredsstille forskriftsnivået dersom dette modereres i forhold til høringsforslaget. Alternativt, dersom det er et politisk ønske om å tillate yttervegger i laftet tømmer, så bør man etablere en dispensasjonsordning for slike konstruksjoner.

§ 8-24 Tilrettelegging for bruk av nye fornybare energikilder

Byggverk skal prosjekteres og utføres slik at en vesentlig del av varmebehovet kan dekkes av nye fornybare energikilder dersom dette er lønnsomt i et livsløpsperspektiv.

Det opplyses ikke hva som skal ligge til grunn for lønnsomhetsvurderingen, annet enn at kommende veiledning til forskriften vil gi nærmere informasjon om hvordan lønnsomhetsberegningen skal utføres.

⁷ NBI-blad 525.305 Isolert terrasse med trebjelker, punkt 122: *"På grunn av ønsket om lav høyde på terrassekonstruksjonen, kan U-verdikravet på $0,15 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ i teknisk forskrift til plan- og bygningsloven være vanskelig å oppfylle for terrassen"*.

Det ambisiøse energieffektivitetsnivået som er valgt i forskriftsforslaget gjør det vanskeligere å oppnå lønnsomhet for bruk av nye fornybare energikilder. Kravsnivået innebærer et oppvarmingsbehov under 20 kWh/m^2 i blokkbebyggelse og rundt 30 kWh/m^2 i småhus. Med et så lavt oppvarmingsbehov virker det i utgangspunktet vanskelig å forsvare store investeringer i oppvarmingsløsninger som kan utnytte nye fornybare energikilder. Det som kan endre det økonomiske bildet noe er tappevannsvarmingen. For boliger vil forventet energibehov til tappevannsvarming være 35 kWh/m^2 og følgelig større enn forventet energibehov til romoppvarming. Likevel tror vi at det blir vanskelig å oppnå lønnsomhet for oppvarmingssystem basert på nye fornybare energikilder, med mindre det utvikles nye produkter og konsepter med betydelig lavere installasjonskostnader.

4 Praktiske eksempler

4.1 Eksempel småhus

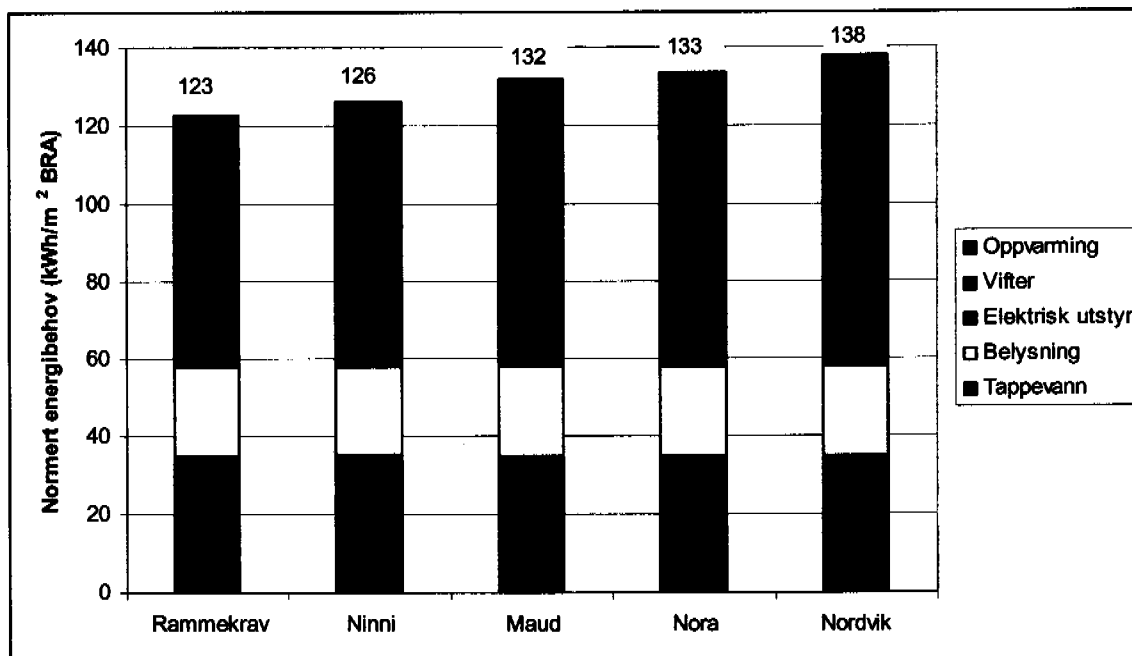
Fiktive småhus ble brukt i kapittel 2 i vurderingen av betydningen av størrelse og bygningsform. I det følgende vurderes oppnåelse av energikravene for fire reelle småhus som leveres av Mesterhuskjeden:



Figur 4.1.1 Fire hustyper fra Mesterhuskjeden

Ninni og Maud er de to hustypene til Mesterhus som selger best, og bør således være representative for omsetningen i eneboligmarkedet. Nora og Nordvik er mindre eneboliger i én etasje. Alle hustypene har i utgangspunktet et vindus- og dørareal som avviker fra normen 20 % av BRA. Vindus- og dørarealet er 22 % for Maud, 18 % for Ninni, 19 % for Nora og 18 % for Nordvik. Figur 4.1.2 viser beregnet normert energibehov for disse hustypene opp mot rammekravet. Energiberegningen er basert på U-verdier, tetthet og varmegjenvinningsgrad tilsvarende verdier i energitiltakslisten (Modell b). Det er tatt hensyn til kuldebroer ved å øke U-verdien for ytterveggene med 20 %; dvs. fra $0,16 \text{ W/m}^2\text{K}$ til $0,19 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Rammekravet er beregnet til 123 kWh/m^2 med utgangspunkt i SINTEFs referansebygg for småhus og energitiltakene angitt i Modell b. Dette er noe lavere enn verdien 129 kWh/m^2 som SINTEF Byggforsk har kommet fram til i Notat-002. Årsaken er at et annet beregningsprogram er brukt til å beregne energibehovet, og at det kan være avvik i forutsetningene i beregningsgrunnlaget. Den relative forskjellen mellom de ulike hustypene vil imidlertid være den samme. *Figuren under viser at ingen av de fire hustypene til Mesterhus vil klare rammekravet i Modell a om vi legger til grunn energitiltakene angitt i Modell b.*



Figur 4.1.2 Normert energibehov (kWh per m² BRA) for SINTEFs referansebygg for småhus og fire eneboliger fra Mesterhus. U-verdier, tetthet og varmegjenvinning tilsvarende verdier i energitiltakslisten (Modell b)

Lille Nordvik på 74 m² BRA har et oppvarmingsbehov som er 15 kWh/m² høyere enn for SINTEFs referansebygg. I praksis vil det være umulig å ta inn dette økte varmetapet gjennom omfordeling uten å velge en isolasjonsstandard for alle bygningsdelene ned mot nivået for passivhus. Også for Ninni, Maud og Nora må man velge vesentlig mer energieffektive løsninger enn forskriftsnivået for å tilfredsstille energirammekravet slik det er gitt i KRDs høringsforslag.

Dette eksempelet viser at SINTEFs valg av referansebygg for småhus gir en veldig streng ramme, og at småhus med normal utforming ikke vil greie kravet.

4.2 Eksempel boligblokk – Wexelsplass, Herslebsgate 19

Det var ønskelig å konsekvensvurdere det nye forskriftsnivået for en konkret boligblokk. BundeBygg AS oppfører et stort blokkbygg på Wexelsplass i Oslo. Prosjektet er på totalt 27 000 m² og består av næringslokaler i første etasje og leiligheter i alle de øvrige seks etasjene.

Som SINTEF Byggforsk viste i Notat-002 har kuldebroer stor betydning for varmetapet i mur- og betongkonstruksjoner. Wexelsplass oppføres med bærende betongdekker og skillevegger, samt flere utkragede balkonger. Det er mange potensielle kuldebroer i fasadene. Men Byggforsk-serien angir per i dag ikke kuldebroverdier for tunge konstruksjoner som er relevante for lavenerginivået i KRDs forskriftsforslag. Vi kunne derfor ikke utføre en detaljert konsekvensvurdering av prosjektet Wexelsplass opp mot det nye forskriftsnivået.



Figur 4.2.1 Wexelsplass Herslebsgate 19- Arkitekt: Heggelund og Koxvold AS

Selv om energivurderingen av Wexelsplass strandet pga manglende kuldebroverdier, sitter vi igjen med noen viktige momenter:

SINTEF har for referansebygget antatt en slett fasade. For Wexelsplass og andre tilsvarende blokkprosjekter ønskes det ofte sprang i fasaden for å skape liv og myke opp fasaden. Slike sprang i fasaden vil ofte medføre større overflate og økt varmetap.

Utkragede balkonger og svalganger gir en relativt kraftig kuldebro i overgangen mellom dekke og balkong. Disse kuldebroene kan enkelt elimineres ved å la balkongene og svalgangene hvile på frittstående søyler. Men dette krever at søylene føres ned til bakkeplan, noe som for Wexelsplass ville medført at søylene kom ned midt på fortauet. Dette viser at den energioptimale løsningen (balkonger på frittstående søyler) ikke er helt forenelig med praktiske hensyn (unngå søyler på fortauet).

For bygårder som Wexelsplass stilles det krav til lydisoleringen av fasadene. Det ble pekt på at 3-lags vinduer gir dårligere lydisolering enn 2-lags vinduer, og at et krav om U-verdi 1,1 W/m²K innebærer at de ikke kan benytte 3-lagsvinduer, men må velge fordyrende, koblede 2+1-ruter for fortsatt å tilfredsstille lydkravene.

Eksempelet viser at bransjen mangler hjelpemidler som tabeller med kuldebroverdier for lavenergikonstruksjoner. Dette er viktige hjelpemidler som må være på plass forut for implementering av skjerpede forskriftskrav. Forslaget til nye forskriftskrav er dermed enda ikke konsekvensvurdert for den fremtidige blokkbebyggelsen.

5 Vurdering av økonomiske forhold og konsekvenser

5.1 Priser og beregnet lønnsomhet for lavenergiløsningene

Høringsforslaget avsnitt 1.71. Privatøkonomiske konsekvenser

De nye energiltakene vil gi økte investeringskostnader. Økningen er anslått til kr. 450/ m² for småhus, kr. 340 / m² for boligblokk og kr. 430/ m² for kontorbygg. For et småhus på 160 m² betyr det økte investeringskostnader på ca 70 000 kr. Tallene er inklusiv et påslag på 30 %, for å fange opp entreprisepåslag og usikkerhet i pris. Det er ikke korrigert for besparelser i investeringskostnader knyttet til redusert installert effekt i anlegg/installasjoner. Økt isolasjonstykkelse vil kunne resultere i redusert bruksareal. Denne verdiforringelsen er ikke trukket inn i beregningene.

Skjerpelsen i energikravene i forhold til dagens forskrift vil føre til utviklings- og omstillingskostnader for deler av byggenæringen.

Innhentede priser for lavenergiutførelse

Tabell 5.1.1 viser tilleggsprisene for småhus som SINTEF har beregnet og innhentede priser fra et utvalg medlemsbedrifter i Boligprodusentenes Forening. SINTEF har gått ut med en tilleggspris på 449 kr/m² for et småhus på 160 m². Innhentede priser fra boligprodusentene for tilsvarende energiutførelse viser en snittpris 727 kr/m², hvilket er 62 % høyere enn SINTEF-anslaget. Forutsatt at energibesparelsen er så stor som SINTEF har forutsatt, betyr denne høyere investeringskostnaden at tilbakebetalingstiden for småhus øker fra 18 år til over 40 år. En tilbakebetalingstid på over 40 år anses ikke som privatøkonomisk lønnsomt. *Med et så ambisiøst kravsnivå som angitt i KRDs høringsforslag må det følgelig påregnes betydelige merkostnader for boligkjøperne.*

Tabell 5.1.1 Innhentede priser for lavenergiutførelse.

Hustype	Bruks-areal (BRA) m ²	KRD-forslag		Boligprodusentenes forslag		Kommentar
		Kr	kr/m ²	kr	kr/m ²	
SINTEF	160	70000	449			Pristillegg i forhold til 20 cm vegg, 1,6 vindu, mekanisk avtrekk
Boligprodusentene						
Blink 1	144	66000	458			Enkel form. Kaldt loft
Nordbohus - Aurora	168	104100	620	83900	499	1 ½ etasjes med ark
Klepphus - Smeheia	185	153397	829	114676	620	To plan
Systemhus - Karakter 1	138	136000	986	92000	667	To etasjer, pulttak
Systemhus - Skagen	129	96000	744	72000	558	1 ½ etasje, innredet loft, I-bjelker
Snitt			727		586	

5.2 Meget store administrative konsekvenser

KRDs høringsnotat hevder at de foreslåtte energikravene neppe vil medføre vesentlig merarbeid eller økte kostnader for de prosjekterende, at kravene i liten grad vil berøre kommunenes saksbehandling, og at det bare vil påløpe noen kostnader til informasjon og veiledningsmateriell.

Boligprodusentenes Forening deler overhodet ikke denne vurderingen. *Innføringen av de strengere energikravene i forskriften vil medføre en radikal omstilling for hele bransjen. De administrative konsekvensene vil være meget store og det må påregnes betydelige merkostnader for alle aktørene i bransjen for å tilpasse seg det nye kravsnivået.*

KRD høringsforslag innebærer en radikal omlegging for byggenæringen. Så ambisiøse energitiltak som angitt i KRDs høringsforslag er knapt prøvd ut i Norge, og bransjen har ingen erfaring med disse løsningene. Strengere kravsnivå og nye beregningsmåter gjør at alle aktørene på en helt ny måte må ta energihensyn i alle fasene av et byggeprosjekt. Arkitekter og prosjekterende må i mye større grad ta hensyn til energiegenskapene når de tegner nye bygninger. Den håndverksmessige utførelsen på byggeplassen blir viktigere, og opplæring må til for å bevisstgjøre de utførende om energiriktige løsninger. Leverandørene må utvikle og forbedre produktene sine for å møte de nye kravene, og kommunale bygningsmyndigheter må øke kunnskapen om energibruken i bygg og få opplæring om de nye forskriftskravene.

Det er viktig som et prinsipp at myndighetene fastsetter teknisk forskrift som et minimumsnivå. KRDs forskriftsforslag ligger på et nivå som bransjen ikke vil kunne levere på.

Informasjon og kunnskapsformidling

Byggenæringen er stor og fragmentert. Bedriftene i næringen sysselsetter vel 320.000 personer⁸. Veldig mange av bedriftene er småbedrifter med et fåtall ansatte. Tall fra 2001 viser at 97 % av alle

⁸ "Forskning og innovasjon i Byggenæringen", Byggenæringens Landsforening – BNL (2004)

bedriftene i bygg- og anleggssektoren hadde færre enn 20 ansatte, og at snittet lå på 5 ansatte per bedrift⁹.

Det vil være en formidabel utfordring å nå ut til alle aktørene med informasjon om de nye kravene og få dem til å endre praksis og ta i bruk nye produkter og konsepter. Det er nødvendig med en omfattende satsing på kunnskapsformidling og kompetanseoppbygging ute i næringen.

Et velkjent ordtak sier at "ting tar tid". Myndighetene har nå brukt mange år på å fremme et forslag til nye forskrifter som skal gjøres gjeldende fra 1/1-2007. Selv om det signaliseres en fleksibel overgangsordning på to år hvor de gamle kravene skal kunne benyttes parallelt med de nye fram til 1/1-2009, mener vi at det vil kreve mer tid å få hele næringen til å følge intensjonene med de nye kravene.

Mange nye og uprøvde løsninger

Det er viktig å vite at vi har begrenset erfaringsgrunnlag for energitiltakene som forskriftsforslaget baseres på. Det stemmer ikke som det står i høringsforslaget at rammekravet er fremkommet for referansebygg "(...) hvor en rekke velprøvde og lønnsomme energitiltak er gjennomført". Tvert om, mange av tiltakene er ikke velprøvde, og vi er tvilende til lønnsomheten for flere av dem.

Bare et fåtall bygg er oppført i Norge med et tilsvarende ambisjonsnivå som gitt i forskriftsforslaget. Og for flesteparten av disse prosjektene har SINTEF-Byggforsk eller andre tilsvarende FoU-miljøer vært involvert på en eller annen måte. Med det nye forskriftsforslaget er det næringen selv som skal besørge kvalitetssikringen i lavenergiprojektene, og ikke fagpersoner med doktorgradskompetanse fra FoU-miljøene.

Kravet til kvalitetssikring vil øke i betydelig grad fordi mange nye løsninger krever svært presis utførelse og vil være mindre robuste for feil. Behovet for kontroll og tilsyn (bedriftsinternt og offentlig) vil øke på en måte som vi tror det vil være svært vanskelig å tilfredsstille. Det mangler erfaring for de krav til uttørring som må settes til byggematerialer som bygges inn i lavenergikonstruksjonene. Vi vet ennå ikke hvilke endringer som må til i byggeprosessen for å forebygge skader på grunn av innbygget materialfukt, og det er uvisst om risikoen for negative helsemessige konsekvenser vil øke som følge av dårlig inneklima. Mangel på kunnskap på dette området er en av de alvorligste innvendingene vi har mot det foreslåtte forskriftsnivået.

Stort FoU-behov

En skjerping av kravsnivået i teknisk forskrift vil medføre et omfattende FoU-behov. Dagens Byggforsk-blader viser ikke løsninger som er dekkende for nivået som foreslås i de nye forskriftene. En gjennomgang SINTEF Byggforsk har gjort viser at mellom 70 og 100 Byggforsk-blader må utvikles eller revideres for at Byggforsk-serien skal kunne brukes av bransjen som en dekkende kompetansebank. SINTEF Byggforsk har estimert kostnadene til 17,5 millioner kroner for dette arbeidet. Vi viser til eget notat fra SINTEF Byggforsk.

For mange av temaene som berøres av de strengere forskriftskravene har vi i tillegg for lite kunnskap til å kunne utvikle fullgode Byggforsk-blader. Eksempel på slik tema er:

- uttørring av byggfukt
- fuktsikring av lavenergikonstruksjoner
- overopphetingsproblematikk i lavenergibygger
- utvendig kondens på vinduer
- utnyttelse av bygningenes varmekapasitet
- utforming av energieffektive ventilasjonsanlegg

⁹ "Forskning og utvikling i bygg-, anleggs- og eiendomsbransjen" – Utfordringer og samfunnsgevinster, Byggenæringens Landsforening – BNL (2002)

Tilstrekkelige midler bør avsettes til å få utført det nødvendige FoU-arbeidet.

Forut for en ny forskrift vil det være helt nødvendig å gjennomføre nærmere studier av konsekvensene for boligblokker, som er mangelfullt utredet i dette dokumentet. De anbefalingene vi har gitt for blokker må derfor oppfattes som tentative nivå, hvor konsekvenser for helheten ikke er utredet.

6 Invitasjon til nasjonalt aksjonsprogram for energieffektive bygg

Boligprodusentenes Forening inviterer til etableringen av et stort aksjonsprogram for økt energieffektivisering i bygninger og effektiv implementering av nye energikrav i forskriften. Aksjonsprogrammet vil kunne samle myndigheter og næring i et felles løft for mer energieffektive og miljøriktige løsninger. Potensielle deltakere er:

- Statens bygningstekniske etat
- NVE
- Husbanken
- Enova
- Standard Norge
- Byggenæringens Landforening (BNL)
- Boligprodusentenes Forening
- Evt. andre interesseorganisasjoner underlagt BNL
- Bedrifter fra næringen
- SINTEF Byggeforsk
- Frivillige organisasjoner (Bellona, Natur og ungdom, Naturvernforbundet m.m.)
- Andre FoU-miljøer (universiteter og høyskoler)

Aksjonsprogrammet bør gå over 5 år og ha en ramme på 200 millioner kroner hvert år. I et samarbeid med Enova bør det være mulig å få stilt de nødvendige midlene til rådighet for en slik stor satsing.

7 Konklusjon - Boligprodusentenes anbefaling om nivå og utforming av forskriften

Boligprodusentenes Forening anbefaler at forskriftsnivået modereres noe i forhold det som foreslås i KRDs høringsutkast.

7.1 Boligprodusentenes anbefaling for småhus

For småhus mener Boligprodusentenes Forening at følgende tiltak bør ligge til grunn for minimumskravene i forskriften:

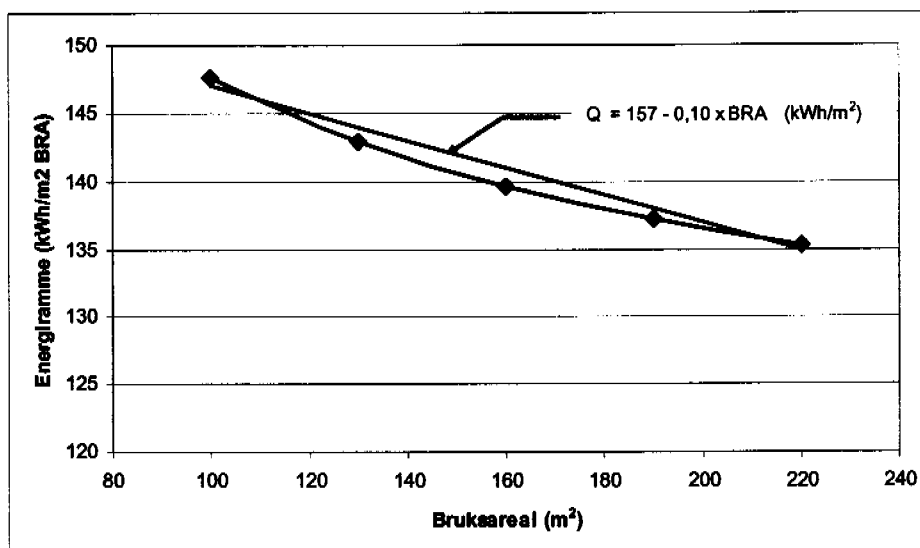
- Vegg: 0,22 W/m²K (tilsvarende yttervegg av 36 x 198 mm bindingsverk)
- Golv: 0,13 W/m²K (tilsvarer 250 mm EPS)
- Tak: 0,13 W/m²K (tilsvarer 350 mm isolering i skrå tak)
- Vinduer: 1,5 W/m²K (2-lags glass med Argon gassfylling og ett lavemisjonsbelegg)
- Lekkasjetall 2,5 h⁻¹ ved 50 Pa trykkforskjell
- Ventilasjon med 80 % varmegjenvinning
- SFP-faktor 2,5 kW/m³/s
- Normalisert kuldebroverdi 0,04 W/K per m² BRA

Det anbefales å beholde både Modell a og Modell b, men med noen forbedringer:

- For Modell a bør det legges inn en arealkorrigeringsfaktor slik at små hustyper ikke straffes. Med utgangspunkt i småhus med tilsvarende bygningsform som SINTEFs referansehus vil energitiltakene som Boligprodusentene anbefaler gi et arealavhengig rammekrav på $Q = 157 - 0,10 \times BRA$ [kWh/m²]. Men SINTEFs referansehus er veldig kompakt og ikke helt representativt for det som oppføres i markedet i dag. Som angitt i kapittel 2.3 bør nivået heves noe for å åpne for hustyper som ikke er fullt så ideelt utformet. Det arealkorrigerte rammekravet bør heves med 4 kWh til:

$$Q = 161 - 0,10 \times BRA \text{ [kWh/m}^2\text{]}$$

For et småhus på 160 m² BRA tilsvarer dette et rammekrav på 145 kWh/m² BRA

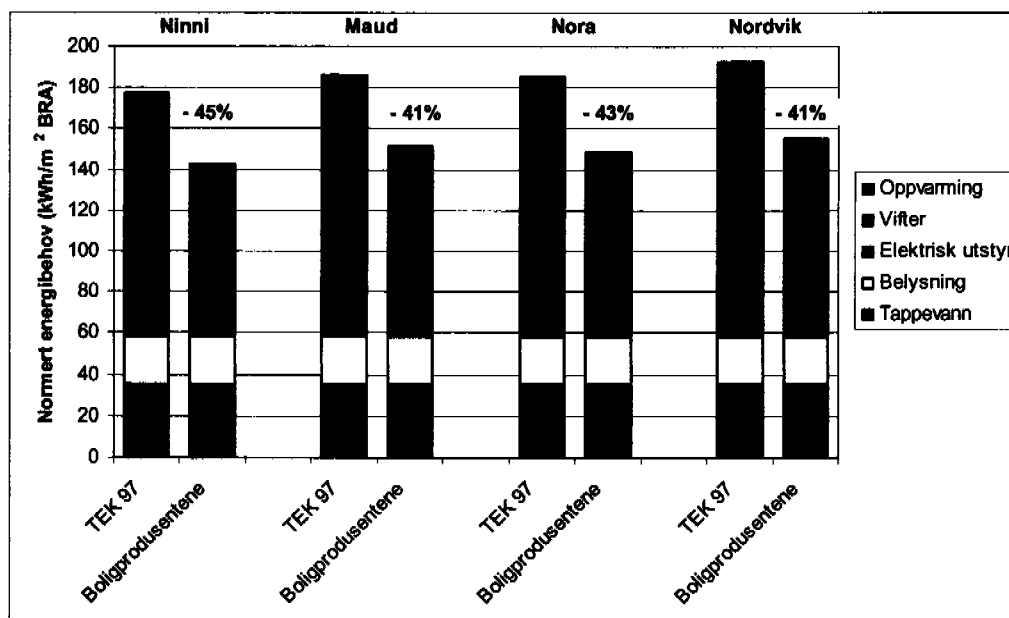


Figur 7.1.1 Totalt netto energibehov (kWh/m² BRA) i småhus i to etasjer som funksjon av bruksareal. Nivå i henhold til forslaget til Boligprodusentene

- For Modell b anbefales det å introdusere en maksimumsverdi for kuldebroer gitt som normalisert kuldebroverdi. For småhus bør verdien settes lik 0,04 W/K per m² BRA.

Det anbefalte rammekravet på 145 kWh/m² BRA for en bolig på 160 m² tilsvarer nivået som Husbanken stiller for å tildele grunnlån for gode energikvaliteter (tiltaket "Redusert oppvarmingsbehov", se kapittel 1.1)

Figur 7.1.2 viser beregnet energibehov for de fire småhusene til Mesterhus som ble brukt som eksempel i kapittel 4.1. Med forslaget til Boligprodusentenes Forening reduseres oppvarmingsbehovet med vel 40 % i forhold til dagens minimumskrav i TEK 97. Det totale energibehovet reduseres med om lag 20 %.



Figur 7.1.2 Beregnet normert energibehov for hustypene Maud, Ninni, Nora og Nordvik fra Mesterhus utført i henhold til minimumskravene i TEK 97 og i henhold til forslaget til Boligprodusentenes Forening. For alternativet TEK 97 er det antatt mekanisk avtrekksventilasjon uten varmegjenvinning.

Tabell 7.1.1 viser beregnet energibehov for disse fire hustypene med de foreslåtte energitiltakene i Modell b opp mot det foreslåtte arealkorrigerte rammekravet på $161 - 0,10 \times \text{BRA}$. Ninni, Nora og Nordvik ligger alle i området rundt det arealkorrigerte rammekravet. Maud har den minst energioptimale bygningsformen av de fire husene. Med alle de foreslåtte energitiltakene i Modell b vil beregnet energibehov for Maud være 4 kWh/m^2 høyere enn det arealkorrigerte rammekravet i Modell a. Men i tabellen er energibehovet for Maud utregnet med 22 % vindus- og dørareal. I henhold til energitiltaksmetoden i Modell b skal det omfordeles dersom vindus- og dørarealet overstiger 20 %. Beregnet med 20 % vindus- og dørareal og "godkjent" i forhold til Modell b vil Maud ha et normert energibehov på 149 kWh/m^2 . Dette er bare 2 kWh/m^2 høyere enn rammekravet gitt gjennom Modell a.

Tabell 7.1.1 Boligprodusentenes Forslag. Beregnet energibehov for fire hustyper fra Mesterhus i henhold til Modell a og Modell b.

Hustype	Bygningsstørrelse	Modell a Arealkorrigert rammekrav ($161 - 0,10 \times \text{BRA}$)	Modell b Energitiltak	Differanse
	M² BRA	kWh/m² BRA	kWh/m² BRA	kWh/m² BRA
Ninni	143	147	142	-1
Maud	144	147	151*	+4
Nora	119	149	149	0
Nordvik	74	154	155	-1

* Maud er her beregnet med 22 % dør og vindusareal. Med 20% vindus- og dørareal er energibehovet 149 kWh/m^2 .

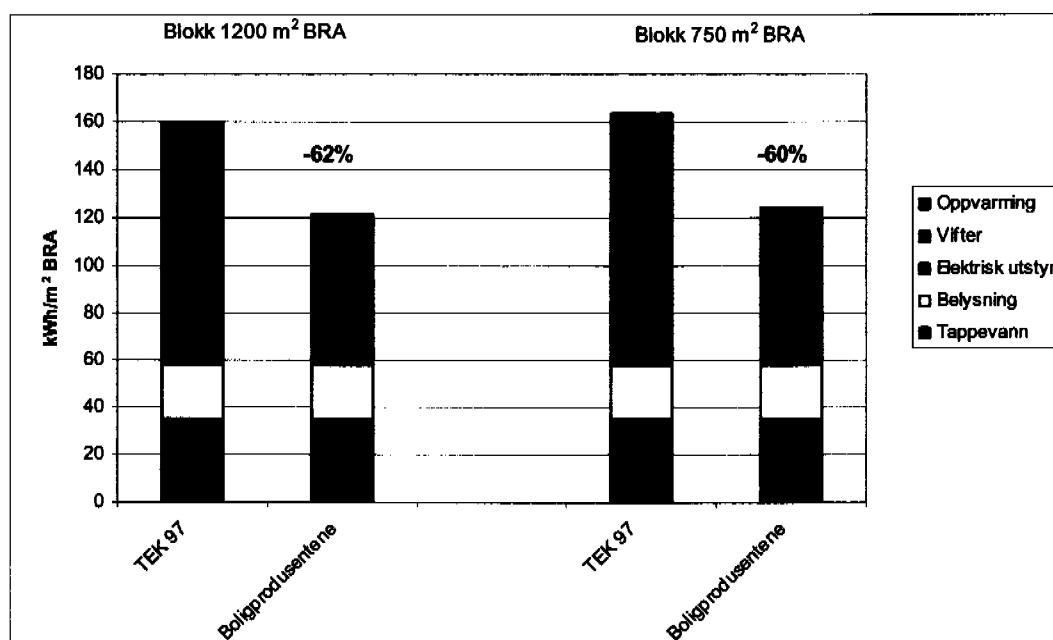
7.2 Boligprodusentenes anbefaling for blokker

For blokker anbefaler Boligprodusentenes Forening at følgende tiltak ligger til grunn for forskriftsnivået:

- Vegg: $0,22 \text{ W/m}^2\text{K}$ (tilsvarende yttervegg av $36 \times 198 \text{ mm}$ bindingsverk)
- Golv: $0,13 \text{ W/m}^2\text{K}$ (tilsvarer 250 mm EPS)
- Tak: $0,13 \text{ W/m}^2\text{K}$ (tilsvarer 350 mm isolering)

- Vinduer: $1,5 \text{ W/m}^2\text{K}$ (2-lags glass med Argon gassfylling og ett lavemisjonsbelegg)
- Lekkasjetall $1,5 \text{ h}^{-1}$ ved 50 Pa trykkforskjell (tilsvarende dagens krav til blokker over 2 etasjer)
- Ventilasjon med 80 % årsmidlere temperaturvirkningsgrad
- SFP-faktor $2,5 \text{ kW/m}^3/\text{s}$
- Normalisert kuldebroverdi $0,05 \text{ W/K}$ per $\text{m}^2 \text{ BRA}$

Figur 7.2.1 viser at med Boligprodusentenes anbefaling vil SINTEFs referanseblokk på 1200 m^2 ha et normert energibehov på ca $122 \text{ kWh/m}^2 \text{ BRA}$. Av dette utgjør oppvarming $27 \text{ kWh/m}^2 \text{ BRA}$, hvilket er 61 % lavere enn om blokka hadde vært oppført i henhold til dagens minimumsnivå i TEK. Den mindre blokken på $750 \text{ m}^2 \text{ BRA}$ har et energibehov på $124 \text{ kWh/m}^2 \text{ BRA}$. Det totale energibehovet reduseres for begge alternativer med nærmere 25 %. **Boligprodusentenes Forening anbefaler at rammekravet for boligblokker settes til $130 \text{ kWh/m}^2 \text{ BRA}$.**



Figur 7.2.1 Beregnet normert energibehov for boligblokk 1200 m^2 (tilsvarende SINTEFs referansebygg) og mindre blokk på 750 m^2 utført i henhold til minimumskravene i TEK 97 og i henhold til forslaget til Boligprodusentenes Forening. Antatt ventilasjon 0,7 luftvekslinger per time. For alternativet TEK 97 er det antatt mekanisk avtrekksventilasjon uten varmegjenvinning.

Vedlegg – Situasjonen i Danmark, Sverige, Finland og Tyskland

Dette vedlegget oppsummerer inntrykket etter møter om lavenergi og forskriftskrav med følgende aktører i Danmark, Sverige, Finland og Tyskland.

Danmark:

NCC Construction Danmark A/S ved:

- Peter Dahl, Projekteringschef, Teknikk, Installationsproject, VVS
- Svend Mertz, Miljøchef

Sverige:

NCC Construction Sverige AB, NCC Teknikk ved:

- Jan-Ulric Sjögren, Drifteningeniør
- Bengt Bergqvist, Sektionschef, Installationsteknik

Skanska, Skanska Fastigheter Stockholm AB:

- Jonas Gräslund, Teknikchef, Teknikk og kompetensansvarlig Installationer och energi

Finland

VTT ved:

- Juhani Laine, Senior Research Scientist, Air Handling Technology
- Mikko Saari, Research Scientist, Energy Efficient Building Technology

Tyskland

NCC Deutschland GmbH i Berlin ved Ingvar Lundstrøm

Det generelle inntrykket er at det i disse landene er liten etterspørsel i markedet etter lavenergiboliger, og at det foreslåtte nivået i norske forskrifter er strengere enn forskriftsnivået i landene.

Tabell V.1 Antydning av forskriftsnivå i Danmark, Sverige, Finland og Tyskland

Krav	Enhet	Danmark ¹⁾	Sverige ²⁾	Finland ³⁾	Tyskland ⁴⁾
Yttervegg	W/m ² K	0,20	0,18	0,22	0,45
Tak	W/m ² K	0,15	0,13	0,14	0,30
Golv	W/m ² K	0,15	0,15	0,22	0,40
Vinduer	W/m ² K	1,50	1,3	1,4	1,7
Tetthet (50 Pa)	h ⁻¹	Ca 2,3	Ca 2,0	1,5	3,0 u/ bal.vent 1,5 m/ bal.vent

1) Nivået i nye krav fra 1. januar 2006

2) Omtrentlig nivå for å tilfredsstille nye krav innført 1. juli 2006. Konservative verdier (på sikker side).

3) Nivå i forslaget til nye energikrav

4) Minimumskrav i EnEV (2001)

V.1 Danmark

Danske myndigheter innførte nye energikrav fra 1. januar 2006, med en overgangsordning t.o.m. 31. mars 2006. De nye kravene innebærer en skjerpelse på 25-30 % i forhold til tidligere krav, samt at kravene nå inkluderer el-forbruk til bygningsdrift og produksjon av tappevann¹⁰

Energirammekrav

De danske kravene er gitt som et energirammekrav (kWh/m² pr. år). Energirammen omfatter bygningens samlede behov for tilført energi til oppvarming, ventilasjon, kjøling og varmt tappevann. Det beregnede energibehovet omfatter ikke belysning og elektriske husholdningsapparater. Det benyttes primærenergifaktorer med faktoren er 2,5 for elektrisitet og 1,0 for olje, gass og fjernvarme.

Energirammekravet for boliger er $70 + 2200/A$ kWh/m² pr. år, der A er oppvarmet etasjeareal. For andre bygg er kravet $95 + 2200/A$ kWh/m² pr. år. I tillegg opererer danskene med lavenergiklasse 1 og lavenergiklasse 2.

Tabell V.1.1 Energirammekrav for nye bygg i Danmark

Klasse	Krav*	50 m ²	100 m ²	150 m ²	200 m ²
Boliger – minimumskrav	$70 + 2200/A$	114	92	85	81
Lavenergibygning klasse 2	$50 + 1600/A$	82	66	61	58
Lavenergibygning klasse 1	$35 + 1100/A$	57	46	42	41

* Faktoren A er oppvarmet etasjeareal

I tillegg til energirammekravet stilles det krav til lufttetthet og begrensninger på maksimalt varmetap fra bygninger

Lufttetthet

Maksimalt lekkasjetall ved 50 Pa er 1,5 l/s pr. m² oppvarmet etasjeareal¹¹. Med en innvendig takhøyde på 2,4 m tilsvarer dette et "norsk" lekkasjetall på ca 2,3 luftvekslinger per time. Verdien 1,5 l/s pr. m² skal benyttes i energiberegningen dersom det ikke foretar måling, mens målt verdi kan benyttes når det er foretatt måling.

Minimumskrav til varmetap

I tillegg til energirammen er det angitt til maksimalt tillatt dimensjonerende transmisjonsvarmetap gjennom vegger, tak og golv (eksklusive vinduer og dører). Kravet er 6 W per m² klimaskjerm for bygninger inntil 2 etasjer. For bygninger på 3 etasjer eller mer er kravet 8 W per m². I beregningene tas det ikke hensyn til transmisjonsvarmetapet gjennom vinduer og dører. Som dimensjonerende innnetemperatur antas 20 °C og som utetemperatur -12 °C. Gjennomsnittlig U-verdinivå for klimaskjermen blir med dette ca 0,19 W/m²K.

Minstekrav til isolasjon og kuldebroer

Ved bruk av energirammemetoden skal U-verdien til bygningsdelene og kuldebroverdien for tilslutningen mellom bygningsdelene ikke være større enn angitt nedenfor:

U-verdi

- Yttervegger: 0,40 W/m²K
- Golv: 0,30 W/m²K
- Tak: 0,25 W/m²K
- Vinduer og ytterdører: 2,30 W/m²K (fra 1. januar 2008: 2,00 W/m²K)

¹⁰ Ejner Jerking, Erhvervs- og Byggestyrelsen og Søren Aggerholm, Statens Byggeforskningsinstitut. "Skærpede energikrav i bygningsreglementet", artikkel datert 30.05.2005, www.sbi.dk.

¹¹ NCC opplyste at kravet om 5 år vil bli skjerpet til 1,5 til 1,0 l/s pr. m².

Kuldebroverdier:

- Fundamenter: 0,40 W/mK
- Fundamenter med golvvarme: 0,20 W/mK
- Tilslutning mellom yttervegg og vinduer/ytterdører/porter/glassvegger: 0,06 W/mK
- Tilslutning mellom tak og takvinduer/overlys: 0,20 W/mK

Alternativ metode

Som et alternativ til energirammemetoden kan man ved tilbygg til eksisterende boliger benytte varmetapskrav til hver enkelt bygningsdel. Vindus- og dørareal må da ikke utgjøre mer enn 22 % av etasjearealet. Kravene er:

U-verdi

- Yttervegger: 0,20 W/m²K
- Golv: 0,15 W/m²K
- Golv med golvvarme: 0,12 W/m²K
- Tak: 0,15 W/m²K
- Vinduer og ytterdører: 1,50 W/m²K
- Takvinduer: 1,80 W/m²K

Kuldebroverdier:

- Fundamenter: 0,15 W/mK
- Fundamenter med golvvarme: 0,12 W/mK
- Tilslutning mellom yttervegg og vinduer/ytterdører/porter/glassvegger: 0,03 W/mK
- Tilslutning mellom tak og takvinduer/overlys: 0,10 W/mK

Noen kommentarer til situasjonen i Danmark

NCC Construction A/S bygger boliger i Storkøbenhavn, fortrinnsvis leilighetsprosjekter. Datterselskapene Bülow & Nielsen, OC Huset og HOLMBO-huse utgjør NCC Enfamiliehuse A/S og oppfører årlig ca 700 boliger.

Dahl og Mertz opplyste at NCC i likhet med de fleste andre aktørene i markedet hadde sørget for å få sendt inn flest mulig søknader etter de gamle reglene innen fristen 31. mars, og at NCC ennå ikke hadde prosjektert noen bygg etter de nye kravene.

NCC så skjerpede krav til luftlekkasjer som en utfordring, og har blant annet ansatt en ny person som skal jobbe med lekkasjemålinger. Så langt har de målt i 14 leiligheter, og i 5 av disse har det vært for store utettheter. De antydte at kostnaden for en konsulentmåling av lekkasjetallet var 3.600 DKK. NCC viste også til målinger de hadde gjort i rekkehus (parcelhus), hvor snittet var lekkasjetall 2,5 l/s per m², (med romhøyde 2,4 m tilsvarer dette "norsk" lekkasjetall 4 h⁻¹).

I de nye reglene er kravet til luftlekkasjer 1,5 l/s pr m². I følge Dahl og Mertz vil kravet om 5 år skjerpes til 1,0 l/s pr. m². Det har fram til nå vært vanlig med mekanisk ventilasjon i Danmark, men Dahl og Mertz mente at det nå ville bli mer vanlig med balansert ventilasjon.

NCC hadde dårlig erfaring med vannbåren golvvarme, brukerne klaget blant annet på kald trekk fra de store vindusflatene. Dahl og Mertz kjente ikke til at NCC i boligsammenheng hadde levert styringsutstyr for belysning, ei heller smarthusteknologi. *De konstaterte at det i boligsammenheng ikke var den helt store miljøfokusen i Danmark, og at kundene i liten grad etterspør energi- og miljøriktige løsninger.* Ordningen Dansk Inneklimamerking er for eksempel godt kjent i utlandet, men ikke i Danmark!

V.2 Sverige

Svenske myndigheter har ambisiøse mål for energibruken i byggsektoren. I boliger og næringsbygg finner det sted en reduksjon av den totale energibruken per oppvarmet arealenhet. Målet er 20 % reduksjon i 2020 i forhold til 1995-nivå, og 50 % reduksjon innen 2050. Samtidig har svenske myndigheter en sterk satsing å omlegging av energisystemet, med spesiell fokus på utfasing av fossil energi. Andelen fornybar energi øker, og innen år 2020 skal avhengigheten av fossile brensel i byggsektoren være brutt¹².

Type oppvarming i svenske boliger

I Sverige er det stor forskjell på type oppvarming i småhus og leiligheter. Om lag 80 % av alle nye småhus i Sverige har vannbåren el-opppvarming og 8 % direkte elvarme¹³. I leilighetsbygg er bildet et helt annet. Bare 4-8 % av alle nye leiligheter har elvarmebasert oppvarming, og fjernvarme er svært utbredt. Det er viktig å merke seg at svært få nye småhus i Sverige blir tilknyttet fjernvarmenettet.

Nye energikrav i Sverige fra 1. juli 2006

Svenske myndigheter innførte nye energikrav i byggereglene fra 1. juli 2006, med overgangsordning fram til 30. juni 2007.

Det skilles mellom klimasone nord (Värmland og nordover) og klimasone sør. Energitilskuddet refererer til **kjøpt energi** og man skal ta hensyn til virkningsgrader i varmeanleggene (i motsetning til i Norge hvor kravet refererer til netto energibehov). Energitilskuddet fra solfangere og solceller kan trekkes fra. Energitilskuddet inkluderer oppvarming, kjøling, tappevann og drift av installasjonene i bygningen (vifter, pumper etc). Energitilskuddet inkluderer **ikke** husholdningselektrisitet (hushållsel), angitt som elektrisitetsbruk til komfyr, kjøle og frys og andre holdningsmaskiner, samt belysning, datamaskiner, TV og annet elektronisk utstyr.

For boliger er kravet maksimal, spesifikk energibruk lik:

- 110 kWh/m² i klimasone sør
- 130 kWh/m² i klimasone nord

For eneboliger og tomannsboliger med **direkte** elektrisk oppvarming som hovedoppvarmingskilde er kravet per i dag 75 kWh/m² i klimasone sør og 95 kWh/m² i klimasone nord (det er forslag om å skjerpe dette kravsnivået, se lenger ned).



Figur: To klimasoner i Sverige

Et viktig forhold ved de svenske kravene er at det beregnede energibehovet skal verifiseres med målinger av faktisk energibruk når bygningen tas i bruk. Målingene bør gå over en 12 måneders periode og avsluttes senest 24 måneder etter at huset er tatt i bruk. Bygningene bør ha et målesystem for kontinuerlig måling av energibruken. Det anbefales videre å legge inn god sikkerhetsmargin i prosjekteringsfasen slik at kravsnivået faktisk tilfredsstilles i driftfasen. Det heter seg at beregningene bør utføres med utgangspunkt i aktuelle inne- og utetemperaturer og normalt tappevannsforbruk og vinduslufting. Målt energibruk kan normalårskorrigeres. Ved eventuell korrigering for unormalt tappevannsforbruk og vinduslufting må dette redegjøres i en særskilt utredning.

Rammekravet er det samme for småhus som for blokker. På grunn av størrelsesfaktoren blir det vanskeligere å tilfredsstille kravsnivået for småhus enn for blokker.

¹² Faktablad fra Regeringskansliet, Miljö- och samhällsbyggnadsdepartementet, om Proposition 2005/06:145. Mars 2006

¹³ Konsekvensutredning. Revidering av avsnitt 9 i Boverkets byggregler. Boverket juni 2006

I tillegg til dette spesifikke energikravet skal gjennomsnittlig U-verdi for alle bygningsdeler ikke være større enn $0,50 \text{ W/m}^2\text{K}$. Dette virker å være et veldig slapt krav. Til sammenligning vil et norsk småhus med tilsvarende størrelse og utforming som SINTEFs referansehus på 160 m^2 ha en gjennomsnittlig U-verdi på $0,32 \text{ W/m}^2\text{K}$ om man legger til grunn U-verdikravene i dagens forskrifter (TEK 97).

Forslag om enda strengere krav for bygninger med elektrisk hovedoppvarming!

Parallelt med innføringen av nye krav fra juli 2006, ble det sendt ut på høring et forslag om skjerpet kravsnivå for bygninger med elektrisk hovedoppvarming, med høringsfrist 1. september 2006. Det skjerpede kravsnivået gjelder for alle hus med hovedoppvarming basert på elektrisitet (også varmepumper) og ikke bare hus med direkte elektrisk oppvarming (panelovner, varmekabler). Målet er at det foreslåtte kravsnivået skal kunne tilfredsstilles med særdeles godt isolerte konstruksjoner (såkalte passivhus) eller ved bruk av effektive varmepumper. Det angis at varmepumpene bør ha en elektrisitetsbruk som er høyst 35 % av den leverte energimengden per år, inklusive installasjon for spisslast. For boliger med elektrisk hovedoppvarming angir høringsforslaget kravsnivå:

- 55 kWh/m^2 i klimasone sør
- 75 kWh/m^2 i klimasone nord

For bygninger med elektrisk hovedoppvarming innføres også et nytt krav om at installert elektrisk effekt til oppvarming og tappevann ved dimensjonerende utetemperatur ikke skal være mer enn 50 % av effektbehovet for et tilsvarende bygg som ikke har elektrisk oppvarming. I klimasone nord er kravet 60 %. Denne begrensningen på installert el-effekt innebærer i praksis at varmepumpene må hente varmen fra grunnen (borehull) eller sjø, og at uteluft-baserte varmepumper blir uaktuelle.

Det åpnes for at man kan fravike disse skjerpede kravene for elektrisk oppvarming dersom det ikke er mulig med alternative oppvarmingsformer basert på fjernvarme eller biobrensel, eller geologiske forhold gjør det uaktuelt med varmepumpeløsninger.

Nivå for konstruksjonsløsningene

De svenske byggreglene angir ikke nødvendig isolasjonsnivå etc. for å tilfredsstille kravet til kjøpt energi. Heller ikke angis normerte input-verdier for innetemperatur, interne varmelaster etc til bruk i beregningene. I stedet står man fritt til å velge energitiltak og inputverdier i beregningene. Samtidig vil kravet om måling av faktisk energibruk når bygningen tas i bruk motivere til mest mulig realistisk energibehovsberegningen i forkant.

Men for småbygg under 100 m^2 angir § 9:4 i byggereglene en alternativ metode for tilfredsstillelse av energikravene. Metoden er blant annet tiltenkt tilbygg og andre tilfeller hvor det er unaturlig å kjøre full energiberegning med målinger i etterkant. Den alternative metoden er utformet som et krav til varmeisolering, tetthet og varmegjenvinning som vist i tabell V.2.1. Det er strengere isolasjonskrav med elektrisk oppvarming. Tabellen viser også kravsnivået i KRDs høringsforslag.

De svenske kravene til energitiltak i § 9:4 gir en indikasjon på nivået som behøves for boligbygg over 100 m^2 for å tilfredsstille kravet til energibruk (110 kWh/m^2 i klimasone sør og 130 kWh/m^2 i nord). Men angitte energitiltak er noe konservative i den forstand at man antas å være på sikker side med hensyn til energibrukskravet om man velger disse energitiltakene for bygningen¹⁴.

Tabellen indikerer at KRDs forskriftsforslag er **strengere** enn det svenske kravsnivået om vi ser på hva slags konstruksjonsløsninger etc. som antas nødvendig for å tilfredsstille kravet. Men svenskene stiller strengere krav for bygg med elektrisk oppvarming. Angitte tiltak for bygg under 100 m^2 med elektrisk hovedoppvarming er på nivå med passivhus-standard.

¹⁴ Ref. opplysninger fra Peter Johansson i Boverket, telefonsamtale 17.08.2006

Tabell V.2.1 Krav til energitiltak i § 9:4 i svenske byggregler, og krav til energitiltak i KRDs høringsforslag

Energitiltak	Sverige §9:4 Alternativt krav på byggnadens energianvändning		Norge KRDs høringsforslag
	Annen hoved- oppvarming	Elektrisk hoved- oppvarming	
U-verdi	W/m ² K	W/m ² K	W/m ² K
Tak	0,13	0,08	0,13
Vegg	0,18	0,10	0,16
Golv	0,15	0,10	0,15
Vindu	1,3	1,1	1,1
Dører	1,3	1,1	1,1
Lekkasjetall	0,6 l/s, per m ² (tilsvarer ca 2,0 h ⁻¹ for småhus)		1,5 h ⁻¹
Varmegjenvinning ventilasjon	70 %		80 %
Vindus- og dørandel	20 % av oppvarmet areal		20 % av BRA

Noen kommentarer til situasjonen i Sverige

Sjögren og Bergqvist fra NCC stusset over at norske myndigheter angir strengere krav for leiligheter enn for småhus. Deres erfaring var tvert om at den spesifikke energibruken (kWh/m²) er høyere i leiligheter enn i småhus. De opplyste at det i leilighetsbygg hadde vært klager på luktoverføring på sentrale ventilasjonsanlegg med roterende varmevekslere. Matos og røyklukt ble lett overført fra avtrekk til tilluft, og de hadde måttet installere kullfilter på tilluftssiden etter aggregatet. Det blir for øvrig mer og mer balansert ventilasjon i Sverige, og mindre varmpumpe på avtrekksluft.

Svenske myndigheter har satt i gang flere større utredningsprosjekter for å bedre faktagrunnlaget om energibruk i bygninger. Sjögren og Bergqvist mente at Bygga-Bo-dialogen i Sverige har vært verdifull.

Gräslund mente at utfordringene i litt større bygg ligger på vinduer og luftaggregat. Viktig å velge litt større aggregat for dermed å redusere SFP-verdiene. Gräslund var videre opptatt av betydningen av energiforsyningen, og hvorvidt fjernvarmen kommer fra et varmekraftverk eller et kraft-varmekraftverk. Han viste til at et "normalt" hus med avtrekksventilasjon og fjernvarme fra et kraft-varmekraftverk kommer vel så bra ut primærenergimessig som et passivhus med stor elektrisk avhengighet.

Gräslund viste også til energi- og miljøprosjektet Hammarby Sjöstad hvor det er målt et snitt på vel 120 kWh/m² for leilighetsbygg med varmpumpe på fraluft, og at det norske nivået 110 kWh/m² virket strengt.

V.3 Finland

De finske kravene til varmeisolasjon virker ikke å være strenge, og de fleste produsentene leverer bedre enn dagens kravsnivå. Det brukes typisk 17,5 cm veggtykkelse. Dagens kravsnivå og foreslått, nytt kravsnivå er vist i tabellen under:

Tabell V.3.1 Kravsnivå i Finland og forslag til nye krav

Bygningsdel	Krav 2002 ¹⁾		Forslag nye krav 2006 ¹⁾	
	Nivå	Maksimal verdi ved omfordeling	Nivå	Maksimal verdi ved omfordeling
	W/m ² K	W/m ² K	W/m ² K	W/m ² K
Yttervegger	0,25	0,6	0,22	0,6
Tak	0,16	0,6	0,14	0,6
Golv mot kryprom	0,20	0,6	0,18	0,6
Golv -på-grunnen	0,25	0,6	0,22	0,6
Vinduer og dører	1,4	1,8	1,4	
Takvinduer	1,5	1,8	1,5	
Varmegjenvinning	30%		30%	

¹⁾ Kravet refererer til maksimalt vindusareal 15 % av boligflaten.

Den finske beregningsmåten er gitt i D5. Miljøverndepartementet (med mange arkitekter) krever at nye energikrav ikke skal begrense den arkitektoniske kvaliteten. Det er politisk beslutning på høyt nivå i Finland om ikke å ha krav knyttet til energikilde.

Anbefalt lekkasjetall er $1,0 \text{ h}^{-1}$ ved 50 Pa, men lekkasjetallet måles svært sjelden. Maksimal verdi er $3,0 \text{ h}^{-1}$. Balansert ventilasjon er ganske vanlig i Finland. Normalt platevarmevekslere. Desentrale ventilasjonsanlegg øker i blokker. For varmegjenvinning antar de på årsbasis en midlere virkningsgrad $\eta_{\text{annual}} = 0,6 \times \eta_{\text{temperature efficiency}}$

Laine og Saari fra VTT opplyste at flere produsenter hadde luktet på lavenergiutførelser, men erfart at kundene ikke etterspør dette i Finland. De antydte også at det er et problem å markedsføre lavenergiboliger, da dette undergraver kvaliteten på standardhusene.

I Finland er det vanlig med fjernvarme i byene, mens el er mest utbredt i småhus.

V.4 Tyskland

De forskjellige delstatene i Tyskland kan ha forskjellig utforming av byggereglene, men minstekravene er de samme. Disse minstekravene er gitt i DIN 4108-2¹⁵ og "Verordnung über energisparende Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden. EnEV"

Tyskerne har flere ordninger og incentiver for mer energieffektive løsninger, spesielt KfW Energiesparhäuser 40 og 60. Denne ordningen fra Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) gir gunstige ekstralån for lavenergihus:

- 50.000 Euro for primærenergibehov $\leq 40 \text{ kWh/m}^2$
- 30.000 Euro for primærenergibehov $\leq 60 \text{ kWh/m}^2$

Energimerkeordningen (Energiepass) kommer snart, og tyskerne har noe de kaller 3-liter hus som refererer til mengden fyringsolje som behøves til å dekke oppvarmingsbehovet (3 liter fyringsolje = 30 kWh, alternativt 3 m^3 naturgass)

Tabell V.4.1 Isolasjonskrav i Tyskland

Bygningsdel	Minimumskrav EnEV	Vanlig praksis	Nivå for å få ekstralån	
			KfW 40	KfW 60
Yttervegg	$0,45 \text{ W/m}^2\text{K}$	10 cm	35 cm ($\leq 0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$)	20 cm ($\leq 0,25 \text{ W/m}^2\text{K}$)
Tak	$0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$	18 cm	40 cm ($\leq 0,10 \text{ W/m}^2\text{K}$)	30 cm ($\leq 0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$)
Golv	$0,40 \text{ W/m}^2\text{K}$		30 cm ($\leq 0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$)	15 cm ($\leq 0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$)
Vinduer	$1,7 \text{ W/m}^2\text{K}$	2 lags PVC-vinduer	Tre-lags med isolert karm ($\leq 0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$)	To-lags med isolert karm ($\leq 1,2 \text{ W/m}^2\text{K}$)
Varmegjenvinning		Nei	80 %	80 %
Forvarming ventilasjon		Nei	Inntakskanal i grunnen	Nei
Lekkasjetall	3 h^{-1} u/bal.vent $1,5 \text{ h}^{-1}$ m/bal.vent		$0,6 \text{ h}^{-1}$	Høy lufttetthet
Fornybar energi		Nei	Solfanger	Solfanger

¹⁵ Deutsche Norm DIN 4108-2 "Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden. Teil 2: Mindestanforderungen an den Wärmeschutz"

PVC-vinduer utgjør 80 % av markedet, og med 5 hulrom i rammen kan komme ned i U-verdi 1,1 W/m²K. Forskriftskravet er 1,7 W/m²K. Vanlig isolasjonsnivå er 10 cm styropor i vegg og 18 cm mineralull i tak.

Noen kommentarer til situasjonen i Tyskland

NCC selger i massemarkedet i Tyskland. Dette markedet er prisfølsomt og etterspør ikke lavenergiløsninger som medfører høyere investeringskostnader. NCC oppfører 600-700 boliger i året, av dette er kanskje 10 stk. lavenergi.

Ventilasjonsmengden er beskjeden i tyske leiligheter og boliger. Det er normalt å ha kun avtrekk på bad og i kjøkken som ikke har vindu, og man må benytte vinduslufting i tillegg for å sikre tilfredsstillende luftskifte i boligen.

Den beskjedne grunnventilasjonen gjør at uttørring av byggfukt kan være et problem. Ved overtakelse overrekker derfor NCC en bruksanvisning til kunden som beskriver at vedkommende må lufte skikkelig tre ganger om dagen, og ikke sette bokhylla inn til vegg de første to årene for å skape luftsirkulasjon og mindre risiko for muggvekst!

Lundstrøm understreket at spesialister må til for å prosjektere lavenergihus. Det behøves ikke for standardhus.

Vedlegg til Boligprodusentenes høringsuttalelse av 23.08.2006 ang. TEK

Bladnr.	Tittel	utgitt	R/N/U	Utgivelse	Prio
		(= Revidert/Nytt/Utgår)			
521.111	Golv på grunnen med ringmur for oppvarmede bygninger. Utførelse	1998	R	2006-1	0
523.285	Sandwichelementer av stålplater og skumplast		R	2006-2	0
527.101	Kjølerom	1991	R	2006-2	0
527.205	Varmeisoleret kjellerrom	1993	R	2006-2	0
552.301	Ventilasjon av boliger. Prinsipper og behov	1994	R	2007-1	0
552.302	Naturlig og mekanisk avtrekksventilasjon i småhus	1994	R	2007-1	0
552.303	Balansert ventilasjon i småhus	1994	R	2007-1	0
552.305	Ventilasjon i boligblokker/bygårder	1995	R	2007-1	0
552.30x	Balansert ventilasjon i boligblokker og bygårder		N	2007-1	0
720.035	Måling av bygningers lufttettethet. Trykkmetoden	2001	R	2006-2	0
471.014	U-verdier. Vegger mot terreng	1998	R	2007-1	0
471.012	U-verdier. Vegger over terreng. Del I og II	2003	R	2007/09	1
471.015	Kuldebroer. Vurdering av konsekvenser og dokumentasjon av energibruk	1999	R	2007/09	1
471.016	Kuldebroer. Metoder for å bestemme kuldebroverdi	1999	R	2007/09	1
471.017	Kuldebroer. Tabeller med kuldebroverdier. Del I og II	1999	R/N	2007/09	1
471.xxx	Dokumentasjon av forventet energibruk i bygninger. Rammekravsmodellen. (Nye forskriftskrav til energibruk i bygninger)		N	2007/09	1
471.xxx?	Dokumentasjon av forventet energibruk i bygninger. Energitiltaksmodellen. (Nye forskriftskrav til energibruk i bygninger)		N	2007/09	1
472.308	Beregning av årlig energibehov i småhus etter NS 3031	1991	R	2007/09	1
522.355	Etasjeskiller med trebjelkelag. Varmerisoleret og tetting	2002	R	2007/09	1
523.002	Yttervegger. Typer og egenskaper	1995	R	2007/09	1
523.251	Bindingsverk av tre	2003	R?	2007/09	1
523.252	Bindingsverk av tre i bygninger med stor vegg høyde	1990	R?	2007/09	1
523.254	Utfyllende bindingsverk	2004	R	2007/09	1
523.255	Bindingsverk av tre. Varmerisoleret og tetting	1999	R	2007/09	1
523.261	Bindingsverk av I-profiler	2003	R?	2007/09	1
525.002	Takkonstruksjoner. Valg av konstruksjonstyper og materialer	1996	R	2007/09	1
525.207	Kompakte tak. Del I og II	2000	R	2007/09	1
527.231	Glassgårder i store bygg. Temperatur- og energiforhold	1996	R	2007/09	1
533.102	Vinduer. Typer og funksjoner	2000	R	2007/09	1
533.16x	Solskjerming. Energi og styring		N	2007/09	1
552.102	Oppvarming av boliger. Metoder og systemer	1989	R	2007/09	1
552.103	Oppvarming av boliger. Energiforbruk og kostnader	1990	R	2007/09	1
552.350	Vannbaserte kjøle- og varmesystemer for himlinger	1994	R	2007/09	1
552.xxx	Ett eller flere blad om kjøling/oppvarming næringsbygg. - aktiv kjøling - bygningsutforming - redusere varmetilskudd - nattkjøling		N	2007/09	1
523.701	Innsetting av vindu i vegger av bindingsverk	2003	R	2007/09	2
533.132	Vinduer av tre	2004	R	2007/09	2
533.143	Innsetting av forseglede ruter i vinduer og dører	1995	R	2007/09	2
533.151	Vinduer av aluminium	2001	R	2007/09	2
533.153	Vinduer av PVC (polyvinylklorid)	1995	R	2007/09	2
471.021	Forenklet miljøvurderingsmetode for nye tømmerhus	1999	R	2007/09	2
471.xxx	EU-direktiv. Energisertifikatsordning for boliger		N	2007/09	2
471.xxx	EU-direktiv. Inspeksjonsordning for større fyrkjeler og kjøleanlegg		N	2007/09	2
471.xxx	Inspeksjonsordning for større ventilasjonsanlegg		N	2007/09	2
472.421	Valg av vinduer til boliger. Energibehov og innneklima	2000	R	2007/09	2
472.422	Valg av vinduer til yrkesbygg. Energibehov og innneklima	2000	R	2007/09	2
472.423	Valg av vinduer til yrkesbygg. Energibehov og innneklima. Eksempel	2000	R	2007/09	2
521.112	Golv på grunnen med ringmur. Varmerisoleret, frostsikring og beregning av varmetap	2005	R	2007/09	2
522.351	Trebjelkelag. Dimensjonering og utførelse	1997	R	2007/09	2
523.127	Betongvegg mot terreng	2004	R	2007/09	2
523.132	Murt vegg av betonghullblokk mot terreng	1995	R	2007/09	2
523.133	Murt vegg av lettklinkerblokker mot terreng	2004	R	2007/09	2
523.135	Vegger av elementer mot terreng	1994	R	2007/09	2
523.231	Skallmurvegg med vanger av murstein og murblokker	1996	R	2007/09	2
523.242	Murte vegger av lettklinkerblokker	1997	R	2007/09	2
525.101	Isolerte skrå tretak med lufting under undertak	1996	R	2007/09	2
525.102	Isolerte skrå tretak med kombinert undertak og vindspørre	1999	R	2007/09	2
525.106	Skrå tretak med kaldt loft	2005	R	2007/09	2
525.107	Skrå tretak med oppholdsrom på deler av loftet	2005	R	2007/09	2
552.108	Automatisk temperaturregulering i elektrisk oppvarmede småhus	1991	R	2007/09	3

525.305	Isolert terrasse med trebjelker	1998	R	2007/09	3
525.307	Tak for biltrafikk og parkering. Del I og II	1999	R	2007/09	3
222.220	Planlegging av boliger med lavt energibehov	1999	R	2007/09	3
222.230	Planlegging av energieffektive kontorbygg	2000	R	2007/09	3
471.011	U-verdier. Etasjeskillere	2003		2007/09	3
471.013	U-verdier. Tak	2003		2007/09	3
523.611	Betongelementer i fasader	1994	R	2007/09	3
523.641	Glassbyggstein i fasader	1999	R	2007/09	3
552.122	Vannbåret lavtemperatur gulvvarmeanlegg med stor energifleksibilitet	2000	R	2007/09	3
552.124	Vannbåret lavtemperatur gulvvarme i lette flytende gulv	2000	R?	2007/09	3
571.953	Isolerruter. Typer og konstruksjoner	2001	R	2007/09	3
571.954	Isolerruter. Lys- og varmetekniske egenskaper	2001	R	2007/09	3
472.321	Boliger med lavt energibehov. Tekniske løsninger og installasjoner	2000	R	2007/09	3
472.411	Solstrålingsdata for energi- og effektberegninger	1991	R	2007/09	3
522.358	Trebjelkelag i inntrukket inngangsparti eller terrasse	1991	R	2007/09	3
523.291	Laftede vegger	1995	R?	2007/09	3
523.731	Trinnfritt inngangsparti i trehus	1996	R	2007/09	3
523.741	Karnapper	2001	R	2007/09	3
552.335	Prosjektering av energieffektive ventilasjonsanlegg	2000	R	2007/09	3
471.008	Beregning av U-verdier etter NSEN ISO 6946	1998			4
471.009	Beregning av U-verdi og varmestrøm for konstruksjoner mot grunnen etter NS-EN ISO 13370	1999			4
471.010	U-verdier for bygningskonstruksjoner. Beregningsgrunnlag	2003			4
533.163	Solskjerming	2000			4
471.018	Dokumentasjon av forventet energibruk i bygninger. Krav til hver enkelt bygningsdel	1999	Utgår etter overgangsordning		5
471.019	Dokumentasjon av forventet energibruk i bygninger. Varmetapsrammer	1999	Utgår etter overgangsordning		5
471.020	Dokumentasjon av forventet energibruk i bygninger. Energrammer	1999	Utgår etter overgangsordning		5
525.105	Oppført treak på dekke av betong eller lettbetong	1993	R	går, flyttes til 4	5