

## **Bygningsklasse 2020**

### **1. Baggrund**

Den energipolitiske aftale fra 2008, der blev indgået mellem regeringen og et bredt flertal af Folketingets partier, fastlagde, at energiforbruget i nybyggeriet skal reduceres med 25 pct. i 2010, 25 pct. i 2015 og 25 pct. i 2020, i alt en reduktion på 75 pct.

Efterfølgende er disse mål fastlagt i konkret lovgivning i bygningsreglementet for 2010 (BR10). Med BR10 er vi således nået et godt stykke af vejen. Her reduceres energiforbruget i nybyggeriet med 25 pct. ift. 2006-niveauet, og den nye 2015-lavenergiklasse betyder, at der kan opføres kvalitetslavenergibyggeri med en energiramme, der er 57 pct. lavere end 2006-niveauet.

Økonomi- og erhvervsminister Brian Mikkelsen har i august 2010 fremrykket arbejdet med at udvikle en frivillig 2020-lavenergiklasse, hvormed der tages det endelige skridt mod en samlet reduktion af energiforbruget i nye bygninger på 75 pct. Fremrykningen har også været et ønske fra en række af byggeriets organisationer, der vil sikre sig, at deres medlemmer allerede nu kan opbygge erfaringer med fremtidens lavenergibyggeri.

Udkastet til bygningsklasse 2020 er udviklet i fællesskab med byggeriets parter, der i praksis skal benytte og have gavn af den nye 2020-klasse. Styrelsen har nedsat en arbejdsgruppe med repræsentanter fra et bredt udsnit af relevante interessenter fra erhvervsorganisationer, miljøorganisationer, vidensinstitutioner og andre myndigheder, der har bidraget til udviklingen af 2020-klassen.

Styrelsen har ligeledes afholdt 2 åbne workshops, hvor en bred skare af interessenter har diskuteret udfordringerne ved 2020-klassen og givet konkrete input til udmøntningen af klassen.

I forbindelse med arbejdet med udmøntningen af 2020-klassen har Erhvervs- og Byggestyrelsen også igangsat en række analyser, der behandler de væsentligste elementer ved 2020-klassen, fx økonomi, udvikling i bygningskomponenter, indeklime, arkitektur m.m.. Konklusionerne fra disse analyser har fungeret som input til udmøntningen af 2020-klassen.<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Følgende analyser er udarbejdet i forbindelse med arbejdet med 2020-klassen:

- COWI (februar 2011) Kortlægning af strategier for lavenergibyggeri i EU lande.
- Rob March (maj 2011). Arkitektur, energi, indeklime, Sbi.
- Søren Aggerholm (maj 2011). Scenario beregninger på lavenergibyggeri, Sbi
- Svend Svendsen m.fl.(februar 2011). Komponentkrav, konkurrence og eksport. En kortlægning af innovation i bygningskomponenter, DTU

### *2020-klassen er en udviklingsklasse*

2020-klassen bliver standard for alt nybyggeri i 2020. Når klassen udmøntes allerede i 2011, får den danske byggebranche et vigtigt fyrtårn, der sætter retningen for, hvor dansk nybyggeri skal udvikle sig frem mod 2020. Frem mod 2020 vil klassen være en frivillig udviklingsklasse, som sikrer, at byggebranchen kan høste konkrete erfaringer med opførelse af fremtidens lavenergibyggeri.

Disse erfaringer vil vise 2020-klassens styrker og kan også pege på områder, hvor ændringer er ønskværdige enten på grund af ny udvikling, nye erfaringer eller ændrede forudsætninger. Derfor er det vigtigt at opsamle erfaringer fra de første 2020-byggerier og anvende disse aktivt i videreudviklingen af klassen.

Erhvervs- og Byggestyrelsen vil derfor løbende gennemføre evalueringer af 2020-byggerier med henblik på at revidere 2020-klassen, hvis dette viser sig hensigtsmæssigt. Byggeriet vil i høj grad kunne drage fordel af en kollektiv "læring" af såvel gode som dårlige erfaringer ved lavenergibyggerier i de kommende år.

I de næste ni år vil såvel teknologi, byggepraksis og energipriser udvikle sig betydeligt. Disse ændringer vil påvirke den måde, det vil være mest hensigtsmæssigt at bygge på. Bygninger, der opføres i 2011 efter 2020-klassen vil være dyrere – både privatøkonomisk og samfundsøkonomisk - end bygninger, der opføres efter de gældende standardkrav. I takt med, at der opnås erfaringer med sådanne bygninger, og de teknologiske løsninger udvikles og billiggøres, forventer Erhvervs- og Byggestyrelsen dog, at klassen vil være privatøkonomisk rentabel inden 2020.

Samfundsøkonomisk vil omkostningerne ved at opnå de yderligere energibesparelser dog fortsat i 2020 være større end omkostningerne ved at opnå energibesparelser i andre brancher. Dette understreger, hvor ambitiøs den politiske målsætning om at reducere energiforbruget i nye bygninger med 75 pct. i forhold til 2006-niveauet er.

For både kommuner og bygherrer vil det være klogt med en ydmyg tilgang til byggeri efter 2020-klassen i de første år. Hvis kommunerne, efter planlovens muligheder, vælger at gøre 2020-klassen obligatorisk for nyudstykkede grunde i visse områder, må de forvente lavere grundpriser end ellers på grund af de meromkostninger, der indtil videre er forbundet med 2020-byggeri. For bygherrer og udførende parter må det forventes, at

---

- Tine Steen Larsen (januar 2011). Analyse af indeklimaet i hidtidigt lavenergibyggeri – med henblik på forbedringer i fremtidens lavenergibyggeri, Aalborg Universitet.

der vil blive lavet fejl i forbindelse med opførelse af disse meget energieffektive boliger. Dette er forventeligt, men det er afgørende, at der i byggeriet udvikles en åbenhed om disse forventelige fejl, så der opnås en bred formidling af såvel gode som dårlige erfaringer i de kommende år.

*Danmark er langt fremme i dag og bliver første EU-land, der udmønter en 2020-klasse.* Allerede med den kommende lavenergiklasse 2015 indføres der i Danmark energikrav til bygninger, som næsten svarer til kravene i den frivillige tyske passivhusklasse.

Den energipolitiske aftale fra 2008 har således sat ambitiøse mål for energikravene til det danske nybyggeri, som i forvejen er blandt de skrappeste i EU. Dermed har Danmark tidligt taget hul på de udfordringer, som øget reduktion af energiforbruget i nye bygninger kan medføre.

Til forskel fra andre europæiske lande som fx Tyskland og Østrig, der især har satset på frivillige lavenergiklasser, har Danmark satset på løbende stramninger af de obligatoriske energikrav kombineret med frivillige lavenergiklasser i bygningsreglementet. De frivillige lavenergiklasser fungerer således i praksis som banebrydere for udvikling af nye byggemetoder og løsninger, der billiggøres og mainstreames til gavn for hele sektoren og i sidste ende for forbrugeren.

Med udmøntningen af 2020-klassen bliver Danmark det første land, der får omsat EU's mål om, at der i 2020 i hele Unionen skal være opstillet konkrete energikrav, der sikrer et energiforbrug på næsten nul ("nearly zero") til en konkret og bygbar lavenergiklasse. Det betyder også, at 2020-klassen træder i kraft for opførelse af offentlige bygninger allerede i 2018.

Men de andre EU-lande er også i fuld gang med at omsætte de politiske ambitioner om øget brug af vedvarende energi og energibesparelser. Ligesom Danmark er der andre europæiske lande, der inden længe forventer at præsentere deres "nearly-zero"-klasser, bl.a. Norge, Tyskland, Østrig og Storbritannien. Norges 2020-klasse præsenteres således efter planen i efteråret 2011, og Storbritannien forventes at præsentere sin "nearly zero"-klasse i foråret 2012.

Selv om vi med 2020-klassen således går forrest, er andre europæiske lande lige efter og vil være på udkig efter gode velafprøvede løsninger, som er udviklet fx gennem de danske lavenergiklasser.

De danske lavenergiklasser er kendetegnet ved at opstille fleksible energikrav til bygningen, så bygherren i vidt omfang selv kan vælge de løsninger, der skal opfylde energirammen. Dertil kommer, at energiforbrug til såvel opvarmning, ventilation, køling og varmt brugsvand indregnes i energirammen. Endeligt kendetegnes de danske lavenergi-

klasser ved også at have fokus på at sikre et sundt indeklima. Det er Erhvervs- og Byggestyrelsens ambition, at de danske lavenergiklasser og de byggerier, der opføres efter vores energikrav, skal være kendetegnet ikke alene ved et lavt energiforbrug, men også ved at være helhedsløsninger af høj kvalitet, der også tilbyder et sundt og komfortabelt indeklima, god arkitektur og dagslys, og som er til at betale for forbrugeren.

Lavenergibyggeri, der forener disse kvaliteter, vil ikke alene være attraktivt for danske forbrugere, men også som eksportvare – både for danske udførende og projekterende parter i byggeriet samt danske byggevareproducenter.

## **2. Bygningsklasse 2020 - bærende principper og energiramme**

Udmøntningen af 2020-klassen tager udgangspunkt i de principper, som ligger til grund for regeringens strategi for reduktion af energiforbruget i bygninger fra 2009. Principperne indeholder en række hensyn, der skal sikre, at bygningsreglementets energikrav fortsat giver gode helhedsløsninger til fremtidens lavenergibyggeri, som udover det lave energiforbrug også opfylder danskernes forventninger til kvalitetsbyggerier, der er arkitektonisk spændende, sunde og komfortable.

Derudover skal klassen være med til at fremme innovation i den danske byggesektor og samtidig være privat- og samfundsøkonomisk attraktiv, så der allerede fra 2011 kan opnås konkrete erfaringer med opførelsen af 2020-bygninger.

*Energikrav skal være med til at fremme innovation.*

Når 2020-klassen udmeldes allerede nu, 9 år inden den bliver obligatorisk, skyldes det et ønske om tidligt at sætte retningen for udviklingen i byggeriet. Byggebranchen vil dermed kende de fremtidige krav allerede i dag og får dermed mulighed for at udvikle nye løsninger og opnå erfaring med så energieffektivt byggeri, før det bliver et lovkrav.

Energikravene i bygningsreglementet består af en overordnet ramme for bygningens energiforbrug i kombination med konkrete krav til bygningens klimaskærm og komponenter.

Energirammen er teknologineutral og sikrer en fleksibilitet for bygherren i valget af de løsninger, der i den konkrete bygning anvendes til at overholde rammen. Hermed fremmer rammen udvikling og innovation.

Krav til klimaskærm og komponenter sikrer, at basisbygningen overholder en vis energistandard. Samtidig giver de en klar udmelding om, hvilke krav den enkelte komponent skal leve op til i fremtiden, og giver dermed byggeproducenter en klar innovationshorisont.

Ved at udstikke energirammerne såvel som krav til klimaskærm og komponenter for en årrække frem, skal energikravene bidrage til at fremme udviklingen af nye teknologier og løsninger. Energifkravene har således ikke alene en energimæssig effekt, men kan også medføre erhvervsmæssige gevinster. Skærpede energikrav kan blive en løftestang til at sætte danske virksomheder i front på det globale marked for grønne byggeløsninger.

*Lavenergi med respekt for arkitektur og sundt indeklima.*

2020-klassen skal ikke bare være en lavenergiklasse. Klassen skal også sikre helhedsløsninger med respekt for et sundt indeklima og komfort og muliggøre, at der fortsat opføres bygninger med spændende æstetik og arkitektur.

Et lavt energiforbrug, et sundt og komfortabelt indeklima og en spændende arkitektur er ikke hinandens modsætninger. Tværtimod sikrer velisolerede bygninger beboerne komfortfordele, idet kuldenedfald og træk ikke længere opleves. På samme måde er der mange eksempler på, at lavenergibygninger også kan give beboere smukke og æstetiske rammer. Udfordringen er dog, at i takt med, at energikravene strammes, bliver det i stigende grad vigtigt at sammentænke hensynet til energibesparelser, sundt indeklima og arkitektur, for at få gode helhedsløsninger.

De skærpede energikrav sætter klare og stramme rammer op for byggeriet. Det stiller store krav til design, projektering og udførelse af bygningen. I den proces må hensynet til at opnå den sidste energibesparelse ikke ske på bekostning af den gode helhedsløsning. Der er mange eksempler på, at energibesparelser, indeklima og arkitektur kan gå hånd i hånd. Der er desværre også eksempler på det modsatte. I fremtidens meget energibesparende byggeri kræver de gode helhedsløsninger, at der fra de første streger, der sættes på bygningstegningen, til byggeriet overleveres til ibrugtagelse, er fokus på dette samspil.

Derfor vil der også i udmøntningen af 2020-klassen indgå et meget klart hensyn til at sikre et sundt indeklima og god arkitektur.

*En bygbar 2020-klasse.*

Bygningsklasse 2020 bliver standardkrav i 2020. En så skrap lavenergiklasse stiller høje krav til byggebranchen – både de projekterende og de udførende parter - og til at få udviklet gode og velafprøvede byggematerialer og helhedsløsninger.

Derfor har et vigtigt princip for arbejdet med at udvikle 2020-klassen været at sikre, at klassen bliver så attraktiv og bygbar, at ambitiøse bygherrer allerede fra 2011 vil begynde at opføre 2020-bygninger. Målet er at sikre en erfaringsopbygning og kritisk masse, der kan billiggøre og kvalitetssikre de løsninger, som bliver standardkrav, når klassen bliver obligatorisk i 2020.

De privatøkonomiske omkostninger ved klassen må derfor ikke afskrække de mest ambitiøse bygherrer fra at tage klassen i anvendelse allerede fra 2011. Det har derfor været vigtigt for Erhvervs- og Byggestyrelsen at sikre, at klassen ikke bliver for dyr med dagens priser, og at klassen kan forventes at være privatøkonomisk rentabel i 2020.

*En robust og fremtidssikret bygningsklasse.*

Når det gælder energiforsyningen til vores bygninger, vil der i de kommende år ske betydelige ændringer. Omlægningen af Danmark til et fossilt uafhængigt samfund i 2050 er derfor en vigtig præmis for udviklingen af 2020-klassen. Bygningsforsyningen spiller en væsentlig rolle i at sikre en omstilling, der er såvel privatøkonomisk som samfundsøkonomisk fornuftigt. Derfor indgår der også overvejelser om samfundsøkonomi i fastlæggelsen af forsyningsfaktorer i 2020-klassen.

Nyopførte bygninger har en levetid, der ofte – og forhåbentligt - overstiger 100 år. Samtidig nedrives i disse år kun omkring 1/4 procent af bygningsmassen hvert år. Derfor kan forhold omkring kollektiv og individuel forsyning nå at udvikle sig betydeligt i en bygnings levetid. Erhvervs- og Byggestyrelsen har derfor ønsket at sikre, at ”basisbygningen”, altså bygningens klimaskærm, opføres med robuste bygningselementer og har et så lavt varmetab, som det er muligt inden for rimelige økonomiske rammer. Dette vil sikre en god og energieffektiv bygning, uanset hvordan vores forsyningsystem udvikler sig.

*Forslag til 2020-klassen.*

Baseret på de ovenstående hensyn og principper foreslås der indført en energiramme for boliger på 20 kWh/m<sup>2</sup> pr. år til opvarmning, køling, ventilation og varmt brugsvand og en energiramme for kontorer, skoler og institutioner m.m. på 25 kWh/m<sup>2</sup> pr. år til opvarmning, køling, ventilation, varmt vand og belysning. Med henblik på at gøre 2020-energirammen mere simpelt anvendelig, administrerbar og let at kommunikere er der foretaget en forenkling af rammens værdier, jf. tabel 1 nedenfor.

**Tabel 1: Energiramme i kWh/m<sup>2</sup> pr. år for forskellige bygningseksempler**

	BR 08	BR10	2015	2020
150 m <sup>2</sup> enfamiliehus	84,7	63,5	36,7	20
1000 m <sup>2</sup> etageboliger	72,2	54,2	31	20
10.000 m <sup>2</sup> skole	95,2	71,5	41,1	25
1000 m <sup>2</sup> kontorbygning	97,2	73,0	42	25
300 m <sup>2</sup> børneinstitution	102,3	76,8	44,3	25

I det følgende gennemgås delementerne af 2020-klassen og forslag til konkrete krav, der indgår i udkastet til 2020-klassen.

### 3. Krav til klimaskærm og komponenter

I bygningsreglementet reguleres energiforbruget i nye bygninger gennem en energiramme. Energirammen angiver den mængde tilførte energi til opvarmning, ventilation, køling og varmt brugsvand, som bygningens opførelse maksimalt må give behov for, samt eventuelt belysning.

I energirammen indregnes bygningens el- og varmeforbrug med en faktor, som udtrykker energiformens effektivitet.

For at sikre, at der ikke opføres ”telte med solceller på”, og for at sikre kvaliteten af basishuset, som skal stå i mange år, og som er dyrt at ændre, når bygningen først er opført, er der i bygningsreglementet også en ramme for det dimensionerede varmetab. Rammen angiver den mængde varme, der maksimalt må forsvinde pr. m<sup>2</sup> klimaskærm (vægge, fundament, gulv og tag). Varmetabsrammen omfatter ikke vinduer og døre. Dermed undgås tilskyndelse til u hensigtsmæssigt små vinduesarealer og ”glughulsarkitektur”.

Bygningsklasse 2020 skal være en langtidsholdbar klasse af høj kvalitet. En god basisbygning med en energibesparende klimaskærm sikrer, at bygningen forbliver energioekonomisk, uanset skift af forsyningsform. Derfor foreslås det, at kravene til basisbygningens klimaskærm og komponenter strammes.

#### *Varmetab fra klimaskærm.*

2020-klasseens krav til klimaskærmens varmetab og tæthed har stor betydning for bygningens samlede energiforbrug. Derfor har Erhvervs- og Byggestyrelsen siden 1996 løbende strammet kravet til klimaskærmens varmetab, jf. tabel 2 nedenfor. Allerede med lavenergiklasse 2015 er der sat meget skrappe krav til klimaskærmen. Hermed nærmer vi os et niveau, hvor yderligere tiltag har en meget høj CO<sub>2</sub> skyggepris og en meget lille energimæssig effekt. Samtidig har de højisolerede bygninger en opvarmningssæson på kun ca. 4 måneder, og derfor kan yderligere isolering af klimaskærmen i nogle tilfælde betyde et forøget kølebehov.

Erhvervs- og Byggestyrelsen ønsker at sikre, at bygningens klimaskærm er af meget høj og energibesparende kvalitet. Styrelsen vurderer, at en yderligere, mindre reduktion af det dimensionerede varmetab i den kommende 2020-klasse er mulig uden at medføre et øget kølebehov. Derfor foreslås det at gennemføre nedenstående reduktion i varmetabet fra klimaskærmen, som fremgår af tabel 2 nedenfor.

Tabel 2: Krav til dimensionerede varmetab for klimaskærmen i W/m<sup>2</sup> ekskl. vinduer og døre

	En etage	To etager	Tre etager
BR08	6,0	7,0	8,0
BR10	5,0	6,0	7,0

Lavenergiklasse 2015	4,0	5,0	6,0
Lavenergiklasse 2020	3,7	4,7	5,7

Både privat- og samfundsøkonomisk er stramningen af klimaskærmskravene den del af 2020-forslaget, der er dyrest. Isoleret set kan kravene ikke betale sig for bygherren eller for samfundet, idet CO<sub>2</sub> skyggeprisen på de marginale tiltag er oppe på 7-8.000 kr.

Klimaskærmskravet er skrappest for en-etages bygninger, fordi det byggeteknisk er vanskeligere at sikre lige så velisolerede klimaskærme i højere bygninger, hvor konstruktionerne skal være stærkere. Klimaskærmskravet vil for en-etagesbygninger svare til en gennemsnitlig isoleringstykkelse med sædvanlige isoleringsmaterialer på 30-35 cm som et gennemsnit af ydermure, gavle, tag og fundament – og under hensyntagen til såkaldte ”linjetab” i samlinger mv., samt hvilke murkonstruktioner mv., der i øvrigt vælges.

At klimaskærmskravet er skrappt kan ses af, at de gennemsnitlige, marginale omkostninger ved CO<sub>2</sub>-reduktionen – det ovenfor nævnte beløb på 7-8.000 kr. – er ca. dobbelt så højt som de gennemsnitlige, samfundsøkonomiske CO<sub>2</sub>-omkostninger ved 2020-klassen under et. Årsagen til, at denne stramning alligevel anbefales, er, at nye bygninger derved bliver meget robuste over for fremtidige ændringer i teknologier og forsyning, ligesom der er taget hensyn til, at levetiden af klimaskærmene normalt må forventes at være betydeligt længere end andre dele af bygningen.

#### *Tæthedskrav.*

Utætheder i bygningens klimaskærm kan reducere den effekt, som øget isolering ellers ville have på bygningens energiforbrug. Dertil kommer, at utætheder kan medføre komfortgener for bygningens beboere. Derfor har Erhvervs- og Byggestyrelsen i de seneste år øget kravet til bygningernes tæthed.

Vi kan i dag se, at udviklingen tillader at konstruere stadigt tættere bygninger, i visse tilfælde helt ned til 0,3 l/s pr. m<sup>2</sup>. Da en tæt klimaskærm er afgørende for at opnå yderligere energireduktioner, foreslås en yderligere skærpelse af kravet til bygningernes tæthed, jf. tabel 3.

*Tabel 3. Krav til bygningers tæthed. (l/s pr. m<sup>2</sup> ved 50 Pa ved overtryk/undertryk)*

	BR10	2015-klasse	2020-klasse
Standardbygninger	1,5	1,0	0,5

Bygningens robusthed er delvist afhængig af materialevalg, samt hvorvidt det er muligt at udskifte enkelte bygningskomponenter og materialer. Derfor er det afgørende for bygningens levetid, at denne opføres med særskilt hensyn til komponenternes levetid,



og at det sikres, at de dele, som nødvendigvis skal udskiftes efter en årrække, så vidt muligt er servicerbare.

Byggebranchen har taget initiativ til at se på mulighederne for etablering af en frivillig mærkningsordning for dampspærresystemer på linje med den frivillige mærkningsordning for undertage. Mærkningsordningen vil understøtte forslaget til tæthedskravet i 2020-klassen samt bidrage til bygningens holdbarhed.

#### *Komponenter.*

Yderligere forøgelse af basisbygningens energistandard kan sikres gennem krav til en række af de bygningskomponenter og installationer, der har betydning for bygningens energiforbrug.

I forbindelse med indførelsen af lavenergiklasse 2015 er der allerede fastsat en række komponentkrav, som skal opfyldes, når der bygges efter denne standard. På samme vis foreslås det at knytte en række energikrav til komponenter og installationer til den kommende 2020-klasse.

Når kravet til det maksimale varmetab på  $m^2$  klimaskærm eksklusiv vinduer og døre yderligere strammes, bør energistandarden af døre og vinduer også øges. Det særlige ved vinduer i forhold til den resterende klimaskærm er, at der både sker en solvarmetilførsel og et varmetab gennem vinduerne. Solvarmetilskuddet gennem vinduerne udnyttes til at dække en del af boligens varmebehov, og derfor stilles kravene til vinduer via en Eref-værdi, der både tager højde for solvarmetilskud og varmetab gennem ruderne.

I BR 10 er det nuværende krav til energitilskuddet gennem vinduet i opvarmningssæsonen skærpet til  $-33 \text{ kWh/m}^2 \text{ pr. år}^2$ . En betydelig teknologisk udvikling i vinduesindustrien i de seneste år har medført, at førende producenter allerede i dag kan levere produkter med et positivt energitilskud. Udviklingen forventes også i de kommende år at rykke sig hurtigt og brede sig til hele branchen. Derfor er der gennemført en stramning af kravet til energitilskuddet gennem vinduer i lavenergiklasse 2015. Det foreslås, at dette krav yderligere skærpes, så der stilles krav om et positivt energitilskud gennem vinduet i opvarmningssæsonen for bygninger, der opføres efter 2020-klassen, jf. tabel 4. Dette kan i dag opnås for flere nye vindueskonstruktioner med 3-lag energiruder.

---

<sup>2</sup> I BR 10 stilles krav til vinduets *energitilskud* (E-ref) i stedet for U-værdier. Energitilskuddet er den varme, der i opvarmningssæsonen netto tilføres via vinduet. U-værdier for vinduer viser derimod, hvor meget energi, der går ud gennem vinduet om natten pr. grad temperaturforskel og pr. sek.

Tabel 4. Krav til vinduers energibalance – energitilskud i opvarmningssæsonen i kWh/m<sup>2</sup> pr. år

	BR10	2015	2020-klasse
Vinduer	-33	-17	+ 0
Ovenlysvinduer	-10	+ 0	+10

I BR10 er der en række tilgængelighedskrav til bygninger, herunder et krav, der medfører, at der skal installeres *elevatore*r i bygninger på 3 etager eller derover. Der vil derfor i de kommende år blive installeret elevatorer i mange nye bygninger, ligesom tilgængelighedsbestemmelserne også medfører installation af elevatorer i mange eksisterende bygninger. Ifølge en række EU-studier er det blevet dokumenteret, at op til ca. 4 pct. af elforbruget i større bygninger kan være relateret til elevatorer. Erhvervs- og Byggestyrelsen er derfor gået i gang med at undersøge muligheden for at stille krav til elevatorers energieffektivitet i bygninger. Når niveauet for et kvalificeret energikrav er blevet bestemt, vil det blive indført i bygningsreglementet.

Når det gælder *varmepumpers* energieffektivitet, er der også i de seneste år sket en betydelig udvikling. Derfor er der i BR10 indført en række nye krav til varmepumpers energieffektivitet. Og kravene strammes igen i 2012 til et krav om en COP på 3,7. Der er dog i dag kun ganske få pumper, der kan levere ydelser, der er markant højere end 2012-kravet. Nye mere relevante metoder til fastlæggelse af varmepumpers nyttevirkning er under udvikling på europæisk plan og ventes at kunne anvendes som grundlag for at stille skrappe krav til varmepumper senest i 2015.

For *cirkulationspumper* blev der i BR10 indført krav om, at energieffektiviteten skal svare til energiklasse A, som er den højeste klasse i den frivillige europæiske mærkningsordning. Der ventes indført en obligatorisk europæisk ordning i 2012, hvor kravet for medlemslandene vil svare til det nuværende A-mærke. Herefter forventes en stramning i 2015 på ca. 30 pct. I takt med, at kravene i mærkningsordningen indføres og strammes yderligere, vil dette blive afspejlet i bygningsreglementet.

Med den væsentlige stramning af energiforbruget i 2020-byggeriet bliver varmegenvinding i ventilationssystemer stadig mere afgørende. Varmegenvindingen sikrer nemlig, at varmen fra den luft, der ventileres ud, bliver genanvendt frem for at gå til spilde, når den ventileres ud. Derfor foreslås det, at kravet til virkningsgraden af varmegenvindingen strammes fra det nuværende krav i BR10 på 70 pct. til 80 pct. for kontorer, skoler, institutioner og etageboliger og for anlæg, der forsyner én bolig, foreslås kravet strammet fra 0,80 til 0,85. Samtidig foreslås også en stramning af kravet til elforbruget til ventilationsanlæg, så det i 2020-byggeriet maksimalt må være 1.500 J/m<sup>3</sup> og 800 J/m<sup>3</sup> for ventilationsanlæg, der kun forsyner boliger.

*Hvor langt kan vi nå med krav til basisbygningen?*

Allerede lavenergiklasse 2015 stiller skrappe krav til energieffektiviteten af bygningskomponenter og installationer. 2015-klassen kan med dagens teknologier opføres uden brug af individuel VE, fx solceller. Med de stramninger i krav til klimaskærmen, som foreslås i forbindelse med 2020-klassen, skærpes bygningskravene således endnu mere. Men med de teknologier og løsninger, som vi har i dag, kan vi ikke opnå yderligere 25 pct. reduktion i energiforbruget alene ved bygningstiltag og installationer, såfremt disse skal være nogenlunde rentable.

De tiltag i bygningens klimaskærm, der er nødvendige for at overholde 2020-klassens krav, er ikke privatøkonomisk rentable med nuværende teknologier og løsninger. Hen imod 2020, hvor klassen bliver obligatorisk, er det Erhvervs- og Byggestyrelsens forventning, at rentabiliteten vil blive forbedret. Men der er ikke tvivl om, at der er tale om ambitiøse krav til basisbygningen.

Bygningstiltagene har en høj gennemsnitlig CO<sub>2</sub>-skyggepris på 3.000-5.500 kr. pr. tons CO<sub>2</sub> i 2010-priser afhængig af renteforudsætningerne. Omkostningerne forventes dog at falde til 1.000-3.000 kr. inden 2020. Vi har altså i vores nye bygninger nu nået en energistandard, der er så høj, at yderligere besparelser koster langt mere i CO<sub>2</sub>-skyggepris end i andre sektorer. Dette er et udtryk for, hvor ambitiøs 2020-klassen er.

*Potentialer for udvikling*

DTU har i samarbejde med Teknologisk Institut udarbejdet en kortlægning af nogle af de teknologier, der fremadrettet kan bidrage til at reducere energiforbruget i nye bygninger. Kortlægningen viser, at der er en udvikling i gang på mange områder, som vil indebære nye teknologiske muligheder, der samtidig sandsynliggør, at bygningsklasse 2020 frem mod 2020 vil være en rentabel bygningsklasse<sup>3</sup>.

De gode udviklingsmuligheder inden for en række forskellige bygningsdele understreger samtidig, at der også fremover vil være mange forskellige måder at opfylde 2020-rammen på.

I forhold til klimaskærmen forventes nye materialer, der isolerer 2-3 gange bedre end almindeligt anvendt bygningsisolering i dag. DTU vurderer på den baggrund, at der frem mod 2020 vil ske en udvikling, så samme isolering kan opnås med isolering, der fylder 30 pct. mindre end i 2010 til omtrent samme pris. Udviklingen i vinduer vil gå i retning af en forbedring af vinduernes energitilskud og en minimering af rudernes varmetab om natten.

---

<sup>3</sup> DTU (2011). Komponentkrav, konkurrence og eksport. En kortlægning af innovation i bygningskomponenter, DTU

Inden for installationer er der også et stort udviklingspotentiale. Bl.a. forudsiges det, at energiforbruget i ventilationsanlæg kan reduceres ved yderligere udvikling af komponenter og ved at formindske tryktabet i kanalsystemet og i selve anlægget. En halvering af lufthastigheden medfører en reduktion af tryktabet og dermed energiforbruget til  $\frac{1}{4}$ . Energiforbruget til ventilation kan yderligere reduceres ved anvendelse af hybrid ventilation, hvor den naturlige ventilation benyttes i sommerperioder, og den mekaniske ventilation med varmegenvinding sikrer energiøkonomi og komfort i fyringssæsonen - som med stadig bedre isolering vil blive kortere.

Inden for energiforsyning forventes også en udvikling. Fx kan fjernvarmeinstallationer til lavenergibygninger udvikles, dels ved bedre rørmaterialer, dels ved mulighed for anvendelse af lavere temperaturniveauer. Gulvvarmesystemer indebærer fx muligheder for at anvende fremløbstemperaturer ned til ca.  $35^{\circ}\text{C}$ , selv på kolde dage. For varmepumper forventes der ikke et nyt teknologisk gennembrud inden 2020, men en række mindre forbedringer vil kunne opnås. Endelig vil solcelleanlægssydelse kunne forbedres ved bedre solcellemoduler, vekselrettere og systemer. Her forventes pris/ydelsesforholdet at blive forbedret med 20 – 40 pct. frem mod 2020.

Sammenfattende viser DTU's rapport, at det er sandsynligt, at den teknologiske udvikling vil betyde, at der inden 2020 vil blive udviklet løsninger, der på rentabel vis kan gøre det muligt at opfylde 2020-kravene, også uden brug af VE-produktion. Det afgørende er her at opstille rammevilkår, så der opstår en god konkurrence mellem de forskellige måder at overholde energikravene på.

#### **4. Indregning af forsyningen i energirammen**

Udover bygningens klimaskærm og installationer indgår også bygningens energiforsyning i energirammen. Det fremgår af EU-direktiv 2011/31 om bygningers energimæssige ydeevne, at krav til nye bygningers energiforbrug skal omfatte det årlige forbrug til opvarmning, køling, ventilation, varmt vand og for nogle bygninger også belysning. Den energimæssige ydeevne skal udtrykkes gennemskueligt og skal omfatte forbruget af primærenergi, der kan baseres på nationale eller regionale vægtede gennemsnit. Det betyder, at den måde, hvorpå energiforbruget i nye bygninger reguleres i EU-landene, herunder Danmark, følger af direktivet. Kravniveauet er derimod nationalt fastlagt.

De fleste bygninger forsynes med flere energiforsyninger, fx el og fjernvarme. For el indgår en del af forbruget direkte i energirammen, nemlig el til drift af ventilatorer, pumper, fyringsanlæg og fast belysning, hvorimod øvrigt elforbrug til kaffemaskiner, køleskabe og opvaskemaskiner kun indgår som varmetilskud fra apparater og udstyr.

Når energiformer skal vejes sammen, kan det ske på grundlag af forskellige antagelser. Sammenvejning kan således ske i energienheder, efter pris, efter primærenergiforbrug, efter brændselsforbrug eller efter CO<sub>2</sub>-udledning.

For at sikre, at der i Danmark bygges efter ensartede regler i hele landet, er der i bygningsreglementet fastsat en energiramme, hvori der indregnes en landsgældende faktor for henholdsvis el og fjernvarme. Når det gælder fjernvarme, kan der dog være betydelig forskel på, hvor meget CO<sub>2</sub>, der udledes fra værk til værk. Brændselsformer, effektivitet og ledningstab kan variere betydeligt. Men med henblik på at sikre, at der er én og ikke op til 300 energirammer i bygningsreglementet, er der i bygningsreglementet en fjernvarmefaktor, der gælder hele landet.

Indpasning af lavenergibyggeri i fjernvarmeforsynede områder byder på en række udfordringer og muligheder for fjernvarmeverkerne. Bl.a. skal fjernvarmeverkerne se på mulighederne for at aftage og videresælge spildvarme med lavere temperaturniveauer fra industrivirksomheder til nye bygninger med beskedne varmebehov.

Rammer og initiativer til at fremme en grøn omstilling af fjernvarmesystemet håndteres af Energistyrelsen i sammenhæng med visionen om at gøre Danmark uafhængig af fossile brændsler i 2050.

Realisering af målsætningen om dansk uafhængighed af fossile brændsler i 2050 indebærer en nødvendig omlægning af energiforsyningerne til bygninger. Klimakommissionen har i denne sammenhæng udarbejdet sandsynlige scenarier for den fremtidige forsyning. Efter Klimakommissionens analyser vil fremtidig opvarmning af bygninger i det væsentlige være baseret på varmepumper og fjernvarme. Naturgas vil endvidere formentligt i nogle år endnu også blive anvendt som forsyningskilde uden for fjernvarmeområderne.

De bygninger, som vil blive opført efter de frivillige lavenergiklasser i de kommende år, har et stærkt reduceret behov for tilført varme. I de fleste enfamiliehusområder vil det være privatøkonomisk mest attraktivt at forsyne disse bygninger med individuelle varmepumper. Det vil stadigvæk i en række tilfælde, i tætbebyggede områder, være privat- og samfundsøkonomisk fornuftigt at forsyne nye bygninger med kollektive systemer, især fjernvarme. Yderligere er brugerinstallationer til fjernvarme enkle og robuste med et begrænset behov for vedligeholdelse, hvilket for visse bygningsejere vil være grunden til at vælge fjernvarme.

Erhvervs- og Byggestyrelsen har ved forslaget om 2020-klassens primærfaktorer for el og fjernvarme lagt væk på, at forsyningsformerne – især varmepumper og fjernvarme – sidestilles i energirammen. Dermed bliver det op til den enkelte bygherre og kommune

at vælge den forsyningsform, der i det konkrete tilfælde er mest attraktiv og samfundsøkonomisk fornuftig.

Bygningsklasse 2020-bygninger vil stå i mange år fremover. Det er derfor rimeligt, at der ved fastsættelsen af faktorerne tages hensyn til den forventede fremtidige udvikling i forsyningsystemerne. I fastsættelsen af faktorerne til 2020-klassen har Erhvervs- og Byggestyrelsen i samarbejde med Energistyrelsen drøftet, hvordan omstillingen frem mod fossil uafhængighed påvirker udviklingen i brændselssammensætningen ved fremstilling af el og fjernvarme. Efter Klimakommissionens fremskrivninger vil brændselsfaktoren falde fra 2,18 i 2009 til 0,4 – 1,0 i 2050. Allerede i 2020 vil el-faktoren være faldet til under 2,0.

Det foreslås på den baggrund, at elfaktoren sænkes fra det hidtidige niveau på 2,5 til 1,8.

Et afgørende forhold ved fastsættelsen af faktorerne er forholdet mellem el- og fjernvarmefaktoren. Hvis ikke forholdet mellem disse to svarer nogenlunde til varmepumpernes virkningsgrad, vil bygningsreglementet ikke virke ”teknologineutralt”, og der vil være risiko for en ubalance i de tekniske muligheder og de økonomiske omkostninger ved henholdsvis løsninger med fjernvarme eller varmepumpe.

For moderne varmepumper er virkningsgraden i dag ofte mellem 3 og 3,5, og på sigt må der ventes en udvikling i retning mod højere virkningsgrader, jf. ovenfor. Hvis forholdet mellem faktorerne fastsættes til under 3, ville der således opstå et incitament til ikke at benytte fjernvarme, heller ikke i områder, der i forvejen er fjernvarmeforsynede, og hvor omkostningerne ved at indføre fjernvarme i ny bebyggelse derfor er privatøkonomisk attraktiv.

Et sådant generelt disincitament til at anvende fjernvarme ville lægge sten i vejen for et holistisk syn på energibesparelser, således at de generelt søges opnået der, hvor samfundet får mest for pengene. Endvidere kan det være en barriere for, at Danmark fortsat internationalt kan markedsføre velfungerende systemløsninger på fjernvarmeområdet som et bud på effektive, bæredygtige energiløsninger.

På den baggrund foreslås det, at fjernvarmefaktoren i 2020-klassen fastsættes til 0,6. Det vil give et forhold på 3 mellem de 2 faktorer – en anelse lavere end i 2015-klassen, men højere end i 2010-klassen.

Omkostningerne ved opførsel af 2020-bygninger vil endvidere være stort set ens for fjernvarmeforsynede og varmepumpeforsynede bygninger, og dermed også ens i større byområder og uden for fjernvarmeforsynede områder, dvs. i land og by. Der kan derfor forventes samme incitament til anvendelse af 2020-klassen i forskellige dele af landet.

## 5. Principper for indregning af VE i energirammen

Som gennemgået ovenfor vil 2020-klassen omfatte skærpede krav til klimaskærm og komponenter og ændring af el- og fjernvarmefaktoren.

Da ønsket om at gennemføre en samlet 75 pct. reduktion af energiforbruget i forhold til 2006-niveau er meget ambitiøst, vil der selv med de skærpede krav til basisbygningen og efter indregningen af forsyningen i energirammen fortsat være en manko i forhold til at opfylde energirammen.

Den enkelte bygherre kan selv vælge, hvordan denne manko dækkes. Det kan ske gennem yderligere byggetekniske tiltag til at forbedre klimaskærmen og installationer. I dag vil disse tiltag dog have en relativt høj samfundsøkonomisk og privatøkonomisk omkostning og kan påvirke bygningens arkitektoniske udtryk. Som tidligere nævnt forventes det dog, at der frem mod 2020 sker en teknologisk udvikling, hvor nye byggematerialer og komponenter kan sikre yderligere energibesparelser til privatøkonomisk attraktive priser.<sup>4</sup>

I de næste år vil mange bygherrer formentligt vælge at dække mankoen gennem individuel VE-forsyning, idet dette vil være mere privatøkonomisk fordelagtigt end fx yderligere isolering. Dette vil formentligt ændre sig i takt med, at nye meget energibesparende byggeprodukter og komponenter udvikles og billiggøres.

Det er vigtigt at understrege, at hvis bygherren vælger at dække mankoen ved indarbejdelse af lokalt produceret VE, skal kravene til klimaskærm og installationer fortsat overholdes. Dette betyder, at uanset hvor meget VE fra fx solceller, der etableres i forbindelse med bygningen, vil basisbygningen fortsat være robust og sikre energibesparelser, selvom forsyningen over tid udskiftes eller ændres. Klimaskærmskravene udgør således et "loft" over, hvor meget VE, der kan indregnes i energirammen.

Dertil kommer, at størrelsesordenen af behovet for lokal VE, for at kunne opfylde energirammen i 2020, langt fra medfører behov for etablering af anlæg, der producerer så meget energi, at det overstiger bygningens samlede elforbrug. Dermed undgås, at der i længere perioder vil være behov for at sende overskydende elproduktion tilbage i forsyningsnettet.

Dette er illustreret i nedenstående tabel 5, der for forskellige bygninger tilsluttet hhv. varmepumper og fjernvarme viser, hvor mange m<sup>2</sup> solceller, der skal til for at dække

---

<sup>4</sup> DTU (2011). Komponentkrav, konkurrence og eksport. En kortlægning af innovation i bygningskomponenter, DTU.

mankoen i forhold til energirammen. Det er vigtig at understrege, at der alene er tale om et regneeksempel. Mankoen kan dækkes på mange måder. I de kommende år vil en del bygherrer formentlig vælge solceller til at nå energirammen – men allerede om få år må det forventes, at der vil foreligge flere rentable alternativer, fx fjernvarme med lav fremførselstemperatur, ventilation med lavt energiforbrug, osv.<sup>5</sup>

Tabellen viser desuden, hvor mange m<sup>2</sup> solceller, der skal til for at dække bygningens samlede årlige elforbrug, inklusive elforbrug til apparater, maskiner, belysning mv. Tabellen viser endelig det solcelleareal for forskellige bygningstyper, der er nødvendigt for at dække det gennemsnitlige elforbrug i de måneder, hvor solen skinner mest.

Baggrunden for denne beregning er, at omkostningerne ved frembringelse af strøm gennem solceller i dag – endda efter at prisen er faldet en del de sidste to år – er ca. 2 kr./kWh og dermed ca. dobbelt så høj som omkostningerne ved at producere strøm fra havvindmøller – der igen er væsentligt højere end omkostningerne ved landvindmøller. Det ville derfor være betænkeligt, hvis bygningsreglementet direkte eller indirekte, i større omfang, tvang bygherrer til en VE-produktion, der er samfundsøkonomisk dyr.

Grunden til, at solcellestrøm i en række tilfælde i dag kan være privatøkonomisk rentabel, selv om den er samfundsøkonomisk dyr, er den nuværende ordning, hvorefter måleren kan ”løbe baglæns” i perioder med overskudsproduktion for at blive modregnet på et senere tidspunkt, hvor solen ikke skinner. Forbrugeren betaler ikke net-, PSO- eller lagringsomkostninger, som dækkes af de andre elforbrugere, og der er på denne måde tale om et indirekte subsidium til individuel VE-elproduktion. Det har været drøftet, om denne modregningsadgang alene skulle kunne ske i den enkelte måned, og det forekommer hensigtsmæssigt, at bygningsreglementet, der gerne skulle have lang løbetid, er robust over sådanne reduktioner af det indirekte subsidieniveau.

**Tabel 5: Solcellearealer til dækning af manko til den foreslåede energiramme og solcelleareal til dækning af det samlede elforbrug (i afrundede tal):**

<b>Varmepumper:</b>	<b>Enfamiliehus (150 m<sup>2</sup>)</b>	<b>Rækkehus (132 m<sup>2</sup>)</b>	<b>Etagehus (1081 m<sup>2</sup>)</b>	<b>Kontorhus (3283 m<sup>2</sup>)</b>
m <sup>2</sup> solceller til dækning af manko	4	1	35	150
m <sup>2</sup> solceller til dækning af samlede elforbrug	55	45	410	1250
Uden målertilbageløb	25	25	200	690

<sup>5</sup> DTU (2011). Komponentkrav, konkurrence og eksport. En kortlægning af innovation i bygningskomponenter, DTU.



på månedsbasis for bygningen samlet				
<b>Fjernvarme</b>				
m <sup>2</sup> solceller til dækning af manko	4	2	35	140
m <sup>2</sup> solceller til dækning af samlede elforbrug	40	35	310	1110
Uden målertilbageløb på månedsbasis for bygningen samlet	20	20	175	660

Som tabel 5 viser, vil det solcelleareal, der vil være nødvendigt for at opfylde 2020-kravene (1. og 4. linje i tabel 5), imidlertid være langt mindre end det solcelleareal, der vil svare til det gennemsnitlige elforbrug i de måneder, hvor solen skinner mest (3. og 6. linje i tabellen).

Ifølge EU-direktiv 2010/31 om bygningers energimæssige ydeevne skal landene sikre, at alle bygninger er ”næsten energineutrale” i 2020. Den begrænsede energimængde, der kræves, bør endvidere i væsentlig grad dækkes af energi fra vedvarende energikilder, herunder vedvarende energi produceret på stedet eller i nærheden.

I forbindelse med BR10 er der indført mulighed for at kunne indregne kollektiv VE, fx solvarmeanlæg, i energirammen uden for fjernvarmeområderne. I praksis kan dette gennemføres ved at etablere et fælles solvarmeanlæg i forbindelse med opførelse af en række nye bygninger.

I forlængelse heraf foreslås det, at der i forbindelse med 2020-klassen generelt åbnes mulighed for, at der kan indregnes såvel individuel som fælles VE-produktion, der sker enten på matriklen *eller* i nærheden. Bygherren af den nye bebyggelse skal bidrage økonomisk til etableringen af VE-anlægget. I forbindelse med 2020-klassen vil det især være nærliggende at opføre fælles solcelleanlæg.

Etableres et anlæg sammen med opførelse af en ny bebyggelse, vil det kunne indgå i dækningen af energibehovet og opfyldelse af energirammen for den nye bebyggelse.

## 6. Godt indeklima i 2020-byggeriet

Den nye 2020-klasse for lavenergibyggeri udvikles ud fra et helhedsperspektiv, hvor energireduktionen går ”hånd i hånd” med et godt og behageligt indeklima.

Danskerne opholder sig indendørs ca. 90 pct. af tiden, og derfor har et godt indeklima i både nyt og eksisterende byggeri stor betydning for vores helbred og generelle velbefindende. Et godt indeklima giver bl.a. færre sygedage, mindre stress og bedre trivsel og velvære.

Indeklimaet påvirkes af en række forskellige faktorer, bl.a. luftkvalitet, temperatur, dagslys m.m., som der allerede i dag er krav til i bygningsreglementet. Gennem særligt skrappe krav til indeklimaet i 2020-klassen vil fremtidens 2020 lavenergiboliger, - kontorbygninger og -institutioner blive attraktive for fremtidige beboere og brugere.

Når det gælder indeklimaet i lavenergibyggeri, er der en række særlige forhold, man bør være opmærksom på. I lavenergibyggeriet opnås energireduktionen typisk via en meget tæt klimaskærm, et tykt isoleringslag og udnyttelse af det passive solindfald. Det er netop disse ting, som er lavenergibyggeriets styrker, da det reducerer kendte indeklimaproblemer som fx kondens og fugt som følge af kuldenedfald og kolde overflader. Men disse nye bygningstiltag kan også medføre udfordringer, som der skal tages hånd om.

Erfaringer fra eksisterende lavenergibyggerier i Danmark og Sverige viser således, at der i nogle tilfælde kan optræde en række komfort- og indeklimaproblemer, som fx problemer med overophedning om sommeren og utilstrækkelig opvarmning om vinteren.<sup>6</sup> En række af disse problemer, fx overophedning, er også velkendte i tidligere byggerier, men de bliver særligt aktuelle i lavenergibyggerierne, der på grund af den velisolerede klimaskærm hurtigt varmes op.

#### *Sikring mod overtemperatur i 2020-byggeriet.*

Hidtidige erfaringer fra lavenergihuse viser, at der i nogle huse hurtigt opstår ubehageligt høje temperaturer. De høje temperaturer opstår dels på grund af store, sydvendte vinduespartier, som i mange tilfælde er dårligt afskærmet mod solindfald, dels på grund af manglede muligheder for udluftning.

Det er ofte besværligt og dyrt at afhjælpe overophedning i boliger og kontorbygninger, fx ved opsætning af solafskærmning, når byggeriet først er opført. Derfor er det en fordel, hvis disse problemer kan identificeres og afhjælpes allerede i de indledende designfaser.

For at sikre imod overophedning foreslås det, at der ved de 2 lavenergiklasser 2015 og 2020 indføres et krav om kontrol og dokumentation af overtemperaturer i kritiske rum i sommerperioden. Lavenergibyggeriet skal her leve op til et krav om en maksimal tem-

---

<sup>6</sup> Erfaringer med indeklimaforhold i nutidigt lavenergibyggeri er bl.a. hentet fra: Tine Steen Larsen (2011). Analyse af indeklimaet i hidtidigt lavenergibyggeri – med henblik på forbedringer i fremtidens lavenergibyggeri, Aalborg Universitet.

peratur på 26 grader om sommeren, der kun må overskrides i et begrænset antal timer (50) i sommertiden. For kontorbyggerier, skoler og institutioner gælder kravet, når bygningen er i brug. Dokumentationen kan bestå af en egentlig indeklimasimulering med et egnet program hertil eller for boliger via en mere forenklet beregningsmetode.

Brug af solafskærmning i boliger har hidtil ikke været standardløsninger i byggeriet. Erfaringer fra nuværende lavenergibyggerier viser dog, at det fremover er nødvendigt at inddrage muligheden for dette, således at solindfaldet fra større vinduespartier ikke fører til overophedning i de tætte bygninger.

Ved valg af solafskærmning er der stor variation i type og teknologi, men fælles for alle typer er, at afskærmningen bør være udvendig, da dette giver den mest effektive løsning. Samtidig skal det overvejes, om det er mest hensigtsmæssigt med aktiv solafskærmning, hvor afskærmningen fx køres ned foran ruden efter behov, eller passiv solafskærmning, hvor fx et fastmonteret udhæng over ruden skærmer for solen, når den står højt på himlen i sommerperioden. Endeligt skal den løsning, der vælges, også tilpasses brugernes ønsker og behov. Fx kan aktiv solafskærmning være problematisk, hvis det resulterer i, at brugerne overstyrer systemet, fordi de ønsker at bevare udsynet til omgivelserne. Passiv solafskærmning har dog også sine begrænsninger, idet den har begrænset effekt mod øst og vest, hvor solen står lavt på himlen.

Til 2020-klassen ønsker Erhvervs- og Byggestyrelsen at vejlede om behovet for solafskærmning og udarbejde gode eksempler på, hvordan man kan vælge effektiv og holdbar solafskærmning i 2020-byggeriet. Derfor vil Erhvervs- og Byggestyrelsen i en revideret eksempelsamling til BR10 udarbejde et afsnit om sikring af det termiske indeklima i 2020-byggerier.

### *Dagslys*

Dagslys i boligen har en positiv indvirkning på vores generelle velbefindende og er derfor et vigtigt element i et godt indeklima. God adgang til dagslys kan forbedre vores koncentrationsevne og gøre os i bedre humør. Samtidig kan det være oplevelsesrigt at have udkig gennem vinduer til det omkringliggende landskab eller haven.

Ud over de komfortmæssige fordele er øget brug af dagslys i boliger og kontorer også en fordel for energiregnskabet. Gennem øget og bevidst brug af dagslyset kan der spares på el til kunstig belysning ved arbejdspladser og i opholdsrum.

I bygningsreglementet er der specifikke krav til dagslysforhold i kontor- og institutionsbyggerier, der sikrer gode lysforhold i arbejdssituationer. Kravniveauet er afstemt, så det giver gode lysforhold samtidig med, at der stadig er mulighed for en vis fleksibilitet i udformningen af byggeriet, fx er det muligt at bygge institutionsbyggerier i etageejendomme, eller bygge kontorlandskaber med en vis rumdybde. På boligområdet er der i

dag et funktionskrav om, at beboelsesrum skal være velbelyste, men der stilles ikke specifikke krav til niveauet af dagslys.

I 2020-byggeriet ønskes særligt gode dagslysforhold, og derfor foreslås det, at der indføres et krav om et mindste rudeareal i boliger, daginstitutioner og kontorbyggerier, der sikrer et godt dagslysniveau. Et krav til rudeareal er nemt at opfylde og efterviser og forbyr ikke byggeriet med udgifter til måling af dagslysforhold. Det foreslås således, at 2020-boliger i beboelsesrum og køkken/alrum samt arbejdsrum i institutioner og kontorer skal have et glasareal, der svarer til mindst 15 pct. af gulvarealet, forudsat at ruderne har en lystransmittans på mindst 0,75.

Kravet om et vist rudeareal i boligens beboelsesrum og i arbejdsrum vil både give æstetiske og komfortmæssige fordele og vil medføre, at bygningens vinduesareal fordeles mere jævnt end hidtil. I det hidtidige lavenergibyggeri ses en tendens til en massiv overrepræsentation af sydvendte vinduer og kraftigt reduceret glasareal i de nordvendte rum, hvilket kan medføre mørke rum i den nordlige del af huset samt risiko for overophedning og blænding (store kontrastforskelle mellem sol og skygge) i rummene mod syd. Derfor er det ofte mere hensigtsmæssigt med en mere jævn fordeling af boligens vinduer, hvilket mindsker risikoen for overophedning og gør bygningen mere robust i forhold til placering på byggegrunde med forskellig orientering.

Med det nye forslag til krav til rudeareal ønsker Erhvervs- og Byggestyrelsen at sætte fokus på gode dagslysforhold i 2020-byggerier. Derfor vil Erhvervs- og Byggestyrelsen udvide den kommende udgave af eksempelsamlingen til BR10 med et kapitel med gode eksempler på opfyldelse af dagslyskravet og hensigtsmæssig placering af vinduesarealer i fremtidens boliger, institutioner og kontorbyggerier.

#### *Behovsstyring af ventilationen.*

Behovsstyring af ventilationen i boliger og andre bygninger sikrer, at ventilationen tilpasses det konkrete behov. Behovsstyring af ventilation kan således medvirke til, at man kan spare på elregningen, samtidig med, at der i den konkrete situation er det luftskifte, der er behov for.

Med BR10 er der indført mulighed for anvendelse af behovsstyret ventilation i institutionsbyggerier og i begrænset omfang i etageboliger. Ved anvendelse af behovsstyret ventilation er der dog stadig et krav om et minimum luftskifte i alle rum, der bl.a. skal sikre mod forhøjede koncentrationer af CO<sub>2</sub>, radon og formaldehyd i indeklimaet. I institutioner betyder behovsstyringen fx, at luftskiftet automatisk øges i lokaler, hvor mange børn samles, mens der spares i andre dele af institutionen. Brugen af behovsstyret ventilation kan give en betydelig energibesparelse. Fx viser erfaringer fra brug af be-

hovstyret ventilation i institutionsbyggerier, at der kan spares ca. 40 pct. af energiforbruget til ventilationen.<sup>7</sup>

I boliger er der stadig en vis usikkerhed i forhold til at finde frem til en optimal styring (fugt, CO<sub>2</sub>, temperatur) af ventilationsanlægget. En del teknologier er stadig under udvikling, og det forventes, at nye løsninger udvikles i de kommende år.

Til at understøtte denne udvikling har Erhvervs- og Byggestyrelsen igangsat en undersøgelse af mulighederne for behovsstyret ventilation i boliger, hvor anlæg med forskellige styringsparametre testes. Undersøgelsen forventes afsluttet medio 2012. Herefter vil Erhvervs- og Byggestyrelsen overveje at give mulighed for behovsstyring af ventilationen i 2020-boliger, således at det tillades, at luftskiftet kan sænkes under de nuværende minimumskrav, når rummene er ubenyttede – som det fx er tilfældet i andre nordiske lande. Konkret kunne man fx forestille sig, at luftskiftet kunne sænkes fra 0,3 til 0,2 l/s/m<sup>2</sup>, såfremt luftskiftet er behovsstyret og styret af sensorer, der både registrerer fugt og CO<sub>2</sub>.

Et højt CO<sub>2</sub>-niveau er en indikator på et utilstrækkeligt luftskifte ift. antallet af personer i et lokale. For at sikre en god luftkvalitet indføres der i forbindelse med bygningsklasse 2020 et yderligere krav om maksimalt indhold af CO<sub>2</sub> i skoler, daginstitutioner og kontorer.

#### *Opvarmning af 2020-byggerier.*

Ved design af lavenergihuse er det ofte meget små mængder energi, der skal tilføres huset for at opvarme det i vinterperioden. Det reducerede varmebehov betyder, at korrekt dimensionering af tekniske installationer og beregning af dimensionsgivende varmetab er stadig mere kritisk, idet bygherre i nogle tilfælde beregner og dimensionerer varmeanlægget, så der er præcist sammenfald mellem det beregnede varmetab, og hvor meget varme, der kan tilføres.

De nuværende erfaringer fra lavenergiboliger viser, at der i nogle boliger er problemer med utilstrækkelig opvarmning af rum i vinterperioden. Dette skyldes ofte, at de beregningsforudsætninger, som bygherren eller rådgiveren har anvendt, da varmesystemets kapacitet blev beregnet, ikke svarer til de faktiske forhold. Har bygherren så valgt et varmeanlæg, hvor den mulige tilførte effekt ligger meget tæt op af det beregnede varmetab, har varmeanlægget ikke den nødvendige ekstracapacitet og kan derfor ikke opvarme boligen tilstrækkeligt.

---

<sup>7</sup> Erfaringer er hentet fra A. Afshari et al. (2009). Behovsstyret ventilation, det bedste til børneinstitutioner, artikel i HVAC nr. 11 2009.

For at sikre, at sådanne problemer ikke gentages i fremtidens 2015- og 2020-lavenergibyggeri, indføres et krav om en vis ekstrakapacitet i opvarmningsanlæg til lavenergibyggeri. Dette skal sikre robuste opvarmningsanlæg, der også har kapacitet til at klare de situationer, hvor de faktiske forhold afviger fra beregningsforudsætningerne og dermed sikrer brugerne en god komfort hele året. Kravet indarbejdes i den igangværende revisionen af varmenormen, der forventes færdig i 2011.

Derudover indføres i forbindelse med bygningsklasse 2020 yderligere krav om, at luftbåren varme ikke kan stå alene som opvarmningsform af bygninger. Det henstilles til kommunerne ikke at dispensere fra bygningsreglementet på dette punkt eller fra kravet om individuel rumopvarmning.

#### *Dokumentation og simulering.*

En del af de indeklimaproblemer, der opleves i det nuværende lavenergibyggeri, fx overtemperaturer, kan skyldes manglende eller uhensigtsmæssig brug af dokumentations- og simuleringværktøjer i de indledende faser af byggeriet. I dag benyttes beregningsværktøjet Be10 (tidligere Be06) til at eftervise, at byggeriet overholder energirammen. Formålet med Be10 er således at gennemføre den lovpligtige dokumentation af bygningens energiforbrug, og værktøjet har derfor en begrænset detaljeringsgrad.

I forbindelse med bygningsreglementet for 2010 og indførelse af lavenergiklassen 2015 er energiberegningsprogrammet revideret til Be10-udgaven. I den tidligere udgave kunne der kun laves beregninger på bygningen som én klimazone, men i den nye udgave er det nu muligt at lave zoneopdelte beregninger. Denne udvidelse giver rådgivere bedre mulighed for at gennemføre mere præcise beregninger af bygningens energiforbrug, da programmet nu fx kan medtage, at der i en zone af byggeriet er behov for køling, mens der i en anden er et varmbehov frem for at bygge på gennemsnitsberegninger for hele byggeriet.

Be10 er således blevet mere præcist i forhold til beregning af bygningers energiforbrug. I en række tilfælde er der dog eksempler på, at Be10 også benyttes til at vurdere indeklimaet i byggeriet, hvilket programmet ikke er egnet til. For at imødekomme denne uhensigtsmæssige brug af Be10 vil der i den igangværende revision af vejledningen til Be10 blive forklaret, hvad der er værktøjets formål og hensigtsmæssig anvendelse af Be10. Samtidig vil Be10 også blive gennemgået og revideret i forhold til de nye krav til dokumentation, fx døgnmiddeltemperatur i boliger, der stilles til 2020-byggeriet.

#### *God indeklimastandard i 2020-bygninger.*

Indeklimaet bestemmes af en lang række faktorer, hvoraf nogle, fx luftkvaliteten, kan være vanskelig at vurdere for den enkelte beboer eller bruger. Derfor er der brug for, at indeklimaet synliggøres for brugeren, således at de aktivt kan vælge nye bygninger med

et godt indeklima. Med den frivillige *Indeklimastandard*, som Erhvervs- og Byggestyrelsen har udviklet i 2009-10 i samarbejde med Dansk Standard og førende indeklimaforskere, har brugere og beboere fået nye og bedre muligheder for at stille konkrete krav til udførende og rådgivere om, hvilken indeklimastandard, der ønskes i nye bygninger. I en række tilfælde vil forbedringer kunne opnås uden meromkostninger, hvis de er planlagt i tide, og der er taget højde for dem ved tilrettelæggelsen af byggeriet.

I indeklimastandarden klassificeres indeklimaet i nye bygninger fra klasse A++ til C. Klasse A++ er den bedste klasse, A svarer til bygningsreglementets krav, og klasse C er den dårligste klasse. På Dansk Standards hjemmeside kan man læse mere om indeklimastandarden.

Et af de centrale principper for 2020-byggeriet er, at det skal opføres med et rigtig godt indeklima. Derfor er de indeklimakrav, der er foreslået til 2020-klassen, skrapere end de standardkrav, der stilles til nybyggeriet i dag. Dette betyder, at 2020-byggeriet får et rigtig godt indeklima, der på de fleste parametre svarer til A+ klassen eller bedre.

## **7. Arkitektonisk udtryk i 2020-byggeriet**

2020-klassen giver mulighed for at udforme interessant lavenergibyggeri af høj arkitektonisk kvalitet, selv om kravene til bygningens energiforbrug strammes betydeligt.

Allerede de første valg, som træffes i designet af en ny bygning, som fx formgivning og orientering, har afgørende betydning for bygningens energiforbrug og indeklima. Derfor er fokus på designprocessen og de energireducerende tiltag, der kan anvendes tidligt i designprocessen, et vigtigt element i at nå den ønskede energireduktion.

Samtidig er det væsentligt, at 2020-klassen giver en vis grad af arkitektonisk frihed, således at vi også i fremtiden vil se mange forskellige bud på både mere traditionel såvel som mere nyskabende lavenergiarkitektur.

### *Fokus på passive tiltag.*

I takt med, at energikravene til vores boliger og bygninger skærpes, bliver arkitektens evne til og muligheder for at træffe gode valg i designprocessen stadig mere afgørende for, om den færdige bygning lever op til bygningsreglementets krav såvel som ønsker om komfort og æstetik.

I de indledende formgivningsfaser kan der med fordel fokuseres på passive tiltag, fx disponering af rum og bygningens forskellige rumfang, og hvordan disse kan være med til at reducere energiforbruget. Fx kan ændringer af et byggeris kompakthed være med til at reducere det samlede varmetab. Ligeledes kan omfordeling af funktionerne i et kon-

torbyggeri, så funktioner med et stort lysbehov placeres på sydsiden, være med til at reducere energiforbruget til kunstig belysning.

De passive tiltag har ofte den fordel, at de modsat aktive tiltag som fx solceller og ventilation med varmegenvinding, er meget holdbare. Passive tiltag kræver typisk mindre vedligehold i bygningens levetid, og de er i mange tilfælde mindre påvirket af ændringer i brugeradfærden.

Erhvervs- og Byggestyrelsen ønsker at udbrede kendskabet til de muligheder, der ligger i passive tiltag og andre energireducerede tiltag i designprocessen. Derfor har styrelsen i samarbejde med Realdania udarbejdet en bedste praksis-manual, hvor både danske og udenlandske eksempler skal belyse, hvordan den arkitektoniske designproces kan integreres med målsætninger om et lavt energiforbrug og et sundt indeklima. I publikationen fokuseres der på arkitektoniske helheds løsninger og bygningers passive egenskaber.

#### *Værktøjer til designprocessen*

De skærpede krav til energiforbruget i fremtidens 2020-byggeri gør det nødvendigt med en integreret arbejdsproces, hvor arkitekter og ingeniører arbejder tæt sammen. Her er det væsentligt, at de to faggrupper har en god forståelse for hinandens fagområder, og at arkitekter fx ved, hvilken effekt på energiforbruget, forskellige indledende formgivningstiltag har.

I dag er der dog få designværktøjer, som kombinerer den indledende design og formgivning med data om forventet energiforbrug og indeklima. Mange af de simuleringsværktøjer, der findes på markedet i dag, er meget detaljerede og datatunge, da de er udviklet til brug for ingeniører senere i processen. Erhvervs- og Byggestyrelsen ønsker at understøtte udviklingen af designværktøjer til brug i den første del af designprocessen. Disse værktøjer vil gøre det lettere at arbejde med passive tiltag og deres effekt på energiforbrug og indeklimaforhold i de indledende design- og formgivningsfaser. Derfor vil styrelsen i samarbejde med relevante parter, bl.a. Center for øget produktivitet og digitalisering i byggeriet, undersøge muligheden for at udvikle og udbrede denne type designværktøjer.

#### *Arkitektonisk frihed og innovation i 2020-rammen*

Energirammen og kravene til klimaskærmen er udformet således, at den arkitektoniske formgivning ikke er fastlåst. Da varmetabskravet er udformet pr. m<sup>2</sup> klimaskærm, vil det ikke forhindre designløsninger med bygningsfremspring, der forøger energiforbruget. Hermed vil det stadig være muligt at opføre bygninger med et relativt stort overfladeareal i forhold til etageareal, fx med mange fremspring i facaden. Men det er klart, at en sådan "bygningsskal" medfører et større samlet varmetab, der skal kunne rummes inden for energirammen. I disse tilfælde er det således energirammen, der bestemmer det kreative udfoldelsesrum.



Energirammen som reguleringsværktøj medfører også en vis grad af valgfrihed og skaber incitament for innovation af produkter og løsninger. I energirammen stilles krav til en bygnings samlede energieffektivitet frem for detaljerede krav til de enkelte bygningsdele. Dette giver rådgivere og bygherrer et større udfoldelsesrum til at vælge de materialer, løsninger og teknologier, der mest effektivt kan indfri kravet om et lavt energiforbrug. Undersøgelser af innovationsfremmende regulering peger på, at ramme-krav som fx energirammen har en positiv effekt på virksomheders innovationsaktiviteter.<sup>8</sup> Særligt sætter udmelding om fremtidige strammere krav, som det er tilfældet med udmøntningen af 2020-klassen, gang i udviklingen af nye produkter og løsninger. Tidshorisonten giver også virksomhederne den nødvendige tid til at planlægge og igangsætte produktudviklingen og evt. omlægge produktionen uden unødige omkostninger.

### **8. Efterlevelse af energikravene**

I en række af de senere års opførte lavenergibygninger er det konstateret, at bygningerne har et markant højere energiforbrug end beregnet ved opførelsen. Årsagerne til, at der konstateres et højere faktisk energiforbrug end det beregnede, kan bunde i såvel anden brugeradfærd end forudsat, men også i, at der er lavet fejl i projektering af bygningen, og/eller mangelfuld udførelse af både klimaskærm og dimensionering af installationer.

Fx har en evaluering foretaget af Energitjenesten, SBI og Det Grønne Hus af erfaringerne med ”Fremtidens parcelhuse” i Køge vist, at husene i gennemsnit har overskredet energirammen med 31 pct. Husene har især haft et større varmeforbrug end antaget, hvilket bl.a. skyldes problemer med de tekniske installationer samt en anden brugeradfærd end forventet og lagt til grund for beregningerne.

Andre case-baserede undersøgelser har vist samme problemer.<sup>9</sup>

Lavenergibyggeriet har således ofte et faktisk energiforbrug, der overstiger det beregnede forbrug, som forbrugeren havde fået stillet i udsigt ved køb af bygningen. Da der ikke er gennemført større evalueringer eller undersøgelser af størrelsesordenen af det reelle efterlevelseshproblem, er det vanskeligt at sætte tal på, hvor store overskridelserne af energirammerne er.

---

<sup>8</sup> Erfaringer er hentet fra projektet Innovationsfremmende regulering på byggeområdet, der er gennemført i Økonomi- og Erhvervsministeriet i 2011.

<sup>9</sup> Erfaringer fra lavenergibyggeri i Stenløse Syd i, Ove Mørk, Kirsten Engelund Thomsen, Jørgen Rose (2011) The EU CONCERTO project Class1 – demonstrating cost-effective low energy buildings – recent results.

For den enkelte bygningskøber er det naturligvis et problem, at køber ikke får en bygning, der leverer den energibesparelse, som var stillet i udsigt ved aftaleindgåelsen. For samfundet som helhed er det ligeledes et problem, når de krav og målsætninger, der er opstillet for reduktionen af energiforbruget, i praksis ikke opnås.

Et større energiforbrug end beregnet kan både skyldes fejl i udførelsen af bygningen og en anden brugeradfærd end antaget ved beregningen af bygningens behov for tilført energi. Nogle undersøgelser har peget på, at beboere i lavenergihuse er hurtigere til at skrue op for varmen end beboere i ældre bygninger, hvor det er dyrere at opnå en højere komforttemperatur. Der er dog ikke foretaget undersøgelser, der viser, hvor stor en del af efterlevelseshet problemet, der skyldes henholdsvis udførelsesfejl og brugernes adfærd.

For at få en bedre viden om efterlevelsen af bl.a. bygningsreglementets energikrav igangsætter Erhvervs- og Byggestyrelsen og Statens Byggeforskningsinstitut derfor i 2011 en større undersøgelse af dette forhold.

*Fokus på styrket efterlevelse af 2020-klassens krav.*

De bygninger, der i de kommende år opføres efter 2020-klassen, har et så lavt energiforbrug, at selv mindre fejl i projektering og udførelse kan medføre overskridelser af bygningens forventede energiforbrug, når bygningen tages i anvendelse.

Når kravene yderligere strammes i denne frivillige lavenergiramme 2020, er det derfor vigtigt at sætte fokus på at sikre en bedre efterlevelse af energikravene og dermed en større overensstemmelse mellem bygningens projekterede og faktiske energiforbrug.

Det foreslås derfor at gennemføre en række tiltag til at sikre en styrket efterlevelse af kravene til 2020-klassen, således at fejl i projektering og udførelse reduceres betydeligt.

Det kan være svært for beboeren at gennemskue, om et for højt energiforbrug skyldes fejl, som bygherren har lavet i udførelsen af bygningen eller brugerens egen adfærd. Det gør det vanskeligt at opdage og rette krav til bygherren om at udbedre de fejl, der måtte være på bygningen.

Derfor vil Erhvervs- og Byggestyrelsen også udvikle tiltag til at fremme en synliggørelse af betydningen af brugeradfærden for det faktiske energiforbrug.

Samlet set vil disse initiativer bidrage til at opnå yderligere energibesparelser ved den kommende 2020-klasse.

*i. Initiativer i forbindelse med opførelsen af byggeriet.*

*a. Stikprøvekontrol af energiberegningen i 2020 lavenergibyggeri.*

Når det gælder ukompliceret byggeri, gennemfører kommunerne ikke teknisk byggesagsbehandling. Det betyder, at den Be10 beregning, der skal dokumentere, at bygningen lever op til energirammen, ikke tjekkes, inden der gives byggetilladelse. Derimod indsendes energiberegningen i forbindelse med færdigmeldingen. Det er i en række tilfælde konstateret, at bygherrer kan have svært ved at lave en korrekt Be10 beregning. En forkert udfyldt Be10-beregning kan medføre, at bygningen opføres, så energirammen ikke opfyldes. Når energikravene yderligere skærpes i den frivillige 2020-klasse, stiller dette betydelige krav til gennemførelse af Be10-beregningen. Med henblik på at styrke byggebranchens fokus på korrekt udfyldelse og anvendelse af Be10 beregningen foreslås det, at der i bygningsreglementet stilles krav om, at kommunerne i mindst 10 pct. af de byggesager, der vedrører 2020-klassen, skal stille krav om dokumentation for korrekt udfyldelse af energiberegningen for bygningen, inden der gives byggetilladelse. Dokumentationen skal foretages af en uvildig energikonsulent. På denne måde kan det sikres, at branchen har højere fokus på korrekt udarbejdelse af energiberegningerne i 2020-byggeriet, og at kommunerne har mulighed for stikprøvevist at sikre, at beregningerne er korrekte, inden byggetilladelsen gives.

*b. Tæthedsmålinger.*

Tæthedsmålinger udføres ved en blowerdoor-test, hvor man måler luftskiftet gennem utætheder i klimaskærmen. En eventuel utæthed i klimaskærmen for en bygning med en stram energiramme som 2020-klassens vil gøre det vanskeligt at overholde det projekterede energiforbrug.

I bygningsreglementet er der i dag krav til kommunerne om, at de i mindst 5 pct. af byggesagerne skal stille krav om dokumentation af tæthed i forbindelse med færdigmeldingen af bygningen. I praksis stiller mange kommuner krav om dokumentation af tæthed i en betydeligt større andel af byggesagerne. Stikprøvekravet har bidraget til, at der i byggebranchen er kommet større fokus på, hvordan konstruktioner opføres, så tæthedskravene opfyldes.

Derfor foreslås det, at der stilles krav om, at kommunerne ved færdigmelding af bygninger, der opføres efter den kommende 2020-klasse, skal stille krav om dokumentation for tæthed i alle byggesager. Kravet vil også gælde bygninger, der opføres efter den frivillige 2015 klasse.

Måling inden endelig færdiggørelse af bygningen er en relativ simpel og meget effektiv kontrol af, om klimaskærmen er udført korrekt. Dette kræver naturligvis, at undersøgelsen udføres korrekt. Erhvervs- og Byggestyrelsen ser derfor positivt på det branchebase-

rede initiativ, der i regi af foreningen Klimaskærm vil sikre, at tæthedsmåling, termografering og tætning af bygninger sker efter ensartede retningslinjer.

*c. Markedskontrol.*

Det faktiske energiforbrug afhænger bl.a. af, om de enkelte bygningskomponenter overholder den energimæssige ydeevne, som de oplyser. Det er vanskeligt for bygningsejeren eller bygherren selv at kontrollere, hvorvidt komponenterne overholder den energieffektivitet, som de hævder at leve op til. Det gælder eksempelvis for komponenter som varmepumper og ruder.

For at sikre, at bygningskomponenter, såsom vinduer og varmepumper, overholder den oplyste energieffektivitet, gennemføres i de kommende år målrettede markedskontrolindsatser med de energiforbrugende bygningskomponenter, der har betydning for 2020-klassens faktiske energiforbrug.

*ii. Initiativer efter bygningen er opført.*

*a. Energitjek i byggeskadeforsikringen.*

I henhold til byggeskadeforsikringen udføres der på nuværende tidspunkt både et 1 og et 5 års eftersyn af bygningen. Under eftersynet udføres der en kontrol af, om bygherren har opført bygningen byggefagligt korrekt. Erhvervs- og Byggestyrelsen vil i en kommende revision af ordningen undersøge, hvordan en kontrol af bygningens energimæssige standard kan gennemføres som led i eftersynet af bygninger, hvor det faktiske energiforbrug i betydelig grad oversiger det beregnede.

Det vil endvidere blive undersøgt, om der ved 1-års eftersynet kan udføres en kontrol af dimensioneringen og indreguleringen af bygningens ventilationsanlæg og installationer.

*b. Standard for samordnet idriftsættelse (commissioning).*

Fremtidens lavenergibyggeri medfører i højere grad tekniske installationer til ventilation, varmepumper, solvarmeanlæg og solceller etc. Det stiller store krav til at sikre, at installationerne ikke påvirker hinanden uhensigtsmæssigt med større energiforbrug til følge og problemer med indeklimaets kvalitet. Standarden bygger blandt andet på en revision af varme- og ventilationsnormen, som afsluttes i 2011. Umiddelbart herefter igangsættes en større undersøgelse af commissioning.

*iii. Initiativer til synliggørelse af faktisk vs. beregnet energiforbrug*

Årsagen til, at der i en bygning ses et højere energiforbrug end projekteret, kan som anført ovenfor skyldes fejl i projekteringen eller udførelsen af bygning eller uforudset brugeradfærd.

Det er den professionelle bygherre, der har det erstatningsretlige ansvar for, at nybyggeri opføres i overensstemmelse med reglerne i bygningsreglementet. Dette ansvar er præciseret i ændringen af byggeloven, som blev gennemført i februar 2010. Hvis en professionel bygherre ikke har overholdt bygningsreglementets bestemmelser og fx ikke har overholdt energikravene, kan vedkommende således gøres erstatningsansvarlig over for bygningsejeren.

For den enkelte bygningsejer kan det dog være svært at vurdere, om et højere energiforbrug end beregnet skyldes fejl i projektering eller udførelse, og som den professionelle bygherre er erstatningsretsligt ansvarlig for.

*a. Samling af Be10-beregninger og oplysninger om faktisk energiforbrug i BBR.*

Med henblik på at sikre et bedre overblik over besparelsesmuligheder i bygningsmassen er det som led i regeringens energistrategi besluttet at samle energidata om bygningens energimærke og energiforbrug i Bygnings- og Boligregisteret (BBR). Det forventes, at udviklingen af denne datafunktionalitet er færdigudviklet ultimo 2011.

På baggrund af de nye muligheder for synliggørelse af det faktiske og beregnede energiforbrug i BBR vil Erhvervs- og Byggestyrelsen i samarbejde med relevante parter udarbejde løsninger, som den enkelte bruger kan anvende til at vurdere, hvordan hans konkrete adfærd påvirker det faktiske energiforbrug i bygningen. Dermed bliver det lettere at identificere tilfælde, hvor der kan være begrundet mistanke om fejl i projektering eller udførelse, som den professionelle bygherre er erstatningsretsligt ansvarlig for.

## **9. 2020-klassens privat- og samfundsøkonomiske rentabilitet**

Med bygningsklasse 2020, som er skitseret i ovenstående, bliver Danmark det første land i EU, der får defineret og fastlagt en så ambitiøs energiramme for nybyggeri i lovgivningen.

Klassen skal være så attraktiv, at ambitiøse bygherrer allerede fra 2011 kan se en interesse og fordel ved at anvende klassen. Dermed sikrer vi, at vi frem mod 2020 får oparbejdet erfaringer med klassen og kompetencer, der bidrager til at fremme såvel innovation som nedbringelse af de privatøkonomiske omkostninger, som forbrugeren skal afholde den dag, klassen bliver standard.

Dette kræver til gengæld, at 2020-klassens privatøkonomiske meromkostninger ikke må være for høje, når klassen lanceres. Med det forslag, der er gennemgået ovenfor, vil meromkostningen i 2010-priser være begrænset.

Meromkostningerne ved at opføre en bygning efter 2020-klassen i forhold til de krav, der i dag er gældende, afhænger af den kombination af byggetekniske løsninger, som bygherren vælger til at opnå den reduktion af energiforbruget, der er krav om. Derfor vil meromkostningerne ved at opføre en 2020-bygning i forhold til 2010 ligge i et spænd, alt efter de konkrete valg, som bygherren tager.

I de 4 eksempler nedenfor er der valgt en antagelse, om at der ved de første 25 pct. reduktion af energiforbruget (der svarer til springet fra BR08 til BR10) primært er anvendt tiltag med lavest nødvendig investering. Det indebærer så, at en række tiltag med relativ højere pris pr. sparet kWh og højere CO<sub>2</sub>-skyggepris gennemføres i springet fra 2010 til 2020-klassen<sup>10</sup>.

Med disse antagelser fremgår merinvesteringen til opførelse af 2020-bygningerne i forhold til 2010-kravene at udgøre ca. 5-7 pct., jf. tabel 6. Nettomeromkostningen – dvs. når energibesparelsen er fraregnet - vurderes til at udgøre ca. 2 pct. med dagens priser og en "lav rente" – dvs. en lånerente, inkl. låneomkostninger, på 5 pct. p.a. De samfundsøkonomiske omkostninger ved at reducere CO<sub>2</sub>-udslippet er 3.000- 4.000 kr. pr. tons under antagelse af en realrente på 3 pct.

Ved en realrente på 5 pct. ("høj rente" i tabel 6) udgør omkostningerne 5.000-5.500 kr. pr. tons. Den privatøkonomiske belastning er ca. 2-3 pct. i højrenteeksemplet, hvor der er regnet med en lånerente på 7 pct. p.a.

**Tabel 6. Meromkostninger ved 2020-bygninger med 2010 priser.**

**Priserne omfatter merinvesteringen ved at gå fra 2010-krav til 2020-krav.**

Type	Investering i dag	Merinvestering	Lav rente		Høj rente	
			Nettomerkostning	CO <sub>2</sub> skyggepris	Nettomerkostning	CO <sub>2</sub> skyggepris
	Kr./m <sup>2</sup>	i pct. af byggesum	1 pct.	Kr./ton CO <sub>2</sub>	1 pct.	Kr./ton CO <sub>2</sub>
Enfamiliehus	9.400	6	2	3.500	3	5.500
Rækkehus	8.800	7	2	4.000	3	5.500
Etagehus	8.600	5	2	4.000	2½	5.500
Kontorhus	12.200	5	1½	3.000	2	5.000

Note: I de samfundsøkonomiske beregninger er der som udgangspunkt anvendt en realrente på 3 pct. p.a. I de privatøkonomiske beregninger er der anvendt en rente på 5 pct. p.a. og en inflation på 2,3 pct. p.a.

<sup>10</sup> Flere beregninger af økonomien for Bygningsklasse 2020 kan findes i "Energikrav til nybyggeriet 2020 – Økonomisk analyse. SBI/ Søren Aggerholm, maj 2011.

Det er desuden aftaget, at skat og afgifter er uændret over perioden. For at kunne se betydningen af renten er beregningerne gentaget i de sidste to kolonner med et højere renteniveau og uændret inflation svarende til en rente på 7 pct. p.a. i de privatøkonomiske beregninger og en realrente på 5 pct. p.a. i de samfundsøkonomiske beregninger.

Meget tyder imidlertid på, at såvel de privat- som de samfundsøkonomiske omkostninger ved 2020-klassen vil blive reduceret mærkbart i de kommende år. Ved en fremskrivning af omkostningerne til 2020-priser er der regnet med en gennemsnitlig omkostningsreduktion på ca. 20 pct. i perioden frem til 2020. Samtidigt er der regnet med reale energiprisstigninger på ca. 2 pct. om året (Energistyrelsens beregningsforudsætninger vedr. energipriser, som igen er baseret på IEA's løbende prognoser, er lagt til grund).

Som det fremgår af tabel 7, forventes merinvesteringen at falde fra godt 2 pct. til at blive privatøkonomisk rentabel i 2020 ved såvel et lavt som højt renteniveau.

De samfundsøkonomiske omkostninger ved CO<sub>2</sub>-reduktionen vil være reduceret til 1.000-3.000 kr. pr. tons CO<sub>2</sub> afhængigt af realrenteantagelse.

**Tabel 7. Meromkostninger ved 2020-bygninger med 2020 priser.**

**Priserne omfatter merinvesteringen ved at gå fra 2010-krav til 2020-krav.**

Type	Samlet byggeri	Merinvestering	Lav rente		Højt renteniveau	
			Nettomerkostning	CO <sub>2</sub> skyggepris	Nettomerkostning	CO <sub>2</sub> skyggepris
	Kr./m <sup>2</sup>	i pct. af byggesum	I pct.	Kr./ton CO <sub>2</sub>	I pct.	Kr./ton CO <sub>2</sub>
Enfamiliehus	9.400	4	-½	2.000	0	3.000
Rækkehus	8.800	4	-½	2.000	0	3.000
Etagehus	8.600	2,5	-1	1.000	-½	2.000
Kontorhus	12.200	3	-1	1.000	-½	2.000

\* Note: Se note til tabel 6 for beregningsforudsætningerne.

\*\*Der er antaget en råoliepris i 2020 på ca. 131 \$/tønne, jf. ENS og IEA. For 2010 er antaget en råoliepris på omtrent 82 \$/tønne. Fra omtrent årsskiftet 2010/2011 til medio marts 2011 er råoliepriserne steget fra godt 80 \$/tønne til 100-114 \$/tønne.

De relativt høje omkostninger ved reduktionen af CO<sub>2</sub>-udslippet skal holdes op mod, at der ikke vil være tale om en belastning af byggesektorens konkurrenceevne i forhold til andre lande og dermed risiko for tab af arbejdspladser. Tværtimod tyder alt på, at en række andre EU-lande er på vej med standarder, der er næsten lige så stramme som

2020-kravene. Ved allerede nu at igangsætte byggeri, der giver udførende, byggematerialeproducenter og rådgivere erfaringer, vil der være mulighed for at starte en proces, hvor byggebranchen vil få erfaringer og læring, der vil kunne nedbringe meromkostningerne hurtigere end ellers – samtidig med, at byggeriet vil få erfaringer og mulighed for en branding, der kan understøtte byggevarer- og rådgivningseksporten.

*2020-klasseens reduktion af energiforbruget.*

2020-klasse skal opfylde regeringens målsætning om at reducere energiforbruget med 75 pct. i forhold til 2006.

Udkastet til 2020-klasse medfører en reduktion af energirammen til 25 pct. af 2006 niveauet, jf. tabel 8.

**Tabel 8: Energiramme i kWh/m<sup>2</sup> pr. år for forskellige bygningseksempler**

	BR 08	BR10	2015	2020
150 m <sup>2</sup> enfamiliehus	84,7	63,5	36,7	20
1000 m <sup>2</sup> etageboliger	72,2	54,2	31	20
10.000 m <sup>2</sup> skole	95,2	71,5	41,1	25
1000 m <sup>2</sup> kontorbygning	97,2	73,0	42	25
300 m <sup>2</sup> børneinstitution	102,3	76,8	44,3	25

Når de nye faktorer for el og fjernvarme indregnes, opnås der i alt – i første omgang - en reduktion af det planlagte eller beregnede energiforbrug – når VE ikke medregnes - i nybyggeri på omkring 15 pct. af energiforbruget i forhold til 2015-klasse og på omkring 65 pct. i forhold til 2006-niveauet. Den præcise reduktion er ikke mulig at opgøre på forhånd, fordi den afhænger af sammensætningen af byggeriet på forskellige bygningstyper samt ikke mindst af sammensætningen af bruttoenergiforbruget på ikke-VE energiarter, dvs. el, fjernvarme, naturgas mv.

Hertil skal imidlertid lægges andre energibesparende tiltag, som ikke indgår i rammen. Det gælder fx fastsættelse af komponentkrav til elevatorers energiforbrug, som Erhvervs- og Byggestyrelsen vil undersøge muligheden for at fastsætte – men som noget tyder på kan udgøre flere pct. af energiforbruget i etageejendomme til såvel bolig som erhverv.

Herudover kommer de yderligere energibesparelser, der tilvejebringes ved at sikre en øget efterlevelse af bygningsreglementets energikrav. Eksempelvis har Erhvervs- og Byggestyrelsen præciseret en række forhold omkring, hvilke arealer i bygningen, der må indregnes i energirammen, fx så kælderlokaler normalt ikke kan medregnes. Dermed lukkes ”huller”, som har været brugt til at få mulighed for et større energiforbrug og stadig overholde energirammerne.



Endeligt vil Erhvervs- og Byggestyrelsen, som gennemgået i afsnittet ovenfor, styrke efterlevelsen af energikravene i den frivillige bygningsklasse 2020. Der gennemføres således en række nye initiativer, der skal sikre en bedre efterlevelse før, under og efter 2020-bygningerne opføres.

Det er i sagens natur forbundet med stor usikkerhed at vurdere effekten på det faktiske energiforbrug i forhold til det planlagte ved disse initiativer – allerede fordi der, som tidligere nævnt, ikke foreligger nogen dækkende undersøgelse af forholdene i dag. Det er imidlertid Erhvervs- og Byggestyrelsens vurdering, at den samlede række af stramninger og initiativer kan tilvejebringe en energibesparelse på 10 pct. Bygningsklasse 2020 vil således samlet set sikre en 75 pct. reduktion af energiforbruget i nye bygninger.

Erhvervs- og Byggestyrelsen vil endvidere løbende følge udviklingen i byggeriet, i byggeskikke og -standarder samt i energiforbruget i bygningsmassen for at vurdere effekten af initiativerne samt energiforbruget i bygningsmassen i forhold til det planlagte forbrug, i forhold til de politiske målsætninger og i forhold til udviklingen i andre lande.

2020-klassen kan allerede fra 2011 anvendes til at opføre byggeri med et meget lavt energiforbrug, som samtidig opfylder hensynet til et sundt indeklima, spændende arkitektur, og har så relativt begrænsede meromkostninger, at ambitiøse bygherrer vil ønske at gøre sig erfaringer hermed, allerede 9 år før klassen bliver obligatorisk.

I takt med, at der opnås flere erfaringer med så energibesparende byggeri, vil der blive udviklet nye komponenter, byggemetoder og redskaber, der muliggør flere energibesparelser, og som billiggør byggerierne. Det giver mulighed for at udvikle klassen, så der kan gennemføres flere energibesparelser, uden at dette fordyrer byggeriet.

Såfremt udviklingen i byggesektoren eller hos byggevareproducenterne giver nye muligheder, der er samfundsøkonomisk fornuftige, vil styrelsen fremlægge forslag til yderligere stramninger i 2020-klassen.