

**Varmebesparelser i den eksisterende boligmasse - behov, muligheder og priser**

**Tage Schmidt**

**Tidsskrifter**

**Arkitekten, 1977**

**1977**

# Varmebesparelser i den eksisterende boligmasse – behov, muligheder og priser

Resumé af rapport, der indgår i boligministeriets forberedelse af ny lovgivning om eksisterende bygningers energioekonomi.

Af Tage Schmidt

Boligminister Ove Høve har officielt bebudet et længe ventet oplæg til en lovgivning om forbedring af eksisterende bygningers energioekonomi. Han har i Kommunernes Landsforenings blad *Danske Kommuner* stillet i udsigt, at oplægget vil blive offentliggjort inden udgangen af 1977.

Under den igangværende udarbejdelse støtter man sig blandt andet i boligministeriet til en nylig udgivet del-rapport fra et energi-model projekt under Fysisk Laboratorium III, Danmarks tekniske Højskole, det såkaldte DEMO-projekt, hvis navn er en forkortelse af Dynamiske Energi Modeller.

Rapporten hedder »Bolig og varme«. Selv om den i grunden indgår som led i et større projekt, udgør den samtidig i sig selv en afrundet helhed, og den kan som sådan danne grundlag for beslutninger om politisk mål-sætning angående energibesparelser i den eksisterende boligmasse.

Rapporten, der er udarbejdet af civilingeniør, lic. techn. Jørgen Nørgaard, redegør for muligheder for – og omkostninger ved – varmebesparelser i den nuværende boligmasse på baggrund af en undersøgelse af udviklingen i boligmassen og dens varmeforbrug igennem de sidste 25 år.

Hovedformålet med udredningen er analyse af forholdene omkring varmetab ved transmission og luftskifte og de dertil knyttede besparelsesmuligheder, men andre foranstaltninger er også omtalt og vurderet, for eksempel termostater og forbedring af oliefyrs virkningsgrad.

Rapporten er interessant på flere måder. Den indeholder et omfattende statistisk materiale, som hermed er samlet for første gang og tidligere har skullet søges mange forskellige steder. Den anskuer boligernes energiforbrug til opvarmning under en ny synsvinkel, der umiddelbart synes at indebære fordele ved projektering, især netop ved kraftig isolering, hvor det bliver meningsløst at basere beregningerne på det hidtil anvendte graddøgnbegreb.

## **Udnyttet gratisvarme og virkeligt netto-varmeforbrug**

Den anvendte, nye anskuelsermåde angående energiforbruget til opvarmning opererer med begreberne virkeligt varmetab, opvarmningsgrad, udnyttet gratisvarme og virkeligt netto varmeforbrug.

»Potentielt varmetab« er defineret som varmetabet under visse ydre standardbetingelser for fyringssæsonens længde samt inde- og udetemperatur, og udtrykker derved en fysisk tilstand ved boligerne. Det »virkelige varmetab« fås af det potentielle varmetab ved multiplikation med »opvarmningsgraden«, der sammenfatter folks adfærd med hensyn til boligopvarmning. Det virkelige varmetab gennem vinduer, vægge osv. må, for at opretholde indetemperaturen, erstattes af en varmetilførsel. Denne kommer dels fra »udnyttet gratisvarme«, dels fra varmesystemet i form af »virkeligt netto varmeforbrug«.

Med udtrykket gratisvarme sigtes til den varme, der afgives af personer i rummet, varme fra solindfald gennem vinduer og varme fra elektriske installationer, inklusive elektrisk lys, men naturligvis eksklusive egentlige el-varmelegemer, der kun har opvarmning til formål.

Det påpeges i rapporten, at der er en slående forskel mellem potentielt varmetab i fritliggende boliger og etageboliger, idet det for eksempel i 1975 var på 31,5 mia kWh for samtlige fritliggende boliger mod kun 10,2 mia kWh i etageboligerne. Udtrykt pr. bolig fås et potentielt varmetab på henholdsvis 27.500 og 12.000 kWh/bolig-år, til trods for at de sidstnævnte – etageboligernes – yderflader er dårligst isolerede m.m. Årsagen til det store potentielle varmetab pr. bolig i de fritliggende er dels, at de er større end etageboligerne, dels, at de har over dobbelt så stort forhold mellem yderfladeareal og boligareal, nemlig 2,9 mod 1,3.

Det fremgår, at den store stigning i virkeligt netto varmeforbrug fra 12,8 mia kWh i

1950 til 31,7 i 1975 ikke så meget skyldes vækst i potentielt varmetab, men i langt højere grad vækst i opvarmningsgraden. Denne er vurderet til at være fordoblet for fritliggende boliger, og vokset med 50 pct. for etageboliger. Samtidig er der imidlertid sket en betydelig stigning i gratisvarmen på grund af vækst i el-forbrug og vinduesareal.

Der er for alle besparelserne i rapporten tale om rent tekniske foranstaltninger, som ikke påvirker levestandard eller kræver ændrede vaner.

## **Isoleringsforanstaltninger og -priser**

Det følgende er uddrag af vurderinger og statistiske oplysninger i rapporten vedrørende isoleringsforanstaltninger og -priser. Priserne er 1975-tal.

### *Vinduer*

Vinduer og døre tegner sig i dag for ca. 45 pct. af varmetabene i fritliggende boliger, dels som transmissionstab gennem vinduesglasset, dels som ventilationstab – fugetab – langs vinduernes og dørenes indfatninger.

Tre lag glas må nok anses for det maksimalt hensigtsmæssige, idet lyset svækkes ca. 10 pct. for hvert lag glas, mens varmetabet kun reduceres ca. 27 pct. ved at øge antallet af lag fra tre til fire.

Der er ikke væsentlig forskel på reduktionen af transmissionstab ved de mange forskellige midler, der findes, inklusive anvendelse af plastfolie. Det er antallet af lag, som tæller (med 1–5 cm indbyrdes afstand). En ret billig løsning er at fastspænde et ekstra lag glas eller acrylglas på de eksisterende rammer eller anbringe skydeforsatsvinduer i karmen inden for de eksisterende ruder. Disse foranstaltninger koster ca. 200 kr/kvm. Sidstnævnte løsning giver forøget tæthed, men måske også dugproblemer. Den dyreste løsning – totaludskiftning af vinduesfagene – koster 800–2500 kr/kvm, men det er ikke rimeligt at tillægge varmebesparelserne hele denne investering, idet udgifterne til vedligeholdelse også må antages at blive mindsket derved.

Bortset fra plastfolie har de aktuelle metoder alle en tætningseffekt, som i sig selv vurderes at koste ca. 100 kr/kvm. Der regnes således med gennemsnitlige værdier på 200 kr/kvm pr. lag ekstra glas for mindskning af transmissionstab og 100 kr/kvm for tætning. Der er ikke regnet med nogen kraftig tætning, men – af hensyn til sundheden – med en tætningsgrad, som giver et gennemsnitligt luftskifte på ca. 0,4 gange i timen.

Forholdet mellem vinduesareal og boligareal i fritliggende boliger anslås at have toppet med ca. 0,22 omkring 1970, da et nybygget gennemsnitshus var på ca. 135 kvm og havde et vinduesareal på ca. 30 kvm

## Yderflader i millioner kvadratmeter (1975-tal)

	Fritlig. boliger	Etageboliger
<i>Vinduesarealer</i>		
1-lags	3,6	2,6
2-lags	14,5	3,5
3-lags	0,1	0,1
<i>Ydervægge</i>		
Massiv tegl, uisoleret	4	7,8
Massiv tegl, isoleret	6	-
Tegl, let isoleret	-	3
Letbeton o.lign.	5	3,3
Beton, let isoleret	-	2,6
Beton, 100 mm isolering	-	1,3
Hulmur, uisoleret	28	4,9
Hulmur, efterisoleret	-	1,5
Hulmur, 100 mm isolering	-	2,9
Hulmur, isoleret	53	-
Træ og andet isoleret	11	-
Let facade (træ o.lign.)	-	2,2
<i>Lofter</i>		
Uisoleret	18	8,7
50 mm isolering	20	3,5
100 mm isolering	60	5,3
150 mm isolering	16	-
200 mm isolering	2	-
<i>Gulve</i>		
Mod kælder:		
Uisoleret	15	6,7
50 mm isolering	20	6,3
100 mm isolering	9	0,8
Direkte mod terræn:		
Uisoleret	12	-
50 mm isolering	33	-
100 mm isolering	12	-

Uddrag af det omfattende statistiske materiale i DtH-rapporten Bolig og varme. Fritliggende boliger omfatter parcelhuse, rækkehuse og stuehuse til landejendomme. »Tegl, let isoleret« inkluderer forskellige kombinationer af mangelhulsten, korkisolering m.m.

Der gøres i rapporten opmærksom på, at størrelsen af de forskellige yderflader er bestemt ud fra boligarealerne, og at der - som følge af mangelfuldt statistisk grundmateriale - er tale om ret usikre gennemsnitsvurderinger. Men på den anden side repræsenterer rapportens tal utvivlsomt - bl.a. i betragtning af de institutioner, virksomheder og enkeltpersoner, der har bidraget med information, råd og vejledning - de for tiden bedst mulige skøn.

(Vinduesarealet er i udredningen defineret som karmlysning). Man begyndte at tage dobbelte vinduer i anvendelse omkring 1950, i første omgang som to koblede rammer, der kunne åbnes for rengøring. Omkring 10 år senere begyndte de hermetisk sammensvejste eller sammenlimede dobbeltruder - termoruder - at blive almindelige i byggeriet. Varmeisoleringsmæssigt er der ikke nævneværdig forskel på de koblede og de hermetiske. Måske er de førstnævnte dog lidt bedre.

Etageboligernes vinduesareal er ikke vokset så stærkt som de fritliggende boligernes i forhold til boligarealet. I etageboliger fra før 1950 anslås forholdet at have været det samme som for fritliggende boliger (0,1). Når forholdet ikke er vokset, skønt en meget større del af facaden er udfyldt af vinduer i senere etageboligbyggeri, skyldes det, at husdybden samtidig er vokset til op mod det dobbelte.

Forbedringer i form af indførelse af forsatsvinduer og udskiftning til termoruder skønnes at være gået langsommere i etageboliger end i fritliggende boliger. Som årsag er angivet, at varmeregningen i etageboliger som regel spiller en mindre rolle, og at etageboliger som oftest er lejede, hvorfor finansiering og besparelser ikke altid lader sig fordele mellem ejere og lejere på simpel måde.

### Ydervægge

Ved indvendig efterisolering af ydervægge udgør arbejdsløsn og udgiften til dækplademateriale størstedelen af omkostningerne. Selve isoleringens tykkelse påvirker kun de samlede omkostninger marginalt. Samtidig gælder det, at store isoleringstykkelser vil være fordelagtige ud fra samfundssynspunkter vedrørende valutabesparelser og forsyningssikkerhed, og at det vil være meget dyrt for eksempel først at isolere med 100 mm og senere forøge isoleringen, hvis samfundshensyn skulle kræve det.

Derfor bør der ved indvendig isolering isoleres så tykt, som tilslutning ved vinduer o.lign. gør det rimeligt. Der er i beregningerne til trappekurven regnet med en ligelig fordeling af tykkelser på 100 og 150 mm, og prisen er sat til 160 kr/kvm, som omfatter en nominal pris på 18 kr/kvm for tab af gulvareal.

For udvendig isolering er der regnet med 150 mm tykkelse, der anses for mest fordelagtig at vælge på massiv tegl. Prisen for selve isoleringen er i beregningerne sat til 160 kr/kvm, idet kun halvdelen af omkostningerne til ny facadedækplader medregnes under isoleringen. Den anden halvdel henregnes som omkostninger til facadefor-skønnelse.

Ydervægge med klimaskærm af træ, eternit eller lignende antages i mange tilfælde at kunne efterisoleres med 150 mm for 140 kr/kvm, fordi pladerne ofte vil kunne monteres igen.

### Lofter

Loftisolering er en meget billig form for besparelser, også selv om der regnes med arbejdsløsn. Isoleringen kan som regel foregå uden indgreb i boligens konstruktion, og det er som regel ikke nødvendigt at lægge dæk-

plader på. 100 mm efterisolering sættes i rapporten til 25 kr/kvm, 200 mm til 40 kr/kvm. Isoleringen kan normalt ske gradvis, for eksempel først med 100 mm og senere med endnu 100 mm, uden at omkostningerne bliver meget større, end hvis arbejdet udførtes på een gang. Loftarealet er i rapporten defineret som det areal på loft eller loftsetage, der vil kunne isoleres på samme ret lette måde som et uudnyttet loft. For udnyttede loftsetager er lodrette skunkvægge og skrå vægflader medregnet.

### Gulve mod kælder og terræn

For gulve mod kælder eller krybekælder må 100 mm isolering nok af hensyn til lofthøjden i kælderen anses for det maksimalt acceptable. Der er regnet med 35 kr/kvm.

For gulve direkte på terræn er der til dels regnet med mulighed for udvendig isolering af husets sokkel i stedet for isolering af gulvet, som vil være meget dyr, hvis ikke gulvet alligevel skal brydes op af andre årsager (i så fald kan udgifterne til isoleringen sættes til 50 kr/kvm. 100 mm sokkelisolering - der skønsmæssigt svarer til 50 mm gulvisolering - er sat til 150 kr/kvm boligareal.

### Fremtidige nye isolerings- og varmeindvindingsmuligheder

Selv om beregningerne i rapporten udelukkende bygger på teknologi, som i stort omfang anvendes i dag, er der tilføjet en kort redegørelse for foranstaltninger, som først er på vej ind på markedet nu.

Mobil isolering til formindskelse af varmetabet gennem vinduerne nævnes som en mulighed for at få store mængder gratisvarme ind gennem vinduerne i form af solindfald om dagen og alligevel undgå transmissions-tab om natten eller på andre tidspunkter, hvor vinduerne med fordel kan isoleres midlertidigt. I indirekte vendinger antydes, at man med mobil vinduesisolering kunne tillade sig at have forholdsvis store vinduer med samme reducerede varmetab, som gælder for mindre vinduer uden mobil isolering.

Som en anden vinduesløsning nævnes glas med belægninger, der virker selektivt ved at mindske udstråling af varme gennem vinduerne betydeligt uden væsentlig reduktion af lysindfaldet. Dobbelttruder med selektive belægninger findes allerede på markedet.

Det oplyses, at der eksperimenteres med indvendige, isolerende vægelementer til direkte montering på bestående vægkonstruktion, idet de giver mulighed for justering m.h.t. ujævnheder i væggene. Derved kan montageomkostningerne for indvendig isolering reduceres betydeligt.

Der stilles i udsigt, at der vil ske en vis billigørelse af varmegenvinding fra ventila-



tionsluft, specielt for små anlægs vedkom-  
mende, og at etablering af anlæg til varme-  
genindvinding fra afløb anses for snart at  
være realistisk i visse eksisterende boliger.  
Som eksempler nævnes, at et simpelt anlæg  
uden varmepumpe kan spare ca. 25 pct. af  
vandvarmen i en etageejendom for en investe-  
ring af 3.000 kr. for 10 boliger ifølge et  
tysk firma, og at eksperimenter i England  
viser besparelser på 30 pct. af vandvarmen  
til en enkelt familie ved en investering, der  
anslås tilbagebetalt på tre år. Det oplyses dog  
på den anden side også, at foreløbige måln-  
ger tyder på, at den type anlæg, der er instal-  
leret i DtHs Nul-energihus til genvinding af  
varme fra spildevandet, ikke endnu er ren-  
tabel for enfamiliehus.

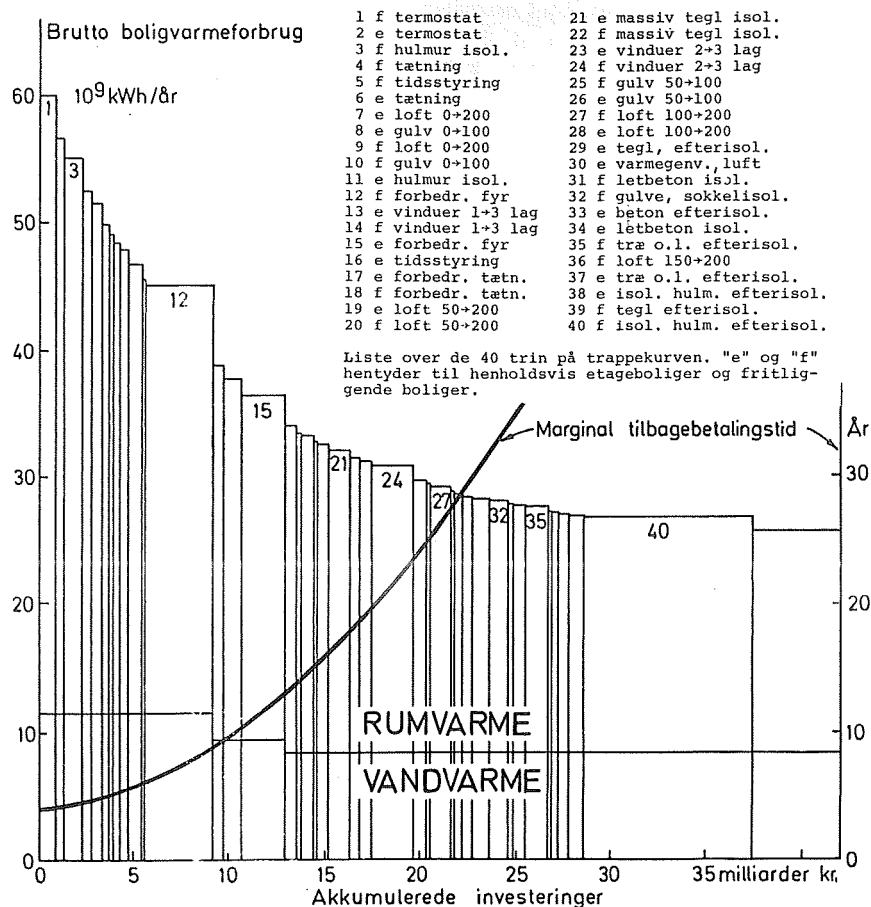
**Mere håndfast styring med visse elementer  
af påbud – og med hensyntagen til æstetik**  
»Økonomiske incitamenter og venlige hen-  
stillinger giver ikke tilstrækkelige energibe-  
sparelser, og skærpede love er under forbe-  
redelse«, står der i overskriften til boligmi-  
nister Ove Hoves artikel i bladet Danske  
Kommuner, hvor han bebuder »et udspil  
vedrørende krav til såvel nybyggeri som ek-  
sisterende bygninger med henblik på gen-  
nemførelse af større energibesparelser end  
hidtil set«.

»Erfaringerne fra de hidtidige støtteord-  
ninger har ikke været ubetinget gode i rela-  
tion til energiplanen. Der må derfor regnes  
med en betydelig mere håndfast styring med  
visse elementer af påbud«, skriver Ove Hove  
i artiklen.

Om efterisolering oplyser Ove Hove:  
»Man må regne med, at efterisolering så vidt  
muligt skal udføres op til den standard, der  
fremgår af BR-77, men en række faktorer vil  
reducere det faktiske omfang, for eksempel  
hensyn til æstetik, fredningsplaner, bygnin-  
gens restlevetid, beboerulemper og prakti-  
ske forhold. På den anden side fås en række  
positive virkninger, der kan øge omfanget,  
således bedre rumklima, lydisolering, akus-  
tik og brandisolering. I den forbindelse  
henledes opmærksomheden på et igangvæ-  
rende arbejde med sigte på at vurdere en  
bygnings isoleringsmæssige forhold samlet  
under begrebet »Totalisolering«. Baggrun-  
den for dette initiativ, der forestås af Bygge-  
centrum i samarbejde med Statens Bygge-  
forskningsinstitut, Teknologisk Institut og  
nogle producenter og i nær kontakt til for-  
skellige organisationer, er, at man ofte i for-  
bindelse med varmeisolering samtidig for en  
lille merudgift vil kunne få foretaget isole-  
ring mod brand, lyd og fugt, hvis blot disse  
arbejder planlægges i forbindelse med pro-  
jekteringen.« Ove Hove formoder i øvrigt, at  
de største investeringer vil gå netop til efter-  
isolering.

T.S.

## SAMTLIGE BOLIGERS BESPARELSESMULIGHEDER



Hovedresultaterne i rapporten »Bolig og varme« er udtrykt i denne trappekurve. Den viser brutto-varmeforbruget i samtlige Danmarks boliger, hvad der er af besparelsemuligheder ved forskellige foranstaltninger samt omkostningerne hertil. Efter at man har investeret et givet beløb falder forbruget (læses fra venstre mod højre). Jo flere foranstaltninger, der er gennemført, jo mindre falder forbruget, og jo mindre rentabel er investeringen. Det illustreres i den kraftigt optrukne kurve med skala i højre side. Basis for beregningen er en oliepris på 800 kroner/1000 liter. Den faldende rentabilitet er udtrykt ved den tid, det tager at få tilbagebetalt det næste sparede kWh/år. Hvis olieprisen stiger, vil tilbagebetalingstiden forkortes.

Kurven er behæftet med stor usikkerhed og skal kun tages som en illustration af nogle sammenhænge. Kurven illustrerer situationen, som den ville være, hvis alle foranstaltninger blev foretaget samtidig og nu. Det skal bemærkes, at beregningerne er baseret på 1975-priser, og at dagens priser formentlig er 15-20 pct. højere.

### Kilder:

Bolig og varme af Jørgen Nørgaard, rapport nr. 5 fra DEMO-projektet, Fysisk Laboratorium III, Danmarks tekniske Højskole. Kan rekvireres ved henvendelse til laboratoriet (tlf. (02) 88 16 11, 2800 Lyngby).

Danske Kommuner nr. 16/77, udgivet af Kommunernes Landsforening.