

**Bjørn Berge**

# Arealforbrukets miljøbelastning i boliger

**Opsjoner for arealeffektivisering**



Rapport fra Gaia Lista AS  
til Statens Bygningstekniske Etat  
Mai 2003

# Innhold

## Innhold 2

## Forord 5

## Sammendrag 6

### 1. Innledning 7

#### 1.1 Bakgrunn 7

- 1.1.1 Arealeksplosjonen 7
- 1.1.2 Arealutviklingen og miljøet 8
- 1.1.3 Offentlige initiativer 9

#### 1.2 Om rapporten 9

- 1.2.1 Innhold og begrensninger 9
- 1.2.2 Begreper og definisjoner 10

### 2.0 Arealutviklingen 12

#### 2.0.1 Introduksjon 12

#### 2.1 Arealforbruket i "Den gode bolig" 13

- 2.1.1 Planhistorien og velstandsutviklingen 13
- 2.1.2 Ekspertenes rolle 14
- 2.1.3 Politikernes rolle 15

#### 2.2 Arealforbruket og demografien 16

- 2.2.1 Reduserte husholdstørrelser 16
- 2.2.2 Remanens-effekten 17

#### 2.3 Overordnede tendenser i arealforbruket 17

- 2.3.1 Arealforbruket vokser stadig 17
- 2.3.2 Arealforbruket er størst i de store boligene 17

### 3.0 Arealforbruk og miljøbelastning 19

#### 3.0.1 Introduksjon 19

#### 3.1 Forbruk av energiresurser 20

- 3.1.1 Bakgrunn 20
- 3.1.2 Arealavhengig energiforbruk 20
- 3.1.3 Areal, volum og energibehov 21
- 3.1.4 Redusert arealforbruk i nasjonalt ressursperspektiv 22

#### 3.2 Forbruk av materialressurser 23

- 3.2.1 Bakgrunn 23
- 3.2.2 Arealavhengig materialforbruk 23
- 3.2.3 Areal, volum og materialbehov 23
- 3.2.4 Redusert arealforbruk i nasjonalt ressursperspektiv 24

#### 3.3 Forbruk av vannressurser 25

- 3.3.1 Bakgrunn 25
- 3.3.2 Arealavhengig vannforbruk 26
- 3.3.3 Areal, volum og vannbehov 26

#### 3.4 Forbruk av arealressurser 26

- 3.4.1 Bakgrunn 26
- 3.4.2 Areal, volum og arealressurser 27

3.4.3 Redusert arealforbruk i nasjonalt ressursperspektiv 27

### 3.5 Global oppvarming 28

3.5.1 Bakgrunn 28

3.5.2 Areal, volum og klimabelastning 28

3.5.3 Redusert arealforbruk i nasjonalt klimaperspektiv 29

### 3.6 Forsuring og dannelse av fotooksidanter 30

3.6.1 Betydning av redusert arealforbruk 30

### 3.7 Overgjødsling 30

3.7.1 Betydning av redusert arealforbruk 31

### 3.8 Humantoksitet, økotoksitet og nedbryting av ozonlaget 31

3.8.1 Betydning av redusert arealforbruk 31

## 4.0 Tiltak for arealeffektivisering 32

4.0.1 Introduksjon 32

4.0.2 Bakgrunn for arealeffektive tiltak 32

### 4.1 Tiltak for forbedring av boligens teoretiske produksjonsevne 33

4.1.1 Introduksjon 33

4.1.2 Bruk av fellesfunksjoner 34

4.1.3 Dobbelutnyttelse av funksjoner 35

4.1.4 Komprimering av funksjoner 36

4.1.5 Temperaturdifferensiert funksjonsfordeling 37

4.1.6 Redusert romantall 37

4.1.7 Redusert gangareal 37

4.1.8 Utnyttelse av ubenyttet areale/volum 38

4.1.9 Optimalisert komponent- og elementplassering 38

4.1.10 Økt romhøyde 39

4.1.11 Utsyn og åpning av visuelle akser 40

4.1.12 Fargesetting 41

### 4.2 Tiltak for forbedring av boligens praktiske produksjonsevne 41

4.2.1 Introduksjon 41

4.2.2 Generalitet 42

4.2.3 Fleksibilitet 42

4.2.4 Elastisitet 43

4.2.5 Kortlivede bygninger 43

## 5.0 Regulering og dokumentasjon av arealeffektivitet 45

### 5.1. Bakgrunn 45

5.1.1. Hovedtrekk i arealforbruket 45

5.1.2. Arealforbruket i offentlige reguleringer 45

### 5.2. Hvordan vurdere og bekrefte arealeffektivitet 46

5.2.1 Arealeffektivitet og normal boligstandard 46

5.2.2 Boligstandard og antall rom 47

5.2.3 Boligstandard og areal 47

5.2.4 Miljøbelastninger ved normal arealstandard 49

5.2.5 Vurdering av arealeffektivitet 49

### 5.3 Arealeffektivitet i offentlig regelverk 50

5.3.1 Introduksjon 50

5.3.2 Arealeffektivitet i Veiledningen 51

## 6.0 Aspekter ved regulering av arealforbruket 52

6.1 Offentlig ansvar 52

6.2 Vil folk akseptere redusert arealforbruk ? 52

*6.3 Økonomiske aspekter og risiko for "Rebound" 53*

**7.0 Kilder 54**

## Forord

Rapporten er utarbeidet på oppdrag fra Statens Bygningstekniske Etat som delgrunnlag for pågående videreutvikling av regelverk for Miljø og Helse i byggeforskriftene.

Det var meningen at rapporten i hovedsak skulle utføres som en litteraturstudie. Det viste seg imidlertid raskt at litteraturtilfanget om emnet var mangelfullt. Det har derfor i stor grad vært nødvendig å kombinere ulike basiskilder og således et stykke på vei utvikle nytt grunnlagsmateriale, særlig for forholdet mellom arealforbruk og de ulike miljøaspektene. I noen tilfeller har dette betinget forenklinger som kan diskuteres.

Rapporten er utarbeidet ved Gaia Lista AS i perioden des. 2002 til mai 2003. Ansvarlig for gjennomføringen har vært sivilarkitekt Bjørn Berge. Sivilarkitekt Dag Roalkvam har sørget for kvalitetsikringen og Wenche Ellingsen har hjulpet til med illustrasjoner.

Lista 15.5.2003

Bjørn Berge

## Sammendrag

Arealveksten i boligsektoren har vært høy gjennom siste halvdel av 1900-tallet, og betydelig høyere enn befolkningstilveksten. Bakenforliggende årsaker omfatter i første rekke velstandsøkning og stadig mindre husholdsstørrelser blant annet som følge av høyere levealder.

Det er en klar sammenheng mellom boligens arealforbruk og belastninger på det ytre miljø gjennom livsløpet. Omlag halvparten av energiforbruket er arealrelatert og nesten hele material- og tomteforbruket. Likeledes er de fleste forurensningsbelastningene med opphav i produksjon, drift og riving av boliger tett knyttet til arealforbruket.

Det er tilgjengelig tekniske og planmessige tiltaksmuligheter som forbedrer arealeffektiviteten i boliger uten å rennonsere på bostandard og komfortnivå.

Det finnes også modeller for bekreftelse av boligens arealeffektivitet og således muligheter for offentlige reguleringer av arealforbruket.

# 1. Innledning

*All nature is based on two things; there are bodies, and there is emptiness in which these bodies have their place, and in which they move*

Lucretius

## 1.1 Bakgrunn

### 1.1.1 Arealeksplosjonen

I løpet av siste halvdel av det 20. århundre har gjennomsnittstørrelsen på norske husholdninger sunket kraftig, fra 3,3 personer per husholdning i 1960 til 2,3 personer i 2000. Bakgrunnen for denne utviklingen har i første rekke vært omfattende sosiale og kulturelle endringer i perioden, der blant annet forlenget levealder og høyere skilsmisserater har gitt store utslag.

Parallelt med dette har en generell vestandsøkning sørget for at de stadig minkende husholdningene samtidig har fått seg større boliger. Boligarealet i den norske gjennomsnittsboligen har vokst fra 89 kvm i 1967 til 114,2 kvm i 1997.

Dette har resultert i en drastisk økning av den samlede boligmassen og et arealforbruk som har vokst fra 29 kvm per person i 1967 til 51 kvm i 2000. Dette er en økning på 75 prosent på 40 år.

Og her er ikke fritidsboliger inkludert. Disse har i mange tilfeller hatt samme areal- vekst og kan i prinsippet betraktes som utvidelser av boligarealet.

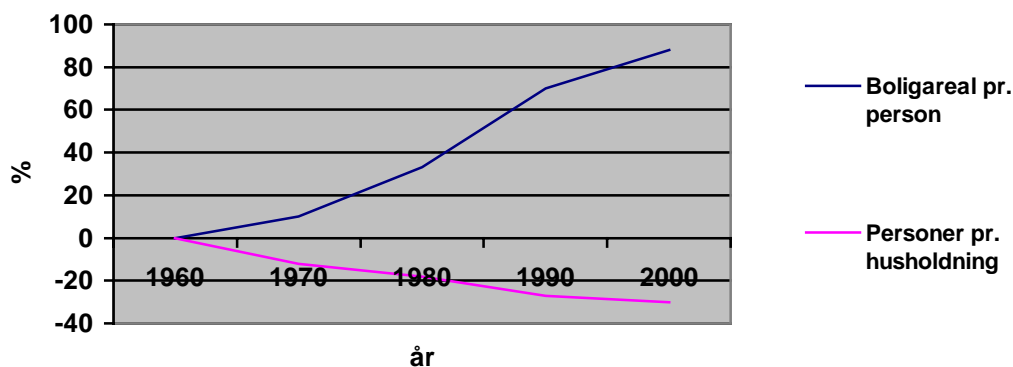


Fig 1.1: Arealutviklingen i Norge. Utvikling og sammenheng mellom gj.sn. husholdstørrelse og gj.sn. arealforbruk per person i Norge. Prosentvis endring fra 1960 til 2000, etter (Statistisk sentralbyrå SSB, diverse statistikker)

Arealutviklingen har vært den samme i hele den industrialiserte verden og også i mange fattige land, (Liu 2003). Utslagene har likevel vært størst i Norge som i arealforbruk per person nå ligger høyere enn samtlige EU-land, riktignok tett etterfulgt av de andre skandinaviske landene. Og dette til tross for at gjennomsnittlig husholdningstørrelse er lavere i flere av dem, eksempelvis Tyskland og Danmark med 2,2 personer og Sverige med 2,0.

Mye taler for at utviklingen vil fortsette på samme måte i tiden som kommer. Statistisk Sentralbyrå forventer at gjennomsnittlig husholdningstørrelse vil synke til 1,9 personer innen 2020 og at tilsvarende boligstørrelse i samme periode vil forsette å stige til 120 kvm, (Myhre 2000). Dermed vil vi om 15 - 20 år sitte igjen med et gjennomsnittlig boligareal på over 60 kvm per person.

### 1.1.2 Arealutviklingen og miljøet

Økt arealbruk i boligsektoren, som utgjør 2/3 av den samle bygningsmassen i Norge, vil føre til forsterkede miljøbelastninger i det ytre miljø. Dette gjelder såvel for ressursbruk som for utslipp av forurensninger.

En stor andel av energiforbruket til produksjon og drift av bygninger er arealavhengig. Viktigst her er romoppvarming og ventilasjon som utgjør i overkant av 60% av energiforbruket i den eksisterende boligmassen, (Bramslev 2000). Resten av energiforbruket i driftsfasen er i større grad husholdningsrelatert. Eksempelvis vil hver husholdning, uansett størrelse, ha behov for et kjøleskap. Dermed vil veksten i *antall* husholdninger også sørge for at energiforbruket øker.

Sammen har dette ført til at energiforbruket i boligsektoren har økt betydelig de siste 40 årene til tross for forbedret isolasjonsstandard og innføring av en rekke installasjonstekniske energiparetiltak, (Bramslev 1999).

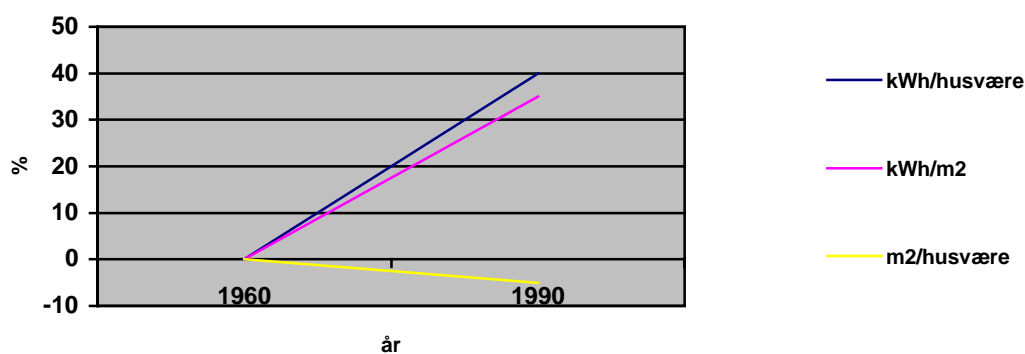


Fig 1.2: Utvikling og sammenheng mellom driftsmessig energibruk og arealbruk. Prosentvis endring fra 1960 til 1990. Figuren er hentet fra (Bramslev 1999) og er noe foreldet. Tendensene har imidlertid vedvart etter 1990. Bare fra 1993 til 1995 steg det gjennomsnittlige energiforbruket per husholdning med 3,5%. Og fra 1988 til 1997 steg arealforbruket med over 5,4% (SSB Energistatistikk 2000 m.fl.)



Materialforbruket i byggebransjen er nesten utelukkende arealavhengig. Unntak her vil begrense seg til enkeltinstallasjoner for vann, avløp etc. som i større grad forholder seg til antall husholdninger.

Såvel i oppførings- som i driftsfasen har arealutviklingen således ført til økt forbruk av materialressurser. Og i rivningsfasen produseres mer avfall.

Økt arealforbruk innebærer også økt forbruk av tomteressurser som lokalt blant annet kan true biologisk mangfold.

Videre vil økt arealforbruk sørge for at forurensningsbelastningene øker. Det dreier seg såvel om utslipp fra energiproduksjon som prosess-utslipp knyttet til materialproduksjon og materialbehandling. Aktuelle arealrelaterte forurensninger vil omfatte klimagasser, miljøgifter, fotokjemiske oksidanter, forsurende og eutrofierende stoffer.

### 1.1.3 Offentlige initiativer

Allerede i Stortingsmeldingen *Oppfølging av Habitat* fra 1998 problematiseres arealforbruket og ønsket om “en mer miljøvennlig arealanvendelse”.

Dette følges opp i *Miljøhandlingsplan 2001-2004* fra Kommunal- og regionaldepartementet der forbedret arealeffektivitet i boligsektoren etableres som satsingsområde.

I forlengelsen av dette har Statens Forurensningstilsyn lansert “Kvadratmeter boligflate per innbygger” som miljøindikator (SFT 2000).

Samtidig søker Statens Bygningstekniske Etat å bearbeide nye byggeforskrifter i retning av kravs-formuleringer som ivaretar miljø-potensialet ved arealeffektivisering, (Dagestad 2002). Dette vil trolig være i tråd med EU's videreutvikling av direktiv om energibruk i bygg (EU 2003).

## 1.2 Om rapporten

### 1.2.1 Innhold og begrensninger

I rapporten vurderes betydningen av arealeffektivisering for ulike miljøparametre, og mulighetene for gjennomføring av arealeffektiviserende tiltak i nye boliger undersøkes. Også noen aspekter ved en introduksjon av arealeffektivitet i offentlige reguleringer drøftes.

I rapporten er “arealeffektivisering” forstått som tiltak for *kvantitativ* reduksjon av arealforbruket som i neste omgang vil spare ressurser og redusere forurensningsbelastninger. Dette må ikke forveksles med “miljøeffektiv arealbruk” som innebærer en mer *kvalitativ* tilnærming til boligens utførelse, der eksempelvis kalde rom legges mot nord og varme mot syd for å spare energi. Selv om rapporten i utgangspunktet begrenses til forhold knyttet til “arealeffektivisering” vil rammen

utvides noe i tilfeller der grenseoppgangen mellom “arealeffektivisering” og “miljøeffektiv arealbruk” er mer uklar.

Rapporten tar utgangspunkt i arealforbruket i boligmassen. En ytterligere problematisering av de miljømessige tilleggs-effektene av reduserte husholdningsstørrelser og vekst i antall husholdninger er bare i liten grad gjennomført. Fritidsbebyggelse er ikke berørt.

Hvis ikke annet er angitt benyttes Byggeforskrift 1997 med Veiledning som ramme for alle beregninger og vurderinger.

Rapporten er inndelt i følgende hovedkapitler:

**Arealutviklingen** gir en bredere presentasjon av arealutviklingen de senere årene, og årsakene bak analyseres. Også fremtidige utviklingstendenser drøftes.

**Arealforbruk og miljøbelastning** tar i større detalj opp forholdet mellom arealforbruk og de ulike ressurs- og forurensningsmessige miljøbelastningene. Det undersøkes hvordan arealeffektivisering vil kunne forbedre en boligs miljøegenskaper og i hvilket mon en generell arealeffektivisering vil kunne redusere de nasjonale miljøbelastningene.

**Arealeffektivisering** presenterer ulike arkitektoniske og bygningstekniske strategier og metoder som kan øke arealeffektiviteten i nye boliger og boligfelt.

**Dokumentasjon av arealeffektivitet** drøfter innfallsvinkler for vurdering og bekreftelse av arealeffektivitet. Også relevans for krav til arealeffektivitet i byggeforskriftene diskuteres.

**Drøfting** oppsummerer og setter arealeffektivisering inn i et bredere samfunnsmessig perspektiv.

## 1.2.2 Begreper og definisjoner

I rapporten er det benyttet følgende forståelsesgrunnlag:

**Bolig.** I Folke- og boligtellingerne fra Statistisk Sentralbyrå defineres en bolig som “ett eller flere rom som er bygd eller ombygd til helårs privatbolig for en eller flere privatpersoner. Det må være adgang til rommene uten at en må gå igjennom en annen bolig” (SSB 2001/1).

**Husholdning.** En kosthusholdning består av de personer som er fast bosatt i boligen og som vanligvis har minst ett daglig måltid felles. Det er rommene som disse personene bruker som definerer boligen, uavhengig av om boligen har egen inngang, (Barlindhaug 2001).

**Arealmåling.** Arealet i boligen måles vanligvis som boligareal BOA eller bruksareal BRA, se Norsk Standard 3940 “Areal- og volumberegninger av bygninger”. I korte trekk måles bruksareal BRA som bygningens samlede areale innenfor yttervegg med

rimelig takhøyde. I boligareal BOA er utvendige boder, uinnredet kjeller og loft trukket fra. Boligarealet uttrykker således bruksarealet av boligens hoveddel.

Angivelser i boligareal er benyttet i de fleste historiske statistikker fram til utpå 1990-tallet da bruksareal ble innført som standard i tråd med retningslinjer i EØS-området.

I statistikkene i rapporten er arealangivelser oppgitt dels i boligareal og dels bruksareal avhengig av relevans for perspektivet som anlegges. Det er normalt bygningens boligareal som er oppvarmet og også her materialinnsatsen er størst. Boligarealet er således i større grad enn bruksareal et relevant uttrykk for bygningens miljøbelastninger.

For nybygg er bruksareal satt lik boligareal i noen presentasjoner ettersom man i de senere år i stor grad har innlemmet boder og andre lagerfunksjoner i det helklimatiserte boligarealet. Dette er da angitt i teksten.

Bygninger kan også måles i bruttoareal BTA som inkluderer utvendige vegger. Dermed avspeiles veggtykkelsen som varierer med konstruksjonsmåte og isolasjonstykkelse. I rapportens prinsipielle gjennomgang av miljøkonsekvensene av økt arealforbruk er det likevel valgt å holde dette aspektet utenfor ettersom problemstillingen raskt beveger seg bort fra “arealeffektivisering” og inn i “miljøeffektiv arealbruk” som ikke er tema for rapporten. I vurderinger av arealforbrukets betydning for båndlegging av landsskapsmessige arealressurser er imidlertid bruttoareal lagt til grunn, og da kalkulert som bruksareal pluss 5%.

*Arealutnyttelse.* Enhver bolig har en teoretisk arealutnyttelse som kan uttrykkes som personer per kvadratmeter. Men utnyttelsen varierer over tid blant annet som følge av graden av tilpasningsdyktighet i planløsning og konstruksjon. En bygnings praktiske arealutnyttelse har således også en tidsakse og uttrykkes som *personår per kvadratmeter*. Dette betegnes også gjerne som boligens produksjonsevne og beregnes som summen av alle beboernes botid fordelt på arealet.

*Volumutnyttelse.* I prinsippet er volumutnyttelse vel så relevant som arealutnyttelse. Likevel er arealutnyttelse valgt som bærende begrep, ettersom volumutnyttelse i langt mindre grad avspeiler konvensjonelle bruksmønstre i boliger.

## 2.0 Arealutviklingen

*Hur i helvete får standardköket för dom här människorna vara*  
fra Bengt Hamers film "Salmer fra kjøkkenet"

### 2.0.1 Introduksjon

Arealforbruket til boligformål har steget kraftig gjennom hele 1900-tallet og nærmer seg en fordobling i løpet av de siste 50 årene, regnet i kvadratmeter per person. Og arealveksten forventes å forsette utover i det 21. århundre, riktignok noe avhengig av befolkningsutviklingen.

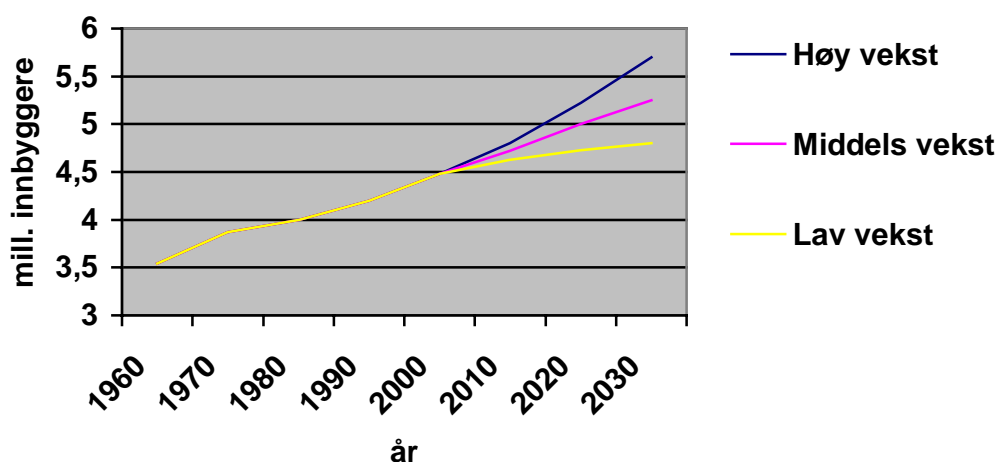


Fig 2.1: Befolkningsveksten i Norge, med prognoser fram til 2030. Kilde: Statistisk Sentralbyrå Befolkningsframskrivninger 2002-2050.

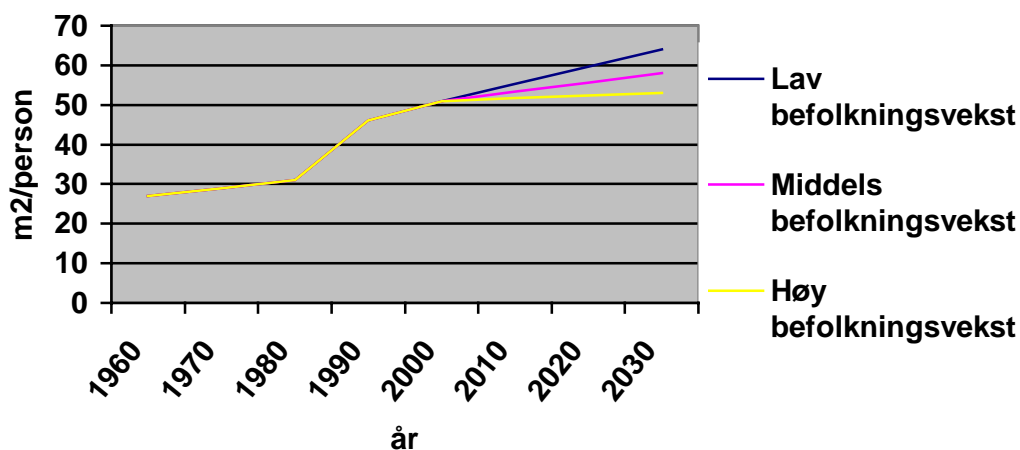


Fig 2.2: Arealøkningen pr. person fra og med 1960 m/ prognoser fram til 2030. Arealforbruket er angitt i boligareal (BOA). For nybygg i perioden fram til 2030 er boligareal og bruksareal antatt å sammenfalle ettersom omfanget av uklimatisert areale i moderne boliger oftest er redusert til et minimum. Kilder Statistisk Sentralbyrå og (Myhre 2000)

Bakgrunnen for denne store veksten i arealforbruket er dels kulturell og handler om våre stadig skiftende forestillinger om “den gode bolig”, dels demografisk med utgangspunkt i en rekke omfattende strukturendringer gjennom de siste 50 årene.

Og som understrøm under det hele løper den generelle velstandutviklingen skapt av en økonomisk vekst som i forrige hundreår var på 1,75% p.a., altså 30% økning hvert 15. år. (Baastrup 2001)

## **2.1 Arealforbruket i “Den gode bolig”**

### **2.1.1. Planhistorien og velstandsutviklingen**

Definisjonen av “den gode bolig” er en dynamisk affære som hele tiden avspeiler den økonomiske tilstanden i samfunnet. Det som ble ansett for akseptable boforhold noen 10-år tilbake, er sjelden betraktet på samme måte idag.

Rent historisk kan utviklingen gjennom de siste 200-300 årene beskrives som en bevegelse fra den *generelle* til den *spesialiserte* plan hvor alt skal ha sitt rom. Gjennom nesten hele tusenåret hadde rommene manglet noen fastlagt funksjon. De første tendensene til spesialisering åpenbarte seg på 18.hundretallet, og vi fikk korridorplanen som organiserte et antall fortsatt ganske generelle rom.

Først ut i forrige århundre kom det fart i spesialiseringen av romfunksjonene. Foruten bad og toalett var barneværelset blant de første som ble utskilt fra de generelle oppholdsrommene. Og i dag sitter vi igjen med en kompleks romsammensetning som ofte omfatter såvel hjemmekontor og gjesterom som TV-rom og badstue. Samtidig har flere av rommene vokst seg større, som kjøkken, stue og bad, og de har gjerne formert seg slik at 2 bad nå er dobbelt så hyppig som for 10 år siden (Statistisk Sentralbyrå Boforholdsundersøkelsene).

I årene framover forventes det at denne utviklingen fortsetter, (Rasmussen 2002). Spesialiserte omkleddingsrom, trimrom og medierom er under introduksjon, sistnevnte i forlengelsen av det stadig økte tilbudet av audiovisuelle hjemmeteknologier. Det er også klare tendenser til større autonomisering av barnas arealer som etterhvert vil omfatte egne bad og adkomster, (Baastrup 2002).

Mens boligene inntil nylig hadde en klar inndeling i hel- og halvklimaliserte soner, der sistnevnte i første rekke ble benyttet til lagerfunksjoner, ser vi nå at lagringen flyttes inn i de oppvarmede arealene. Behovet for lagring av ting er riktignok større enn noen gang, men de fleste vil ha bod-plassen inni boligene, og nybygg utstyres stadig sjeldnere med loft og kjeller, (Martens 1996).

Bo-funksjonene har også blitt mer privatiserte. Vanlige fellesfunksjoner i forrige århundre som vasking og tørking av tøy er nå integrert i boligen. Likeledes er fellesboder lite utbredt i ny boligbebyggelse. Og vi kan forvente at egne trimrom og hjemmekino vil redusere behovet for fellesløsninger også på disse feltene.

I tråd med velstandsutviklingen bruker vi således jevnt mer penger på boligen, og den opptar også en stigende andel av privatbudsjettet.

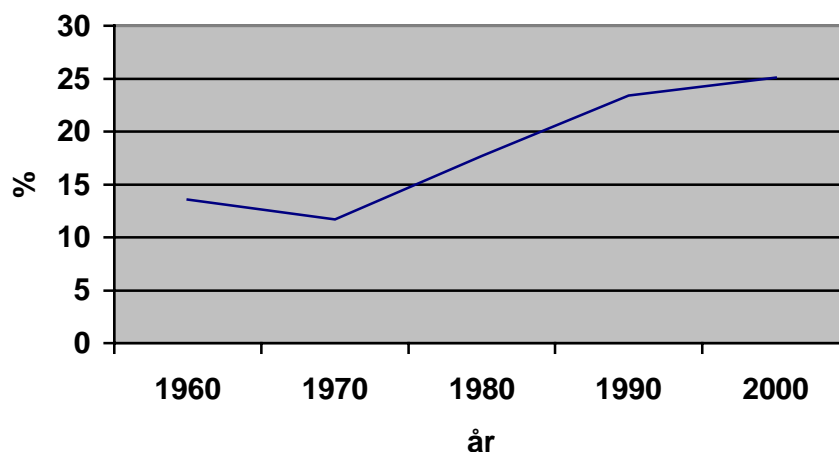


Fig 2.3: Prosent-andel av husholdnings- budsjettet som benyttes på bolig, kilde SSB

Det ironiske aspektet ved denne utviklingen er at vi samtidig bruker boligen stadig mindre, (Rasmussen 2002). Vi er mer på ferie, mer på jobben osv. Boligen er således delvis i ferd med å bli et symbol som framfor alt søker å “dokumentere” at familien fortsatt eksisterer. Den skal kunne fortelle historien om familien selv om denne fortsatt ikke er til stede, (Paludan 2000).

### 2.1.2. Ekspertenes rolle

Gjennom hele den moderne boligens utviklingshistorie har en mektig fag-ekspertise sørget for planleggings-redskaper i form av standarder og retningslinjer.

Denne blandingen av ingeniører, arkitekter, biologer og statistikere fikk sitt første gjennombrudd i mellomkrigstiden under funksjonalismen, og arbeidet ble raskt gjenopptatt igjen etter verdenskrigen. Her var standardiseringen av byggevirksomheten i fokus, og en rekke laboratorieforsøk i første rekke i Tyskland og Sverige dannet etterhvert et komplett prosjekteringsgrunnlag for det moderne boligbyggeriet. Man arbeidet blant annet med “det funksjonelle hus for det friksjonsløse liv” og angav nødvendig romorganisering, kommunikasjonsarealer og møblering for å oppfylle dette idealet, (Kjær 2000).

I dag er det vanlig å anta at betydningen av dette arbeidet er svekket. Blant annet har brukerne kommet mer i fokus, og fagekspertisen tilkjennegir gjerne en mer kultur-relativistisk innfallsvinkel. Men vi skal være oppmerksom på at det ikke har vært gjennomført noe grunnleggende oppgjør med denne strengt positivistiske tilnærmingen. Og det er bare å erkjenne at det i stor grad er de normene som fortsatt danner basis for de fleste reguleringer, designmetoder, analyseredskaper og ikke minst tommelfingerregler, som regulerer dagens boligproduksjon, (Ytrehus 2000).

### 2.1.3 Politikernes rolle

Også boligpolitikken har medvirket til arealutviklingen. Helt tilbake på 1800-tallet søkte man gjennom de offentlige byggeforskriftene å forebygge trangboddhet. Begrunnelsene var vanligvis redusert smitterisiko og behovet for generell forbedring av folkehelsen, der særlig tilstrekkelig luftvolum i rommene ble tillagt betydning.

Etterhvert kom også sosiale aspekter på banen. Definisjonen på “Alminnelig overbefolkede leiligheter” i Oslo anno 1938 lød: “Mer enn to personer pr. rom, kjøkken inkludert”. I 1967 ble definisjonen av en trangbodd bolig oppgradert til: “Fler enn 1 person pr. rom, kjøkken ikke medregnet” (Svennar 1975) som fortsatt gjelder.

Definisjonen av “romslig” bolig har imidlertid endret seg fra 1967 til idag. Den gang het det at “rommelig er det i de husholdninger hvor man har flere rom enn antall personer”, (Svennar 1975), mens en romslig bolig i dag er en bolig med “mer enn 2 rom mer enn tallet på husholdningsmedlemmer” (Løwe 2002/2). Normalboligen, som defineres inn mellom de to, har altså hatt en økning på to rom i perioden.

I etterkrigstidens Norge har Husbanken vært vårt viktigste boligpolitiske virkemiddel. Ved oppstarten i 1946 ble en bolig med et boligareal på 80m<sup>2</sup> ansett som den ideelle familieboli. (Reiersen 1996). Denne normen har blitt regulert oppover, igjen og igjen.

Husbankens oppgave har hele tiden vært å sikre et visst kvalitetsnivå på boligutbyggingen. På slutten av 1980-tallet ble dette konkretisert i den såkalte “Minstestandarden” som for en stor del er basert på resultatene fra laboratorietilnærmingen på 50-tallet, (Reiersen 1996). Det er ikke utarbeidet en minstestandard for 1-personshushold. Basismålet er at det skal kunne bo to personer i alle permanente boliger. Til tross for at det dreier seg om en ren funksjonsstandard lar det seg likevel ikke gjøre å oppfylle standarden for 2-persons-boliger under 50 kvm (Jørgensen 1989). Boliger under 50 kvm får således bare unntaksvis fullt lån i Husbanken.

I forlengelsen av minstestandarden har Husbanken også utarbeidet normer for tilgjengelighet og bruk for eldre og bevegelseshemmede, den såkalte “livsløpsstandarden”. Denne innebærer en betydelig arealforøkelse av vitale funksjoner i boligen, som bad, adkomst etc

Husbanken har også praktisert en øvre arealgrense for å få innfridd lånebehov. Denne har i mange år vært satt til 120 kvm målt i såkalt “beregnet areal”, som i praksis ligger nær opp til “boligareal”. Arealgrensen har nok holdt byggherrer litt i tømmene til tross for en viss uthuling med årene. Og inntil videre er det den eneste offentlig normgitte øvre grense for arealforbruk som foreligger.

I dag ser det ut til at mange politikere anser Husbankens rolle som utspilt, og institusjonen legges på sikt kanskje ned som boligbank for den allmenne befolkning. Resultatet vil trolig bli en økning av det generelle arealforbruket ettersom et viktig motiv for en mer nøktern arealbruk blir borte.

## 2.2. Arealforbruket og demografien

### 2.2.1. Reduserte husholdstørrelser

De seneste årtiene har befolkningsutviklingen vært preget av følgende fenomener:

- Redusert fruktbarhet
- Økte skilsmisserater
- Forvitring av flergenerasjons-husholdningene
- Høyere levealder

Dette er klare trekk i hele den vestlige verden, (Liu 2003). For Europa under ett forventes resultatet å bli en betydelig nedgang i folketallet på sikt til tross for økt innvandring. Samtidig vil husholdningstørrelsene fortsatt synke, og andelen 1-personshushold vil stige drastisk.

For Norges vedkommende er disse nye utviklingstrekkene allerede i ferd med å bli vel etablert. Fra 1960 til 2001 kan vi slå fast følgende (Gulbrandsen 1997) (SSB Folke- og boligtellingsen 2001)

- Antallet husholdninger over 3 personer har sunket drastisk. Husholdninger med mer enn 5 personer er redusert fra 228 000 til 151 000, altså med nesten 34% .

- Antallet 1-personshushold har steget fra 153 000 til 717 000, altså nesten 400%. Dette tilsvarer en økning i andelen 1-personshushold fra 14% til 36,7%.

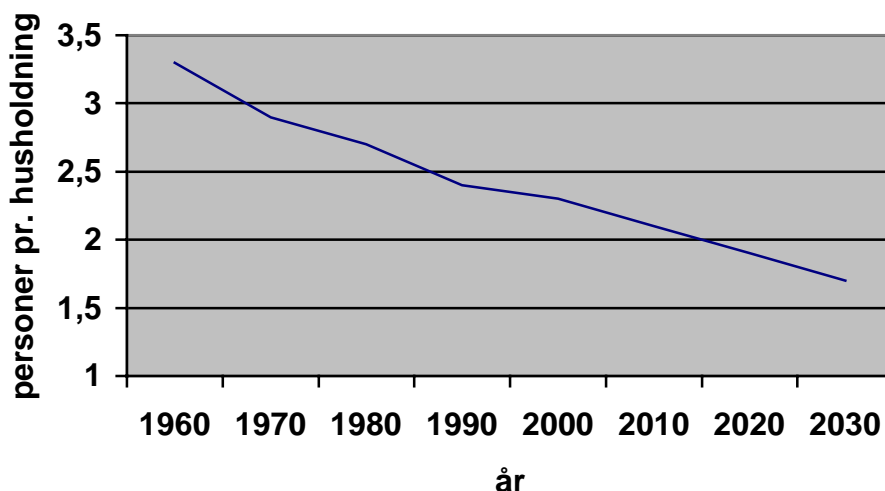


Fig. 2.4: Reduserte husholdstørrelser fra 1960 til 2000, med prognose til 2030, Kilde SSB



## 2.2.2. Remanens-effekten

Andelen av befolkningen over 50 år har steget med nesten 4% fra 1960 til idag (SSB Folke- og boligtellingsen 2001), og forventes å stige videre ettersom levealderen øker og antallet nyfødte synker.

Eldre mennesker blir oftest boende igjen i de store familieboligene etter at barna er flyttet ut. Lånene er da vanligvis nedbetalt og stadig oftere er boligene lagt til rette med "livsløpsstandard". Likevel har boforholdsundersøkelsene de senere år vist at av aldergruppen 50-59 år ønsker nesten 20% seg mindre bolig (Gulbrandsen 1993/2) (Løwe 2002/1). Men de fleste vegrer seg mot å flytte fra nærområdet der de har røttene sine. Flytting medfører store emosjonelle, sosiale, praktiske og økonomiske kostnader, som fort overstiger de fordeler en mindre og ofte mer lettstelt bolig byr på.

Resultatet blir at mange eldre, ofte mot eget ønske, blir sittende igjen med et uforholdmessig stort arealforbruk. Dette benevnes vanligvis som "remanens-effekten", (Kjær 2000).

## 2.3 Overordnede tendenser i arealforbruket

### 2.3.1. Arealforbruket vokser stadig

Til tross for den drastiske reduksjonen i husholdstørrelser bygges det fortsatt flest storhusholdningsboliger, (SSB Byggearealstatistikken). Denne nyproduksjonen opprettholdes av en jevn, om enn synkende, strøm av storhusholdninger i etableringsfasen. Således vil arealforbruket fortsette å øke.

### 2.3.2. Arealforbruket er størst i de store boligene

Andelen av befolkningen som bor trangt (færre rom enn personer) har sunket fra 16% til 7% fra 1980 til 2001. Samtidig har andelen som bor svært romslig (minst 3 rom mer enn antall personer i husholdningen) økt fra 18% til 30%. Dette har resultert i et stadig større arealforbruk per person i de store boligene.

Boligstørrelser	Antall boenheter	Andel av totalt bruksareal [%]	Antall bosatte	Ca. Bruksareal pr. Person [m <sup>2</sup> ]
Under 30 kvm	57677	2,9	81427	21
30-39 kvm	39294	2	49140	28
40-49 kvm	69003	3,5	90990	34,1
50-59 kvm	125006	6,4	177050	38,8
60-79 kvm	305363	15,6	509461	41,9
80-99 kvm	310659	15,8	633525	44,1

100-119 kvm	254186	13	604397	46,2
120-139 kvm	202861	10,3	526756	50,1
140-159 kvm	146755	7,5	406217	54,2
160-199 kvm	209455	10,7	621383	60,6
200-249 kvm	143081	7,3	456687	70,5
250 kvm el. mer	98208	5	328912	74,6
Alle	1961548	100	4485945	

*Tabell 2.1: Ca. bruksareal per person i ulike boligstørrelser i den norske bygningsmassen i 2001, kalkulert med utgangspunkt i (Statistisk Sentralbyrå: Folke- og boligtellingen 2001) ved at middelareal for de ulike boligstørrelsene multipliseres med antall boenheter og divideres på antall bosatte. For den minste boligstørrelsen er bruksareal 30 kvm benyttet og for den største 250 kvm.*

## 3.0 Arealforbruk og miljøbelastning

*Some thirty inches from my nose the  
frontier of my Person goes*

W.H. Auden

### 3.0.1 Introduksjon

Voksende arealforbruk i boligsektoren vil akselerere såvel forbruket av ressurser som ulike forurensningsbelastninger. For den enkelte bygning vil dette gjelde hele livsløpet fra råvarene til materialproduksjonen hentes ut via bygge- og drift- og vedlikeholdsfase fram til kondemnering og avfallsfase.

Følgende miljøbelastninger er relevante i bygningssammenheng (Fossdal 2000):

#### *Ressursbelastninger<sup>1</sup>*

- Forbruk av energiressurser
- Forbruk av materialressurser
- Forbruk av arealressurser
- Forbruk av vannressurser

#### *Forurensningsbelastninger*

- Global oppvarming
- Dannelse av fotooksidanter
- Forsuring
- Overgjødning
- Nedbryting av ozonlaget
- Human- og øko-toksisitet

Samtlige av disse miljøbelastningene vil tilta ved økt arealforbruk, men i varierende grad.

I den følgende undersøkelsen vil det fokuseres på kvantitative forhold med utgangspunkt i et mindre antall variabler: hustyper (enebolig, rekkehus, blokkleilighet), husstørrelser i areal og volum, samt lokalklimatiske forhold for energibrukens vedkommende. Mer kvalitative forhold som energiressursenes fornybarhet og enkeltmaterialenes miljøegenskaper blir bare sporadisk berørt.

Arealforbrukets betydning for de ulike miljøbelastningene er behandlet hver for seg i egne avsnitt. For de betydeligste og/eller mest areal-relaterte miljøbelastningene<sup>2</sup> er det søkt å gjennomføre forenklede beregninger for effekten av reduksjon av bruksarealet i en årsgenerasjon nybygde boliger med henholdsvis 10%

<sup>1</sup>Vi skal være oppmerksom på at begrepet "ressursforbruk" bare unntaksvis innebærer at noe brukes opp. Det vil snarere være snakk om grader av kvalitetsforringelse og i enkelte tilfeller bare båndlegging av ressurser over kortere eller lengre tid. Med den detaljeringsgraden som anlegges i rapporten er det imidlertid ikke gjort forsøk på å skille mellom disse nivåene.

<sup>2</sup>Forbruk av energi, materialer og arealressurser, samt klimabelastning.

og 30% i forhold til ferdigstilt areal i 2001, etter Statistisk Sentralbyrås byggearealstatistikk. Også de miljømessige konsekvensene av en mer permanent arealreduksjon i boligbyggeriet<sup>3</sup> er undersøkt og sammenlignet med andre relevante tiltaksmuligheter. Det er valgt et tidsperspektiv på 25 år, eksempelvis 2005 til 2030, som må betraktes som en akseptabel om enn begrenset prognosehorisont. Effekten av et varig redusert arealforbruk vil selvsagt fortsatt bygge seg opp utover dette. Byggeforskrift 1997 er så langt som mulig benyttet som basisstandard, og bygningene er således ikke utstyrt med hverken energi- eller materialsparetiltak utover dette.

### **3.1 Forbruk av energiresurser**

#### **3.1.1 Bakgrunn**

Den totale tilførte energimengde til oppføring og drift av boliger er beregnet til ca. 51 Twh per år. Dette utgjør ca. 24% av landets totale energiforbruk, (Thue 2003).

#### **3.1.2 Arealavhengig energiforbruk**

Energiforbruket til produksjon, vedlikehold og rivning av bygninger utgjør normalt fra 7 til 9% av bygningens totale energiforbruk gjennom livsløpet, (Thyholt 1999). Denne energiinnsatsen forholder seg nesten utelukkende til materialforbruket og er således særdeles arealavhengig. Sammenhengen mellom areal- og materialforbruk er drøftet nærmere i avsnitt 3.2.

I driftsfasen vil de ulike postene for energibruk i boligen variere med arealforbruket på følgende måte:

Forbruket til *Elektrisk utstyr* vil være lite berørt av arealets størrelse i boligsammenheng. Her vil husholdningsstørrelsen være mer utslagsgivende og kanskje i enda større grad antallet husholdninger.

*Belysnings*-forbruket vil et stykke på vei være arealavhengig ettersom økt areal ofte krever mer kunstig belysning. Betydningen er likevel trolig marginal ettersom kunstig belysning vanligvis er behovs- og bruker-regulert. Således vil husholdningsstørrelsen være mer utslagsgivende.

Forbruket til *varmtvann* er nesten utelukkende avhengig av husholdningsstørrelse. Unntak vil være en mindre andel varmtvann til rengjøring av golv og vegger som i større grad forholder seg til areal, men likevel må anses som marginalt i denne sammenheng.

*Romoppvarming* står tilbake som posten der arealforbruket har avgjørende betydning. Romoppvarmingen skal kompensere for varmetap ved ventilasjon, infiltrasjon og transmisjon som alle er areal- og volum-relaterte foreteelser.

---

<sup>3</sup>Det er tatt utgangspunkt i at det årlige antall nybygde boliger såvel som fordeling på boligtyper forblir som i 2001. Prognoser fra Statistisk Sentralbyrå antyder en noe lavere utbyggingstakt, (Myhre 2000). Det er også grunn til å anta at andelen blokk-leiligheter vil stige på bekostning av eneboliger. Men som grunnlag for en forenklet vurdering bør 2001-tallene være akseptable.

### 3.1.3 Areal, volum og energibehov

Selv om energiforbruket til romoppvarming er direkte knyttet til arealforbruket vil det også foregå en videre modulering langs flere variabler. Blant de viktigste vil være: hustype, hus-størrelse, takhøyde og lokal klimabelastning. Betydningen av takhøyder over 2,4 meter er behandlet nærmere i kapittel 4.

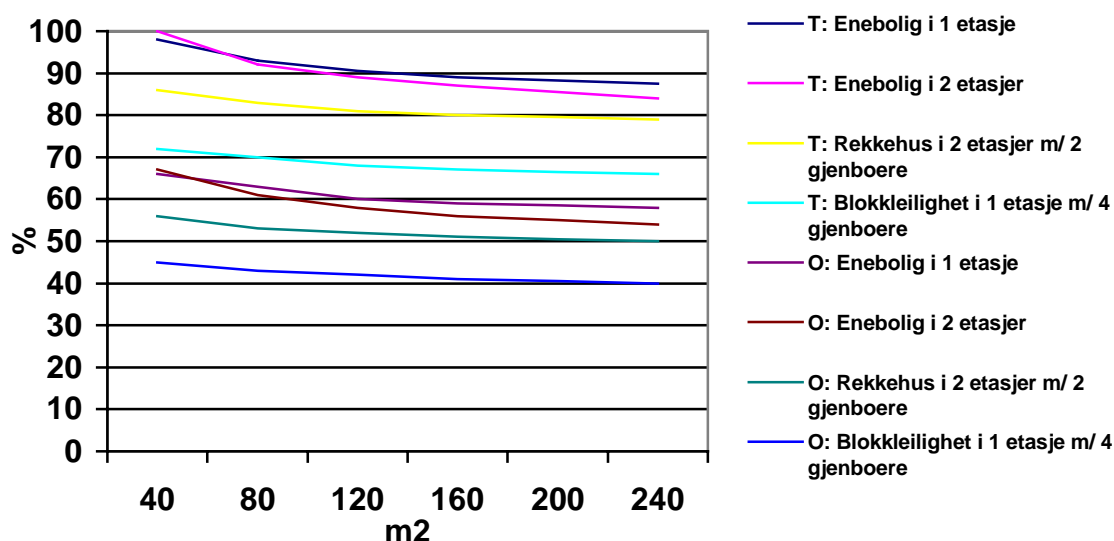


Fig 3.1. Relativt energiforbruk til romoppvarming per kvm bruksareal for ulike boligtyper av forskjellig størrelse, angitt i % av forbruk i en enebolig med bruksareal 40 kvm fordelt på 2 etasjer i værutsatt beliggenhet (vind 5m/sek) i Tromsø som representerer det høyeste oppvarmingsbehovet per kvm. Boligene er alle utstyrt med kvadratiske planer<sup>4</sup> og er vist for nevnte Tromsø-situasjon(T) samt for lun beliggenhet (vind 0-2m/sek) i Oslo(O). Til gjennomføringen ble det benyttet regneprogram NBI "Kontroll av varmetap og energibehov i småhus" Aug.99.

Ifølge fig.3.1 er det liten tvil om at den driftsmessige energi-innsparingen ved redusert arealforbruk generelt vil være størst i eneboliger og minst i blokkleiligheter, med rekkehus et sted midt i mellom. Og det framgår som klare tendenser at innsparingspotensialet reduseres noe med størrelsen på huset og tilsvarende øker kraftig i kalde strøk med høy infiltrasjon.

<sup>4</sup>Gjennomgående bruk av kvadratiske planer er valgt for å forenkle gjennomføringen. Dette er selvsagt i mindre grad i overensstemmelse med det praktiske byggeri der særlig større bygninger gjerne trekkes ut i lengderetning. Leseren bør ha dette i mente ved tolkning av resultatene.

Det er ikke gjennomført tilsvarende analyse av arealrelatert energibruk til produksjon, vedlikehold og riving, men generelt vil energiforbruket per kvm her trolig utjevnes mer mellom bygningstypene med bakgrunn i betydelig mer energikrevende materialbruk i fleretasjers bygg og murhus, (Fossdal 1995)(Thyholt 1999).

### 3.1.4 Redusert arealforbruk i nasjonalt ressursperspektiv

På grunnlag av (Dokka 2003) og (Thyholt 1999) kan det gjennomsnittlige totale energiforbruket for et årskull boliger med standard arealforbruk oppført etter forskrift 1997 grovt kalkuleres til 600 GWh/år fordelt over en levetid på 50 år. Med utgangspunkt i tabell 3.1. kan vi grovt slå fast at en reduksjon i arealforbruket på 10% vil resultere i en nedgang i det totale energiforbruket på nesten 5%. Tilsvarende for en arealreduksjon på 30% vil være i underkant av 15%.

Bygningstyper	Ferdigstilt bruksareal i 2001 [1000m <sup>2</sup> ]	Beregnet arealavhengig energiforbruk i boliger oppført i 2001 [GWh/år]	Beregnet arealavhengig energiforbruk ved 10% arealreduksjon [GWh/år]	Beregnet arealavhengig energiforbruk ved 30% arealreduksjon [GWh/år]
Eneboliger	1828	166	150	117
Tomannsboliger	246	21	19	15
Rekkehus, kjedehus og andre småhus	347	28	25	19
Boligblokker	591	44	39	31
Bygning for bofelleskap	139	11	10	8
Bolig i andre bygg	93	7	6	5
SUM	3244	277	249	195

*Tabell 3.1: Areal-avhengig energiforbruk i en årsgenerasjon nybygg ved at bruksarealet reduseres med henholdsvis 10% og 30% i forhold til ferdigstilte bygg i 2001. Det er tatt utgangspunkt i at boligareal er lik bruksareal, (Myhre 2000) og at det ikke er benyttet energisparetiltak utover kravene i byggeforskrift 1997. Energiforbruk knyttet til produksjon og vedlikehold er hentet fra (Thyholt 1999) og er basert på levetid 50 år. Energiforbruk til oppvarming etter 1997-forskriftene er beregnet for lokalisering i Oslo-området<sup>5</sup> og er basert på (Dokka 2003). Bygningstyper som ikke er behandlet i disse kildene er skjønnsmessig tilpasset.*

<sup>5</sup> Dette innebærer at Oslo-klimaet betraktes som et landsgjennomsnitt og er selvsagt en grov forenkling, om enn akseptabel nok med bakgrunn i bl.a. høy boligtetthet.

Tiltak	Akkumulert reduksjon over 25 år [TWh]	Snitt-reduksjon per år [TWh]
1. Bruksareal redusert 10%	9	0,35
2. Bruksareal redusert 30%	26	1
3. Gj.snittlig driftsmessig energiforbruk redusert til "Klosterenga-standard" 137 kWh/m <sup>2</sup>	21	0,85

*Tabell 3.2: Sammenligning av effekten av ulike tiltakstrategier for nye boliger angitt i akkumulert reduksjon over 25 år og i snitt-reduksjon pr. år i perioden.*

*Referansetiltaket, tiltak 3, er basert på erfaringstall fra Klosterenga Økologiboliger (blokk-leiligheter) der flere ulike energisparetiltak er benyttet og snittforbruk i boliger bygget etter 1997-forskriftene uten ekstra tiltak satt til 160Wh/m<sup>2</sup>, (Dokka 2003). Det er ikke tatt med økt energiforbruk til tilvirkning av energisparetiltakene, se mer om dette i (Thyholt 1999).*

## 3.2 Forbruk av materialressurser

### 3.2.1 Bakgrunn

Materialforbruket i Norge er ca. 6 mill. tonn pr. år, og avfallsmengden er i overkant av 1 mill. tonn, (Bramslev 1999).

### 3.2.2 Arealavhengig materialforbruk

Genererelt øker forbruket av bygningsmaterialer jevnt og trutt med størrelsen på arealet. Likevel vil normalt ikke forbruket av materialer til tekniske installasjoner stige like raskt som forbruket innen konstruksjoner og andre materialgrupper. Installasjonsmaterialene representerer imidlertid bare 2 - 3% i vekt av det samlede materialforbruket, men omfatter til gjengjeld ofte de mest miljøbelastende materialtypene.

Materialforbruket vil også variere mellom ulike romfunksjoner, der f.eks. badrom er betydelig mer materialkrevende enn uisolerte boder.

### 3.2.3 Areal, volum og materialbehov

I tillegg til bygningens bruksareal vil materialforbruket være avhengig av hustype og takhøyde. En nærmere vurdering av takhøyder er lagt til kapittel 3.

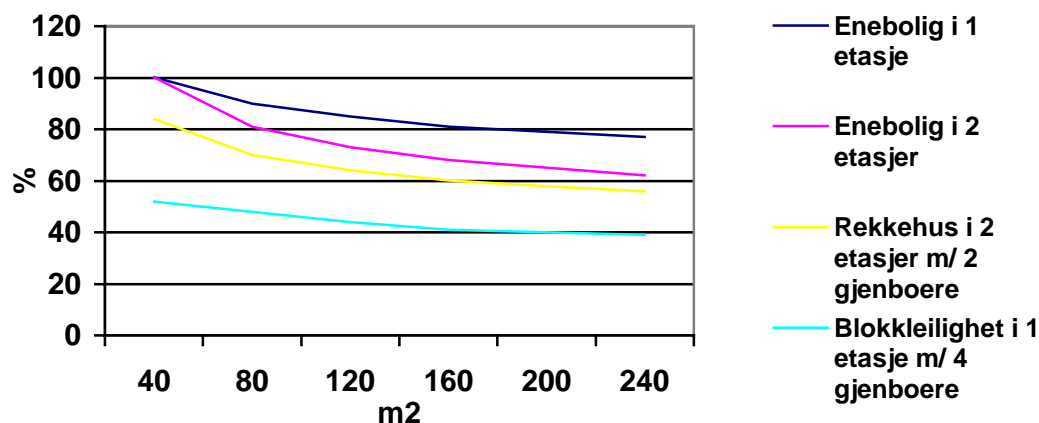


Fig.3.2: Relativt materialforbruk i volum<sup>6</sup> per kvm bruksareal for ulike boligtyper av forskjellig størrelse, angitt i % av forbruket i en 40kvm enebolig i 2 etasjer som representerer det høyeste materialbehovet per kvm. Boligene er alle utstyrt med kvadratiske planer<sup>7</sup>. Innvendige vegger er ikke medtatt. Tykkelse på yttervegg er satt til 250mm, tak og golv 350 mm. Innvendig etasjeskille er bestemt til 250mm og boligene er utstyrt med ytterdører og vinduer tilsvarende 20% av bruksarealet.

Ifølge fig 3.2 er det liten tvil om at materialforbruket målt i volum er betydelig høyere i eneboliger enn i andre bygningstyper og at potensialet for materialinnsparing ved redusert arealforbruk således også er størst her<sup>8</sup>. Likeledes framkommer det klart at innsparingseffekten per kvm er størst i de små boligene.

### 3.2.4 Redusert arealforbruk i nasjonalt ressursperspektiv

Ettersom materialforbruket nesten utelukkende er arealavhengig vil eksempelvis en arealreduksjon på 10% resultere i en materialreduksjon på ca. 10%. Det kan således slås fast at potensialet for sparing av materialer ved redusert arealforbruk omlag er det dobbelte av tilsvarende for energibruken.

Bygningstyper	Ferdigstilt bruksareal i 2001 [1000m <sup>2</sup> ]	Beregnet arealavhengig materialforbruk i boliger oppført i 2001 [1000 tonn/år]	Beregnet arealavhengig materialforbruk ved 10% arealreduksjon [1000 tonn/år]	Beregnet arealavhengig materialforbruk ved 30% arealreduksjon [1000 tonn/år]
Eneboliger	1828	23,7	21,4	16,6
Tomannsboliger	246	3,5	3,1	2,4
Rekkehus, kjedehus og	347	4,9	4,4	3,4

<sup>6</sup>Materialene er her altså betraktet som en enhetlig masse. Dette er selvsagt en sterk forenkling.

<sup>7</sup>Gjennomgående bruk av kvadratiske planer valgt for å forenkle gjennomføringen, men er selvsagt i mindre grad i overensstemmelse med det praktiske byggeri der særlig større bygninger gjerne vil trekkes ut i lengderetning. Leseren bør ha dette i mente ved tolkning av resultatene.

<sup>8</sup>Vi skal i denne sammenheng likevel være oppmerksom på at materialbruken i blokkleiligheter og andre fleretasjers bygninger normalt er basert på materialtyper med større miljøbelastning. Blant annet vil andelen materialer basert på fornybare råstoffer vanligvis være mindre.



andre småhus				
Boligblokker	591	12,9	11,7	9,1
Bygning for bofelleskap	139	2,2	2	1,6
Bolig i andre bygg	93	1,9	1,7	1,3
SUM	3244	49,1	44,3	34,4

*Tabell 3.3: Arealavhengig materialforbruk i en årsgenerasjon nybygg ved at bruksarealet reduseres med henholdsvis 10% og 30% i forhold til ferdigstilte bygg i 2001. Det er tatt utgangspunkt i at boligareal er lik bruksareal, (Myhre 2000). Evt. gevinst ved gjenbruk og gjenvinning av materialer er ikke berørt. Materialkalkulasjonene er basert på (Fossdal 1995<sup>9</sup>) og omfatter kapp, spill og utskiftninger over en levetid på 50 år. Bygningstyper som ikke er behandlet i kilden er skjønnsmessig tilpasset.*

Tiltak	Akkumulert reduksjon over 25 år [mill. tonn]	Snitt-reduksjon per år [mill. tonn]
1. Bruksareal redusert 10%	19	0,76
2. Bruksareal redusert 30%	57	2,3
3. Gjenbruk av materialer "Pilestredet Park standard" 25% gjenbruk	48	1,9

*Tabell 3.4: Sammenligning av effekten av ulike tiltakstrategier for nye boliger angitt i akkumulert reduksjon over 25 år og i snitt-reduksjon per år i perioden. Referansetiltaket, tiltak 3, er basert på målsetning for utbyggingen av Pilestredet Park (blokkleiligheter).*

### 3.3 Forbruk av vannressurser

#### 3.3.1 Bakgrunn

Vannproduksjonen i norske vannverk er beregnet til ca. 750 mill. kubikkmeter per år hvorav det direkte forbruket i husholdningene utgjør ca. 37% (SSB 2002). I tillegg er byggebransjen ansvarlig for et betydelig vannforbruk såvel i byggevareproduksjon som på byggeplass

<sup>9</sup>Bemerk at kalkylen således ikke er justert for økt materialforbruk som følge av skjerpet isolasjonsstandard i byggeforskrift 1997.

### 3.3.2 Arealavhengig vannforbruk

Vannforbruket i byggevareindustrien fordeler seg på bruksområder som kjølevann, prosessvann og renhold. På byggeplass benyttes vann i første rekke til støping og herding av puss og betong og i rivningssammenheng til støvbinding. Dette er alt sammen arealavhengig forbruk. Tyske undersøkelser har indikert at det samlede vannforbruket knyttet til produksjon, vedlikehold og riving av bygninger utgjør ca. 15 til 20% av totalforbruket gjennom bygningens livsløp, (Kohler 1994). Men forbruket varierer mye med valg av materialer<sup>10</sup>.

I boligens driftsfase benyttes vann i første rekke til personlig renhold, toalett, matlaging, oppvask- og klesvask som samlet utgjør ca. 95% av det driftsmessige vannforbruket og må regnes som lite arealavhengige foreteelser. I de resterende fem prosentene inngår blant annet renhold av golv og vegg- og takflater som i adskillig større grad er arealavhengige foreteelser. Omfanget er imidlertid marginalt og trolig neglisjerbart i en større sammenheng.

### 3.3.3 Areal, volum og vannbehov

Det har ikke vært mulig å framskaffe tilstrekkelige data for vannforbruk i produksjon og riving av bygninger, og det blir dermed vanskelig å foreta noe mer presist estimat over konsekvensene av reduserte arealer. Som en grov indikator på tommelfingernivå kan vi likevel ta utgangspunkt i at en arealreduksjon på 10% trolig vil redusere det samlede vannforbruket gjennom boligens livsløp med 1,5 til 2%.

I norsk sammenheng virker en ytterligere detaljering også noe overflødig i perspektivet av at foreløpig kun 0,7% av de tilgjengelige nasjonale vannressursene utnyttes (SSB 2002), og at vann er en fornybar ressurs.

## 3.4 Forbruk av arealressurser

### 3.4.1 Bakgrunn

Begrepet "tettstedsareal" beskriver arealer som til enhver tid er disponert til bygninger og anlegg i hussamlinger med mer enn 200 personer. Lave tall (stor tetthet) er mest gunstig for bevaring av arealressurser og således igjen biologisk mangfold.

I Norge har tettstedsareal pr. innbygger økt betydelig de senere år. En undersøkelse av 22 tettsteder viste at arealet pr. innbygger steg fra 450 kvm til 554

<sup>10</sup>Til produksjon av aluminium medgår opp til 30 000 liter vann per kg, i første rekke som kjølevann. Vannforbruket ved produksjon av sement utgjør ca. 600 liter per kg og for trelast ca. 300 liter per kg. Vi skal her imidlertid være oppmerksom på at kvalitetsforringelsen som vannet utsettes for i de ulike prosessene vil variere sterkt.

kvm fra 1970 til 1990, altså mer enn 23% (KRD 1998). De største byregionene la beslag på 90% mer areal i 1990 enn i 1960.

Areal som opptas av boliger inngår i tettstedsarealet og utgjør rundt 15% av det bebygde arealet (BYA) i de større byene (SFT 2000) når garasjer o.l. er holdt utenfor<sup>11</sup>. I de mindre tettstedene utgjør det bebygde arealet for boliger ca. 35 kvm per innbygger og i de større byene ca. 21 kvm.

### 3.4.2 Areal, volum og arealressurser

Forbruket av arealressurser forholder seg selvsagt tett til bygningens bruksareal, men i mange tilfeller vil etasjeantall være mer utslagsgivende.

### 3.4.3 Redusert arealforbruk i nasjonalt ressursperspektiv

Bygningstyper	Ferdigstilt bruksareal i 2001 [1000 m <sup>2</sup> ]	Bebygde areal for ferdigstilte boliger i 2001 [1000 m <sup>2</sup> ]	Bebygde areal for ferdigstilte boliger ved 10% arealreduksjon [1000 m <sup>2</sup> ]	Bebygde areal for ferdigstilte boliger ved 30% arealreduksjon [1000 m <sup>2</sup> ]
1 etasje	941	988	889	692
2 etasjer	1492	783	705	548
3 etasjer	292	102	92	71
4 etasjer	292	77	69	54
5 etasjer	227	47	42	33
SUM	3244	1997	1797	1398

Tabell 3.5: Bebygde areal (BYA) for en årsgenerasjon nybygg når arealforbruket reduseres med henholdsvis 10% og 30% i forhold til ferdigstilte bygg i 2001. Det er tatt utgangspunkt i at boligens bruttoareal (BTA) kan beregnes som bruksareal (BRA) + 5%. Boligenes fordeling på etasjeantall er hentet fra Folke- og bolig tellingen 2001<sup>12</sup>. Her er 3 og 4 etasjers bygninger oppgitt under ett. Disse er fordelt med en halvpart på hver i oppsettet. Bygninger over 5 etasjer er kalkulert for 5 etasjer<sup>13</sup>.

Tiltak	Akkumulert reduksjon over 25 år [km <sup>2</sup> ]	Snitt-reduksjon per år [km <sup>2</sup> ]
1. Bruksareal redusert 10%	62	2,5

<sup>11</sup>I offentlige oversikter er garasjer, biloppstillinger etc. vanligvis holdt utenfor boligens andel av tettstedsarealet. Dette er diskutabelt sett i lys av kommunal saksgang i boligprosjekter der dette oftest inngår. Og her vil romslige kommunale parkeringsnormer gjerne være sterkt arealdrivende. Ved å anlegge parkering på kjellerplan unngås båndlegging av ekstra areal, men til gjengjeld innebærer slike løsninger ofte kraftige tomteinngrep som umuliggjør senere landskaps-rehabilitering.

<sup>12</sup>Tall foreligger ikke i annen statistikk

<sup>13</sup>Omfanget av nyoppførte høyere boligblokker er trolig lavere enn gjennomsnittet for den eksisterende boligmassen.

<b>2. Bruksareal redusert 30%</b>	187	7,5
<b>3. Gjennomsnittlig etasjeantall 2,0</b>	111	4,5

*Tabell 3.6: Sammenligning av effekten av ulike tiltakstrategier for nye boliger angitt i akkumulert reduksjon over 25 år og i snitt-reduksjon per år i perioden.*

*Referansetiltaket, tiltak 3, er basert på at gj. snittlig etasje-antall økes fra 1,6 til 2,0 etasjer per bolig.*

## **3.5 Global oppvarming**

### **3.5.1 Bakgrunn**

Vi vet lite eksakt om klimabelastningene fra den norske bygningsmassen. Det er vanlig å benytte bransjens energiforbruk som indikator, men denne innfallsvinkelen har betydelige begrensninger. Mens eksempelvis produksjonen av en bygning bare legger beslag på ca. 7-10% av energiforbruket gjennom livsløpet, kan den tilsvarende andelen av klimabelastningen i produksjonsfasen gjerne overskride 40%, (Thyholt 1999). En viktig årsak til dette er at energiforbruket i boligsektoren i hovedsak baserer seg på elektrisitet produsert fra ren vannkraft, mens byggeindustrien i adskillig større grad benytter seg av fossil energi som innebærer store utslipp av klimagassen karbondioksid. Produksjonen av bygningsmaterialer innebærer også ofte prosessmessige utslipp av andre klimagasser, eksempelvis perfluorkarboner fra aluminiumsindustrien.

### **3.5.2 Areal, volum og klimabelastning**

Ettersom en bygnings klimabelastning har utgangspunkt i forbruk av energi og materialer, vil den således på samme måte som disse ressursaspektene være knyttet til husstørrelse, hustype, takhøyde og lokale klimaforhold.

Mønsteret i variasjonene er dermed tilnærmedelsesvis likt det som allerede er framstilt i fig.3.1 og fig. 3.2 der det blant annet framgår at innsparingspotensialet per reduserte kvm generelt er minst i blokkleiligheter. Her må vi imidlertid også ta i betraktning materialtypene som benyttes i de ulike boligformene. Blokkleiligheter vil normalt bestå av en større andeler betong og stål enn konvensjonelle eneboliger. Dette er materialer med store prosess- og energirelaterte utslipp av drivhusgasser og vi vil raskt oppleve at forskjellene vil krympe og i noen tilfeller helt utlignes, boligtypene imellom.

Vi skal også være oppmerksomme på at bruk av vegetabiliske materialer, som trevirke, i et visst mon vil forebygge drivhuseffekt ved at de har bundet betydelige mengder av drivhusgassen karbondioksid gjennom fotosyntesen<sup>14</sup>. Effekten av denne

<sup>14</sup> Dette vil utgjøre hele 1,8 kg CO<sub>2</sub> per kilo tørt trevirke (SFT 2001)

bindingen vil i mange tilfeller være større enn de energi- og prosessmessige utslippene knyttet til bruk av slike materialer, (Berge 2002/1), noe som isolert sett faktisk trekker i retning av økt materialbruk og således økt arealforbruk.

### 3.5.3 Redusert arealforbruk i nasjonalt klimaperspektiv

Ifølge tabell 3.7 vil en reduksjon av arealforbruket med 10% altså redusere utslippet av drivhusgasser med ca. 8% og tilsvarende vil en reduksjon av arealforbruket med 30% redusere klimagassutslippet med ca. 24%.

Bygningstyper	Ferdigstilt bruksareal i 2001 [1000m <sup>2</sup> ]	Beregnet arealavhengig klimagassutsl. i boliger oppført i 2001 [1000 tonnCO <sub>2</sub> - ekv./år]	Beregnet arealavhengig klimagassutsl. ved 10% arealreduksjon [1000 tonn CO <sub>2</sub> - ekv./år]	Beregnet arealavhengig klimagassutsl. ved 30% arealreduksjon [1000 tonn CO <sub>2</sub> - ekv./år]
Eneboliger	1828	16,1	14,8	12,3
Tomannsboliger	246	1,9	1,8	1,5
Rekkehus, kjedehus og andre småhus	347	2,6	2,4	2
Boligblokker	591	4,3	4	3,3
Bygning for bofelleskap	139	1,2	1,1	0,9
Bolig i andre bygg	93	0,7	0,6	0,5
SUM	3244	26,8	24,7	20,5

*Tabell 3.7: Areal-avhengig klimabelastning i en årsgenerasjon nybygg ved at bruksarealet reduseres med henholdsvis 10% og 30% i forhold til ferdigstilte bygg i 2001. Bare belastning fra energibruken er beregnet<sup>15</sup>. Det er tatt utgangspunkt i at boligareal er lik bruksareal, (Myhre 2000). Det produksjonsmessige energiforbruket er satt til 8% av totalforbruket for alle bygningstyper. Prosessmessige utslipp utover CO<sub>2</sub> er ikke medtatt, ei heller effekten av CO<sub>2</sub>-binding i vegetabiliske materialer<sup>16</sup>. Utslippskalkulasjonene er basert på oppvarmingsbehov fra (Dokka 2003), materialmengder fra (Fossdal 1995) og spesifikke klimabelastninger fra (Thyholt 1999)<sup>17</sup>. Bygningstyper som ikke er behandlet i disse kildene er skjønnsmessig tilpasset.*

<sup>15</sup> Dette er selvsagt en grov forenkling ettersom særlig bruk av sement, betong, metaller og plast i tillegg vil innebære betydelige prosessutslipp, (Berge 2002/2).

<sup>16</sup> Lagringsaspektet er ikke tatt med i Kyotoprotokollen for perioden fram til 2012, men forventes inntatt i påfølgende periode.

<sup>17</sup> Her er det tatt utgangspunkt i romoppvarming basert på elektrisitet med klimabelastning 0,048 kg CO<sub>2</sub>-ekvivalenter per kWh. Utslipp fra boligproduksjonen er satt til 0,36 kg CO<sub>2</sub>-ekvivalenter per kWh som representerer et skjønnsmessig gjennomsnitt, men som innebærer at småhus belastes noe høyere og blokkbebyggelse noe lavere enn i virkeligheten.

Tiltak	Akkumulert reduksjon over 25 år [mill. Tonn CO2-ekv.]	Snitt-reduksjon per år [mill. Tonn CO2-ekv.]
1. Bruksareal redusert 10%	0,5	0,02
2. Bruksareal redusert 30%	2	0,08
3. Gj.snittlig driftsmessig energiforbruk redusert til "Klosterenga-standard" 137 kWh/m <sup>2</sup>	1	0,04
4. Gjenbruk av materialer "Pilestredet Park standard" 25% gjenbruk	1,7	0,07

Tabell 3.8: Sammenligning av effekten av ulike tiltaksstrategier for nye boliger angitt i akkumulert reduksjon over 25 år og i snitt-reduksjon per år i perioden. Det første referansetiltaket, tiltak 3, er basert på erfaringstall fra Klosterenga Økologiboliger (blokk-leiligheter) der flere ulike energisparetiltak er benyttet og snittforbruk i boliger bygget etter 1997-forskriftene uten ekstra tiltak satt til 160 kWh/m<sup>2</sup>, (Dokka 2003). Det er her ikke tatt med økt energiforbruk til tilvirkning av energisparetiltakene, (Thyholt 1999). Det andre referansetiltaket, tiltak 4, er basert på målsetning for utbyggingen av Pilestredet Park med blokkleiligheter.

## 3.6 Forsuring og dannelse av fotooksidanter

### 3.6.1 Betydning av redusert arealforbruk

Dannelse av fotooksidanter og forsuring er vanligvis tett knyttet til energibruk basert på fossile brennstoffer. Det dreier seg først og fremst om utslipp av nitrogenoksider fra forbrenningsprossene. For forsuring vil også utslipp av svoveldioksid spille inn og for dannelsen av bakkenær ozon likeledes flyktige organiske forbindelser.

I noen grad vil også enkeltmaterialer by på belastninger, eks. forsuring av jordsmonn ved deponering av gipsavfall. Men disse belastningene kan trolig regnes som marginale.

Vi kan derfor slå fast at de aktuelle forurensningstypene tett vil følge samme mønster som de energi-relaterte utslippene av klimagasser, se tabell 3.7.

Dette innebærer at vi kan forvente at en arealreduksjon med 10% vil redusere belastningene for både dannelse av fotooksidanter og forsuring med ca. 8%. Og tilsvarende 24% ved en arealreduksjon på 30%.

## 3.7 Overgjødning

### 3.7.1 Betydning av redusert arealforbruk

Utslipp av nitrogenoksider fra forbrenning av fossile brennstoffer bidrar til overgjødning av innsjøer. Her vil således deler av byggevareindustrien være involvert. Likeledes vil det kunne forekomme utvasking av kunstgjødning ved produksjon av planteråstoffer. I boligsammenheng vil likevel avløpsystemet være den største kilden til overgjødning. Belastningene vil derfor være mindre arealavhengige enn for klimabelastninger, forsurening og dannelse av fotooksidanter.

## 3.8 Humantoksisitet, økotoksisitet og nedbryting av ozonlaget

### 3.8.1 Betydning av redusert arealforbruk

Foruten enkelte energirelaterte utslipp av miljøgifter, vil det aller meste av disse belastningene være knyttet til materialbruken. Dette gjelder først og fremst i produksjons- og avfallsfasene, og i mindre grad i driftsfasen.

Stoffer som bryter ned ozonlaget er i ferd med å fases ut på internasjonalt nivå<sup>18</sup>, men kan trolig fortsatt påvises i forbindelse med enkelte plastbaserte varmeisolasjonsmaterialer av polystyren og polyuretan.

Også bruken av mange toksiske ingredienser i bygningsmaterialer er regulert eller i ferd med å bli regulert i internasjonale avtaler<sup>19</sup>. Likevel vil en rekke miljøgifter fortsatt kunne påtreffes i konvensjonelle byggevarer. Og for en betydelig del av byggevareindustrien vil det forekomme prosessmessige utslipp av miljøgifter.

Etter at bruken av de giftigste impregneringsmidlene ble forbudt høsten 2002, vil de mest problematiske materialgruppene omfatte metaller, plaststoffer, lim og maling. Selv om giftandelen nok er noe høyere i installasjons-produkter, vil også de fleste andre bygningsdelene være berørt.

Vi kan således regne med at belastningene fra miljøgiftene vil følge samme mønster som materialforbruket, se tabell 3.1 og 3.3, slik at en arealreduksjon på 10% vil redusere belastningene med 9-10%.

---

<sup>18</sup> Montreal-protokollen

<sup>19</sup> LRTAP-protokollen m.fl

## 4.0 Tiltak for arealeffektivisering

*Stundom må jeg sanne, at det var en ulempe ved et så lite hus: det var vanskelig å holde den fornødne avstand mellom meg og min gjest, når vi begynte å forme store tanker i store ord.*

Thoreau

### 4.0.1 Introduksjon

Man snakker gjerne om “boligens multidimensjonale heterogenitet” for å få fram at ingen bolig er helt lik en annen bolig, og at boligene skiller seg fra hverandre langs svært mange akser, hvorav areal bare er en. En egnet bolig defineres derfor gjerne også ved tilfredstillende privatsfære, fysisk tilgjengelighet, juridisk trygghet, trygge eie- og leieforhold, fysisk stabilitet, varighet, god belysning, oppvarming og ventilasjon (KRD 1998). Dette er alt sammen myke formuleringer i en stadig glidning mot høyere standard for de fleste aspektene. Det vil idag ofte være snakk om betydelig høyere forventninger til komfort-nivå enn for bare noen tiår siden, se kapittel 2.

En arealeffektivisering av boligen er bare vellykket i den grad den ikke utfordrer den til enhver tid herskende komfort-standard og helst også mulliggjør videre standardheving. Alt annet vil oppfattes som provoserende idealisme og lett forveksles med overdreven nøysomhet i grenselandet mot avstraffelse. Det vil således være snakk om å søke løsninger som imøtekommer komfort-kravene, men med et lavere arealforbruk.

I årene etter 2.verdenskrig la blant annet Husbanken ned mye arbeid i utvikling av arealeffektive løsninger for hjemmet. Bak lå intensjoner om rasjonalisering av husarbeidet, lavere byggekostnader og politiske målsettinger om massiv boligbygging. I et visst mon kan vi også ane et ressursaspekt ettersom tilgangen på byggematerialer i en periode var lav. Man søkte på denne måten å få fram nøkterne boligtyper, men med god margin til enhver form for trangboddhet.

Gjennom de seneste årtiene har spørsmål om arealeffektivisering bare sporadisk vært berørt i boligsammenheng. I dag kan vi imidlertid spore en viss gjenoppvåkning av problemstillingen. Og bakgrunnen er heller ikke denne gangen miljøproblemene, men i første rekke sosiale aspekter og retten til bolig i en tid med sterkt voksende boligpriser.

### 4.0.2 Bakgrunn for arealeffektive tiltak

Arealutnyttelsen i boligen kan formuleres som boligens produksjonsevne og inndeles i *teoretisk produksjonsevne*, *praktisk produksjonsevne* og *utnyttet produksjonsevne*. Sistnevnte beskriver hva som faktisk ble oppnådd i den aktuelle boligen og dreier seg om en etter-registrering. Såvel den teoretiske som den praktiske produksjonsevnen er aktuelle begreper på planleggingsstadiet.



Alle boliger er i utgangspunktet utstyrt med en *teoretisk produksjonsevne*. Denne kan i stor grad avleses av bygningens romprogram i form av antall og dimensjoner på rom og funksjoner.

Den *praktiske produksjonsevnen* er scenario-orientert. Den forholder seg til bygningens evne til å opprettholde høyest mulig produksjonsevne over tid og er i første rekke bestemt av tilpasningsdyktigheten i plan- og konstruksjon.

Enhver form for arealeffektivisering må benytte seg av tilgjengelige planleggingsredskaper i form av dimensjoneringsregler og standarder, eksempelvis for spiseplass og kjøkken i ulike husholdninger. Det kan stilles spørsmålstegn ved om dette underlaget per idag er tilstrekkelig oppdatert. Mye er fortsatt basert på forskning utført for 40-80 år siden, og vi har i mellomtiden opplevd betydelige sosiokulturelle og teknologiske endringer. Husmoren er praktisk talt ute av bildet, likeledes storfamilien. Vi bor i langt større grad alene, og møtestedene er gjerne flyttet ut av boligene.

Til tross for gode intensjoner gjennom en rekke år, ser det heller ikke ut til at brukerstyrt planlegging har vunnet terreng, hverken på metodeutvikling eller i praksis. I de aller fleste såvel mindre som større byggeprosjekter forholder man seg til generelle standarder i form av et felles multiplum. Dermed gir man avkall på den potensielle arealgevinst som vil ligge i skreddertilpasning. Liten beboerdeltagelse kan også lede til direkte feilprioriteringer. Når en byggherre i en overfladisk rundspørring ønsker seg større hus, er det egentlige behovet ofte mer lagerplass.

Vi har også i liten grad tilgjengelig metodikk for scenarioplanlegging. Dette er et forhold som bare unntaksvis tas opp i fagmiljøene, og vi risikerer dermed å bygge framtidens boliger for fortidens behov, (Paludan 2000).

Med dette som bakgrunn er det i denne gjennomgåelsen av aktuelle tiltak for arealeffektivisering i boliger tatt utgangspunkt i tradisjonelle planleggingsnormer og standarder (Byggforskserien Planløsning), ettersom det altså ikke foreligger annet akseptert grunnlag. Av samme grunn er heller ikke modifiseringer og differensieringer på bakgrunn av personlige internaliseringer av rom<sup>20</sup> berørt.

Det er videre søkt en inndeling i tiltak som henholdsvis forbedrer den teoretiske og den praktiske produksjonsevnen. I noen tilfeller vil det være overlappinger. Tiltaket vil da være plassert der hvor det gjør mest ut av seg.

## **4. 1 Tiltak for forbedring av boligens teoretiske produksjonsevne**

### **4.1.1 Introduksjon**

For å øke boligens teoretiske produksjonsevne har vi en rekke tiltak til rådighet. Disse kan grovt sett inndeles i hovedgruppene *programmering*, *planutforming* og *estetikk*. I

---

<sup>20</sup>Såvel individuelt som kulturelt har vi ulike måter å oppfatte rom på. Dette vil i neste omgang ende opp i karakteristikker som “for trangt”, “deprimerende” etc., gjerne med store divergenser individer og brukergrupper imellom. Dette er stadig mer aktuelle problemstillinger i et mer multikulturelt samfunn.

programmeringsfasen vil det være snakk om funksjonsrelaterte tiltak, eksempelvis samlokalisering av funksjoner. I planutformingen kan vi velge romdimensjonering og organisering som sparer areale. Det estetiske aspektet forholder seg til persepsjonspsykologien og tiltak for visuell utvidelse av rommet.

Det er også aktuelt å benytte ulike tiltak sammen. Effekten kan da i noen grad beregnes som en addisjon av de ulike tiltakene. I enkelte tilfeller vil tiltakene også kunne være i innbyrdes konflikt.

Aktuelle tiltak	Potensiale for arealreduksjon
<b>PROGRAMMERINGS-TILTAK</b>	
Bruk av fellesfunksjoner	2 - 6 %
Dobbeltutnyttelse av funksjoner	5 - 15 %
Komprimering av funksjoner	1 - 5 %
Temperaturdifferensiert funksjonsfordeling	5-15 % <sup>21</sup>
Redusert romantall	1 - 5 %
<b>TILTAK I PLANUTFORMINGEN</b>	
Redusert gangareal	5 - 10%
Utnyttelse av ubenyttet areale/volum	1 - 3 %
Optimalisert komponent- og elementplassering	1 - 3 %
<b>ESTETISKE TILTAK</b>	
Økt romhøyde	middels til høyt
Utsyn og åpning av visuelle akser	høyt
Fargesetting	middels

Tabell 4.1: Aktuelle tiltak for forbedring av boligens teoretisk produksjonsevne. Reduksjonspotensiale er skjønnsmessig angitt i forhold til "verste" løsning. For estetiske tiltak er bare grove vurderinger foretatt.

#### 4.1.2 Bruk av fellesfunksjoner

Vi kan i utgangspunktet skille mellom *bokollektiver* og *boliggrupper med fellesfunksjoner*.

*Bokollektivet* er normalt det optimale konseptet for utnyttelse av fellesfunksjoner. Her vil to eller flere familieenheter dele på de aller fleste boligfunksjoner i en felles husholdning. Modellen har vært mye benyttet blant unge i forkant av etableringsfasen samt til beboelse av eldre og uføre.

*Fellesfunksjoner boenheter imellom* kan dels avlaste enkelthusholdene med areal og installasjoner, dels øke funksjonstilbudet slik at det blir mer akseptabelt å bo i et mindre hus.

Aktuelle direkte arealbesparende fellesfunksjoner vil omfatte vaskeri, sykkelbod, bilbod, lekerom, anlegg for avfallssortering, kontorfunksjoner, gjesterom, teknisk rom, kjøkken og spiserom. Fellesløsninger for kjøkken og bespisning har imidlertid i mange tilfeller vist seg å være arealdrivende, ettersom disse funksjonene oftest også beholdes i enkeltleilighetene, om enn med noe redusert areale (Bull 1989).

<sup>21</sup> Gjelder helklimatisert areale

Fellesfunksjoner som mer indirekte påvirker arealforbruket ved at bebyggelsen blir mer attraktiv kan omfatte hobbyrom, badstu, barnehage, møterom og drivhus.

Det arealmessige gevinsten ved organisering i bokollektiver er potensielt meget stor, men varierer selvsagt med graden av kollektivitet. I noen tilfeller vil de ulike familie-enhetene klare seg med en privatsfære begrenset til soverommene, mens andre også vil inkludere bad og kjøkkenkrok.

På bolig-gruppe-nivå, såvel i blokk som i boligfelt vil likeledes fellesfunksjoner ha et betydelig potensiale for arealinnsparing. 0,5 kvm fra hver leilighet i et boligfelt på 300 leiligheter vil samlet utgjøre 150 kvm fellesrom som må betraktes som et minimums-areal (Sjølie 1994). Det er ikke likefram å beregne hva dette vil innebære i inspart areal i de enkelte boligene ettersom valg av funksjoner er meget avgjørende her. Men med bakgrunn i en skjønnsmessig vurdering er det grunn til å anta at vi vil befinne oss i området rundt et par prosent. Større fellesareal som direkte substituerer areal i boenhetene vil raskt øke denne andelen.

Nordmenn bor i større grad enn andre europeere i de minst kollektive bolig-formene som eneboliger og rekkehus. Og det er likeledes også liten bruk av fellesfunksjoner i boligområder, riktignok etter en forbigående oppgang i perioden 1960 - 1970. Andelen boliger oppført for bokollektiver ser imidlertid ut til å være i vekst blant annet som følge av HVPU-reformen. Fra ferdigstilte bygg i 2000 til igangsatte i 2001 steg antallet leiligheter i "Bygninger for bofelleskap" fra 987 til 1553, ifølge Statistisk Sentralbyrå. Men vi må anta at det i stor grad dreier seg om anlegg der privatsfærens andel likevel forblir middels til høy.

Vi vet lite om hvor villige nordmenn er til å dele arealer med naboer. Undersøkelser fra de seneste årene viser imidlertid at fellesanlegg ofte blir godt utnyttet og i mange tilfeller oppfattet som en avlastning for trange boliger. Særlig gjelder dette for barnefamilier og en rundspørring i rekkehusområdet Disengrenda på 148 boenheter viste at omlag halvparten av husholdningene benyttet lokalene, (Støa 2002/2).

### 4.1.3 Dobbeltutnyttelse av funksjoner

Samlokalisering av beslektede funksjoner vil normalt redusere arealforbruket betydelig.

I første omgang vil et større areale kunne spares inn ved at kommunikasjonsarealet integreres i de enkelte rommene og ikke legges til egne ganger. Men også mer spesifikke funksjoner vil tjene på en sammenslåing og særlig når romantallet samtidig kan reduseres. Eksempelvis vil kombinasjonen hjemmekontor/gjesterom raskt kunne redusere arealforbruket med noen kvadratmetre, ofte uten at komfortstandarden berøres ettersom bruksrytmene sjelden overlapper. Det såkalte allrommet, som ble introdusert med stor tyngde på slutten av 1980-taller, fungerer i mange tilfeller som et arealeffektivt multiaktivitetsrom (Denizou 2001). I tillegg til spisekjøkken er det egnet for lekselesing, lek, hobby og sosialt samvær der funksjonene hele tiden låner areal av hverandre.

Funksjon	Samlokaliseres med	Ca. innspart areal [m2]
klesvask	kjøkken	4
klesvask	bad	4
toalett	bad	2
gjesterom	hjemmekontor	6
spiserom	stue	9
spiserom	kjøkken	9
bibliotek	entre	2
Klestørk (vinter)	vinterhage	8 (halvklimatisert)

Tabell 4.3: Aktuelle funksjoner for samlokalisering, etter (Harryson 1985), (Dickinson 1999) m. fl. Angivelse av innsparte arealer må betraktes som forenklete eksempler i forhold til "verste" løsning.

På tross av at samlokalisering av funksjoner oftest er en lite konfliktfylt måte å redusere golvarealet på har man gjennom de senere år i stadig mindre grad utnyttet dette i boligsammenheng. Selv allrommet er i ferd med å gå av moten, og det er en klar tendens til mer funksjonsspesifikke løsninger, en trend som trolig vil fortsette og forsterkes (Baastrup 2001).

#### 4.1.4 Komprimering av funksjoner

Mange boligfunksjoner kan komprimeres uten at det går utover hverken brukbarhet eller komfort.

Muligheten for komprimering har i mange tilfeller utgangspunkt i teknologisk utvikling. Flatskjermen er betydelig mindre plasskrevende enn tradisjonelle TV- og dataskjermene. Og innrednings-teknologene har etterhvert utviklet en rekke såkalte dynamiske møbler som kan reguleres som kontorstoler, (Opsvik 1999). Et og samme møbel kan således ivareta behovene langs hele skalaen fra aktivt arbeide til passivt hvile. Også mer standardiserte innredningselementer utfordres, eksempelvis kjøkkenmoduler med benkdybde 400mm som skal være mer funksjonelle og etterlate mindre "død"-plass enn standard-dybden på 600mm.

Mange forslag til komprimerte løsninger hentes fra områder med særlig behov for høy arealeffektivitet, som fly, tog og campingvogner. Og en viktig drivkraft vil være produsentenes stadige behov for å redusere material- og fraktomkostningene uten at det går utover funksjonalitet og kvalitet.

Det er således god grunn til å anta at en videre komprimering av mange funksjoner i boligen vil komme av seg selv. Vi kan kanskje forvente at dette på sikt vil kunne redusere arealbehovet i boligene med 1-5%, avhengig av hvilke del av innredningen som berøres<sup>22</sup>.

<sup>22</sup>Men vi skal samtidig være oppmerksom på at mengden av teknologi i boligen hele tiden øker, og at dette vil trekke i motsatt retning. Eksempler vil i første rekke være ulike energiteknologier som varmpumper, pelletsovnene, varmevekslere, akkumulatortanker, brensel-lagre osv. som i mange tilfeller skaper behov for egne tekniske rom, selv i mindre boenheter.

#### 4.1.5 Temperaturdifferensiert funksjonsfordeling

Ved å legge mindre varmekrevende funksjoner utenfor de mest ressurskrevende helklimatiserte arealene vil bygningens miljøbelastning kunne reduseres betydelig. Til funksjonsgruppen som bare stiller lave eller moderate temperaturkrav hører i første rekke lagerfunksjonene. Men også vindfang, felles trapperom o.l. kan inngå.

Det har i de senere år vært en klar bevegelse i motsatt retning ved at stadig mer av blant annet boder innlemmes i bygningens helklimatiserte areale. Såvel leilighetsbygg som mindre boligbygg oppføres gjerne uten kjeller og loft.

Det ligger åpenbare komfortaspekter bak denne utviklingen, men det er sannsynlig at mange byggherrer ville valgt anderledes hvis kostnadskonsekvensene såvel i bygge- som driftsfasene var blitt klarlagt på forhånd. For 3- og 4-romsboliger vil bod-behovet raskt utgjøre 10-15 kvm, altså ca.10% av boligarealet.

#### 4.1.6 Redusert romantall

For å øke antall rom i en bolig må arealet utvides sprangvis med et visst antall kvadratmetre. Dette hentes ut i såvel golvareal som i vegger. 8 løpemeter innervegg (4") opptar ca. 1 kvm og i en konvensjonell bolig med bruksareal 120 kvm opptar veggene gjerne 7-9 kvm. Således vil lavere romantall i prinsippet også raskt føre til redusert arealbehov.

I dagens boligbyggeri er det en klar tendens til at økt areal hentes ut i flere rom med begrensede og klart fikserte funksjoner. Samtidig er åpne og luftige planløsninger en stadig tilbakevendende trend, og vi kan forvente at tidsånden igjen vil tale for færre rom.

Vi skal imidlertid være oppmerksom på at rominndeling av funksjoner med selv små forskjeller i temperaturbehov vil redusere boligens oppvarmingsbehov.

#### 4.1.7 Redusert gangareal

Gangarealene i en bolig er planlagt for mest mulig effektiv og friksjonsfri kommunikasjon, der friksjon også forstås som tett møte mellom beboere. Gangarealene opptar således vanligvis mye plass, men kan reduseres betydelig ved riktig valg av hoveddimensjoner og inngangsforhold.

Erfaringer viser at såvel liten som meget stor fasadelengde i blokkleiligheter og rekkehus medfører stort gang- og kommunikasjonsareale.

Plantype	A	B	C	D	E
Fasadelengde	4,5 m	5 m	6,6 m	7,2 m	8,4 m

Bruksareal, større enn	61	59	55	50	59
Kommunikasjonsareal	25%	23%	17%	14%	20%

Tabell 4.4 : Erfaringstall for andel kommunikasjonsareal (%) for små boliger med livsløpsstandard og forskjellig boligbredde. A-E gjelder for tosidig og C-E for ensidig orienterte boliger, etter (Christophersen 1991).

Også sentralt plassert adkomst, enten utenfra, fra trapperom eller korridor vil redusere kommunikasjonsarealene, (Christophersen 1991), og i rekkehus bør den helst anlegges fra baksiden.

I boenheter for 1- og 2-personshushold er det i mindre grad behov for å ta hensyn til personfriksjonen i gangsonene som således i større grad kan legges i tradisjonelle konfliktområder og/eller integreres i andre funksjoner. F.eks. vil arealet som ligger til kjøkkenbenken i mange tilfeller kunne benyttes til gangareale uten buffersoner.

#### 4.1.8 Utnyttelse av ubenyttet areale/volum

I enhver bygning vil det være volumer som ikke er fullgodt utnyttet. Ved målrettet detaljplanlegging kan disse ofte omgjøres til effektive oppbevaringsplasser og rom for tekniske føringer og installasjoner, eks. varmtvannsbereder. I leilighetsbygg kan vi også tenke oss at ubenyttet volum kan frigjøres til naboeligheter, f.eks. ved at deler av boenheten får lavere takhøyde.

Vi skal imidlertid være oppmerksom på at en maksimal utnyttelse av volumene lett kan gå utover en ofte hardt tiltrengt visuell romslighet i mindre boenheter.

Ubenyttet plass	Ca. Volum [m <sup>3</sup> ]	Ca. korresp. Areal [m <sup>2</sup> ]
Over/under trapp	12	5
Over senger, 4 stk	4	1,5
Under senger, 4 stk	3	1
Over kles-skap, 4 lm, h=2,0	1	0,4

Tabell 4.5. Noen volumer som ofte er ubenyttet i boliger, beregnet for takhøyde 2,4 meter i en 4-personshusholdning og skjønsmessig angitt i forhold til "verste" løsning. Et stykke på vei kan bruk av disse volumene omsettes i innspart arealforbruk.

#### 4.1.9 Optimalisert komponent- og elementplassering

I enhver bolig vil det inngå en rekke faste elementer og komponenter av noenlunde standardiserte dimensjoner, som vinduer, dører, toaletter, kjøkkenbenker etc. Hvordan disse innpasses i plan og konstruksjon vil ha konsekvenser for arealforbruket. Eksempelvis kan en pipestokk integreres i konstruksjonen framfor å stilles fritt, og

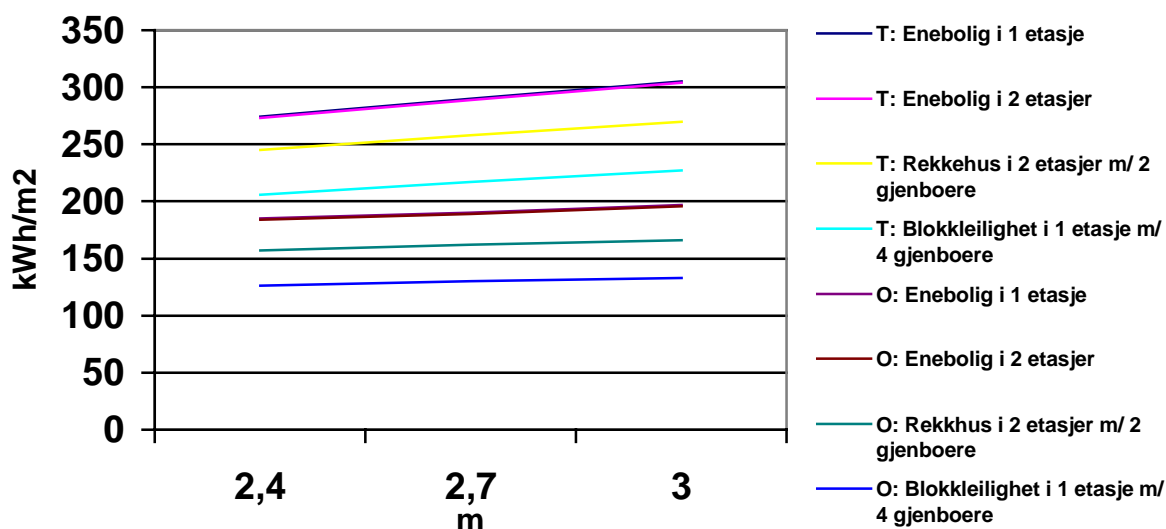
man kan unngå bruk av såkalte “kjøkkenøyer” som regnes som særlig arealdrivende. Det er også en kjennsgjerning at en gang kan gjøres smalere hvis dørene i enden stilles skrått framfor vinkelrett på veggen.

På den måten kan man arbeide seg igjennom planene og trolig redusere arealforbruket med flere prosent uten at hverken funksjonalitet eller komfortnivå berøres.

#### 4.1.10 Økt romhøyde

Det er en kjennsgjerning at den visuelle oppfattelsen av rommet i vel så stor grad forholder seg til volum som golvareal, (Dickinson 1995). Således vil man et stykke på vei kunne kompensere mindre arealer med hevet takhøyde. Den mer presise relasjonen mellom de to, i persepsjonspsykologisk forstand, kan trolig ikke kalkuleres, men det er åpenbart en grense for hvor høyt et lite rom kan være før det hele blir absurd.

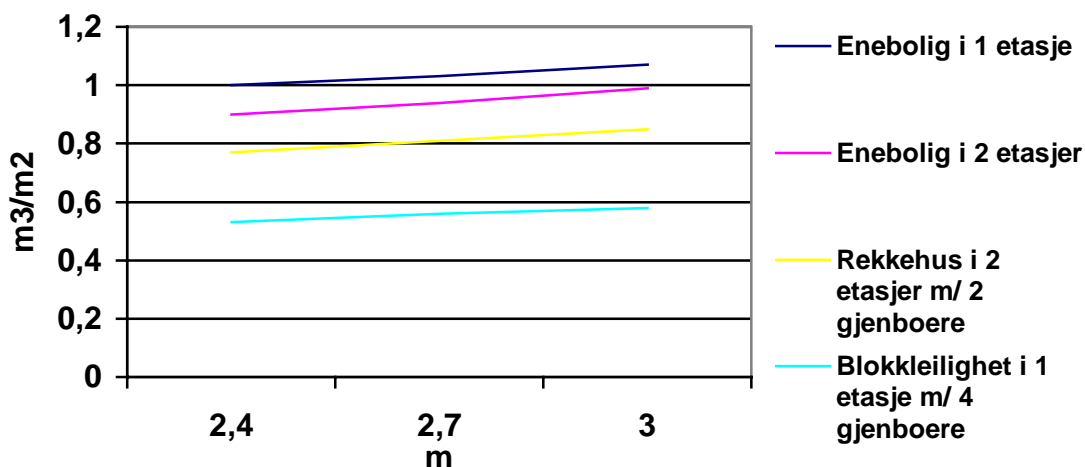
Samtidig vil hevet takhøyde kreve mer yttervegg som i neste omgang innebærer såvel økning av materialforbruk som varmetap ved transmisjon og infiltrasjon. Ekstra energiforbruk til oppvarming av ventilasjonsluft kan man trolig se bort fra ettersom heving av taket snarere forbedrer ventilasjonsforholdene<sup>23</sup>.



Figur 4.1 : Arealavhengig oppvarmingsbehov ved varierende takhøyde i ulike boligtyper med bruksareal 80kvm og kvadratisk planløsning. Beregningene er gjennomført for henholdsvis værutsatt beliggenhet (vind over 5m/sek) i Tromsø(T) og lun beliggenhet (vind 0-2m/sek) i Oslo(O). Ventilasjonsbehovet er holdt konstant på 96 kubm per time, og varmetilskudd fra solinnstråling og personer/utstyr er ikke inkludert. Til gjennomføringen ble det benyttet regneprogram NBI “Kontroll av varmetap og energibehov i småhus” August 1999. Kurvene for enebolig i 1 og 2 etasjer er nesten sammenfallende og kan ikke skilles i figuren.

<sup>23</sup> Dette er en smule i konflikt med offentlige normer (SBE Ren Teknisk Veiledning) der det slås fast at ventilasjonen skal være volumrelatert med 0,5 omsetninger per time, uavhengig av om økt takhøyde øker bufferkapasiteten.

Av beregninger, se fig. 4.1, framgår det at en volumøkning på 12,5% (takhøyde 2,7m) for en 1-etasjers enebolig i Oslo vil medføre en heving av energiforbruket til romoppvarming tilsvarende en økning av bruksarealet med 2,5%. I en værutsatt Tromsø-situasjon vil den korresponderende arealøkningen runde 5%. For en volumøkning med 25% (takhøyde 3,0m) vil det økte energiforbruket tilsvare en arealutvidelse på nesten 6% i Oslo og over 11% i Tromsø.



Figur 4.2 : Arealavhengig materialforbruk angitt i volum ved varierende takhøyder i ulike boligtyper med bruksareal 80kvm og kvadratisk planløsning. Innvendige vegger er ikke medtatt. Tykkelse på yttervegg er satt til 250mm, tak og golv 350mm. Innvendig etasjeskille er bestemt til 250mm og boligene er utstyrt med ytterdører og vinduer tilsvarende 20% av bruksarealet.

Beregninger viser, se fig. 4.2, at en økning av romvolumet på 12,5% (takhøyde 2,7m) i en enebolig i 1 etasje medfører samme materialforbruk som en økning av arealet med 3%. Tilsvarende for en blokkleilighet vil være 5%.

Hevet takhøyde bør således porsjoneres ut med velbegrunnet skjønn. Men vi kan likevel slå fast at det trolig er gode marginer for såvel energi- som materialbruk. Potensialet er størst i eneboliger og synker generelt i områder med høy infiltrasjon.

#### 4.1.11 Utsyn og åpning av visuelle akser

I praksis vil en bygning virke mindre trang jo lengre man kan se i den. Dette kan oppnås ved nøye planlagt romoppdeling og eventuelt glassflater i innvendige vegger. Man kan også supplere boligfunksjonen med mindre ressurskrevende arealer som halvklimaliserte glassrom anlagt med godt innsyn fra innenforliggende rom.

Også godt utsyn til omgivelsene kan forebygge visuell trangboddhet. Her er særlig utsikten fra oppholdsrommene av stor betydning.



#### 4.1.12 Fargesetting

I persepsjonspsykologien er det slått fast at man kan manipulere romopplevelsen med farger og teksturer. En riktig fargesetting kan således “utvide” rommet.

Visuell romutvidelse oppnås i første rekke med såkalt vikende farger, eksempelvis grønt, blått og blågrått, blandet opp med hvitt til ganske klare nyanser. Malinger bør være matte og tapeter bare svakt mønstrede. Motsatt vil sterke røde, gule og brune farger, såkalte “framrykkende farger” gjøre rommet mindre.

Også samspillet mellom flatene kan være avgjørende. Lyse tak i rom med mørke vegger vil “øke” takhøyden, og tilsvarende “senke” den i rom der taket farges mørkt (Neuffert 1975).

Det er vanskelig å kvantifisere effekten av fargevalg. Malingsjiktet er også en såvidt flyktig del av konstruksjonen at det vanskelig kan aksepteres som kompensasjon for reduserte arealer i seg selv.

## 4.2 Tiltak for forbedring av boligens praktiske produksjonsevne

### 4.2.1 Introduksjon

Vi vet lite om hvilke krav framtida vil stille. Det eneste vi med sikkerhet kan slå fast er at behovene vil fortsette å endre seg. Vi kan heller ikke vite når og hvordan endringene vil komme. I dag ser vi en klar utvikling i retning av mindre husholdstørrelser, men det kan igjen endre seg i perioder med sterk moralsk opprustning. Vi kan følgelig bare på et generelt og temmelig famlende grunnlag forberede bygget for framtidens behov.

Et problem med planlegging for økt tilpasningsdyktighet er at vi lever i en tradisjon med fikserte rom. Hver funksjon har som oftest sitt eget rom. Som nevnt i kapittel 2 er dette riktignok en relativt nymotens måte å innrette seg på, historisk sett, og gjelder i første rekke vår vesterlandske kultur. Fikseringen av planløsningen har blitt ytterligere forsterket av den teknologiske utviklingen, i den første perioden særlig utstyr og føringer for vann og avløp og i senere år rekken av ulike audiovisuelle teknologier.

Utfordringen vil således være å skape tilpasningsdyktighet innenfor temmelig rigide rammer.

<b>Aktuelle tiltak</b>	<b>Potensiale for arealreduksjon</b>
------------------------	--------------------------------------

Økt generalitet	høyt/lavt <sup>24</sup>
Økt fleksibilitet	høyt
Økt elastisitet	middels
Kortlivede bygninger	høyt

Tabell 4.2: Aktuelle metoder for forbedring av boligens praktiske produksjonsevne. Potensiale for arealreduksjon er skjønnsmessig og grovt angitt.

#### 4.2.2 Generalitet

Med høy generalitet menes at boligområdet eller boligen er såvidt generelt og allment utformet og strukturert at en rekke ulike bruksmønstre kan praktiseres.

På bolignivå innebærer høy generalitet at bygningen lett skal kunne tilpasses ulike husholdningsstørrelser og -sammensetninger uten større forandringer.

*Livsløpsstandard* er et typisk generalitets-tiltak. Den gjør det mulig å forbli og leve godt i boligen selv om man blir ufør og/eller gammel, men kan nok i mange tilfeller føre til at enslige og to-somme blir boende igjen i store hus. For mindre boliger gjelder selvsagt ikke denne bi-effekten på same måte.

På blokk- eller feltnivå innebærer høy generalitet en leilighetsfordeling m.h.p. størrelser og egenskaper, som dekker de fleste behov. Et boliggruppering utformet med høy generalitet vil således forebygge remanens-effekten ved at gjenboere i storfamilieboliger lett kan finne seg en egnet og mindre bolig i nærheten. En gjennomtenkt leilighetsfordeling som kanskje avspeiler framtidsprognoser for den stedlige demografien, vil således kunne ha stor betydning for den samlede praktiske boproduksjonen i området.

#### 4.2.3 Fleksibilitet

I arealsammeheng innebærer fleksibilitet at man hele tiden settes istand til å utnytte de tilgjengelige arealressursene fullt ut og således kontinuerlig opprettholder arealeffektiviteten når familisituasjonen endrer seg.

En fleksibel bolig må således kunne tillate omfattende ommøblering og/eller ombygging innenfor eksisterende arealrammer og bygningsstruktur. Vanlige tiltak vil her være å sørge for at innvendig rom-oppdeling kan endres og at opplegg for vann, avløp og andre tekniske føringer ikke forhindrer dette. Det teoretiske idealet er innerveggskomponenter som lett kan settes opp, demonteres og gjenoppsettes i nye kombinasjoner, alternativt innervegger som lett kan lages på stedet. *Åpne* installasjoner og føringer har generelt størst fleksibilitet, og de bør følge det minst bevegelige avløpsystemet. Det er også en kjensgjerning at fleksibiliteten, uttrykt ved mulige romoppdelinger, stiger progressivt med økt fasadelengde, (Blach 1987).

En særlig grad av fleksibilitet oppnås hvis boenheten kan oppdeles i to eller flere fullverdige enheter<sup>25</sup>. Konseptet "Dynamiske boliger" (Raaen 1995) har dette

<sup>24</sup> Høyt på felt- og blokknivå, lavt på boenhet-nivå

utgangspunktet og utstyrer boenheten med dobbelt sett bad og kjøkken, samt brann- og lyd-skiller der leilighetsskillet forventes å komme. Det investeres dermed betydelige ressurser i en fleksibilitet som kanskje aldri vil bli utnyttet, eller kanskje utnyttet på en annen måte. Likevel viser undersøkelser at boliger bygget ut med dette prinsippet i stor grad fungerer og brukes etter intensjonene (Støa 2001). Noe tilsvarende finner vi i rekkehus og blokkleiligheter der mulighetene er lagt til rette for å slå sammen og fraskille enkeltleiligheter etter behov.

Det er forventet at man i “dynamiske boliger” under optimale omstendigheter får en øking av boproduksjonen på 20-50% i forhold til statiske løsninger (Raaen 1996).

#### 4.2.4 Elastisitet<sup>26</sup>

En elastisk bolig kan utvides eller krympes etter behov og således effektivisere arealbruken. Det er sjelden man tilrettelegger nye boliger for senere krymping. Muligheter for påbygging er adskillig mer utbredt, i første rekke når det gjelder eneboliger. Men også endel rekkehusområder, særlig fra 1970-tallet, er forberedt for påbygging. Når det gjelder utvidelse av boligens helklimatiserte areale, har elastisitet vært lagt inn som opsjon i en rekke huskonsepter gjennom mange år, i første rekke ved at kjeller og loft kan isoleres og innredes.

I samme perspektiv kan vi snakke om årstids-elastiske rom, i første rekke glassrom og vinterhager, som tas i bruk i sommerhalvåret. Generelt vil et glassrom være brukbart for stillesittende aktiviteter fra april til september uten ekstra energitilskudd (Brattset 1989).

I begynnelsen av etableringsfasen vil elastiske løsninger trolig bevirke redusert arealforbruk. Det vil her være snakk om å bygge ut for nye behov ettersom de oppstår, f.eks. ved barneføøkelse. Men ettersom disse tiltakene vanligvis er irreversible vil det totale bidraget til en mer nøktern arealbruk være sparsomt og kanskje endog negativt, muligens med unntak av fornuftig utnyttelse av årstids-elastiske rom.

#### 4.2.5 Kortlivede bygninger

Bygninger bygges normalt for en levetid på 50-100 år. Dette innebærer at de vil gjennomgå inntil flere store endringer for å tilpasse seg nye bruksmåter, i praksis hvert 30-40 år (Blakstad 1997), og i bygninger med høyere tilpasningsdyktighet trolig adskillig oftere.

Ved å redusere bygningens levetid blir endringsbehovet suksessivt mindre ettersom de i stadig større grad vil springe ut av den aktuelle situasjonen m.h.p. husholdningsstørrelser og bruksrytmer. Boliger med levetid ned i 15-25 år vil

---

<sup>25</sup>Tilrettelegging for oppdeling eller sammenslåing av boenheter betegnes vanligvis som elastisitet og ikke fleksibilitet, (Støa 2001)(Blakstad 1997). I prosjektet er fokuseringen av arealforbruk vitalt, og elastisitet er således definert som utvidelser eller krymping av selve bruksarealet, uavhengig av leilighetsoppdelingen.

<sup>26</sup>Se fotnote 6

sannsynligvis ikke har behov for ytterligere tilpasning eller oppgradering. Blant annet vil remanens-effekten falle bort av seg selv.

I et miljøperspektiv vil mer kortlivede bygninger ventelig være gunstig for det driftsmessige energiforbruket som således hele tiden vil være ivaretatt av oppdatert teknologi og kunnskap. Men for alle aspekter som berører materialbruken er risikoen for store tilleggsbelastninger betydelig, så sant ikke utviklingen ledsages av nye måter å tenke bygningskomponenter og konstruksjoner på, der i første rekke muligheter for gjenbruk og gjenvinning maksimeres.

## 5.0 Regulering og dokumentasjon av arealeffektivitet

*Hva er avstand? Jeg vet, at intet av det, som virkelig angår mennesket kan beregnes, veies eller måles. Sann avstand er ikke øyets sak, den er kun givet for ånden.*

Antoine de Saint-Exupéry

### 5.1. Bakgrunn

#### 5.1.1. Hovedtrekk i arealforbruket

Som vist i kapittel 3 er det en klar sammenheng mellom ytre miljøbelastninger og arealforbruk i boliger. Blant annet vil omlag halvparten av boligens energibehov og nesten hele materialbehovet være tett knyttet til arealforbruket.

I kapittel 4 er det vist en rekke tiltaksmodeller som kan redusere arealforbruket, og flere av dem vil kunne gjennomføres uten å rennonsere på bostandard og komfortnivå. I mange tilfeller vil det dreie seg om tiltak som også vil redusere driftskostnader og byggekostnader. Samlet skulle dette normalt bevirke et gjennomslag i markedet, men dette har uteblitt. En motkraft her er de senere års store forbruksvekst som i stadig større grad manifesterer seg i økt prioritering av boligen. Det er en klar tendens til at dette snarere skjer ved utvidelse av arealet enn ved kvalitetsheving.

En generell reduksjon av arealforbruket er således trolig bare realistisk med en offentlig oppfølging i form av et forsiktig regelverk.

For å kunne gjennomføre effektive reguleringer er det viktig å være klar over “hvor skoen trykker”, i denne sammenheng hvor de mest arealdrivende elementene i boligutviklingen ligger, og hvor de vil ligge i framtida.

Fra kapittel 2 kan vi hente ut følgende grunntone som trolig vil forfølge oss noen år på vei: Mye av det økte arealforbruket har utgangspunkt i stadig mindre hushold, og det er i de større husene arealforbruket per person er høyest.

#### 5.1.2. Arealforbruket i offentlige reguleringer

Allerede i bygningslovene som ble gitt i 1890-årene ble det stilt krav til minimumsareal for boligrom på 6 kvm. Bakgrunnen var at sunnhetsmessige krav ble tillagt stadig større betydning, (Larsen 1998).

I dagens forskrifter til Plan- og Bygningsloven stilles det etter revisjonen i 1997 bare *ett* klart arealkrav, nemlig at størrelsen på sportsbod skal være minimum 5 kvm per hushold i leilighetsbygg (kap. 10-34). Men også kravet til minstevolum på 15

kubm<sup>27</sup> i beboelsesrom sammen med kravet om minimumshøyde 2,4 meter og formuleringen “romhøyde tilpasses rommets høyde og funksjon” (kap. 10-31) kan oppfattes som et arealkrav. I tillegg foreligger det en rekke indirekte arealkrav som blant annet tar for seg inngangs- og stigningsforhold og i første rekke er knyttet til tilgjengelighet for orienterings- og bevegelsehemmede. Også flere av de mer overordnede funksjonskravene f.eks. for brann- og sanitærforhold har arealkonsekvenser.

I våre naboland gjelder mange av de samme reguleringene. Av mer konkrete arealkrav stiller man i Finland i tillegg krav til minimums bruksareal i beboelsesrom på 7 kvm og totalt i boenhet 20 kvm. Hverken Danmark eller Sverige har krav til areal eller volum i beboelsesrom utover minimumshøyde på 2,3meter. Danmark har til gjengeld mer spesifiserte krav enn oss når det gjelder avstander og bredder i gang- og betjeningsarealer.

Mens areal-kravene fra slutten av 1800-tallet hadde klare eksterne begrunnelser i folkehelse- og hygiene, vanligvis knyttet opp mot epidemi- og smitterisiko (Nordvik 2000), er dagens arealkrav rettet innover og i første rekke utformet for å sikre god boligstandard for beboere og besøkende.

Introduksjon av arealrelaterte krav knyttet til eksterne miljøkonsekvenser vil igjen forholde seg til felleskap og samfunn.

Såvidt vites har ikke andre land gått inn med areal-reguleringer med dette perspektivet for øyet. Men et nylig vedtatt EU-direktiv “On the energy performance of buildings” (EU 2003), åpner for nye kalkulasjonsmetoder der også arealeffektivitet kan komme i betraktning.

## **5.2. Hvordan vurdere og bekrefte arealeffektivitet**

### **5.2.1 Arealeffektivitet og normal boligstandard**

Høy arealeffektivitet innebærer at boligen blir best mulig utnyttet såvel i tid som rom. I en strengt teoretisk tilnærming vil en størst mulig trangboddhet gi lavest arealforbruk og således høyest arealeffektivitet. Dette vil raskt medføre at man utfordrer minstestandarden, se kap. 2. Og akkurat dette har nok noe for seg ettersom minstestandarden i stor grad er basert på foreldede planleggingsnormer som bør undersøkes nærmere.

Men selv i det enkleste sosialpolitiske perspektiv blir det raskt temmelig innlysende at tiltak for arealeffektivisering helst ikke bør utfordre såkalt “normal bostandard”. Samtidig vet vi at det største arealforbruket per person skjer i de større boligene og at det således er mest å hente der. I den eksisterende bygningsmassen 2001 var gjennomsnittlig bruksareal i boliger med areal 50-59kvm under 39kvm/person, mens tilsvarende for boliger med areal 160-199kvm var over

---

<sup>27</sup>Med takhøyde 2,4 meter tilsvarer dette et areal på 6,25 kvm som altså nesten er sammenfallende med kravet på 1890-tallet.

60kvm/person, se tabell 2.1. Dermed er det heller ikke mye å vinne på å redusere størrelsen på boliger som allerede er små. Det er en helt annen sak at tilbudet av små boliger i dag er altfor lite i forhold til den voksende andelen 1- og 2-personshushold.

En adekvat innfallsvinkel vil således være å søke en arealeffektivitet innenfor rammene av normal boligstandard.

Nivået for normal boligstandard har gjennomgått stadige tilpasninger, og det kan oppgis i antall rom og antall kvadratmeter.

## 5.2.2 Boligstandard og antall rom

Ulike modeller har vært benyttet for å beskrive bostandarden i forhold til antall rom.

Oslo Helseråd definerer “normal tetthet” som 1 person per rom eksklusive kjøkken. Norges byggforskningsinstitutt definerer “en normalt stor bolig” som en bolig med minst to rom, og minst ett rom for hver person i husholdningen, eller ett rom mer enn antall personer i husholdningen. For 1-personshusholdninger regnes det som normalt å ha to- eller tre-roms boliger (Gulbrandsen 1991).

Å definere boligstandard på denne måten vil forutsette et betydelig slingringsmonn. I bolig-produksjonen vil såvel antall rom som størrelse på rom hele tiden være i endring. I perioder har den helt åpne løsningen dominert, særlig innen segmentet for store arkitekttegnede boliger. Og i de senere år har også romstørrelsen i mer tradisjonelle boliger steget kraftig (Løwe 2002/2).

Noe høyere presisjon kan påregnes ved å forholde seg til antall soverom. Metoden er lansert i forarbeidene til “Økoprofil for boliger”<sup>28</sup> og innebærer at standarden på arealforbruket framgår av arealforbruk per soverom, (Denizou 2002). En svakhet med denne innfallsvinkelen vil være at soverom kanskje er den romtypen som lettest lar seg ominnrede eksempelvis til arbeidsrom, gjesterom og bod, eller endog integreres i dagligstuen, når husholdningsstørrelsen avtar.

I et perspektiv der arealforbruket søkes redusert vil likevel hovedinnvendingen mot metoder som benytter antall rom som grunnlag for bestemmelse av bostandard være at de er for statiske, og dermed kan hemme utviklingen i retning av mer tilpasningsdyktige boligtyper.

## 5.2.3 Boligstandard og areal

Det er en kjennsgjerning at større husholdninger har en betydelig stordriftsfordel som gjør at arealbehovet per person raskt synker. Dette er et viktig utgangspunkt for å kunne bestemme bostandard ved arealforbruk.

Norges byggforskningsinstitutt har gjort forsøk på å definere et normalt arealforbruk basert på blant annet Husbankens retningslinjer, se fig. 5.1.

---

<sup>28</sup>Og benyttes nå også for å dokumentere arealeffektivitet i SBE Tømmerhus-veiledningen, se avsnitt 5.3.2.

1 person	T	N	N	R	R	R	S	S	S	
2 personer	T	N		N	R	R	R	S	S	
3 personer	T	T	N		N	N	R	R	S	
4 personer	T		T	N			N	R	R	
5 personer	T			T	N			N	R	
6 personer	T	T	T	T	T	N	N	N	R	
		55	65	85	100	110	120	150	200	m <sup>2</sup>

Fig. 5.1: Trange(T), normalt store(N), romslige(R) og meget store (S) boliger definert ut fra størrelsen på hus- holdningen i forhold til boligarealet (BOA), fra (Gulbrandsen 1991).

På tross av en viss komfortutvikling siden disse arealnormene ble lansert for ca. 12 år siden, er det lite annet som taler for at de ikke fortsatt er gangbare. Vi ser imidlertid at intervallet for normal boligstandard er innsnevret for 1-personshusholdninger. Grunnlaget her er Husbankens basis-premiss om at det skal kunne bo to personer i alle permanente boliger. Med utgangspunkt i den økende andelen varige 1-personshushold er det naturlig å åpne for et nedadgående trinn til. Dette vil ikke bare innvirke på arealforbruket, men også åpne for at det oppføres flere boliger tilpassets såvel aleneboerens behov som økonomi.

En noe tilsvarende fordeling av normalt arealforbruk for ulike husholdningsstørrelser kan beskrives med den såkalte kvadratrotskalaen, (Løwe 2002/2). Kvadratrotskalaen er en såkalt ekvivalensskala og en betydelig empirisk signifikans gjør at den stadig oftere benyttes i boforholdsanalyser.

Personer i husholdningen <sup>29</sup>	Faktor	Nedre normal	Øvre normal
1	1	39	71
2	1,41	55	100
3	1,73	67	122
4	2	78	141
5	2,24	87	159
9	3	117	213

Tabell 5.1: Ekvivalente nedre og øvre grenser for normal bostandard oppgitt i boligareal (BOA) der minstestandard 55 kvm for 2-personers husholdninger<sup>30</sup> danner basis for beregningen. Øvre grense for tilsvarende husholdningstørrelse, 100 kvm, er hentet fra fig. 5.1.

<sup>29</sup> Her tillegges i utgangspunktet barn samme vekt som voksne.

<sup>30</sup> Denne standarden er generelt bedre dokumentert enn for andre husholdningstørrelser, eks. i (Jørgensen 1989) og danner også grunnlag for Husbankens minstestandard.



En arealfordeling etter kvadratrotskalen innebærer at en to-personshusholdning behøver 1,4 ganger mer plass, en tre-personershusholdning drøyt 1,7 ganger mer plass osv. enn en 1-personshusholdning (tilsvarende kvadratrotten av 2 og 3) for å opprettholde samme boligstandard. Dermed gir skalaen noe lavere boligareal til de større husholdningene enn i oppsettet fra Norges byggforskningsinstitutt (Gulbrandsen 1991). Det er således viktig å være klar over at kvadratrotskalen i først rekke er en teoretisk modell, riktignok med lite avvik i forhold til mer erfaringsbaserte modeller, og der styrken i første rekke er at den er enkel, entydig og velegnet som kalkyleverktøy.

#### 5.2.4 Miljøbelastninger ved normal arealstandard

Ettersom boligens miljøbelastninger er tett knyttet til arealforbruket er det i prinsippet mulig å kalkulere fram normalbelastningen for de ulike boligstørrelsene, og således etablere en direkte forbindelse mellom bofunksjon og miljøbelastning.

En normalbelastning ( $M_n$ ) kan beregnes etter formelen

$$M_n = A_n \times (B_m \times k_l \times k_a \times k_k)$$

der  $A_n$  er normalarealet for den aktuelle husholdningsstørrelsen (eksempelvis hentet ut som et snitt i fig. 5.1 eller tab. 5.1.),  $B_m$  er den gjennomsnittlige spesifikke arealavhengige miljøbelastningen (per kvm boligareal) for energi, materialer, klimagasser etc.,  $k_l$  regulerer belastningene i forhold til hustype (eks. enebolig eller blokkleilighet) og  $k_a$  ivaretar at de spesifikke belastningene varierer noe med husstørrelse. For belastninger knyttet til driftsmessig energibruk må også stedlig klimapåvirkning  $k_k$  inkluderes.

I prinsippet kan dette like gjerne uttrykkes som ekvivalente personbelastninger på basis av normalbelastningen i et 1-personshushold slik at eksempelvis normalbelastningen per person i en 4-personshusholdning vil være halvert når kvadratrotskalaen legges til grunn.

Per idag mangler trolig nødvendig statistikkgrunnlag for å kunne fastslå en, om enn forenklet, normalbelastning for ulike husstørrelser.

#### 5.2.5 Vurdering av arealeffektivitet

Arealeffektiviteten  $V$  for en bolig kan uttrykkes som forholdet mellom den dokumenterte produksjonsevnen  $P_f$  gjennom livsløpet (oppgift i personår) i forhold til en målsatt produksjonsevnen i en normalbolig for samme husholdningsstørrelse  $P_n$ , og kan uttrykkes som:

$$V = P_f / P_n$$

En boligs samlede produksjonsevne er, som tidligere beskrevet (kap. 4) sammensatt av den teoretiske produksjonsevnen slik den framkommer i

plantegningene på oppføringstidspunktet, og den praktiske produksjonsevnen som har utgangspunkt i boligens evne til å tilpasse seg senere endringer i husholdningsstørrelse. Den teoretiske produksjonsevnen må i første rekke dokumenteres med antall rom, soverom eller sengeplasser, f.eks. med bakgrunn i Husbankens normer, mens den praktiske produksjonsevnen dokumenteres som scenarier der tiltak for fleksibilitet og elastisitet er avgjørende.

Normalboligens teoretiske produksjonsevne forholder seg utelukkende til arealforbruk og kan f.eks. hentes fra fig. 5.1 eller tab. 5.1. Normalboligens praktiske produksjonsevne er vanskeligere å stadfeste. I tradisjonelt byggeri er det grunn til å anta at den ligger i området 50 til 70%, se (Raaen 1996), men en økning til 90% er trolig oppnåelig innenfor realistiske rammer ved å gjennomføre tiltak som skissert i kapittel 4.2. En skjønnsmessig norm rundt 80% vil således være aktuell.

En bolig vil således kunne regnes som mindre arealeffektiv ved  $V$  større enn 1 og tilsvarende mer arealeffektiv ved  $V$  mindre enn 1.

I “Økoprofil for bygninger” (Pettersen 2000) har man konstruert en noe tilsvarende modell for å beregne boligens arealeffektivitet  $V$  med følgende formel:

$$V = \text{Boligens bruksareal} / (40 + 15 \times (\text{Antall rom} - 1))$$

Resultatet kvalifiserer så for “god effektivitet” ved  $V$  mindre enn 1,10, “noe effektivitet” fra 1,10 til 1,30 og “dårlig effektivitet” over 1,30.

Svakheten ved denne modellen er at også referanseboligen (normalboligen) automatisk kalkuleres med teoretisk produksjonsevne oppgitt i “antall rom”. Samtidig er den praktiske produksjonsevnen helt utelatt.

Det kan drøftes om arealeffektivitet bør forholde seg til bruksareal BRA eller boareal BOA. Sistnevnte innebærer at man konsentrerer seg om de helklimatiserte delene av huset. Dette er relevant ettersom det også er her vi finner opphavet til de vesentligste miljøbelastningene. Enda høyere presisjon vil imidlertid oppnås ved å benytte såkalt beregnet areal BA fra Husbankens arealregler (Husbanken 1996). BA tar utgangspunkt i BRA, men med lavere beregningsfaktor for arealer i loft og kjeller som er mindre egnet til boligrom.

## **5.3 Arealeffektivitet i offentlig regelverk**

### **5.3.1 Introduksjon**

Den norske bygningslovgivningen omfattes i første rekke av Plan- og Bygningsloven utfyllt av Tekniske Forskrifter med tilhørende Veiledning. Med noen få unntak er Tekniske Forskrifter gitt som rene funksjonskrav der Veiledningen beskriver ulike framgangsmåter for å oppfylle disse.

Høy arealeffektivitet er ikke noe mål i seg selv, men en strategi for å redusere byggverkets miljøbelastninger og således medvirke til at energi- og andre miljøkrav i forskriften oppfylles. Temaet er derfor i første rekke relevant for Veiledningen. Det kan likevel tenkes unntak for et par arealrelaterte momenter som i kraft av sin

potensielle betydning kanskje burde løftes opp på et høyere nivå. Dette gjelder i første rekke mulige krav til boligsammensettingen i boliggrupper der en riktig størrelsesfordeling, f.eks. etter gjeldende lokal-demografi, vil kunne virke sterkt forebyggende på arealvekst som følge av remanens-effekten. Derrest er det sansynlig at et krav om at boliger over en viss størrelse skal kunne deles opp i mindre boenheter allerede i nær framtid vil kunne ta luven av noe av den arealdrivende effekten av stadig flere 1- og 2-personshushold.

### 5.3.2 Arealeffektivitet i Veiledningen

Arealeffektivisering som tiltak for lavere miljøbelastning inngår allerede i veiledningsdelen for tømmerhus der et par forskjellige retningslinjer for å vinne poeng presenteres, (SBE 2000).

Et hus med husbankstørrelse på 120 kvm beregnet areal (BA) kan få 6 miljøpoeng. Øvre arealgrense for ordinære boliger i Husbanken er 120 kvm BA og forventes å oppfylle arealbehovet til en husstand på 5 medlemmer.

Likeledes kan man få 6 poeng hvis forholdet mellom boligareal og antall soverom er mindre enn 40kvm per rom, mens mer enn 60 kvm per rom ikke kvalifiserer til noen poeng. Større arealeffektivitet gir flere poeng, inntil 10 poeng.

Vi kan se for oss at presisjonsnivået fortsatt kan heves kraftig her og at også den mindre statiske praktiske boproduksjonen kan trekkes inn på tilsvarende måte, f.eks. som vist i avsnitt 5.2.5.

Med bakgrunn i sin store betydning for boligsektorens miljøbelastninger er det god grunn til å trekke arealforbruket enda tyngre inn i veiledningen. Og det er aktuelt å benytte den i såvel dokumentasjonsmetoder for innfrielse av energikrav som andre ytre miljøkrav. En forutsetning her er imidlertid at man klarer å overskride en metodikk basert på ren poengberegning etter skjønn. Alternativet vil være at lite funksjonsorienterte dokumentasjonskrav, eks. gjeldende energirammekrav angitt i kWh per kvm, erstattes med funksjonsspesifikke krav, feks. energiforbruk per bolig eller per person.

En mer funksjonsorientert anretning av regelverket kan tenkes i form av "kvotemodellen". Her godskrives i utgangspunktet et nybygg med en kvote miljøbelastninger for energi, materialer etc. avhengig av størrelsen på husholdningen, se avsnitt 5.2.4. Bygger husholdningen større enn normalboligen må dette kompenseres med ekstra miljøtiltak. Kvote-normen skiller heller ikke mellom ulike boligtyper, og hvis man f.eks. benytter gjennomsnittsstandard i eneboliger som basis vil en blokkleilighet kunne gjøres noe større uten at kvotegrensen brytes.

## 6.0 Aspekter ved regulering av arealforbruket

### 6.1 Offentlig ansvar

Arealeffektivisering i nye boliger vil være et miljøtiltak på linje med andre miljøtiltak som økt bruk av fornybare energikilder og materialråvarer, forbedret varmeisolasjon etc., men trolig ha et virkningspotensiale som overskrider disse.

Markedet har gjennom mange år vist en klar tendens til at økte investeringer i boligen i første rekke hentes ut i flere rom og større areal, og det er lite som tyder på at dette uten videre vil endre seg, (Rasmussen 2002). Her er blant annet byggebransjens egeninteresser tungt involvert. Formulering og gjennomføring av målsettinger for arealeffektivitet vil således i stor grad være et offentlig anliggende. I gjennomføringen kan man i tillegg til reguleringer i bygningsloven også tenke seg tiltak innen skatt- og avgiftssektoren i tråd med strategien om grønne skatter.

Gjennom en slik prosess er det nødvendig å være oppmerksom på hvor det er mest å hente, nemlig i de store husene og i første rekke eneboligene. Men det er samtidig viktig å stimulere veksten i tilbudet av boliger egnet for 1- og 2-personshushold.

### 6.2 Vil folk akseptere redusert arealforbruk ?

Vi er idag ganske fjernt fra situasjonen da husene var så trange at de kunne true såvel beboernes som det allmenne helsetilstand. Andelen som bor trangt har sunket fra 16% til 7% siden 1980 (SSB Boforhold 2002), og det er lite aktuelt å involvere denne gruppen i tiltak for arealeffektivisering.

Vi vet generelt lite om hvor villige folk er til å redusere arealforbruket med unntak for deler av den eldre befolkningen som klart har tilkjennegitt behov for mindre hus, se kap. 2. Særlig følgende problemstillinger er beheftet med stor usikkerhet (Denizou 2002):

Hvilke areal folk vil være villige til å redusere ?

Hvilke areal man kan være villige til å dele med andre?

Hvilke andre fysiske kvaliteter enn areal det er som verdsettes?

Det er vanlig å anta at et hushold vil være mer fornøyd med boligen jo større den er. Men at mange er fornøyd med den relativt nøkterne husbankboligen sin tyder kanskje på at kvalitetene som kan oppnås gjennom husbankkravene veier noe opp for dette. Samtidig er det klart at dette planleggingsgrunnlaget kan oppdateres og forbedres ytterligere i retning av høyere arealeffektivitet, se kap. 4.

Det har i løpet av de senere årene vært gjennomført noen undersøkelser som indikerer at folk er villige til å redusere arealet såfram standarden på boligen og bomiljøet ellers er bra. Kvaliteter som sentral lokalitet, utsikt, tilgang på uteområder har vist seg å være særlig utslagsgivende, (Rasmussen 2002).

En nylig gjennomført rundspørring i Trondheim viste at 45% av de unge (20-30 år) var villige til å gå ned i boligareal for å bo sentralt, (Støa 2001).

Også svenske undersøkelser antyder aksept for såkalt “kompakt boande” (Persson 1999).

### **6.3 Økonomiske aspekter og risiko for “Rebound”**

Såvel byggekostnadene som driftskostnadene vil synke ved at arealet reduseres. Det er imidlertid ikke noen umiddelbar kongruens her. Enhver bolig må normalt utstyres med funksjoner som kjøkken og bad. Dette er kostbare arealer, og prisen på de ekstra kvadratmetrene man gjerne bevilger seg i større boliger vil ligge under gjennomsnittlig kvadratmeterpris. En halvering av arealet vil således sjelden redusere byggekostnadene med mer enn 25%. Tilsvarende vil trolig gjelde for driftskostnadene.

Likevel er det god grunn til å anta at et større utbud av mindre boliger vil medvirke til at den mindre kjøpesterke delen av befolkningen lettere vil kunne etablere seg på boligmarkedet. Men vi skal samtidig huske på at gjennomsnittsfamilien nå bruker mer enn 25% av inntekten sin på bolig, altså en fordobling siden 1970, og at det således er boligen som foreløpig har tatt den største andelen av forbruksveksten.

Er det grunn til å anta at pengene som spares ved reduserte arealer istedet vil bli brukt til å heve kvaliteten på boligen? Dette er selvsagt i første rekke et kulturelt spørsmål. Med god innsats fra byggebransjen, og i første rekke arkitektene, kan dette bli en aktuell utvei.

Vi skal også være oppmerksomme på at omsettelighet for boliger vil tillegges stadig mer betydning i et marked som er stramt. Og det er stadig større bevissthet om at god omsettelighet forutsetter at boligen er oppdatert og tilpasningsdyktig. Forbedret boproduksjon ved tiltak for elastisitet og fleksibilitet har således en god sak, men mangler per idag tilstrekkelig oppfølging fra bransjen.

Men det er kanskje mer sansynlig at pengene som ikke går til økt arealforbruk vil bli brukt på andre felt, eksempelvis reiser og mer temporære forbruksvarer. Det store spørsmålet blir så om dette faktisk vil resultere i *større* miljøbelastninger enn om pengene i utgangspunktet var blitt benyttet på økt arealforbruk?

## 7.0 Kilder

- Andersen 1978 Andersen BH et al *Elastiske etageboliger - Vilkår, konsekvenser, eksempler* SBI-rapport 103
- Andersson 1988 Andersson B et al *Experimenthuset i Järnbrott: Erfarenheter från et hus med flyttbara väggar* Statens råd för byggnadsforskning Rapp 8:1988, Stockholm 1988
- Baastруп 2001 Baastруп K *Tendenser der sætter arkitektoniske spor* Institutet for Fremtidsforskning, København 2001
- Barlindhaug 2001 Barlindhaug R *God bolig. Begrepsdrøfting og empirisk analyse* Norges Byggeforskningsinstitutt 2001
- Berge 1996 Berge B *Byggesystem for Ombruk* Gaia Lista/NTNF/SFT 1996
- Berge 1997 Berge B *ADISA-structures* PLEA 1997
- Berge 2002/1 Berge B *Binding av drivhusgasser i bygninger* Miljøstrategi nr. 1, Oslo 2002
- Berge 2002/2 Berge B *Klimaregnskap for bygninger* Gaia Lista/NABU, Oslo 2002
- Bjerre 2001 Bjerre A et al *Fremtidens familiebolig - bilder af familien 2010-2020* Fremtidsorientering 1/2001
- Blach 1987 Blach K et al *Udvikling af fleksibelt byggeri* SBI-anvisning 155, Statens Byggeforskningsinstitut Hørholm 1987
- Blakstad 1997 Blakstad S H *FDV og levetid for bygd miljø. Delprosjekt: Funksjonelle levetider for bygninger - en litteratur- og modelldiskusjon* SINTEF rapport STF22 A96571, Trondheim 1997
- Boverket 2002 Boverket *Boverkets byggeregler* BFS 1993:57 med ändringar till och med 2002:19
- Bramslev 1999 Bramslev K *Factors 4 and 10 in the Nordic Countries* Nordic Council of Ministers TemaNord 1999:528, Copenhagen 1999
- Bramslev 2000 Bramslev K *Miljøeffektivitet i bygg og eiendomssektoren* OECD-rapport, GRIP-senter, Oslo 2000
- Brattset 1989 Brattset O *Små uoppvarmede glassrom* Byggeforskserien A 331.213, oslo 1989
- Bull 1989 Bull G *Planløsning av kjøkken* Byggeforskserien A 361.411, Oslo 1989
- By og Boligministeriet ? By og boligministeriet *Bekendtgørelse om bygningsreglement for småhuse*  
[www.dkblind.dk/bogen/html/smaahuse.htm](http://www.dkblind.dk/bogen/html/smaahuse.htm)
- By og Boligministeriet 2000 By- og Boligministeriet *Huse med dobbelt værdi for bruger* Projekt Hus, Temagruppe 1 State of the Art Rapport Februar 2000
- Bøeng 1999 Bøeng AC et al *Energibruk til stasjonære og mobile formål per husholdning 1993, 1994 og 1995* Statistisk Sentralbyrå Rapporter 22/99, Oslo 1999
- Christophersen 1991 Christophersen J et al *Planlegging av små boliger* Byggeforskserien A 330.114, Oslo 1991
- Christophersen 2002 Christophersen J (ed.) *Universal Design. 17 Ways of Thinking and Teaching* Husbanken, Oslo 2002
- Dagestad 2002 Dagestad B *Nye energikrav?* Benytt 3/2002, Oslo 2002
- Denizou 2001 Denizou K *Kjøkken i bolig* Byggeforskserien 361.411, Oslo 2001
- Denizou 2002 Denizou K *Hva vet vi om energieffektiv arealbruk I boliger?* Byggeforsknnotat 51, Byggeforsk Oslo 2002

- Dickinson 1999 Dickinson D *Small Houses for the next Century* McGraw-Hill 1995
- Dokka 2003 Dokka TH *Energimerkeprosjektet foreløpig rapport 1*, SINTEF Trondheim 2003
- EU 2003 Directive 2002/91/EC of the European Parliament and of the council of 16 December 2002 on the energy performance of buildings, Official Journal of the European Communities L 1/66 4.1.2003
- Fossdal 1995 Fossdal S *Energi- og miljøregnskap for bygg* Byggforsk Prosjektrapport 173, Oslo 1995
- Fossdal 2000 Fossdal S *Livsløpsvurdering av bygninger og bygningsmaterialer* Byggforskserien A 470.101, Oslo 2000
- Friedman 2002 Friedman A *The Adaptable House: Designing Homes for Change* 2002
- Gengenbach 1986 Gengenbach T *Menneskets kroppsmål og plassbehov* Byggforskserien G 220.110, Oslo 1986
- Gulbrandsen 1991 Gulbrandsen O *Trang, normalt stor og rommelig bolig* Byggforskserien G 221.131, Oslo 1991
- Gulbrandsen 1993/1 Gulbrandsen O *Statistikk om boliger, boforhold og husholdninger. Kilder og definisjoner* Byggforskserien G 211.010, Oslo 1993
- Gulbrandsen 1993/2 Gulbrandsen O *Faktisk og ønsket størrelse på boliger* Byggforskserien G 211.231, Oslo 1993
- Gulbrandsen 1994/2 Gulbrandsen O *Endringer i boligmassen - boligavgang* Byggforskserien G 211.030, Oslo 1994
- Gulbrandsen 1997 Gulbrandsen O *Husholdningsutvikling i Norge* Byggforskserien 211.130, Oslo 1997
- Habraken 1972 Habraken, N.J. *Supports: an alternative to mass housing* Architectural Press 1972 (Scheltema & Holkema, Amsterdam 1961)
- Hall 1973 Hall, Edward T. *Den skulte dimension, menneskets oppfattelse og bruk av rom* Nyt nordisk forlag Arnold Busck København 1973
- Harrysson 1985 Harrysson C *Kostnadsbesparing för småhus i trä. Produktionsmetoder och byggsystem* Byggforskningsrådet Rapport R72:1985, Stockholm 1985
- Holmgren 1987 Holmgren K-Å et al *Föränderliga bostäder. Et förslag till experimentbebyggelse i Lindeborg i Malmö* Byggforskningsrådet Rapport R14:1987 Stockholm 1987
- Husbanken 1996 Husbanken *Husbankens arealregler* HB 7.B.1.2, Oslo 01.96
- Husbanken 2000 Husbanken *Husbankens minstestandard* HB 7.B.1.3., Oslo 02.2000
- Jensen 2000 Jensen BJ *Fremtidens boligefterpørsel* Instituttet for Fremtidforskning, København 2000
- Jørgensen 1989 Jørgensen I *Funker femti'n* NBI og Husbanken, 1. utg. oktober 1989
- Kjær 2000 Kjær Christensen, M (red.) *Minimalboligen* Kunstakademiets arkitektskoles forlag København 2000
- Kohler 1994 Kohler N et al *Energie- und Stoffflussbilanzen von Gebäuden während ihrer Lebensdauer* EPFL-LESO/ifib Universität Karlsruhe (TH). BEW Forschungsproject, Bern 1994
- KRD 1983 Kommunal- arbeidsdepartementet *Byggeforskrifter av 1. August 1969, med endringer sist av 7.oktober 1983*
- KRD 1998 KRD *Oppfølging av Habitat II. Om miljøhensyn i bolig- og byggsektoren* Det Kongelige Kommunal- og Regionaldepartement, Stortingsmelding nr. 28 (1997-1998)
- Larsen 1998 Larsen KE *Eldre bygningslovgivning og byggebestemmelser* Byggforskserien 614.014, Oslo 1989
- Liu 2003 Liu J et al *Effects of household dynamics on resource consumption and biodiversity* Nature 421, 2003
- Løwe 2002/1 Løwe T *Boligpreferanser og livsfase* Statistisk Sentralbyrå Notater 2002/59
- Løwe 2002/2 Løwe T *Boligkonsum etter alder og kohort. Analyser av boforholdsundersøkelsene 1967-1997* Statistisk Sentralbyrå Notater 2002/6

Martens 1996	Martens J-D <i>Nye boligplaner</i> Husbanken HB 3057, Oslo 1996
Miljøvern- departementet 2001	Miljøverndepartementet <i>Arealbruk Naturressurser og Miljø 2001</i> , Oslo 2001
Miljøministeriet 1994	Miljøministeriet <i>G1 Finlands Byggbestämmelsesamling</i> Bostads- och byggnadsavdelningen Helsingfors 17 dec. 1993
Myhre 1996	Myhre L <i>Rapport om Miljøvurderinger I Byggeforskrift 96</i> Byggforsk Prosjektnr. O 7496, Oslo 1996
Myhre 2000	Myhre L <i>Towards Sustainability in the Residential Sector. A study of future Energy Use in the Norwegian Dwelling Stock</i> Byggforsk NBI Note 41, 2000
NBI 1999	Norges byggforskningsinstitutt <i>Kontroll av varmetap og energibehov i småhus - Aug. 99</i> Byggforsk Regnearkprogram, Oslo 1999
Neuffert 1975	Neuffert E <i>Architects' Data</i> Crosby Lockwood Staples, London 1975
Nordvik 2000	Nordvik V et al <i>Husbankens oppføringslånordning. Virkning på kvalitet og kostnader</i> Byggforsknotat 44 2000
OED 1998	OED 1998 <i>Muligheter for å redusere energiforbruket</i> Kapittel 15, NOU 1998:11, Oslo 1998
Opsvik 1999	Opsvik Per <i>Arealeffektive interiørelementer</i> Personlig meddelelse okt 1999
Paludan 2000	Paludan JP <i>Fremtidens bolig - og ejer/lejer problematikken</i> Instituttet for Fremtidsforskning, København 2000
Pettersen 2000	Pettersen TD <i>Økoprofil for Bygninger. Forenklet miljøvurderingsmetode.</i> NBI mars 2000
Raaen 1995	Raaen H <i>Dynamiske boliger: vurdering av produksjonskapasitet for 3 alternative boligplaner</i> SINTEF Arkitektur og Byggeteknikk STF62 A95007, Trondheim 1995
Rasmussen 2002	Rasmussen I <i>Holdbarhet, brukbarhet, skjønnhet. Om bokkvaliteter, etterspørsel og økologisk bærekraft</i> Vista Analyse AS, juli 2002
Reiersen 1996	Reiersen E <i>De tusen hjem. Den Norske Stats Husbank 1946-1996</i> Ad Notam, Den Norske Husbanken, Oslo 1966
Sak 2002	Sak B et al <i>Housing statistics in the European Union 2002</i> University of Liege, Liege 2002
SBE 1999	SBE <i>Ren veiledning til Teknisk Forskrift, Kap. X Brukbarhet</i> 2. utg. Statens Bygningstekniske Etat, Oslo april 1999
SBE 2000	Statens Bygningstekniske Etat <i>Tømmerhus - Energi og miljø</i> Temarettlegg August 2000
SBE 2001	Statens Bygningstekniske Etat <i>Forskrift om krav til byggverk (TEK) av 22 januar 1997 nr. 33.</i> Ajourført med endringer ved forskrift 13 des 1999 nr. 1296 I kraft 1. jan 2000 og forskrift 29 aug. 2001 nr. 1069
SFT 2000	Statens forurensningstilsyn <i>Areal, friluftsliv og biologisk mangfold</i> SFT-brosjyre 1726, Oslo 2000
SFT 2001	Statens Forurensningstilsyn <i>Estimating the net emission of CO2 from harvested wood products</i> SFT Report 1831, 2001
Sjølie 1994	Sjølie M <i>Fellesanlegg i boligområder</i> NBBL Oslo 1994
SSB 1992	Statistisk Sentralbyrå <i>Folke og bolig tellingen 1990</i>
SSB 2001/1	Statistisk Sentralbyrå <i>Folke- og bolig tellingen 2001</i>
SSB 2001/2	Statistisk Sentralbyrå <i>Statistikk over eksisterende bygningsmasse,</i> 2001
SSB 2002	Statistisk sentralbyrå <i>Naturressurser og Miljø 2002</i> Statistiske Analyser SA 55, 2002
Stortinget 1924	Stortinget <i>Lov om bygningsvesenet</i> av 7. februar 1924
Støa 2001	Støa E et al <i>Smått og flott - Arealeffektive boliger for ungdom</i> SINTEF Trondheim 2001



- Støa 2002/1 Støa E et al *Tilpasningsdyktige Boligområder, Del 1* SINTEF Trondheim 2002
- Støa 2002/2 Støa E et al *Tilpasningsdyktige Boligområder, Del 2* SINTEF Trondheim 2002
- Svennar 1975 Svennar E *Boligens planløsning* Håndbok 25 Norges byggforskningsinstitutt, Oslo 1975
- Thue 2003 Thue JV *Energibruk i bygninger* Institutt for bygg- og anleggsteknikk, NTNU, Trondheim 2003
- Thyholt 1999 Thyholt M et al *Bygningskroppen i et livsløpsperspektiv - status og tiltak* SINTEF Rapport nr. STF22 A99500, Trondheim 1999
- Wikforss 1986 Wikforss Ö et al *Normfritt byggande. Boendepreferenser före inflyttning i Sävja, Uppsala* Byggforskningsrådet Rapport R32:1986, Stockholm 1986
- Ytrehus 2000 Ytrehus S *Interpretation of housing needs - a critical discussion* Norwegian Building Research Institute, Paper at ENHR 2000, Gävle 2000
- Ås 1984 Ås D *Boligens tilleggsarealer. Steder for oppbevaring og opphold utendørs* Byggforskserien G 211.223, Oslo 1984