



Undersøkelse viser sjokkerende høyt energibruk i nye småhus og passivhus:

# Velbygde serieproduserte hus uten luftvarme og tykkisolering er best

Teoretisk sett er det ingen grenser for hvor energigjerrig et hus kan bygges. Virkeligheten sier dog noe helt annet, noe som begge de to svenske organene Energimyndigheten og Boverket er klare over. En ny undersøkelse i 10 boligområder bygget i periodene 2006–2011 og 1973–1997 på vestkysten i Sverige bekrefter akkurat dette.

**Tekst:** CHRISTER HARRYSSON, PROFESSOR ÖREBRO UNIVERSITET

**NYE TEKNISKE** løsninger som senker varmebehovet til omtrent null finnes ikke. Undersøkelsen viser i stedet at nøyaktig bygde serieproduserte hus er best. De er billigere, mer ukompliserte og energigjerrige. De undersøkte passivhusene oppnår et ekstremt dårlig resultat og de er mye dyrere å bygge. Konstruksjonen øker risikoen for fukt- og muggskader. Luftvarmen (overtemperert tilluft) gir heller ikke de energi- og komfortgevinstene som var lovet. Teorien stemmer ikke med virkeligheten!

## En praktisk undersøkelse, Harrysson (2015)

Energi- og vannbruk samt innemiljø er blitt undersøkt i 10 boligområder på den svenske vestkysten. I undersøkelsen inngår målinger av noen av de mest betydeligsfyllende parametrene for energibruk og komfort. Ulike tekniske løsninger, dvs. kombinasjoner av isolasjon, tetthet, varme og ventilasjon sammen med respektive løsninger uten varmegjenvinning, er undersøkt. Disse er rangert med tanke på energibruk, komfort og livssyklus mm.

Av de 10 områdene er seks bygget i peri-

oden 2006–2011 og de øvrige fire i perioden 1973–1997, tabell 1 på neste side. Områdene har 9–51 nominelt like småhus/leiligheter. Sammenligninger mellom områdene er basert på middelverdinivå for på beste måte å se forskjeller i for eksempel bovaner. I tillegg er sammenligninger gjort med offentlig energistatistikk, byggebestemmelser og bransjebefalinger for passivhus, svenske Feby-12. Til slutt er bedømmelsen gjort på energinivåer som er praktisk mulig å oppnå!

## Noen resultater

**Energibruk:** Energifbrukens middelverdi og summen av oppvarming av bygget, varmtvann og husholdningsstrøm for de respektive områder for samtlige av de 10 områdene, er sammenfattet i det følgende for boligområdene. Fakta om energibruk for husholdningselektrisitet, akkumulatortank og kulverter er også gjort rede for. Det angis både per leilighet/småhus og per m<sup>2</sup> ▶▶▶

**Konstruksjonen øker risikoen for fukt- og muggskader.**





**PASSIVHUS:** I en ny svensk undersøkelse kommer passivhus dårligere ut enn nøyaktig bygde serieproduserte hus på en rekke områder.  
ILLUSTRASJONSFOTO: GEORG MATHISEN

Tabell 1.

**Tekniske opplysninger for studerte boligområder**

Område/ beliggenhet	Byggeår	Antall like hus/leilighet *	Hustype **	Boa m <sup>2</sup>	Vegg ***	Tak ***	Gulv ***	Vinduer/ dører	Varme distribusjon ****	Ventilasjon F, FT	Gjenvinning FVP, VVX, ingen	Energislag el, fjernv.
1	2010	22, r	1	62,8	345	550	300		luft, elrad	FT	VVX	fjernv. el, sol
2	2010	20, p	2	84,3	440	500	300		luft	FT	VVX	fjernv., pellets, el, sol
3	2009–2011	8/19, f	1	132/119	215	500	200		vann, gulv	FT	VVX	fjernv.
4	1986	9, f	1	127	300	450	195		oljeelrad	F	ingen	el
5	2006–2008	18/18, p	2	60/70	215	400	200		vann, rad	F	ingen	fjernv.
6	2006–2008	25f/26f	1, 1½	132/141	200	250/ 300d	220		vann, rad, gulv	F	FVP	el

## Forenklet

10	1997	76p	1, 1½	110,5	170	200/ 400a	200		vann, gulvb	F	FVP	el
11c	2009	25, r	1, 2	77,1	450	600	350	3-glas	luft	FT	VVX	el
12	1973	51, f	1½	148	120	150/ 120e	150	2	elrad	S		el
13	1980	22, r	1½	136	340	440/ 220e	220	3	vannrad	S		el

\*) f=enebolig, r=rekkehus, p=tomannsbolig. \*\*) 1-, 1½-, 2-plans. \*\*\*) Isolasjonstykkelse i mm. \*\*\*\*) Direkte el, vann, luft, radiatorer, gulvvarme  
a) 200 mm 1½-planshus og 400 mm 1-planshus. b) Gulvvarme også i annen etasje i 1½-planshus. c) Stålstendervegg.  
d) 1-planhus horisontalt tak. 250 mm, hellende del av taket og 1½ 300 mm. e) Hanebjelkelag respektive skråtak.

boa, det vil si spesifikk totalt energibruk, se figur 1 og 2 på neste side.

Middelverdi for spesifikk totalt energibruk i de 10 boligområdene er 109 kWh/(m<sup>2</sup>·år). Variasjonene ligger mellom 82 og 126 kWh/(m<sup>2</sup>·år) for respektive områdes middelverdi. Middelverdien for den totale energibruken oppgår til 11.662 kWh/år. Variasjonene ligger mellom 6322 og 125.664 kWh/år for respektive områdes middelverdi. Den totale energibruken er selvfølgelig sterkt avhengig av husets boareal, antall etasjer mv. Den svenske Energimyndigheten (2012) oppgir at elektrisk oppvarmede småhus bygget etter 1970, gjennomsnittlig har et totalt energibruk på ca. 120 kWh/m<sup>2</sup>, uansett byggeår! Skjerpede byggebestemmelser har åpenbart ikke påvirket energibruken.

**Eiendomsel/varmetap utenfor bolighusene**

Middelverdien for spesifikk eiendomselstrisitet i områdene 1, 2, 5 og 11 er målt til 12 kWh/(m<sup>2</sup>·år) med variasjoner mellom 9 og 17 kWh/m<sup>2</sup>·år for respektive områdes mid-

delverdi. Tapet fra akkumulatortank og kulvert mellom inntilliggende bygg og bolighus i områdene 1 og 2 er estimert til å være 5 kWh/(m<sup>2</sup>·år). Det er tydelig at energianlegget og varmesystemet må være inne i boligen som skal varmes opp. Da forsvinner kulverttap og varmetap fra akkumulatortanken. All varmelekkasje fra disse kommer da i stedet bolighuset til gode. Inntilliggende bygninger er i tillegg ofte dårlig isolerte.

**Husholdningselektrisitet**

Husholdningsel er målt i de nye områdene 1, 2, 3 og 5, bygget på 2000-tallet. Middelverdien for disse områdene oppgår til ca. 40 kWh/(m<sup>2</sup>·år), figur 4. Dette stemmer godt overens med offentlig statistikk, Energimyndigheten (2012). Middelverdien for det respektive område varierer mellom 33 og 51 kWh/(m<sup>2</sup>·år). Husholdningselektrisitet kan oppgå til 30–40 prosent av småhusets

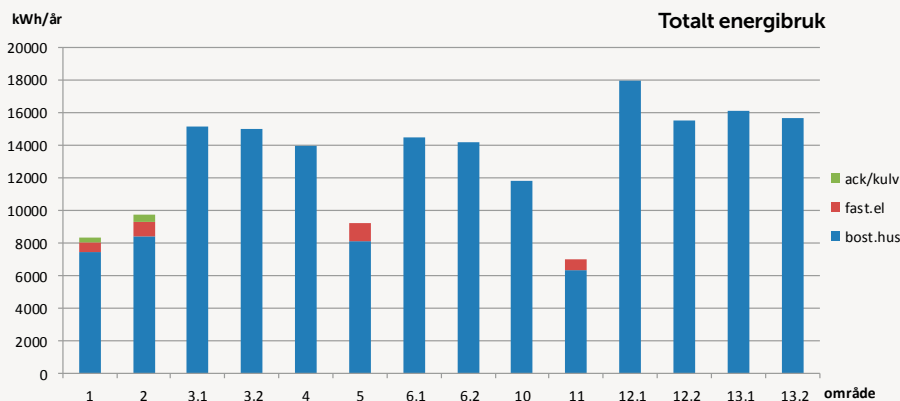
Ifølge svensk undersøkelse er nøyaktig bygde serieproduserte hus best. De er billigere, mer ukompliserte og energigjerrige.

totale energibruk og kan til stor del brukes til bygningsoppvarming, i hvert fall under oppvarmingsseongen.

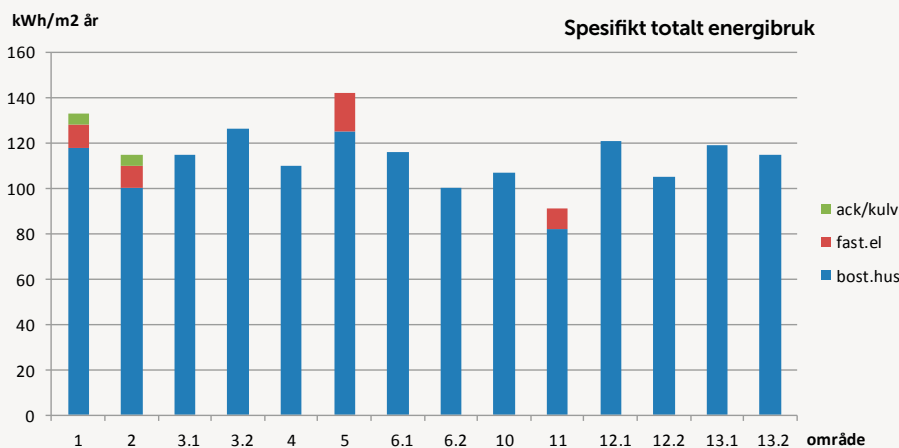
**BBR19 og Feby-12**

I følge gjeldende svenske byggebestemmelser BBR19, Boverket (2011), er den tillatte spesifikke energibruken i sone III ved bruk av elvarme, altså summen av bygningsoppvarming, varmtvann og eiendomselstrisitet, 55 kWh/(m<sup>2</sup>·år) og ved øvrige oppvarmingsmetoder 90 kWh/(m<sup>2</sup>·år). Energibruken for husholdningsel er antatt å ligge i intervallet 30–40 kWh/(m<sup>2</sup>·år) år hvis ikke spesifikke målinger av husholdningselen er foretatt.

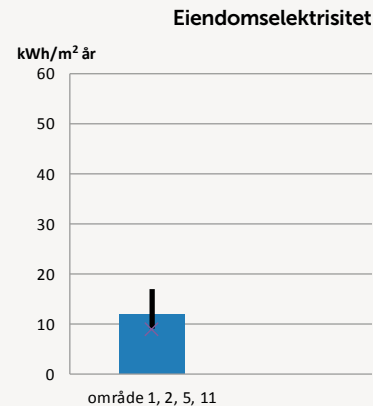
Samtlige områder, unntatt område 5 (som mangler varmegjenvinning), oppfyller kravene i BBR19 for øvrige oppvarmingsmetoder. Av passivhusområdene 1, 2 og 11 er det KUN område 11 som oppfyller kravene i BBR19 for elvarme i sone III, mens de to andre områdene kun oppfyller kravene for andre oppvarmingsmetoder. I enda



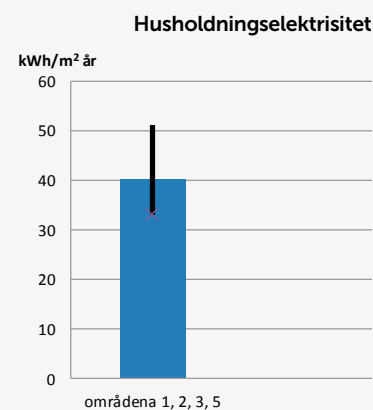
FIGUR 1: Totalt energibruk, summen for bolighus, eiendomsel, og akkumulatortank/kulverter. Middelverdi for respektive område



FIGUR 2: Spesifikt totalt energibruk, summen for bolighus, eiendomsel og akkumulatortank/kulverter. Middelverdi for respektive område.



FIGUR 3: Eiendomselens spesifikke energibruk, middelverdi samt max.- og min.-verdier for områdene 1, 2, 3, 5 og 11.



FIGUR 4: Husholdningselektrisitetens spesifikke energibruk, middelverdi samt max.- og min.-verdier for områdene 1, 2, 3 og 5.

mindre grad oppfyller passivhusområdene anbefalingene i Feby-12.

### Lavenergihus og passivhus klarer ikke energimålene

Det gjennomførte prosjektet, på linje med Boverket (2014) viser blant annet at jo mer energigjerrig et hus teoretisk sett er utformet, desto vanskeligere virker det være å nå de beregnede energinivåene i virkeligheten. Av 56 stk. energideklarererte hus bygget i perioden 2007–2010, er det kun 1/4 som oppfylder kravene til lavenergihus. I en fordypet oppfølging fra Boverket av 17 stk. lavenergihus/passivhus, viser det seg at kun ca. halvparten oppfyller energinivåene for aktuelle oppvarmingsmetoder i følge BBR19 og kun rundt 1/3 klarer 25 prosent lavere energinivåer. Enda vanskeligere er det å

nå de betydelig strengere anbefalingene i Feby-12.

### Unngå

Resultatene viser at en bør unngå følgende:

- Store glassflater som gir flere komfortforstyrrelser, større effekt- og energibehov samt økede byggeutgifter. Flere områder med luftvarme har vært nødt til å komplettere med panelovner under vinduene for å oppnå tilstrekkelig komfort
- Kombinerte varme- og ventilasjonssystemer, for eksempel luftvarme, bør unngås da de reguleres med en sentralt plassert termostat, med en lav grad av utnyttelse av gratisvarme med store temperaturforskjeller i og mellom de ulike rommene.

- Ekstremt tykk isolasjon gir en forholdsvis liten energibesparelse med lav lønnsomhet, samtidig som det øker risikoen for fukt- og muggproblemer i klimaskjermen. Risikoen for skader forsterkes av brister i utførelsen, trykkforskjeller og fuktkonveksjon. Fukt, og i forlengelsen av dette, mugg, kan sette seg i bygget og gjøre det helsefarlig å bo i, samt ekstremt dyrt å renovere.
- Passivhus med luftvarme og ekstremt tykk isolasjon. Passivhusene må tilføres energi allerede ved utetemperatur på cirka fem plussgrader. Byggeutgiftene øker med 10–20 prosent og det gjør også livssyklusutgiftene. Risikoen for fukt- og muggskader øker. I tillegg kommer økte utgifter for videreutdanning og ekstremt nøyaktig arbeidsutfø- ▶▶▶



ring, inkludert innjustering av varme- og ventilasjonssystemer samt trykkprøver og termografering.

- Fjernvarme blir mindre interessant jo mer energigjerrig huset er. Dette skyldes at kulverttaptet prosentmessig sett blir større. Energigjerrige hus som ligger i enden av ledningsnettverket øker dermed risikoen for at fjernvarmeselskapet øker sine inntekter gjennom å øke de faste avgiftene.

#### **Skjerpede varmehusholdningskrav krever bedre samvirke**

Samspillet mellom bygning, installasjoner og boende må i større grad enn tidligere ses i sammenheng. Det er nødvendig med et forbedret samspill mellom bygg, VVS og el under prosjekterings-, bygg- og forvaltningsstadiene, ellers blir i stor grad den nytte man søker borte.

Ved prosjektering og systemvalg er det viktig å være kritisk.

Altfor mange hengir seg til teorier og beregningsvisjoner. Beregningsmetoder og laboratorietester av ulike slag må valideres og kobles opp mot virkelige forhold som rå i hus hvor det bor mennesker. Situasjonen ligner ellers den som gjelder ved beregning av bilers brenselforbruk, dvs. en standardisert kjøremåte med delvis avskrudd elektronikk og apparater.

Oppfølging og systematisk erfaringsutveksling skjer sjelden og er dessuten ofte mangelfull. Dokumentasjon av målte verdier må forlanges for ulike tekniske løsninger, før de settes i serieproduksjon.

#### **Hva bør vi satse på?**

Erfaring viser at det er nye serieproduserte småhus med en god teknisk løsning og nøyaktig utførelse som på beste måte kan avstedkomme et totalt energibruk, altså summen av bygningsoppvarming, varmtvann,

eiendoms- og husholdningsel, på 80 kWh/(m<sup>2</sup>·år), hvorav husholdningselen utgjør 30–40 kWh/(m<sup>2</sup>·år), dvs. noe strengere enn kravene for elvarme ifølge BBR19 for sone III. De anbefalingene som gis i Feby-12, spesielt for elvarme, må i virkeligheten betraktes som mer eller mindre utopiske – umulige å nå, for lavenergihus og passivhus, både fra et teknisk som fra et økonomisk synspunkt.

#### **Godt isolert bygg krever romdelt og hurtig regulering av varmetilførselen**

Hus skal være godt isolerte og så tette som praktisk mulig. Optimal isolasjonstykkelse er cirka 300 mm mineralull i vegger og gulv, og cirka 500 mm i tak. For å få god komfort og høy energieffektivitet bør varme- og

lufttilførselen kunne roms- og behovsstyres. Jo mindre husets varmebehov er, desto mer hurtigregulerende må varmesystemet være. Det er fordi en større andel av varmetapet dekkes med gratisvarme fra

husholdningsel, personer og solinnstråling. Jo mer energigjerrig selve huset er, desto mindre interessant er det med fjernvarme, blant annet siden kulverttaptet i alt høyere grad påvirker økonomien.

#### **Hvordan oppfylle skjerpede varmehusholdningskrav i praksis?**

Skjerpede varmehusholdningskrav utover BBR19 krever for et forutsigbart energisparende i virkeligheten en systematisk oppfølging og erfaringsutveksling. Mulighetene for å nå enda lavere energinivåer enn de som beskrives i BBR19, synes i virkeligheten å være meget små med den nåværende innstillingen til hvordan gode hus skal bygges og til gjeldende regelverk. I større grad enn frem til nå må samspillet mellom bygning, installasjoner og boende tas i akt. Det innebærer å velge delsystemer som fungerer optimalt sammen.



Et ventilasjonsanlegg som ikke fungerer sammen med valgt varmesystem eller omvendt, saboterer målet med lavt energibruk. Strategiene for energiforskning og FoU-arbeider må også endres og rettes mot helhetsgrep og systemtenkning, samt systematisk oppfølging og erfaringsutveksling for eksempel gjennom termografering og trykkprøving samt innjustering av varme- og ventilasjonssystemene. Først da er en i stand til å bygge bedre hus, med bedre komfort, som er energigjerrige og som har lavere reparasjonsutgifter.

Bygninger må utformes med helhetsgrep og systemtenkning for et optimalt samvirke mellom arkitektur, byggeteknikk og instal-



**PASSIVHUS:** Lavenergihus og passivhus klarer ikke energimålene, skriver artikkelforfatteren. ILLUSTRASJONSFOTO: GEORG MATHISEN

lasjoner. Dessuten, og selvfølgelig, med nøyaktig arbeidsutførelse av isolasjon og tettinger samt innjustering av varme- og ventilasjonssystem. Alle faktorer må telle. En riktig teknisk løsning kan senke energianvendelsen med 30 prosent. Dette kan gi et bedre innemiljø til en uforandret eller lavere produksjonskostnad.

Individuell energimåling og debitering av energi- og vannbruken kan senke energibruken med inntil 30 prosent sammenlignet med fellesmåling. En sparsommelig boende kan ha opptil 70 prosent lavere energibruk enn en som sløser med energien. Nøyaktig bygde hus kan ha 30 prosent lavere energibruk enn slurvete bygde hus etc. ●

## Referanser

Ahnland, R (1996). Luftvarme. Är argumenten för luftvarme ett önsketänkande? Praktiken visar på både ohälsa, dåligt inneklimat och höga driftkostnader. Eget förlag, Västerås.  
Boverket (2011). Regelsamling för byggande, BBR19. Boverket, Publikationsservice, Karlskrona.  
Boverket (2014). Skärpta värmehushållningskrav – redovisning av regeringens uppdrag att se över och skärpa energireglerna i Boverkets byggregler. Rapport 2014:9 Rege-  
ringsuppdrag. Boverket, Publikationsservice, Karlskrona.  
Cajdert, A red (1999). Byggande med kunskap och moral. En debattskrift om sjuka hus., miljögifter och forskningsetik. Örebro universitet, nr 1, Örebro. ISBN 91-7668-246-3.  
Energimyndigheten (2012). Energistatistik för småhus 2011. Statens energimyndighet, ES 2012:4, Eskilstuna.  
Harrysson, C (1988). Småhusets energiomsättning. Analys med särskild hänsyn till

ingående delposters variationer. CTH, Avd för byggnadskonstruktion, Doktorsavhandling, Publ 88:2, Göteborg.  
Harrysson, C (1994). Innemiljö och energianvändning i småhus med elväme. Enkätundersökning och mätningar i 330 gruppbyggda småhus med olika systemlösningar. Boverket, Publikationsservice, Rapport 1994:8, Karlskrona. ISBN 1104-5671.  
Harrysson, C (2006). Husdoktorn går ronden. En bok om sjuka hus och drabbade människor. Bygg- och Energiteknik AB, Falkenberg. ISBN-10 91-631-9272-1, ISBN-13 978-91-631-9272-2.  
Harrysson, C (2015). Energianvändning och innemiljö i småhus byggda på 2000-talet eller tidigare. Jämförelser mellan 10 grupp-husområden med olika tekniska lösningar. Uppmätta och beräknade värden, offentlig statistik, olika byggbestämmelser och praktiskt möjliga energinivåer. Rapport, Örebro universitet.