

# Miljøparadokser i byggebransjen

INNLEGG / Anne Sigrid Nordby og Frederica Miller /

En samlet byggebransje mener tilsynelatende at løsningen på klimautfordringene er å bygge flest mulig passivhus fortest mulig. Kan det være at man dermed utelukker andre, og på sikt mer virksomme, tiltak?

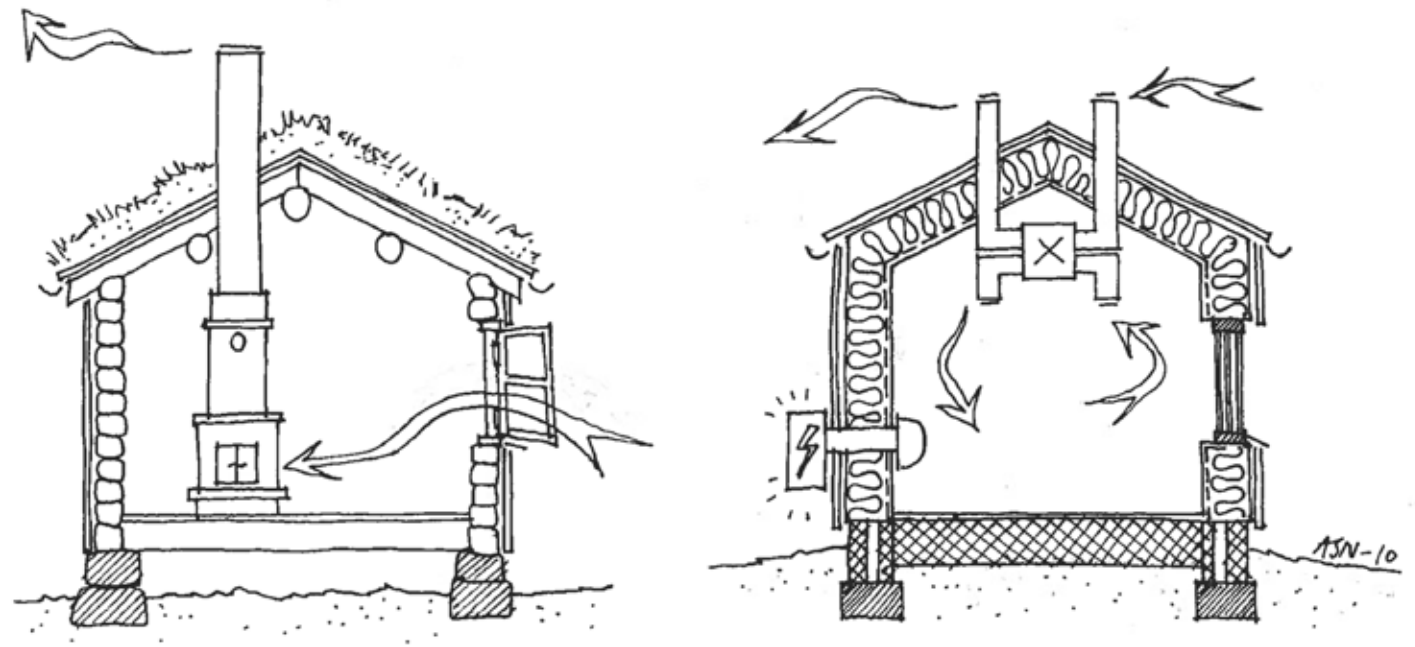
Det kan virke som om en samlet byggebransje, inkludert myndigheter, forskere og naturvernere, mener at løsningen på klimautfordringen er å bygge flest mulig passivhus fortest mulig. Logikken er enkel å formidle; såkalte passivhus har et svært lavt energibehov til oppvarming, og kan derfor gi lavere klimagassutslipp fra energibruk i driftsfasen. Byggeforskriften og EUs energimerkedirektiv fokuserer likeledes nesten utelukkende på energieffektivitet, men spørsmålet er om dette er riktig satsing i forhold til å få bukt med både energibruken og de andre miljøutfordringene som bransjen har. Kan det være at man utelukker andre, og på sikt mer virksomme, tiltak? Utfordringene er imidlertid svært sammensatte og disse argumentene er derfor tyngre å formidle og omsette i politiske slagord.

Innlegget er et forsøk på å belyse noen miljømessige paradokser og rene tilbakeslag som følger av det ensidige fokuset på kWh/kvm som suksesskriterium for bygninger, og stiller kritiske spørsmål rundt utviklingen av vår nye byggeskikk.

## Energimerkeordning og byggeforskrifter

Energimerkedirektivet er en EU-initiert ordning for å redusere klimagassutslipp fra fossile energikilder som kull og olje til oppvarming av bygninger. Da energikildens klimabelastning er avgjørende for hvorvidt energisparing faktisk bidrar til å redusere klimagassutslipp, er det store forskjeller på energi fra ulike typer fornybare/ikke fornybare kilder (fra sol, vind, biobrensel, fjernvarme og vannkraft, til atomkraft, olje, gass og kull), og ikke minst gir dette utslag når det gjelder vektning av elektrisk strøm i forhold til hvordan den er produsert. I Norge er det politisk vanskelig å vekte elektrisitet, som i all hovedsak er en fornybar energikilde produsert ved hjelp av vannkraft. 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 kildene til klimagassutslipp.

Byggteknisk forskrift av 2007 (Tek 07) trådte i kraft høsten 2009, og har en betydelig skjerpning av kravene til energieffektivitet målt i kWh/kvm. Beregningsmetodene som skal benyttes er standardiserte for hele Norge uansett



1. Laftet bygg. Log house.

2. Passivhus. Passive house.

lokalklima (NS3031), og legger opp til at løsningene som forbindes med passivhusteknologi favoriseres. Passivhusstandard fremmes nå også som en energipo-

## «Framtredende politikere med statsråd Navarsete i spissen, melder at passivhus bør vurderes innført allerede i 2014 som standard for nye bygg.»

litisk målsetting for alle bygninger, både nye og eksisterende, og framtredende politikere med statsråd Navarsete i spissen, melder at passivhus bør vurderes innført allerede i 2014 som standard for nye bygg.

### Er kWh/kvm en god miljøindikator?

Gjennomsnittlig boligareal per person her i landet økte fra 29 kvm i 1967 til 51 kvm i 2000, og stiger stadig. I tillegg bygger vi mer hytter enn noen gang før. Med andre ord spises den effekten som vi får av energiøkonomisering fort opp av forbruksveksten. Hvis vi virkelig skal kutte i total energibruk så det monner, må vi i tillegg til kWh begrense antall kvadratmeter. Arealeffektivisering er kanskje det viktigste miljøgrepet, fordi det reduserer alle typer belastninger både under byggefasen og i drift, men blir ofte oversett – fordi ingen i bransjen egentlig er så interessert?

Byggematerialenes klimabelastninger knyttet til utvinning, produksjon og transport er betydelige, og beregninger foretatt av blant annet Statsbygg viser viktigheten av å inkludere de materialmessige belastningene sammen med belastningene fra den driftsrelaterte energibruken. I tillegg inneholder byggematerialer en rekke kjemiske tilsetningsstoffer – kjente og ukjente – som kan vise seg som miljøproblemer i bruk eller i avhendingsfasen. Bruk av lokale materialer for å redusere transport, materialer med lave produksjonsmessige miljøbelastninger, samt vedlikeholdsvennlige og gjenbrukbare materialer som gir lang levetid, er tiltak som kan gi store utslag i klimagassregnskapet, men som ikke foreskrives. Generelle formuleringer om materialbruk i forskriftene (blant annet

### To ytterpunkter:

1. Laftet bygg, naturlig ventilert, koblede vinduer med 2-lags glass, og vedfyring med kakkellovn.
2. Passivhus med balansert mekanisk ventilasjon, med dampspærre i vegg og tak, høy isolasjon med mineralull og polystyrenprodukter, vinduer av aluminium og PVC med energibelegg og argongass. Oppvarming med luft-til-luftvarmepumpe.

Laftet hus vil etter en ren energiberegningsmodell (NS 3031) komme svært dårlig ut, med dårlig energimerke (E standard?), mens passivhuset vil komme svært godt ut (A standard). Hvis vi derimot ser på klimagassregnskapet, kan passivhuset komme dårlig ut, mens laftet huset kan komme svært godt ut.

Det laftede bygget består i hovedsak av lokale materialer som tre, torv, o.l. som har lave klimagassutslipp, og hvis man regner med at treet lagrer karbon mens det lever blir regnskapet enda bedre. Vedovnen bruker en lokal fornybar energikilde, og vil, hvis den er en kakkellovn, gi lave utslipp og være svært energieffektiv.

Passivhus-eksempelet består av materialer med høye klimagassutslipp; polystyren, aluminium og PVC. Plastmaterialene er oljeprodukter, og har begrenset levetid. Oppvarming med varmepumpe krever elektrisitet, selv om det reduserer energibehovet med to tredjedeler. Hvor lenge det balanserte mekaniske anlegget har den anslåtte virkningsgraden er også usikkert. Det er derfor mange momenter som taler for at man må se på det samlede klimagassregnskapet for et prosjekt, og at det er behov for en helhetlig tilnærming til problematikken.

### Two extremes:

1. Log house, naturally ventilated, with double windows and a log-burning storage heater.
2. Passive house, with mechanical ventilation, fully airtight, highly insulated with mineral wool or polystyrene and with PVC and aluminium windows.

substitusjonsplikten) oppfattes som nærmest frivillige ordninger, og følges ikke opp med krav på samme måte som krav til tykkelse på varmeisolasjon.

### Hva innebærer passivhusstandard?

Passivhusstandard er et opprinnelig tysk konsept som stiller krav om at bygg skal bruke maksimum 15 kWh/kvm til romoppvarming. Husene er svært tette, med høye isolasjonstykkelser av mineralull (opp til 45 cm i vegg og 55 cm i tak), plastdampsperre og eventuelt teipede skjøter, svært lav U-verdi (varmegjennomgangstall) på vinduer og balansert, mekanisk ventilasjonssystem. Anleggene – såkalte luft til luft systemer – har varmegjenvinning på avtrekksluften og forvarming av den friske, kalde tilluften. Vi mener at konseptet i utgangspunktet misbruker begrepet «passivt» da det i høyeste grad baseres på aktiv teknologi for å oppnå den lave energibruken. Videre har erfaringer fra andre europeiske land allerede skapt debatt om hvorvidt dette er god byggeskikk.

### Fører de anbefalte løsningene til robust byggeskikk?

Supertette konstruksjoner med tykke isolasjonssjikt er teknisk krevende å bygge. For å unngå senere fuktproblemer kreves streng kvalitetskontroll under oppføring, slik at skader i tettesjiktene unngås. Videre kan man stille spørsmål ved levetiden til disse materialene, som er utilgjengelig for inspeksjon i konstruksjonen. Hvis plastfolie og teip, som hele systemet avhenger av, punkteres av skruehull eller smuldrer opp før resten av konstruksjonens levetid er nådd, fører dette ikke bare til at energieffektiviteten reduseres, men også til at fuktproblemer kan gi opphav til muggsoppdannelser. Disse sårbarhetene ved systemet er sjelden oppe til debatt. Forskning fra Ørebro Universitetet peker for øvrig på

## «Dette resultatet [energibruken i de norske passivhusprosjekter som hittil er gjennomført] er det fullt mulig å oppnå med helt andre og mer robuste metoder.»

at isolasjonstykkelser over 30 cm i vegg og 50 cm i tak fører til bare ytterligere 2% energibesparelser, men med økt fare for fuktskader.

De obligatoriske ventilasjonsanleggene med varmegjenvinning og andre elektrisk drevne enøk-hjelpemidler fører til avhengighet av elektrisk strøm for å sikre energieffektivitet så vel som et godt innemiljø. Er dette så lurt? Hva skjer da – med både energieffektiviteten og innemiljøet - hvis forsyningen svikter? Eller – som sist vinter i Trysil – hvis slike anlegg fryser i kaldt vær? (Beskrevet i «Byggmesteren» 3/10) I Tek 07 er også fritidsboliger over 150 kvm inkludert i kravet til mekanisk ventilasjon. Dette betyr blant annet at større hytter som i dag ikke har fast strømtilførsel, faktisk må installere dette for å oppfylle forskriften. Her nevnes turistforeningens anlegg, noen av dem i nasjonalparker, som enten må anskaffe et lokalt strømaggregat (vanligvis kjørt på fossilt brensel!) eller forlenge det offentlige elektrisitetsnettet inn i sårbar fjellnatur. Begge alternativer synes dårlige med tanke på total miljøeffekt. Ventilasjonsanleggene vil – uansett energikilde – medføre en økning av så vel energibruk som klimautslipp i forhold til dagens praksis med vedfyring og naturlig ventilasjon. Dessuten tilsier all tidligere erfaring at når strøm først er installert, så vil totalbruken øke.

### Hva med innemiljøet?

Mekaniske ventilasjonsanlegg med luft til luft systemer krever regelmessig renhold og tilsyn for ikke å bli spredere av inneklimateproblemer. Tek 07 setter høye krav til konstante luftskifter og varmegjenvinning, men det står lite om kontrollrutiner i driftsperioden. Hva skjer når forutsetningene endres, økonomien strammes til eller når kunnskapen ikke overføres til nye eiere? 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 sikrer at fukt forsvinner uten å skade vitale bygningsdeler og som gir et bra innemiljø uten avhengighet av elektrisitetsforsyning eller omfattende kontrollregimer? For bare 10 år siden ble det advart sterkt fra inneklimateforskere om at luft til luft systemer og forvarming av ventilasjonsluften er svært risikabelt for inneklimate. Er dette glemmt?

### Finnes det andre måter å oppnå samme energieffektivitet på?

Selv om passivhus ikke bruker mer enn 15 kWh/kvm til romoppvarming, så er den teoretisk beregnede totale energibruken i de norske passivhusprosjekter som hittil er gjennomført alt fra 62 (I-boks Tromsø) til 91 (Løvåshagen Bergen) kWh/kvm. Dette resultatet er det fullt mulig å oppnå med helt andre og mer robuste metoder. Diffusjonsåpne konstruksjoner, sunne (lavemmitterende og fuktregulerende) materialer, isolasjonstykkelse på opp til 30 cm i vegg og 50 cm i tak, naturlig ventilasjon med behovsstyrt og årstidstilpasset mekanisk avtrekk fra bad og kjøkken, og fleksible og lett regulerbare varmesystemer gir et godt inneklimate og lav energibruk uten bruk av varmegjenvinner. Boliger oppført etter disse prinsippene kan kalles virkelig passive passivhus og har altså teoretisk sett like gode forutsetninger som mer aktive «passivhus» for å oppnå god energieffektivitet. Om noen av disse boligene faktisk oppnår den beregnede energibruken, blir imidlertid opp til brukerne å avgjøre.

### Skal vi slutte med naturlig ventilasjon?

Naturlig ventilasjon blir nå i praksis vanskelig å gjennomføre på grunn av et implisitt krav om ventilasjonsanlegg med varmegjenvinning, også for boliger. Luftskiftekravene i Tek 07 er satt på et konstant høyt nivå året rundt – en beslutning som ventilasjonsbransjen har all grunn til å være fornøyd med. Å selge aggregater, vifter og løpemeter aluminiumsrør blir selvsagt innbringende under disse forutsetningene, men hvem kalkulerer den totale klimabelastningen for selve anleggene som har en levetid på 10-15 år? Naturlig ventilasjon tar som utgangspunkt at et godt inneklimate først og fremst ivaretas gjennom bevisst design med bruk av varmelagrende og fuktregulerende materialer, og behovsstyrt lufting via avtrekk eller vinduer. Dette krever hverken merkostnader ved bygging eller ekstra vedlikehold, men kompetanse i bygningsfysikk hos de prosjekterende. Levetiden vil være den samme som for konstruksjonen: 4–5 ganger lenger enn for tekniske installasjoner. Med andre ord ligger det store muligheter for klimagvinst i å videreutvikle denne kunnskapen – men dette oppmuntres altså ikke.

Klimatilpasning, altså det som i tradisjonell forstand blant annet betyr å beskytte bygninger mot vær og vind for å redusere varmetap og slitasje, blir også stadig mindre aktuelt etter Tek 07. Standardisert utregning tar ikke hensyn til lokale forhold, men baseres nå på Oslo-klima for hele Norge. Vi skjønner at dette grepet kan forenkle arbeidet for både ansatte på kommunale byggesakskontorer og, ikke minst, for boligprodusentene, som da kan spre energieffektive typehus mer rasjonelt utover landet. Men er det virkelig hensiktsmessig å øke isolasjonen av bygninger i kyststrøk, der det i utgangspunktet er vinden som er den viktigste grunnen til varmetap – særlig når vi i tillegg vet at dette er steder hvor klimaet på sikt skal bli enda fuktigere og varmere? Av hensyn til globale klimaendringer skal vi altså slutte å ta hensyn til lokalklimaet?

### Er det miljøeffektivt å rive eksisterende bygningsmasse?

Stadig brukes argumentet om energieffektivitet for å rive og bygge nytt framfor å rehabilitere. Imidlertid viser forskning fra både Riksantikvaren og National Trust for Historic Preservation i USA at i alle prosjektstudier sparer alternativet med bevaring/rehabilitering mest energi. Når et eksisterende bygg blir revet tar det fra 25 til 60 år å gjenvinne energien brukt i riving og nybygging, selv om energieffektiviteten forbedres. Men hva er nå egentlig de fulle miljøkonsekvensene av å rive en bygning? Analyser der en forbedret driftsmessig energibruk veies opp mot den energien som går med til å fremstille materialene ved nybyg-

ging, forteller ofte i liten grad om de totale miljøbelastningene involvert, for eksempel ved forurensing forårsaket av utvinning av nye byggematerialer, samt avfallsbehandling og gjenvinning av de mange ulike fraksjonene etter riving.

Hvis vi ser på klimagassutslipp, så bør også det overordnede målet om rask utslippsreduksjon vurderes. Et prosjekt ved CICERO viser at hvis vi venter i 20 år med å redusere utslippene, må de årlige utslippsreduksjonene være tre til syv ganger høyere for å oppnå samme klimavirkning. Dette slår beina under rene energibetraktninger som grunnlag for riving, og gir eksisterende bygningsmasse stor nå-verdi som karbon- og ressurslager nesten uansett hvor lite energieffektive de er.

Jakten på redusert energibruk er ikke av ny dato, og faktisk har den vært med på å styre utviklingen av byggeskikken gjennom hele det siste århundret. Et eksempel på dette er murkonstruksjoner, der et sammensatt bygningsfysisk system av tegl murt med kalkmørtel (i bruk til 1920-tallet), ble splittet for å gi plass til et varmeisolasjonssjikt. Parallelt med dette ble det innført sterkere mørteltyper, slik at de tynne vengene kunne bære tunge laster. Hva vi tapte gjennom dette? Vi mistet et sammenhengende murverk med de arkitektoniske mulighetene det ga; for eksempel ulike forband som viste forbindelse mellom ytre og indre vanger. Vi mistet en elastisk konstruksjon som tok opp krefter i hele veggtykkelsen, og der diletasjonsfuger (slisser i murverket) var overflødig. Vi mistet en god fuktbalanse mellom materialene i veggen, idet kalkmørtel ga en homogen konstruksjon som var mindre utsatt for frostsprenging. Og ikke minst mistet vi gjenbrukbarhet av tegl, ettersom det var mulig å plukke ned murverk med svak mørtel uten å skade teglet. Vi har med andre ord suboptimert energi-gevinst på bekostning av en rekke andre funksjoner. Er det mulig at vi gjennom å akseptere en noe lavere energieffektivitet kunne vinne på andre fronter, slik at total miljøeffekt ville gå i pluss?

#### Et alternativt suksesskriterium?

kWh/kvm blir brukt i arkitektkonkurranser som mål på miljøeffekt. I tillegg kreves gjerne beskrivelse av materialvalg. Hvis vi isteden kunne fokusere på

«Er det mulig at vi gjennom å akseptere en noe lavere energieffektivitet kunne vinne på andre fronter, slik at total miljøeffekt ville gå i pluss?»

CO<sub>2</sub>-ekvivalenter, slik blant annet Statsbygg legger opp til i sin modell for klimagassregnskap, kan dette knyttes til både energiforbruk og energikilde vektet for klimabelastning. I tillegg kan det knyttes til materialforbruk, og målt over livsløpet vil det kunne inkludere utskifting av komponenter og gjenbruk. For også å kunne bli et mål på arealeffektivitet, kan klimabelastning knyttes til utslipp per person istedenfor per kvadratmeter. Hva med benevnningen CO<sub>2</sub>-ekv. / person / år?

Helhetlig miljøvurdering av bygninger er komplisert, og forutsetter brede, flerfaglige analyser for å få fram et riktig bilde på samlede belastninger. Her er det utfordringer for både praksis og undervisning, og ikke minst innen forskning. Teknologioptimisme preger mye av den industrielle forskningen, og løsningene er gjerne knyttet til utviklingen av nye, smarte produkter – som for eksempel høyteknologiske vinduer, isolasjonsmaterialer av oppskummet plast og avanserte luftbehandlingsanlegg. Politikernes holdninger til hvordan vi skal redusere klimagassutslippene er også preget av et ønske om å holde sysselsettingen i gang. De anbefalte, lovpålagte løsningene svarer imidlertid ikke på de komplekse problemstillingene vi her reiser. Tvert imot gir de oss stadig nye utfordringer og kan i verste fall ØKE klimagassutslippene. Vi mener derfor at passivhus ikke er riktig svar på klimautfordringene, og at de også medfører en lite robust byggeskikk. Vi tror at det heller er de mange små, og virkelige pas-

sive tiltak, som blant annet arealeffektivitet og lang levetid, klimatilpasning og naturlig ventilasjon, som må oppmuntres for å komme ned på en lavere samlet miljøbelastning for byggebransjen.

Anne Sigrid Nordby og Frederica Miller

For videre lesing: Gaia Arkitekter: Høringsuttalelse til Utkast til forskrift til PBL 23.6.09, nedlastbart fra; [www.gaiaoslo.no](http://www.gaiaoslo.no)



Anne Sigrid Nordby er arkitekt og post doktor ved Institutt for Produktdesign, Program for Industriell Økologi på NTNU. Frederica Miller er arkitekt med eget firma, Gaia-Oslo as, som spesialiserer seg på økologisk forsvarlig bygging og planlegging.

### Environmental Paradoxes in the Building Industry

By Anne Sigrid Nordby and Frederica Miller

The construction of passive houses everywhere is currently being promoted as a panacea to meet the climate challenge, and new regulations implicitly makes passive houses the norm for new construction in Norway. But could it be that this development is at the expense of other measures, which could perhaps be even more beneficial?

In this comment, Anne Sigrid Nordby and Frederica Miller challenge some of the effects of the one-sided focus on energy consumption as the only criterion for success. Is kWh/sq.m./year the only valuable environmental indicator?

The average built dwelling area per person has increased in Norway from 29 sq.m. in 1967 to 51 sq.m. in 2000. And more holiday homes are being built. This means the energy saving is used up by the area increase, making area reduction our most important environmental parameter, also because it reduces consumption in all parts of the building life cycle.

Passive house construction (max. 15 kWh/sq.m./year) is based on an airtight external envelope, high insulation values and mechanical ventilation. This is actually far from a “passive” strategy, says Nordby and Miller – on the contrary, it depends on a very “active” technology to achieve a low energy consumption. Also, super-tight constructions are technically demanding, have a questionable life span, being vulnerable to building faults and deterioration of the materials like taped joints and plastic sheeting. And what happens if the ventilation system fails? Do people have the resources to maintain the systems, to ensure air quality? Are there other ways of achieving the same energy efficiency?

Yes there is, say Nordby and Miller. Permeable envelopes with high insulation values, low-emission materials, natural ventilation and flexible heating systems can achieve comparable results. There are a number of strategies for locating, constructing, running and maintaining buildings that are being pushed to the side by the building industry’s drive to meet new standards with new gadgets. To encourage a more holistic approach, environmental effect should be measured in CO<sub>2</sub>-equivalents, rather than in kWh/sq.m. – a measure that would ensure that really passive houses could reduce the total climate effect of the building industry.