

Søren Aggerholm, Forskningschef for Energi og Miljø på SBI, Aalborg Universitet
Kirsten Engelund Thomsen, Seniorforsker i Energi og Miljø på SBI, Aalborg Universitet

Lavenergihuse - begreber og eksempler

Der er stor fokus på energieffektivt nybyggeri, men det kan være lidt forvirrende, når der jongleres med begreberne: lavenergibyggeri, nulenergihus, passivhus, aktivhus, CO₂-neutralt byggeri, plusenergibygninger mv. Artiklen forklarer betydningen af de forskellige lavenergihusbegreber samt giver nogle eksempler på eksisterende lavenergihuse.

Introduktion

Bygningers energistandard har stor betydning for klimaets tilstand. Det skyldes, at bygninger står for ca. 40 procent af energiforbruget i Danmark og den øvrige vestlige verden. Det gør bygninger til den største CO₂-forurener, større end transport og industri. Ca. 85 procent af verdens energiforbrug kommer fra traditionelle energikilder som olie, koks og gas. Klodens energiforbrug er samtidig stærkt stigende, og derfor er det afgørende både for vores vækst og for klimaet, at der tages hånd om det store energiforbrug i bygninger. Bygninger opført som lavenergi eller passivhus sparer ikke kun energi, men har også mange andre fordele. Herunder det gode indeklima, som oftest er væsentligt bedre end i ældre bygninger og i bygninger opført på traditionel vis. Et godt indeklima har mange fordele bl.a. mindre sygdom, større velvære og bedre koncentrationsevne. Derudover bliver man mindre sårbar overfor energiimport fra ustabile områder og for stigende energipriser.

Lavenergibyggeri klasse 2 og 1

I Danmark har vi i bygningsreglementet i dag to officielle begreber lavenergibyggeri klasse 2 og lavenergibyggeri klasse 1, som indgår i lovgivningen og den fremtidige strategi for reduktion af energiforbruget i bygninger. I lavenergibyggeri klasse 2 må energibehovet højst være 75 % af det maksimalt tilladte energibehov til opvarmning, ventilation, køling og varmt brugsvand samt belysning i almindeligt byggeri, som lige opfylder energirammen. Belysningen medregnes dog ikke i boliger, hvorfor energirammen i boliger er lavere end i fx institutions- og kontorbyggeri. Tilsvarende gælder, at energibehovet i lavenergibyggeri klasse 1 højst må være 50 % af det maksimalt tilladte energibehov i almindeligt byggeri. Forskellen mellem lavenergibyggeri og almindeligt byggeri kan dog i nogle tilfælde være lidt større, fordi der til energirammen for almindeligt byggeri i nogle tilfælde kan lægges et tillæg for fx ekstra stor ventilations- eller belysningsbehov, som ikke gælder for lavenergibyggeri.

Lavenergibyggeri opført efter reglerne i bygningsreglementet giver ret til fritagelse for tilslutning til offentlig varmforsyning med naturgas eller fjernvarme. En del kommuner har udlagt områder eller evt. hele kommunen til lavenergibyggeri i klasse 2 eller 1. Det kan kun lade sig gøre, fordi lavenergibyggeri klasse 2 og 1 er beskrevet i bygningsreglementet, og dermed er en del af den danske lovgivning. Lavenergibyggeri klasse 2 forventes at blive minimumskrav til alt byggeri fra 2010, og lavenergibyggeri klasse 1 forventes at blive minimumskravet til alt byggeri i 2015. I regeringens strategi for reduktion af energiforbruget i bygninger fra april 2009 sigtes der mod, at energirammen for nybyggeriet skal reduceres til kun 25 % af den nuværende energiramme i 2020, samt at der skal udstikkes en køreplan frem mod realiseringen af plusenergibygninger, se senere i artiklen.

Lavenergihuse i 80'erne

I 80'erne var der også en lavenergihusbestemmelse i bygningsreglement for småhuse, som gav mulighed for fritagelse for tilslutning til offentlig varmforsyning med naturgas eller fjernvarme. Over en periode på 5-10 år blev der opført et større antal sådanne lavenergihuse. Byggeriet af dem fald dog markant, da muligheden for fritagelse fra tilslutning til offentligt net faldt bort. I lav-

energihusbegrebet fra 80'erne var der alene krav til varmebehovet, mens elforbruget ikke var med, som det er i lavenergibyggeri klasse 2 og 1 i dag.

Nulenergihus i 80'erne

I 80'erne blev der også talt en del om nulenergihuse og opført et enkelt eksperimenthus på DTU nord for København. Det blev dog mest ved snakken og nulenergihuse blev aldrig videreudviklet til et egentlig produkt, som kunne markedsføres og sælges. I øvrigt led konceptet af den samme skavank som de mere almindelige lavenergihuse fra 80'erne: at der alene var fokus på at spare på varmen, og at der ikke var fokus elforbruget eller indeklimaet herunder dagslysforholdene. Men det var selvfølgelig også før solceller, som kan producere strøm, kom på banen.

Passivhuse

I Tyskland og Østrig er der bygget mange passivhuse over de sidste 10-20 år mest som enfamiliehuse, men også enkelte etageboliger og kontorbygninger samt på det sidste også renoveringer. Over de senere år er der også kommet de første passivhuse i Danmark. Kravet til passivhuse er, at varmebehov til rumopvarmning højst er 15 kWh/m² pr. år, og at det samlede primærenergibehov, inkl. hele energiforbruget til husholdning og underholdning, højst er 120 kWh/m² pr. år. Kravene til passivhuse er fastsat af Passiv Haus Institut i Darmstadt, som også står for hele udviklingen og administrationen af ordningen inklusive den tilknyttede certificering. For at et hus kan klassificeres som et ægte passivhus, skal man opfylde de særlige tyske passivhus-kriterier og beregne efter den såkaldte PHPP beregningsmodel. Ordningen startede som en frivillig ordning, men benyttes i dag i nogle områder af Østrig til at stille krav til fx kommunalt byggeri eller uddele tilskud. Ordningen passer ikke umiddelbart med energikravene i bygningsreglementet. Hvis man opfører et passivhus, skal man derfor stadig eftervise, at man overholder de danske energikrav i bygningsreglementet. Med en hensigtsmæssig udformning af installationer og varmeforsyning vil et passivhus kunne opfylde kravene til lavenergibyggeri klasse 1.

Plusenergibygninger og aktivhuse

Plusenergibygninger, som i nogle sammenhænge kaldes aktivhuse, er et forholdsvis nyt begreb. Hovedideen er, at bygningen på årsbasis skal producere mere energi, end den selv bruger. Begrebet plusenergibygninger er først lige blevet introduceret i de offentlige strategier ved at blive nævnt i regeringens strategi for reduktion af energiforbruget i bygninger fra april 2009 som et mål efter 2020. Der er derfor endnu ikke fastsat specifikke krav til plusenergibygninger. Det første hus efter plusenergibygningskonceptet hedder "Bolig for livet" og er netop opført i Lystrup nord for Århus. Et større etagebyggeri under Bolig+ projektet, er på vej i Nørresundby.

CO₂-neutralt byggeri

CO₂-neutralt byggeri er et begreb, som er dukket op den sidste tid, især internationalt. I fx England taler de meget om det og har store planer om, at alt nybyggeri i nær fremtid skal være CO₂-neutralt. Men der er endnu ikke en egentlig definition af, hvordan det skal forstås. Med til billedet hører at biomasse i England opfattes som absolut CO₂-neutralt. Et gammelt, uisoleret landhus med brændeovn og solceller på taget kan derfor godt gå hen at blive CO₂-neutralt i England i fremtiden. Nok ikke noget der reelt vil sikre en bedre udvikling af miljøet. Det vil nok snarere gøre det vanskeligt at finde en køn skov at gå tur i.

Eksempler på eksisterende nyere lavenergibyggeri

De stadig større og mere komplicerede arkitektopgaver kræver et tættere samarbejde mellem arkitekter og ingeniører – især lavenergihuse nødvendiggør et tæt samspil. Engang var det tilladt at lade linjer og former være det vigtigste, når arkitekten udformede en bygning. Det er ikke længere nok. Der er langt flere parametre, der skal tages hensyn til – bæredygtigt byggeri, indeklima, energiforbrug mm. Det kræver et tættere samarbejde mellem faggrupperne i byggebranchen.

Inspiration til nybyggeri kan findes mange steder bl.a. på hjemmesiden *Videncenter for energibesparelser i bygninger*. Mere information findes på: <http://www.byggeriogenergi.dk>. Lavenergibygningerne i eksemplerne nedenfor er opført indenfor de senere år efter de nye regler i bygningsreglementet om lavenergibyggeri indført i 2006.

Fremtidens Parcelhuse i Herfølge

Byggeprojektet, Fremtidens Parcelhuse, viser en række energi- og miljøvenlige boliger, der arkitektonisk såvel som økonomisk har interesse for 'almindelige danskere'. Det er lavenergihuse klasse 2 og 1 opført af forskellige byggefirmaer, både parcelhuse, dobbelthuse og rækkehuse. Det er samtidig målet, at typehusfirmaerne kan supplere deres kataloger med nye energi- og miljøvenlige boliger. Agenda 21 Udvalget og Det Grønne Hus i Køge har taget initiativ til byggeprojektet, som støttes økonomisk af Fonden Realdania og Fonden Nykredit, samt fagligt af EnergiTjenesten.

Byggeprojektet evalueres over en 2-årig periode ved hjælp af elektroniske målere og interviews. Evalueringen omfatter husenes komfort, energiforbrug, salgbarhed, beboertilfredshed og byggefirmaernes opfattelse af proces og byggeri. Evalueringen udføres i samarbejde med AplusB samt en række specialister fra forskningsinstitutioner som SBI og Teknologisk Institut. Mere information findes på <http://www.fremtidensparcelhuse.dk/>.



Figur 1. Eksempel på lavenergihus i Herfølge.

Stenløse Syd

Stenløse Syd er navnet på et byudviklings område, hvor Egedal Kommune gennem en helhedsplan har lagt rammerne for opførelsen af 750 nye boliger. Ved salg af grundene har der været en række krav, formuleret som tinglyste servitutter, der ikke fraviges i den videre proces. Mest markant er kravet om at alle boligerne skal opføres som lavenergihuse. Derudover er der eksempelvis krav om etablering af regnvandsanlæg til opsamling af tagvand, som skal bruges til toiletskyl samt eventuel vaskemaskine, samt et forbud mod al anvendelse af trykimprægneret træ og PVC.

Kommunen ønsker blandt andet at vise, at man ved anvendelse af kendt lavenergiteknologi (isolering, lavenergivinduer og varmegenvinding), kan opføre boliger til den moderne familie der opfylder de stillede lavenergikrav. Byggerierne skal i øvrigt opføres på almindelige vilkår og derfor være teknisk og økonomisk konkurrencedygtige, ligesom der lagt vægt på at byggerierne har fået og får en arkitektonisk attraktiv udformning og høj funktionalitet. Mere information findes på <http://www.stenlosesyd.dk/>.



Figur 2. Oversigt over området i Stenløse Syd.



Figur 3. Eksempel på lavenergihus i Stenløse Syd.

Komforthusene

Der er opført 10 passivhuse i Skibet ved Vejle. Målet med projektet er at skabe og dele ny viden igennem samarbejde og ved udnyttelse af viden at øge konkurrenceevnen og den økonomiske vækst. Desuden er formålet med projektet at udbrede kendskabet til huse med passiv opvarmning og dermed sætte dagsordenen for fremtidens byggeri og den energipolitiske debat. KOMFORT HUSENE skal inspirere og være "levende" eksempler på, at helt almindelige enfamiliehuse kan bygges efter konceptet med passiv opvarmning.

Bag initiativet står Saint-Gobain Isover a/s. KOMFORT HUSENE i Skibet er som projekt forankret i selskabet KOMFORT HUSENE A/S, der ejes i fællesskab af Zeta Invest A/S og Middelfart Sparekasse. Husene er tegnet og bygges efter danske byggetraditioner og størrelserne varierer fra ca. 150 til 250 m². Mere information findes på <http://www.komforthusene.dk>.



Figur 4. Eksempel på lavenergihus i Skibet, Vejle.



Figur 5. Eksempel på lavenergihus i Skibet, Vejle.

Green Lighthouse

Københavns Universitet, VELUX, VELFAC, Universitets- og Bygningsstyrelsen (UBST) og Københavns Kommune har i et tæt samarbejdet opført Danmarks første offentlige CO₂ neutrale bygning. Huset er en 950 m² rund, grøn bygning, hvor det Naturvidenskabelige Fakultet på Københavns Universitet holder til. Huset er hjemsted for det Naturvidenskabelige Fakultets studentservice.



Figur 6. Green Lighthouse set udefra.



Figur 7. Green Lighthouse set indefra.

Green Lighthouse har solen som omdrejningspunkt og primær energikilde. Huset er opført efter aktivhus princippet, som betyder, at det er energiproducerende. Det har sin egen energiforsyning, som består af en hidtil uset kombination af solenergi, varmepumper og fjernvarme. Green Lighthouse er et energieffektivt byggeri med høj arkitektonisk kvalitet og et stort indtag af dagslys. Det er fyldt med masser af frisk luft, som kommer fra den naturlige ventilation, der sikrer et sundt indeklima. Og gennem energidesign og visionær arkitektur har bygningen skåret 3/4 af sit energifor-

brug i forhold til dagens byggestandarder. Det betyder, at bygningen er kommet ned i en Lavenergi klasse 1 i forhold til Bygningsreglementet (BR08). Mere information findes på www.greenlighthouse.ku.dk.

Anbefalinger til nybyggeri

De primære områder, som skal have særlig fokus for at opnå et lavt energiforbrug i nybyggeri, er:

- Effektiv isolering af fundament, facade og loft/tag. Isoleringstykkelserne bør typisk være på min. 300-400 mm for at opnå lavenergi- eller passivhusniveau.
- Et godt, energieffektivt ventilationssystem med varmegenindvinding, der både genanvender den varme luft fra vådrum og sørger for et godt indeklima i det velisolerede hus.
- Optimal tæthed via omhyggeligt håndværk og gode tætningsprodukter. Tætheden kræver særlig opmærksomhed ved overgangen, fx mellem fundament og ydervægge og mellem vægge og tag.
- Gode vinduer, der ikke er utætte omkring karm. Vinduerne bør have en samlet U-værdi på max. 0,8 - 1,2.
- Energieffektiv, bæredygtig forsyning til at dække restbehovet.

Det koster som en tommelfingerregel 100.000-200.000 kr. ekstra i dag at bygge et egentligt lavenergihus frem for et traditionelt parcelhus. Penge som på lang sigt vil betale sig tilbage i sparet energiregning. Kravene i Bygningsreglementet vil blive skærpet i 2010, 2015 og fremover, så energiklasserne vil rykke sig. I 2015 vil Bygningsreglementet kræve, at nybyggede huse maksimalt bruger ca. halvdelen af den energi, som de bygninger, der bygges i dag.

Et yderligere sted at finde god detaljeret information og yderligere anbefalinger er en Lavenergi-guide udviklet af Rockwool A/S, som giver gode råd og anvisninger ikke kun om isolering, men også om byggeriets øvrige komponenter. Mere information findes på: <http://www.rockwool.dk/r%c3%a5d+og+vejledning/lavenergi-guiden>.



Figur 8. Eksempel på et hollandsk nulenergihus med tag bestående af solceller samt solfangere.