

Om årsagerne til at der bruges mere energi end beregnet ved nybyggeri

Artikel af Mette Lone Albrechtsen
i samarbejde med Hans Dollerup
og Caroline Meyer White

LØB har fået udarbejdet en undersøgelse, der kigger på årsagerne til den store forskel på det beregnede og det faktiske energiforbrug i nybyggeri. Her forelægges de foreløbige resultater. Rapporten forventes offentliggjort i løbet af august 2017, hvorefter den kan ses på LØBs hjemmeside www.lob.dk

Undersøgelsens formål har været at forsøge at belyse beregningsfejl, udførselsfejl, isoleringsmaterialeegenskaber og betydning af brugeradfærd.

De fire huse

Rapporten er baseret på grundige undersøgelser af fire udvalgte boliger med et rimeligt ens afsæt:

- et-plans uden kælder
- bygget i 2010-2015
- opvarmet med fjernvarme, undtaget et med varmepumpe, der i undersøgelsen er simuleret som fjernvarme.

Om projektet

Projektet er udarbejdet for LØB af Hans Dollerup fra TæHus, Caroline Meyer White fra Glarbo & White ApS, samt bygningsingeniør Henrik Haslund Thustrup, daværende cand. stud. DTU. Alternativets lokalgruppe i Roskilde har været behjælpelig med at finde boligejere. Projektet er finansieret af Miljøpuljen i Roskilde kommune samt egenfinansiering fra projektdeltagerne. Projektmidlerne er søgt sammen med, - og på opfordring af Alternativets lokalgruppe i Roskilde. Projektresultaterne vil også blive formidlet lokalt i Roskildes medier.

Undersøgelsen omfatter:

- Termografering udvendigt og indvendigt for at finde eventuelle kuldebroer.
- Trykprøvning og termografering med undertryk indvendigt for at finde eventuelle utætheder.
- Registrering af temperatur, fugt, CO₂ niveau, samt støj ved opsætning af online instrumenter.
- Registrering af forbruget af varme, el samt vand.

Korrigeret for simple beregningsfejl i energirammeberegningen viser undersøgelsens foreløbige resultat for de fire huse at:

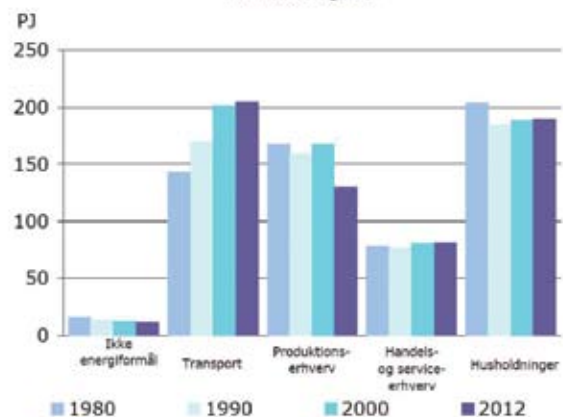
HUS 1 isoleret med mineraluld og beregnet efter 2010 kravene brugte 69% mere energi end beregnet ved den oprindelige beregning baseret på jordvarme, sådan som huset også er bygget. Når beregningen blev korrigeret til fjernvarme, for at det blev sammenligneligt med de andre huse, brugte det kun 14 % mere energi end beregnet.

HUS 2 isoleret med EPS brugte 37 % mere energi til bygningsdrift og varmt brugsvand end den beregnede energiramme forudsagde.

HUS 3 isoleret med papiruld brugte 17 % mere energi til bygningsdrift og varmt brugsvand end den beregnede energiramme forudsagde.

HUS 4 isoleret med mineraluld brugte 173 % mere energi til bygningsdrift og varmt brugsvand end den beregnede energiramme forudsagde.

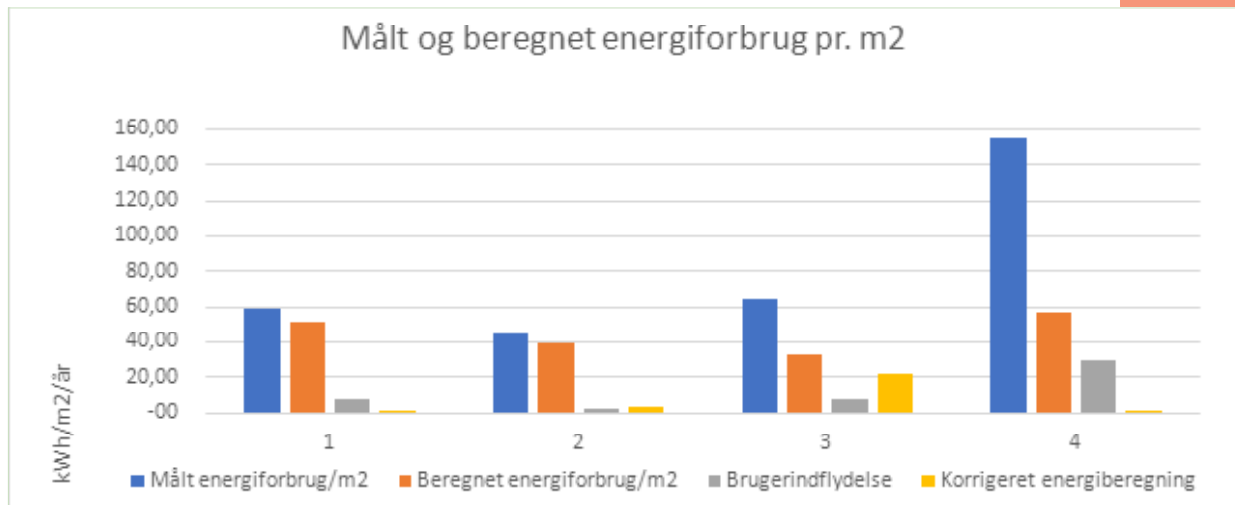
Endeligt energiforbrug fordelt på anvendelser
Klimakorrigeret



Det danske forbrugsmønster over 32 år fordelt på: "Ikke energiformål" og Transport, Produktionserhverv, Handels- og Serviceerhverv samt Husholdninger. Kilde: Energistatistik 2012, s. 23, Energistyrelsen

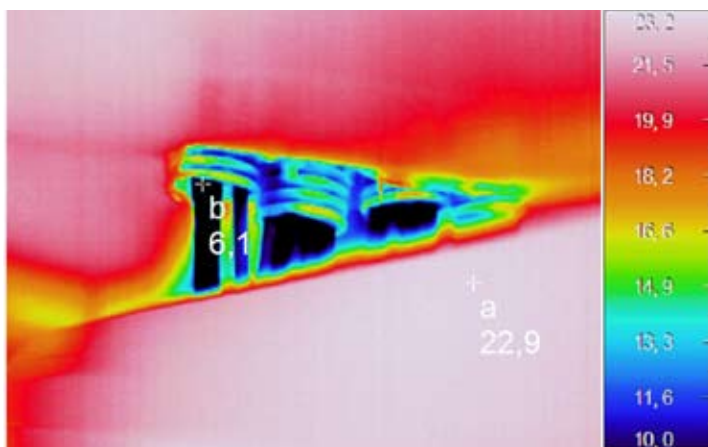
Graf over resultaterne fra undersøgelsen af de 4 huse. Hus 1 er her korrigeret til at bruge fjernvarme, for at kunne sammenlignes med de andre. Det brugte 69% mere energi end beregnet ud fra de faktiske forhold med varmepumpe (jordvarme)

HUS 1: Mineraluldisolering. HUS 2: EPS isolering. HUS 3: Papiruldisolering og HUS 4: Mineraluldisolering (glasuld). Det ses at i HUS 3 er der en betydelig beregningsfejl, der medførte en stor del af forskellen mellem målt og beregnet energiforbrug. I HUS 4 har brugeradfærden haft lidt indflydelse. Ellers er brugerindflydelsens betydning, som den har kunnet registreres, meget begrænset.



I det følgende er der fotos med problematikker fra hvert af husene. De er taget med termokamera, der viser to billeder, - et billede af temperaturforskellene og et af situationen (i ringe billedkvalitet). Fra HUS 1 er der vist en situation hvor brugeren har trukket kabler gennem loftet. Termokamaraet viser en temperaturforskel på 16,8 °C (se termobilledets tal: 22,9 - 6,1).

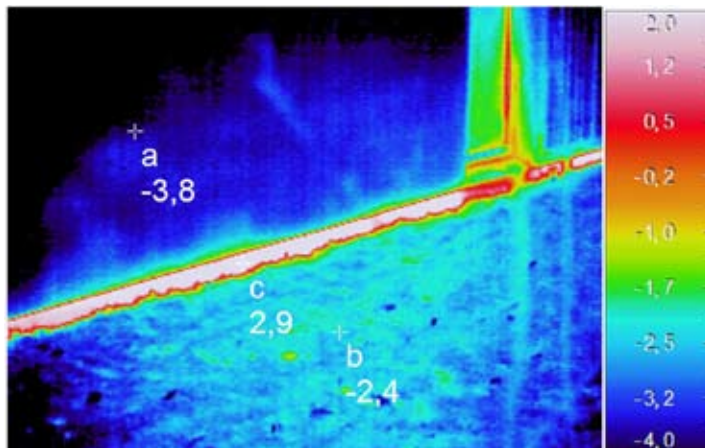
Som man kan se af lufthastighedsmåleren på det nederste billede giver bruddet på dampspærren anledning til en kraftig luftstrøm og dermed varmetab og træk.



HUS 1:
 Fritliggende enfamilieshus på 180 m² Beboet siden marts 2016 af 3 personer
 Isolering af væg og tag: Mineraluld
 Isolering af terrændæk: Ekspanderet Polystyren
 Målte indetemperatur: 23,2°C og 40,0 % RF
 Jordvarme (med selvstændig måler)
 Tæthedsprøve: 0,78 l/m²/sek v. 50 Pa



Kabler trukket af bruger igennem loftet og dampspærren.
 Lufthastighed og temperatur måles ved udgangen af kablerne til:
 Lufthastighed 5,68 m/s
 Temperatur 5,91 grader C.

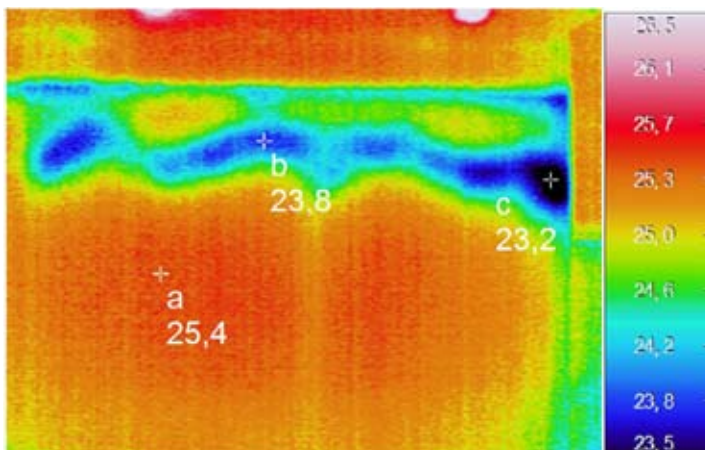


HUS 2:

Fritliggende enfamilieshus på 185 m², opført 2011
 beboet af 5 personer
 Isolering væg og tag: Ekspanderet Polystyren
 Isolering terrændæk: Ekspanderet Polystyren
 Målte indetemperatur: 22,6 °C og 40,6 % RF
 Mekanisk ventilation med genveks
 Fjernvarme
 Tæthedsprøve: 0,37 l/m²/sek v. 50 Pa

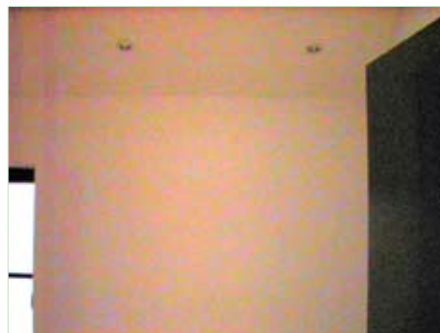


Fra HUS 2 er der vist et varmetab fra fundamentet set udefra med en temperaturforskel på 6,9 °C (se termobilledets tal: 3,8 - 2,9) Målingerne var ens hele vejen rundt om huset.

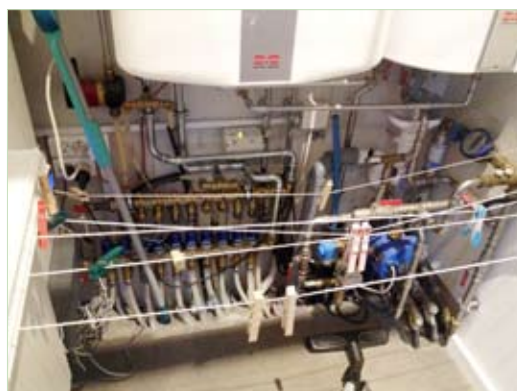


HUS 3:

Fritliggende enfamilieshus på 180 m², opført i 2015
 beboet af 3 personer
 Isolering væg og tag: Papiruld
 Isolering terrændæk: Ekspanderet Polystyren
 Målte indetemperatur: 23,0 °C
 Mekanisk ventilation med Genveks
 Fjernvarme
 Tæthedsprøve: 0,32 l/m²/sek v. 50 Pa

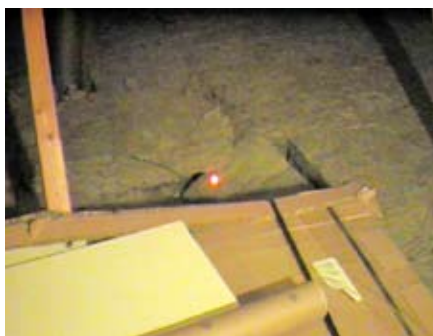
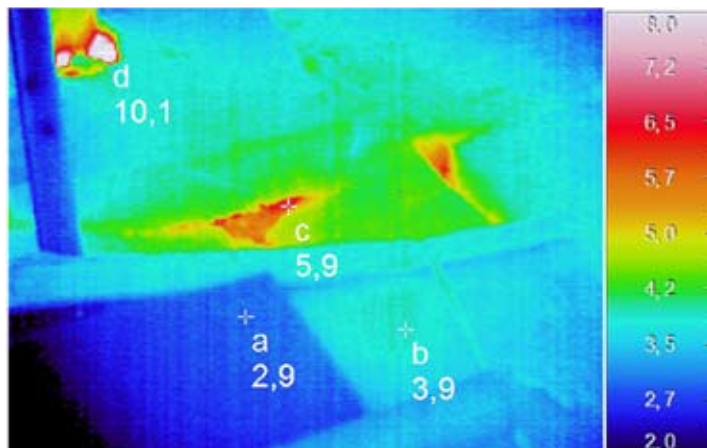


Fra HUS 3 er der vist en overgang mellem væg og loft med en temperaturforskel på 2,2 °C. (se termobilledets tal: 25,4 - 23,2) Der mangler tilsyneladende lidt isolering øverst i denne ydervæg.



Som man kan se af det nederste billede mangler der endvidere isolering af rør til varmt brugsvand og gulvvarme (krav som energikonsulenten burde have påpeget).

HUS 4: Fritliggende enfamilieshus på 157 m², opført i 2013 og beboet af 3 personer
Isolering væg og tag: Mineraluld
Isolering terrændæk: Ekspanderet Polystyren
Målte inde-temperatur: 20 °C
Mekanisk med genveks
Fjernvarme
Tæthedsprøve:
0,89 l/m²/sek v. 50 Pa



Fra HUS 4 er vist et varmetab gennem loftet hvor isoleringsbats er sjusket udlagt, så der er en temperaturforskel på 7,2 °C (se termobilledets tal på 10,1 - 2,9).

Alle fire boligens energiforbrug var større end det på forhånd beregnede forbrug. Det beregnede forbrug er grundlag for det lovpligtige energimærke.

Projektets fokus er ikke at husene bruger mere energi end beregnet – da det er veldokumenteret i en række undersøgelser gennem årene, - men hvorfor. Se link til en interessant 10 år gamle undersøgelse.
<https://ing.dk/artikel/varmeforbruget-i-nye-bygninger-er-ude-af-kontrol-68433>

Både LØB og rapportens forfattere mener, at der forskes for lidt i de bygningsfysiske årsager til, at de lovpligtige energiberegninger ofte rammer ved siden af virkeligheden.

Caroline Meyer White forklarer:

"Vi konkluderer at et hus' performance hellere skal måles, således at fejl i hhv.: projektering, beregning, udførelse og byggematerialernes reelle egenskaber vil være udslagsgivende. Det er her branchens ansvar ligger, når huset forbruger langt mere energi end forventet. Her kan rettes på rigtig meget."

Hans Dollerup tilføjer:

"Vi mener, at der er behov for at ændre kravene til dokumentation, således at det ikke er i kraft af energiberegningerne, som rammer så langt ved siden af, men en egentlig måling af husenes faktiske forbrug, der bliver fremtidens dokumentationsmetode,

Bygningsstyrelsen har udarbejdet en metode, hvor det målte energiforbrug skal eftervises, således at det svarer til det beregnede. Dette kaldes OPP-metoden og er taget med i rapporten som en måde at analysere de fire huse. Når byggestyrelsen og mange andre store instanser vælger at kontrollere deres egne byggerier med en metode der er baseret på det målte forbrug, er det nok fordi de mener, at det er relevant. Så kunne det være dejligt om man også lavede lovgivningen ud fra samme betragtninger," pointerer han.

Caroline Meyer White, kommenterer:

"Tre af de fire huse viste sig at være bedre end den gennemsnitlige nye bolig, som bruger dobbelt så meget energi som beregnet j.f. SBI. Generelt var det meget velbyggede huse. De tendenser vi alligevel ser, er at det er de mange bække små, der gør udslaget. Generelt havde inde temperaturen ligget over de 20 grader, og derfor er noget af årsagen også brugeradfærd.

Vi kan bare slet ikke få brugeradfærden til at være så dominerende en faktor som vi ser det fremstillet i debatten.

Det er godt at folk får øget komfort i deres nye, eller energirenoverede huse. Men hvis vi vil tage CO₂-problematikken alvorligt, er det nødvendigt at vi forholder os til alle de mange små fejl, som forekommer. Det være sig i beregningerne, i udførelsen og i de reelle ydeevner, som f.eks. varmepumper, ventilationsanlæg, solceller og isoleringsmaterialer har. Hvis man bad om at få dokumenteret det målte forbrug, ville udførende og rådgivere være nødt til, at få styr på alle disse detaljer. Det vil betyde, at den solgte ydelse også svarer til den kunden er blevet stillet i udsigt. Derved mener jeg, at branchen kan få sin ære og tage sit ansvar til sig på dette område."

Energirammen for samme bolig på 180 m ² i hhv. 2010, 2015 samt 2020 med forskellige opvarmningsformer			
kWh/m ² /år	BR2010	BR2015	BR2020
Energiramme for bolig på 180 m ²	61,7	35,6	20
Faktor fjernvarme	1	0,8	0,6
Faktor el	2,5	2,5	1,8
Reel energiramme med fjernvarme	59,2	38,2	33,3*
Reel energiramme med varmepumpe med COP på 3,2	48,2	45,6	35,7 *
Reel energiramme med pillefyr e.l. decentral enhed	61,7	35,6	20 *

* I 2020 forventes det at elbehovet dækkes med solceller, hvorfor SBI's fremskrivninger, baseres på at energirammen kun skal dække varmebehovet og ikke længere også elbehov ved bygningsdrift. Dette medføre at kravene er endnu mindre ambitiøse end de fremstår ved første øjekast.

Fjernvarme og el favoriseres

Undersøgelsens forfatterne pointerer, at fjernvarme og el vil blive favoriseret sådan som BR2020 kravene ser ud i dag – og at det er en politisk beslutning. Ud af ovenstående tabel ses det, at der er stor forvridding i BR2020 kravene på grund af de politisk valgte energifaktorer. Men det ses også, at kravene slet ikke er så markant strammede for nogen, som de ser ud til at være. Når en kunde gerne vil vide, om et hus opfylder energikravene i 2020, er det mest afgørende derfor opvarmningsformen, og slet ikke om der er kommet mere isolering i konstruktionerne, eller om installationerne er optimeret. Er opvarmningsformen fjernvarme eller varmepumpe (el) så kan huset bygges 40-44% ringere energimæssigt set, end hvis det opvarmes på alle andre måder.

Caroline Meyer White som bor og har virksomhed på Bornholm kommenterer disse forhold således:

"Det betyder, at bygger vi et hus i en af de mange små byer herovre på Bornholm, som opvarmes med flis eller halm fra fjernvarmeværket, - hvor vi ved, at en del flis sejles ind fra Sverige og der er et betydeligt tab i rørene frem til bygningen - så må vi bygge det væsentligt ringere energimæssigt end hvis vi bygger det lige uden for bygrænsen, med en central varmeenhed, med høj effektivitet, og uden tab i rør, for eksempel en masseovn eller et pillefyr, som er centrale løsninger,

Det giver ikke god mening. Det gør det svært at designe et ensartet typehus der skal opfylde 2020-kravene. Jeg tænker at det heller ikke giver mening for kunderne, at de kan få et ringere hus, bare fordi det er med fjernvarme, men som de så skal betale mere for i driften fremover."

Alle involverede i projektet ønsker at fortsætte med at forske i det reelle energiforbrug og i at udvikle funktionelle måle-metoder til at finde og definere dette. Projektets forfatterne mener desuden, at forbruget af knappe ressourcer må begrænses og at "ægte" Cirkulær økonomi må fremmes.

Den eksisterende beregningsform er desværre ikke bæredygtig

Værd at vide for at forstå, hvor problematisk den nuværende beregningsform bag energimærket er:

- Det er vigtigt at forstå, at de krav der stilles i bygningsreglementet ikke svarer til det man får. Hvis man skal beregne en almindelig 2020 bolig der opvarmes med fjernvarme, deles det reelle beregnede varmeforbrug med en faktor 0,6. Det betyder at energirammen i virkeligheden hedder 33,3 kWh/m²/år, og ikke 20 kWh/m²/år, som er tilfældet for boliger opvarmet med f.eks. biobrændsel. Derudover reguleres el-faktoren, således at der ganges med 1,8 på el-forbruget. Har man således en varmepumpe med en COP-værdi på 3,2, bliver den reelle faktor på ens opvarmningsform 0,56 og energirammen hele 35,7 kWh/m²/år.
- I Danmark regnes ikke på CO₂ udslippet fra bygningsdrift – kun et fiktivt energiforbrug i kWh. Det er åbenlyst at fremstilling, drift, vedligehold samt bortskaffelse af f.eks. tykkere ydervægge (færre netto m²). mere isolering, tre-lags ruder samt ventilationsanlæg med varmegenvinding koster energi – og dermed et øget CO₂ udslip. Typisk er den mængde CO₂ der udledes i forbindelse med opførelsen af en bygning i samme størrelsesorden som driften af samme bygning i hele dens levetid.
- Det går helt galt når f.eks. bedre Boligkonsulenten med Energistyrelsen i ryggen, og mod bedre vidende, udarbejder et budget til boligejeren i forbindelse med en energirenovering. Såfremt energibesparelsen efterfølgende udebliver har kunden jo ikke det forudsatte beløb til at tilbagebetale lånet. Det kan i værste fald ende med en tvangsauktion.

I LØBs fokus A udgivet i 2016 bliver problematikken omkring det beregnede energiforbrug gennemgået. Se hjemmesiden <https://lob.dk/lob/wp-content/uploads/2017/02/Focus-A.pdf>

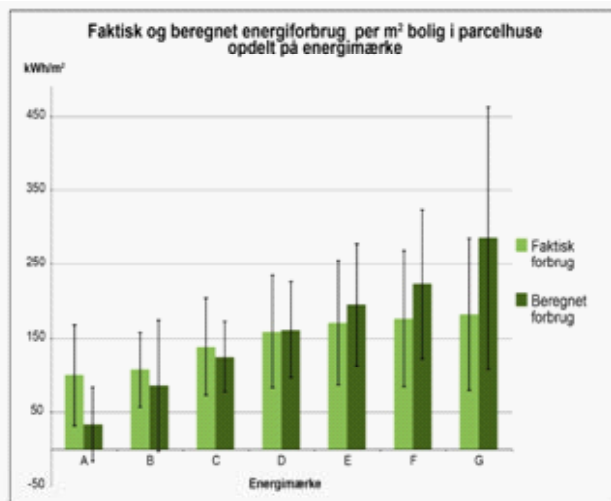
Formanden for LØB

Lasse Koefoed Nielsen, er ikke overrasket over, at de fire testede boliger bruger mere energi i virkeligheden end på papiret.

Sidste år offentliggjorde Statens Byggeforsknings Institut jo den undersøgelse, der omfattede 365.000 fritliggende boliger, fortæller han.

Undersøgelsen viste en meget stor forskel mellem det beregnede energiforbrug og det faktiske. Blandt andet blev der konkluderet, at lavenergiboliger bruger mellem 100 og 200% mere energi end beregnet. Det resultat var med til at sætte LØB i gang med at søge midler til dette projekt. Vi ville undersøge grundene til den store forskel. Nu var der jo tydelige beviser for, at der skal forskes langt mere i at finde delvise metoder til at måle og dokumentere, hvor meget energi driften af boligerne forbruger i Danmark – og hvorfor.

Her i landet tegner driften af bygninger sig for omkring en tredjedel af det samlede energiforbrug. Sådan har det været i mere end 30 år, og ingen hidtidige tiltag har ændret på det. Gennem stramninger i bygningsreglementet er det målte energiforbrug kun halveret – og ikke mindsket til ca. en tiendedel som beregninger viser. Samtidig er der kommet flere og større boliger og kravet til komfort er hævet. Det er på høje tid, der tænkes anderledes.



Sammenligning af gennemsnitligt faktisk forbrug og gennemsnitligt beregnet forbrug for hver type energimærke. Figuren er baseret på en sammenstilling af 230.233 huse med energimærke og 135.443 huse med forbrugsoplysninger som vist i tabel 1. Desuden er spredning omkring gennemsnittet på +/- standardafvigelsen indtegnet for hver søjle for henholdsvis faktisk og beregnet forbrug. Kilde: "Forskellen mellem målt og beregnet energiforbrug til opvarmning af parcelhuse" 2016, s. 9, SBI

LØBs anbefalinger

LØB er sat i verden for at fremme økologi i byggeriet. Det betyder blandt andet, at LØB ønsker at det reelle energiforbrug i en bygning fastslås, fremfor det hypotetiske der arbejdes med i de nuværende energiberegninger. LØB mener, at der er meget fornuftig lovgivning omkring bæredygtighed, men at vi har brug for reelle fakta, for at sikre, at den også bliver overholdt.

LØB anbefaler at:

- Det er målt og ikke beregnet energiforbrug, der kræves eftervist. (som i Sverige)
- Der udvikles gangbare metoder til at bestemme en bygnings performance uafhængigt af brugeradfærden.
- Energiforbrug måles ift. CO₂-udledning, (som i England) og at energiforbruget fra produktion og transport af anvendte byggematerialer medregnes, idet selve driften kun står for ca. 50% af den samlede CO₂-udledning gennem bygningens levetid.
- Spare-kravet til energiforbrug relaterer sig til størrelsen på byggeriet, og ikke kun i energi pr. m² (altså en samlet CO₂-udledning pr. bolig)
- Tæthedskravet forholder sig til størrelsen på bygningen, så store bygninger ikke favoriseres.
- Tæthedskravet forholder sig til den valgte ventilationsløsning, da stor tæthed er mindre afgørende i bygninger med naturlig ventilation.