

# kWh/CO<sub>2</sub>?

Notat til Energiutvalget

fra Gaiaarkitekter ved Frederica Miller; Bjørn Berge, Dag Roalkvam, samt Architectopia ved Andrew Holt.

Hva er hensiktsmessige kriterier for å minske klimagassutslipp, og bedre miljøprofilen for eksisterende og ny bebyggelse?

Vi er bekymret for at gjeldende lovverk – TEK 2007 - og de bebudede skjerpingene av regelverket i retning av passivhus standard kan få uønskede effekter i forhold til reduksjon av klimagassutslipp.

I tillegg kan miljømessige gode løsninger utelukkes fordi de ikke innfrir for snevre energieffektiviseringskrav.

**Konklusjoner/ oppsummering:**

Energieffektiviseringsdebatten er for endimensjonal - i verste fall kan dette skape ØKTE klimagassutslipp, dersom man ikke tar hensyn til materialvalg, inneklima med mer.

Det er svært viktig med en kritisk gjennomgang før ytterligere skjerping av TEKen. Det må vurderes andre kriterier enn kWh/m<sup>2</sup>.

Energiberegningsmetodene og faste verdier må endres slik at de åpner for forskjellige ventilasjonsmetoder, og oppmuntrer til intelligente, enkle, robuste og framtidrettede bygningstekniske løsninger.

Arealeffektivitet, klimagassregnskap for materialer, CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>, LEED/BREEAM systemer kan være aktuelle.

Det er viktig at elektrisitet vektles for CO<sub>2</sub> – i hvert fall i bygg sammenheng og beregningsmodeller.

Det er viktig med egne tiltak for eksisterende bebyggelse. For eksempel individuell måling av strømforbruk/energibruk; tiltaksrekker basert på lite investering for høy lønnsomhet; og tiltak som gir mest mulig energisparing med minst mulig endringer av uttrykk/utseende, og energieffektivisering tilpasset type bebyggelse.

Tiltak bør skille mellom bolig – og næringsbygg, nybygg og eksisterende bygg.

Oppmuntre til investering i lokale fornybare energikilder som solfangere.

Det må gjøres en kritisk gjennomgang av virkemidler for å finne mere helhetlige kriterier som faktisk ivaretar målsettingen om reduserte klimagassutslipp, og ivaretar helhetlige økologisk forsvarlige løsninger.

## Energieffektivisering - er det eneste fokus?

Miljøsertifisering innebærer mange momenter, det er viktig at lovverket ivaretar hovedhensikten.

Målet med energieffektiviseringen og EU-direktivet er i tillegg til å redusere energibehov, å redusere klimagassutslipp. Det er derfor nødvendig å være sikker på at innskjerping av TEK faktisk løser flere problemer.

Det finnes mange miljøsertifiserings- og klassifiserings systemer, som for eksempel BREEAM, DGNB (Tyskland) Ecoeffekt (Sverige) CASBEE (Japan) LEED (USA) osv. ingen dekker alle områder, men de kan være en begynnelse for å sikre at viktige momenter faktisk er med. (Se Varis Bokalders – Whole House Book)

## Er energieffektivisering et KLIMATILTAK?

Bakgrunnen for energieffektivisering er krav om energimerking av bygg som innføres i 2010, samt et politisk ønske om å gjøre noe i forhold til klima, samt å redusere el. bruk til rom/varmtvanns oppvarming, og frigjøre El. til andre formål som transport (eller salg utenlands) og generell reduksjon av energibruk.

Utgangspunkt for EU direktivet er å redusere klimagassutslipp forbundet med energibruk. I Europa er dette vesentlig pga. lav andel fornybare energikilder. I Norge er dette mindre vesentlig fordi så å si all El. kraft til husholdninger er fornybar.

I Norge er det politisk vanskelig å vekke elektrisitet, men det er uansett en viktig miljømålsetting å redusere bruken av elektrisitet til rom- og varmtvannsoppvarming i bygninger, og frigjøre den til andre formål som for eksempel transport, som er en av de helt store klimagassutslippsskildene i Norge.

Det er derfor viktig å vekke elektrisitet for klimagassutslipp - og hvis man ikke gjør det kan man spørre hvorfor vi skal bruke masse ressurser på energieffektivisering som et klimatiltak?

Vi forutsetter derfor at det er viktig og riktig å redusere bruken av elektrisitet i bygninger, og få bedre energieffektivitet.

For å løse klimakrisen må vi ta utgangspunkt i fotavtrykk regnskapet dvs. "bygningen-i-seg-selv"-regnskap, der alle belastninger knyttet til materialer og energiforbruk tas med uansett hvor de er produsert, dvs. andre hensyn enn nasjonalpolitiske mål om å oppfylle Kyoto.

Forskriften er noe ambivalent i denne sammenhengen.

Hva er målet? Å få ned klimabelastningene UANSETT KILDE, eller å ivareta Norges klimaforpliktelser?

## SITUASJONEN NÅ

- TEK 2007 + NS 3031 = ren energieffektiviserings utgangspunkt hvor måleverdi = kWh/m<sup>2</sup>
- Økt isolasjon/U-verdier
- Konstant luftskifte, uansett behov, for boliger og småhus (ingen årstid/døgn variasjon eller brukstid)- tabell A6 + A3.
- Favoriserer mekanisk ventilasjon til fordel for andre løsninger, er derfor styrende for valg av inneklimaløsninger
- Av tretten inneklimaparametre (folkehelsa; anbefalte faglige normer for inneklima) er det en overfokusering på en: luftmengder (Dette er ytterligere forverret i siste TEK)

## FORSLAG OM PASSIVHUS SOM STANDARD ER DET ET GODT KLIMATILTAK?

MÅLET MED PASSIVHUS ER KUN Å SPARE ENERGI.

Passivhusstandard er et tysk konsept som innebærer: Tett bygningskropp, mye isolasjon, vinduer med lave U-verdier (Under 1,0), rom oppvarmingsbehov under 15 kWh/m<sup>2</sup>, total energibehov på under 120 kWh/m<sup>2</sup>, luft til luft varmegjenvinning i balanserte mekaniske ventilasjonssystemer.

Det er ingen krav til CO<sub>2</sub> utslipp relatert til levert energi, eller materialbruk.

Nedenfor er energibruken til noen av de norske ” passivhus” , total energiforbruk:

OBS! alle tall er teoretiske beregnede tall

Løvåshagen leiligheter 91 kwh/m<sup>2</sup>/år

I-box Trømsø 62 kwh/m<sup>2</sup>/år (ikke beregnet etter nåværende TEK/NS3031)

Ladeveien enebolig 78,7 kwh/m<sup>2</sup>/år

Til samling har Gaia-Oslo et prosjekt Røa miljøboliger, som hadde et mål om å være et passivt passivhus, dvs. et naturlig ventilert ” lavenergihus” . Her ble total teoretisk energibehov beregnet til

64 kwh/m<sup>2</sup>/år. Det betyr at det er mulig å lage naturlig ventilerte lavenergibygg, med robuste bygningsintegreerte løsninger. Slike løsninger er allerede svært vanskelig å få til i nåværende TEK 07, og dersom tendensen fortsetter vil det være så å si umulig.

Vi vil fremholde at det er viktig med lavenergibygg – men passivhus konseptet er bare en metode blant flere. Byggeforskriften må være åpen for flere løsninger, og ikke ensrette utviklingen mot en metode.

### PASSIVHUS KRITIKK:

Det er allerede debatt og kritikk av passivhuskonseptet i andre land som har lengre praktisk erfaring med konseptet: som for eksempel Sverige, Tyskland, England, Nederland.

Denne kritikken har følgende 4 hovedmomenter

1. ENERGI
2. INNEKLIMA
3. INSTALLASJONSTEKNOLOGI
4. KLIMAGASSUTSLIPP/ MATERIALBRUK

#### 1. ENERGI

Passivhus er avhengig av El. noe som er i direkte motsetning til overgang til nye fornybare energikilder. Hvis El. vektet, som det bør på bygg nivå, så innebærer det klimagassutslipp. I tillegg innebærer det at man skaper en byggeskikk som er helt avhengig av elektrisitet. Dette bemerkes i

Klimakur 2020 del B:

” 15.5.3 Målkonflikter

Krav om lavenergibygg og passivbygg i TEK kan føre til en økt andel nybygg basert på direkte elektrisk oppvarming, noe som kommer i konflikt med målsetningen om økt bruk av fornybar varme.”

### MYE ISOLASJON – FOR MYE?

Det er ikke optimalt verken bygningsfysisk eller økonomisk å ha FOR store isolasjonstykkelser.

- Supertette konstruksjoner med tykke isolasjonssjikt er teknisk krevende å bygge. For å unngå senere fuktproblemer, kreves streng kvalitetskontroll under oppføring. Skader i tettesjiktene i plast fører ikke bare til at energieffektiviteten punkteres, men også at fuktproblemer kan gi opphav til muggsoppdannelser, et sårbart byggesystem.

- Levetiden til plast og tape er kanskje 20 til 25 år, det er utilgjengelig for inspeksjon, når de etter hvert revner og smuldrer opp blir energioekonomien dårligere, og det blir større risiko for fuktskader.
- Isolasjonstykkelser over 30cm i vegg og 50cm i tak fører til marginale energibesparelser (bare til ytterligere 2 % ref. Christer Harrysson, Örebro universitet), med altså økt fare for fuktskader.

## UTDRAG fra ENERGI – debatten i Sverige (våre uthevninger)

### ” Tema passivhus: Forskere ifrågasätter passivhusen

- Även passivhusens luft och vatten måste värmas. Om uppvärmningen sker med tillskott av el kan andra alternativ vara bättre, säger forskarna Christer Harrysson och Anna Joelsson. Ana Joelsson och Christer Harrysson har, oberoende av varandra, invändningar mot passivhusens energilösningar och innemiljö.
- Alla hus behöver tillskottsenergi, säger Anna Joelsson, doktorand i ekoteknik vid Mittuniversitetet. Och om man använder el som tillskott i ett passivhus, så kan ett sämre isolerat hus med fjärrvärme visa sig använda mindre primärenergi och ge mindre klimatpåverkan än ett nybyggt passivhus. Anna Joelsson anser att man måste ta hänsyn till byggnadens hela livscykel och även till hela energikedjorna fram till husets energianvändning. I ena änden av skalan ligger fjärrvärme från kraftvärme och i andra änden finns direktverkande el. Även om behovet av tillskottsenergi är relativt litet i ett passivhus kan alltså ett sämre hus med fjärrvärme vinna i längden.

Christer Harrysson, professor i byggteknik vid Örebro universitet, ifrågasätter passivhusens energitekniska lösningar.

- Sedan mitten av 1980-talet har energitekniken i byggandet egentligen inte gjort några större landvinningar. Dagens nybyggda hus är vanligtvis inte energisnålare än hus från slutet av 1980-talet. Däremot har det poppat upp flera energitekniska trender som var och en kan ifrågasättas av olika skäl, varav passivhusen ganska okritiskt försetts med sådan teknik.
- Den första trenden är enligt Christer Harrysson att överdimensionera isoleringen. När isoleringen i tak eller vindsbjälklag blir tjockare än 50–60 centimeter, och i väggar och golv över 30 centimeter, så är energivinsten minimal medan man förlorar i bygg- eller boyta. Övertjock isolering ökar även risken för fukt och mögel.
- Två andra trender som nu har reviderats är luftburen värme och energislösande golvvärme. Luftburen värme, som används i de flesta passivhus, kan ge hälsoproblem av damm och, i värsta fall, mögel i tilluftskanalerna. De är svåra att hålla rena och man måste byta ganska dyra filter med vissa mellanrum.
- Både luftvärme och golvvärme är dessutom svårreglerade system som inte ger optimal energiekonomi. I passivhusen har man ofta bara en termostat centralt i huset vilket försvårar regleringen i perifera rum. Det gör att bostaden inte kan utnyttja gratisvärme från solinstrålning och kroppsvärme.
- De stora fönsterytorna som ska ge passiv solvärme bör också ifrågasättas, enligt Christer Harrysson. U-värdet i fönster kan aldrig bli lika bra som i en vägg. Det blir värmeförluster på vintern när också effektbehovet är som störst, och man riskerar att få för varmt under sommaren om fönstren utsätts för solstrålning.
- Räknar man bort solfångarnas tillskott i passivhusens energiekonomi, så motsvarar de ungefär energibehovet i ett ordinärt energisnålt småhus med frånluftsvärmepump. Längre än så, ungefär 80 kWh per kvadratmeter och år, har utvecklingen egentligen inte kommit, säger Christer Harrysson.

Text: Lars Krögerström Fra [www.energimyndigheten.se](http://www.energimyndigheten.se)

## 2. INNEKLIMA

Vi vet at forvarming av tilluft i mekaniske ventilasjonsanlegg med luft – luft systemer kan gi inneklimaproblemer på sikt. Slike anlegg krever regelmessig renhold og tilsyn for ikke å bli spredere av inneklima problemer. Det finnes omfattende forskning og dokumentasjon fra forrige energieffektiviseringsbølge på 80-tallet (ref. bla. a. Christer Harrysson Ørebro Universitet.) Det er også dokumentert større forekomst av astma og allergi i husholdninger med balanserte mekaniske ventilasjonssystemer enn i dårlig ventilerte boliger med avtrekksventilasjon. I inneklima sammenheng var det inntil for få år siden bred enighet (uansett faglig ståsted om ventilasjonsmetode) om at forvarming av luft, og luftbehandling i det hele tatt ikke er heldig for inneklima. Det synes som om denne kunnskapen er glemt.

Tek 07 setter (til dels absurde) krav til konstante luftskifter og varmegjenvinning, men det står lite om kontrollrutiner i driftsperioden, eller andre viktige inneklimaparametre. I tillegg tillates kun å beregne luft til luft varmegjenvinning, ikke for eksempel varmegjenvinning fra avtrekksluft til varmtvann. (Det finnes for øvrig svensk dokumentasjon på at det er lite lønnsomt med varmegjenvinning på avtrekksluft da energien til vifter med mer overgår potensiell sparing.

Vi stiller spørsmål ved hva som skjer når forutsetningene endres, økonomien strammes til eller når kunnskapen ikke overføres til nye eiere? Hva skjer med kanalvedlikehold, filterutskifting med mer?

I det vi nå går et endret klima i møte, med mer ekstremvær, kaldere, varmere, våtere og villere; er det ikke da grunnleggende viktig at vi har en byggeskikk som er robust, som sikrer at fukt forsvinner og som gir et bra innemiljø uten avhengighet av elektrisitetsforsyning eller omfattende kontrollregimer?

Har passivhuskonseptet dokumentasjon på et godt inneklima ikke bare de første driftsårene men etter 5 – 10 – 15 år?

## 3. INSTALLASJONSTEKNOLOGI

Problemer med fukt i inntak, feil plasserte inntak, dårlig prosjekterte anlegg, systemer som ikke virker om vinteren er velkjente problemer ved mekaniske ventilasjonsanlegg. Det er utbredt skepsis til om byggebransjens kompetanse er godt nok på dette området.

” Handlingsplan for passivhus bygg.no/id/50892.0

Siste hovedgrep er at det foretas en utvikling av robuste standardløsninger for passivhus som formidles gjennom anvisninger i Sintef Byggforsk-serien. Her ligger det mye FoU og forsøksbygging for å høste erfaringer og kunnskaper fra passivhusprosjekter.

For å understreke alvoret i situasjonen opplyste Jæger at Boligprodusentene har spurt spesialrådgiveren Mycoteam om aktørene har god nok kompetanse og god nok kvalitetssikringsrutiner til å sikre at nye energikrav ikke fører til økt forekomst av fuktskader og inneklimaproblemer.

Svaret var nei. Mycoteam, som kan vise til 20 års kontakt med håndverkere og takstmenn i forbindelse med byggskader, er overbevist om at kompetansen hos næringen ikke er tilstrekkelig god når det gjelder denne type problemer.

Bransjeorganisasjonen Boligprodusentene representerer to tredjedeler av boligproduksjonen i Norge. Ett av foreningens uttalte mål er å sette medlemmene i stand til å levere boliger med passivhusnivå.”

## 4. KLIMAGASSUTSLIPP/ MATERIALBRUK

Et passivhus reduserer i utgangspunktet samlet ENERGIbruk i driftsfasen. For å redusere klimagassutslipp er det avgjørende hvilke energiKILDER som brukes SAMT materialbruk

Vi kan eksempelvis tenke oss:

- et dårlig isolert tømmerhus 100 % fyr med ved vil ha svært lav utslipp av klimagasser
- et passivhus med bruk av mye plast, stål, aluminium, balansert mekanisk ventilasjonsanlegg som er avhengig av elektrisitet, vil ha høye klimagassutslipp både fra produksjon og i drift og vedlikehold

Det betyr at i verste fall kan et passivhus forårsake ØKT klimagassutslipp.

Det er gode grunner til å forvente lavere total energiforbruk over 50 år i en bygning med moderat energistandard i robust utførelse enn for en med høy energistandard i lite robust utførelse.

### NYBYGG kontra EKSISTERENDE BYGG

I snitt er det 2,2 % fornyelse av bygningsmassen per år. Det betyr at tiltak rettet mot oppgradering av eksisterende bygningsmasse er fundamentalt viktig. Bygninger bruker i snitt 250 kWh/m<sup>2</sup> brutto gulvflate. Gjennomsnittlig bolig bruker 22 600 kWh/år. For eksisterende bygg MÅ det brukes andre målestokk. Å gjøre om alle eksisterende bygg til passivhus er en dårlig strategi både bygningsteknisk, økonomisk og kulturhistorisk, og dessuten en praktisk umulighet. Der bør det være egne kriterier som styres etter sjekklister med anbefalte tiltak. Det meste kan gjøres UTEN at det gir dramatiske endringer av bygningers utseende. Her må det være et nært samarbeid med antikvariske myndigheter som har mye erfaring på hva som er gode tiltak.

### Arealeffektivitet! kWh/m<sup>2</sup>/år sier ingenting om arealeffektivitet

Gjennomsnittlig boligareal per person her i landet økte fra 29 m<sup>2</sup> i 1967 til 51 m<sup>2</sup> i 2000, og stiger stadig. I tillegg bygger vi mer hytter enn noen gang. Den effekten som vi får av energiøkonomisering spises opp av forbruksveksten. I tillegg til kWh MÅ vi begrense antall kvadratmeter.

Arealeffektivisering er kanskje det viktigste miljøgrep, fordi det reduserer alle typer belastninger både under byggefase og i drift. Det ligger inne i energiformelen for eneboliger.

I Danmark er reguleringsfaktoren nå økt til 2200. I Norge er den 1 600.

Kontorbygg bruker fra 100 til 380 kWh/m<sup>2</sup>, de siste 5 % bruker fra 380 til 700 kWh/m<sup>2</sup>.

Gjennomsnitt er 243 kWh/m<sup>2</sup>. I næringsbygg er energibruken vanligvis 30 % til varme, 20 % til kjøling, og 50 % til el = lys/utstyr. Men tendensen er at det er en stigende andel el. bruk til installasjoner og teknisk utstyr – dess mere lavenergi bygg er, dess større andel energi går til EL.

### EMBODIED ENERGY/CARBON

Det er og vil komme mange prosjekter hvor det hevdes at det er bedre å rive gamle bygninger og bygge nye energieffektive bygg, enn å rehabilitere. Dette må undersøkes bedre, og den energien som har gått med til å bygge det eksisterende bygget – embodied energy eller innebygget energi – må tas med i regnskapet. I klimagass sammenheng må også innebygget karbon vurderes.

Konklusjoner fra rapporter fra 1980 (ref Patrice Frey, Washington University):

I alle prosjektstudier sparer bevaring/rehabilitering mer energi enn riving og nybygging.

Når et eksisterende bygg blir revet tar det mellom 25 – 60 år å gjenvinne energien brukt i riving og nybygging.

Nyere forskning:

2007, Klunder: Innebygget (Embodied) energi = 30 % av total energibruk; Sverige: 45 % av energikostnadene i livssyklus; Israel: 60 % over 50 års livssyklus.

Innebygget karbon (Embodied Carbon):

ICE: Inventory of Carbon and Energy, Bath University

2008: New Tricks with Old Bricks: Nye energieffektive hjem gjenvinner karbon først etter 35 – 50 år med energieffektiv drift.

Ross, Univ. Of Victoria: ” En ny bygget bolig bruker mer energi i byggingen og til en betydelig høyere pris miljømessig enn det opprinnelige huset.”

Etter det vi vet er det fremdeles liten forskning på dette, noe som ABSOLUTT bør undersøkes, ellers risikerer vi å ØKE klimaproblemene i en sårbar fase.

#### RAADVAD VINDUSUNDERSØKELSE

Viser hva som skjer når man ikke bare vurderer energitap, men total miljøpåvirkning, inklusive klimapåvirkning. Da kommer rehabilitering av eksisterende vinduer med et nytt varevindu best ut. Verst er moderne tre/aluminiums vinduer.

[www.bygningsbevaring.dk](http://www.bygningsbevaring.dk)

#### VERDIEN AV BYGNINGER NÅ

Forskning fra Cicero tilsier at klimagassutslipp må reduseres radikalt NÅ (dvs. neste 20 år), reduserte klimagassutslipp er 6 til 7 ganger mer verdifulle NÅ enn om 20 år.

Eksisterende bygninger har derfor allerede høy verdi som karbon- og energilager. I tillegg kan andre faktorer som transport ha større betydning på totale klimagassutslipp.

#### KLIMAGASSREGNSKAP

Statsbygg har gjort et pioner arbeid på klimagassregnskap. Klimagassutslipp fra byggeprosjekter i ” klimagassregnskap” gjelder områdene transport i driftsfasen, energibruk i driftsfasen og materialer.

<http://www.klimagassregnskap.no/>

[Selvig Cervenka ss1276-1283 fra Sb08 Vol 2 19 Dec.pdf](#)

“Resultatene viser at valgene som gir lavest klimagassutslipp er:

- Valg av energieffektiv design og fornybare energikilder og bærere kan redusere utslipp med mer enn 50 %.
- Sentral beliggenhet og/eller nærhet til god kollektivtransport – utslipp fra transport sammen med drift av bygget kan reduseres med mere enn 50 %.
- Rehabilitering og gjenbruk av bygg kan redusere klimagassutslipp fra materialer med 60–70 % sammenlignet med nybygg. “

Vi mener at klimagassregnskap bør vurderes som et bedre kriterie enn kWh/m<sup>2</sup>.

#### ENKLE ROBUSTE LØSNINGER

1. Forslag til tiltak i eksisterende bebyggelse, ref. Professor Christer Harrysson Ørebro universitet.

3 nivåer på tiltak:

1. Energileverandør
2. Brukervaner: Påvirkes gjennom individuell måling av energi- og varmtvannsforbruk, samt holdningsendringer. Kan forskriftsfestes.
3. Tekniske tiltak, bygg- og installasjonstekniske løsninger

Eksempler på tiltak i eldre bygg - nærliggende med høy lønnsomhet:

- Injustering av varme- og ventilasjonssystemer
- Enkle ventilasjonssystemer med lite vedlikeholdsbehov og minimal risiko for helseproblemer, tilsier avtrekksventilasjon med varmegjenvinning i form av varmepumpe på avtrekksluften som tilbakeføres varmtvannssystem.
- Individuell måling
- Fleksibelt varmesystem, vannbåren varme med radiatorer som kan temperaturstyres lokalt
- Tilleggisolering av loft og temperaturstyring

Eksempler på større tiltak med lavere lønnsomhet:

- Bytte vinduer til nye energieffektive vinduer og etterisolering

Solfangeranlegg for varmtvannsproduksjon – gi støtte til investering i bruk av solenergi

2. Invester i bygningskallet fram for installasjoner

Ikke tekniske løsninger men bygningsintegreerte løsninger Dvs. passiv passiv

3. Danske SBI ved Robert Marsh har i sin forskning vist at fremtidsrettede løsninger kan bety en utvikling i retning av:

Bygninger, Energi Klima SBI Danmark 2008

## Strategi

Et nyt paradigme for fremtidens lavenergi- og energineutrale bygninger kan realiseres ved at anvende et udvidet lavenergibegreb, som lærer af fortiden, afspejler nutiden, og tager afsæt i fremtiden:

### *Rum*

Et veldisponeret dagslysindfald er en central kvalitativ fordring. Rum med stor højde til vinduets overkarm samt beskeden rumdybde sikrer en god dagslysfordeling og kan ventileres naturligt. Det minimerer elforbruget til belysning og teknik. Vinduers størrelse bør fastlægges ud fra dagslysbehov, og rum med større vinduesarealer kan med fordel orienteres mod nord for at minimere overophedning om sommeren.

### *Materialer*

Energitekniske og produktionsmæssige fordele kan opnås ved at anvende lette, præfabrikerede elementer, som er højisolerede og integrerer multifunktionelle vindueskomponenter. I kombination med tunge indvendige bygningsdele og faseskiftende materialer kan primærenergiforbruget til opvarmning og køling reduceres betragteligt.

### *Teknologi*

I vidensamfundets bygninger kan man forvente voksende højteknologiske krav og øget udbredelse af intelligente apparater og installationer. Ved at satse på et bredt spektrum af elbesparende strategier og en omfattende vedvarende energiproduktion kan fremtidens bygninger blive energineutrale i et helhedsperspektiv.