

# HVILKEN OPPVARMINGSMETODE ER BILLIGST?

*Av sivilingeniør Hallvard Hagen.*

OSLO 1960

---

Særtrykk av ELEKTROTEKNISK TIDSSKRIFT nr. 5, 1960

# Økonomisk vurdering av aktuelle oppvarmingsystemer i boliger.

Av sivilingeniør **Hallvard Hagen**.

644.1.033(481)

*Investigations made by the Norwegian Building Research Institute. Comparison of cost of heating in different types of houses, (private home, semi-detached house, block of flats — good and poor heat insulation), for currently used types of heating, using wood fuel, coke, oil or electricity as the source of heat.*

*Energy demands vary with the type of heat source and the total costs depend upon the costs of power or fuel, installation, operation and maintenance. Discussion. (Economical evaluation of present-day home heating systems.)*

## Innledning.

Vi bor i et land med et hardt klima. Midtvinters kan temperaturen i innlandet gjerne synke ned til 20—30 kuldegrader og langs kysten raser de hyppige vinterstormene. Når vi dessuten har en fyringssesong som varer omtrent 2/3 av året, er det klart at oppvarmingsspørsmålet er av større interesse her i landet enn de fleste andre steder. For oss er det jo i vesentlig grad en avgjørende faktor både for vår daglige trivsel og vår private økonomi.



Det faktum at vi i dag i stor utstrekning er avhengig av import for å dekke vårt varmebehov — en import som med de høye brenselspriser er en hard belastning på vår fra før av anstrengte handelsbalanse — gjør at vi også rent nasjonaløkonomisk sett har behov for en grundig belysning av oppvarmingsproblemene, og det spesielt fordi vi i våre vannkraftressurser har muligheten for å bli så godt som selvhjulpne.

Sivilingeniør Hallvard Hagen gjør i dette foredraget rede for en rekke interessante undersøkelser som Norges byggforskningsinstitutt har foretatt med sikte på en økonomisk sammenligning mellom de forskjellige oppvarmingsystemer.

Foredraget er et utdrag av NBI-rapport 31, «Hvilken oppvarmingsmetode er billigst?», hvor problemene er nærmere behandlet. Interesserte kan bestille rapporten direkte fra Norges byggforskningsinstitutt, Blindern.

I dette foredraget vil jeg søke å gi en utredning om en del av problemet omkring boligoppvarmingen, nemlig et forsøk på en økonomisk vurdering av de forskjellige slags oppvarmingsystemer sett fra en forbrukers synspunkt.

## Norges energibehov til romoppvarming.

Jeg vil da først gi en ganske kort oversikt over landets energibehov til romoppvarming, og nevne hvilken betydning de forskjellige energikilder hittil har hatt for dekningen av dette behovet.

Den utstrakte boligbyggingen som har pågått hele tiden siden krigen, har selvsagt gjort at hele boligmassens varmebehov har steget fra år til år. De siste årene har forbruket omtrent tilsvart 12 milliarder kWh regnet som effektiv varme tilført rommene. Den årlige tilvekst ser ut til å ligge på noe i nærheten av 3 %, noe som tilsvarer en økning i behovet på ca. 350 millioner kWh pr. år.

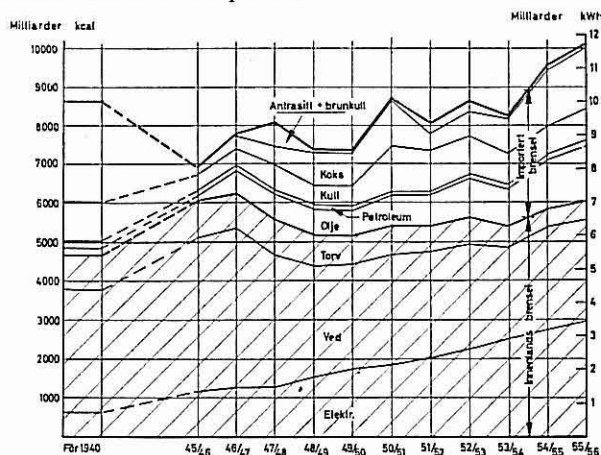


Fig. 1. Landets årlige energiforbruk til romoppvarming fordelt på de enkelte brenselsorter og elektrisk energi. Toppene i totalforbruket faller stort sett sammen med de vintrene som har stort graddagtall (46—47, 50—51, 52—53, 54—55 og 55—56).

Fig. 1 viser resultatet av en oversikt som Norges byggforskningsinstitutt utarbeidet for et års tid siden over det årlige nytbare energiforbruk til romoppvarming fordelt på de enkelte brenselsorter og elektrisk energi. Tilgjengelig statistikk vil dessverre alltid være et par år gammel, så diagrammet fører oss ikke helt fram til dagens situasjon. Langs den horisontale aksene er oppført de enkelte år fra før krigen og fram til 1955—56, mens varmekonsumet i kcal eller kWh er avsatt langs de vertikale aksene. Vi ser at totalforbruket har hatt en stadig økende tendens etter krigen. Ujevnhetene i kurven skyldes de klimatiske variasjoner fra år til år. Hvis vi regner alle verdiene om til en normalvinters graddagtall og ekstrapulerer gjennomsnittskurven videre framover, vil vi finne at behovet i dag som nevnt ligger på ca. 12 milliarder kWh.

Fra år til år foregår det dessuten en markert forskyvning i den betydning de enkelte energiformer har.

Elektrisiteten dekker en jevnt økende andel av behovet, mens de innenlandske brensel ved og torv stadig har fått en avtagende betydning. Disse tre energikildene gjør at vi er ca. 60 % selvforsynt.

Av de importerte brensel er det spesielt oljen som har hatt en sterkt økende betydning. Forbruket av de importerte faste brensel har vært preget av noen uregelmessighet i tilførselen.

Det er sannsynlig at den tendensen som framgår av figuren, kan ekstrapoleres videre fram til i dag. Den eneste avvikelsen av betydning er nok at petroleumforbruket har steget sterkt de siste par årene, noe som sannsynligvis har ført til en mindre reduksjon i forbruket av de faste brensel.

Elektrisiteten er altså allerede i dag vår viktigste energikilde til romoppvarming selv om alt forbruket som er tjenlig til romoppvarming, bare tilsvarer 17 % av landets samlede elektrisitetsproduksjon. Om den tilveksten av elektrisk energi vi får ved den framtidige utbygging av vår vannkraft rent nasjonaløkonomisk sett bør gå til elektrisk boligoppvarming i enda større omfang eller til kraftforbrukende storindustri, er avhengig av mange faktorer som f. eks. industriproduktene priser på verdensmarkedet, økt sysselsetting ved utbygging av ny industri, kraftverkene beliggenhet og kostnadene ved utbygging av distribusjonsnett til de forskjellige bebodde strøk av landet.

Det er dessuten av stor betydning å ha sikre tall for en økonomisk sammenligning av de forskjellige oppvarmingssystemer. Slike tall vil ikke bare ha rent nasjonaløkonomisk interesse, men i høy grad ha interesse for alle som står overfor valg av oppvarmingssystem for sin bolig.

#### Sammenligning av oppvarmingssystemene.

Når de forskjellige oppvarmingssystemer skal vurderes i forhold til hverandre for sektoren boligoppvarming, er det mange faktorer som må tas i betraktning, slik som:

1. Brenselpriser og elektriske tariffer.
2. Det enkelte brensels brennverdi.
3. Fyringsvirkningsgrad og nyttevirkningsgrad ved brenselsfyrte varmelegg.
4. Hva vi kan kalle reduksjon- eller sløsekoefisienter som er spesifikke for de enkelte systemer.
5. Oppvarmingssystemenes anleggskostnader og levetid.
6. Oppvarmingskomforten og arbeidet forbundet med oppvarmingen.

Flere av disse faktorer vil variere så vel med oppvarmingssystemet og brenselet som med hustypen og varmeisolasjonen, klimaforholdene på stedet osv.

#### Hustyper og oppvarmingssystemer.

De tre hustypene som sammenligningen er utført for, er vist i figurene 2, 3 og 4. Det er altså bare tatt med de alminneligste boligtyper, nemlig eneboliger, tomannsboliger og boligblokker, hver av dem i to utførelser. En utførelse er betegnet «godt isolert»



Fig. 2. Enebolig i 1½ etasje med brutto grunnflate 60 m<sup>2</sup>, brutto boligflate 116 m<sup>2</sup> og brutto boligvolum 285 m<sup>3</sup>. Boligdirektoratets typehus nr. 225.



Fig. 3. Tomannsbolig, vertikalt delt med brutto boligflate 93,5 m<sup>2</sup> og brutto boligvolum 234 m<sup>3</sup> pr. leilighet. Boligdirektoratets typehus nr. 505.

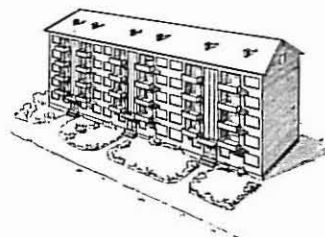


Fig. 4. Boligblokk på 5 etasjer med 30 leiligheter, hver med en brutto boligflate på 83 m<sup>2</sup> og brutto boligvolum 224 m<sup>3</sup>.

og har vegger med den beste isolasjonen som er vanlig i dag og har tre glass i vinduene. Den andre utførelsen «dårlig isolert» tilsvarer byggeforskriftenes minimumskrav i klimasone II. (I klimasone II ligger f. eks. distriktene omkring Oslofjorden og indre strøk av Vestlandet).

Av tabellen i fig. 5 framgår de kombinasjoner av hustyper og oppvarmingssystemer for hvilke det her vil bli gitt en økonomisk utredning over de samlede oppvarmingskostnader.

Stort sett kan de oppvarmingssystemene som brukes til boligoppvarming i Norge deles i tre hovedgrupper: ovnsoppvarming, sentraloppvarming og elektrisk oppvarming.

De alminneligste brensel for ovnsoppvarming har tidligere vært ved og koks og i mindre utstrekning torv, kull, brunkull og antrasitt. I de siste årene har petroleumsfyring fått en stor utbredelse i vanlige ovner. I denne oversikten kommer vi bare inn på ovnsfyring med de tre hovedbrenslene ved, koks og petroleum.

Ved sentraloppvarming har brenselvalget en meget avgjørende betydning for anleggskostnadene, idet anlegg for flytende brensel fører til et vesentlig tillegg i prisen. For småhus regnes det med anlegg for koks-fyring, petroleumsfyring og oljefyring med trykkforstøvningsbrenner, mens det for større bolig-

Leilighetenes varmebehov $\frac{\text{watt}}{\text{Ch}}$	Enebolig 116 m <sup>2</sup>		Tomannsbolig 94 m <sup>2</sup> pr. leil.		Boligblokk 85 m <sup>2</sup> pr. leil.	
	Godt isolert	Dårlig isolert	Godt isolert	Dårlig isolert	Godt isolert	Dårlig isolert
Leilighetenes varmebehov $\frac{\text{watt}}{\text{Ch}}$	135	260	105	195	85	120
Øvnsoppvarming	—	—	—	—	—	—
Vedfyring, skogsdistrikt	—	—	—	—	—	—
Oslopriser	—	—	—	—	—	—
Koksfyring	—	—	—	—	—	—
Petroleumsfyring	—	—	—	—	—	—
Sentraloppvarming	—	—	—	—	—	—
Koks	—	—	—	—	—	—
Olje	—	—	—	—	—	—
Petroleum	—	—	—	—	—	—
Elektrisk oppvarming med forskjellig grad av tilleggsfyring	—	—	—	—	—	—

Fig. 5. Kombinasjon av de hustyper og oppvarmings-systemer hvor de totale oppvarmingskostnader er sammenlignet.

bygg bare regnes med oljefyring. Det er fremdeles en del kullfyrte anlegg i drift i boligblokker, men det er sjelden at det blir installert slike anlegg i nybygg.

Ved elektrisk oppvarming er det bare tatt med de tilfelle hvor varmekilden er plasert direkte i de rom som skal varmes opp, idet det er så sjelden at elektrisiteten nyttes i sentralvarmeanlegg at det har liten praktisk betydning.

Kjenner vi oppvarmingskostnadene for de kombinasjonene som er vist i fig. 5, er det ganske lett å resonnerer seg fram til et noenlunde riktig resultat for de fleste andre typer av boligbygg. Store eneboliger tilsvarer omtrent hele tomannsboliger, rekkehus ligger mellom tomannsboliger og boligblokker, osv. Ved en midlere isolasjon kan en selvsagt også interpolere mellom utførelsene «godt isolert» og «dårlig isolert».

De tallene som i det følgende er lagt til grunn for en økonomisk sammenligning av de forskjellige oppvarmings-systemer, bygger på målinger og undersøkelser ved en lang rekke varmeanlegg i forskjellige typer av boligbygg. Undersøkelsene som i all er utført i flere hundre småhus og leiligheter i boligbygg, har vist at det kan være meget stor forskjell i varmeforbruket selv ved ensartede leiligheter og varmeanlegg. Alle verdier som blir vist i det følgende er gjennomsnittstall for hver gruppe.

#### Virkningsgrader.

En av de mest utslagsgivende faktorer for oppvarmingskostnadene er selvsagt kaloriprisen for den nyttbare varmen. Når denne kaloriprisen skal bestemmes for et brensel, må en foruten å ha kjennskap til brenselets pris og effektive brennverdi, også vurdere virkningsgradene i de respektive varmeanlegg.

Vanligvis blir virkningsgradene målt i laboratorier under ganske ideelle forbrenningsforhold, men i praksis kommer det ofte inn flere andre tapsposter som det må tas hensyn til. Ved de lave belastninger i overgangstiden vår og høst, og ved forsering av varmeanlegget i de kaldeste periodene, vil tapsprosenten som regel øke. Det samme gjelder for dårlig feide kjeler og ved feilaktig regulering av tilførselen av forbrenningsluft. Ved sentralvarmeanlegg med kjel og fordelingsrør i kjelleren vil det avgis en god del varme til kjellerrommene, og dette må i en viss

Brensel og brenselpris		Total virkn. grad %	Varmepris øre/kWh	
Ved	Skogsdistrikt	kr 110 pr. favn	65	4,8
	Oslo	- 170 —	65	7,5
Koks		- 310 pr. tonn	70	5,7
Olje nr. 1		30 øre - liter		
	Godt isolert	enebolig	55	5,4
		tomannsbolig	60	5,0
	Dårlig isolert	enebolig	54	4,7
		tomannsbolig	67	4,5
Olje nr. 2		28 øre pr liter		
	Boligblokk		75	3,6
Lyspetroleum		39 øre pr. liter	75	5,5

Fig. 6. Priser, sannsynlig totalvirkningsgrad og den tilsvarende varmepris for de forskjellige brensel.

utstrekning regnes som tap eller som mindreverdig varme. Alle disse ting innbefattes i totalvirkningsgraden.

I tabellen, fig. 6, er totalvirkningsgraden og den effektive varmepris satt opp for de alminneligste brensel.

#### Brenselpriser og effektive varmepriser.

Prisen på ved varierer meget alt etter om veden tas direkte fra egen skog eller kjøpes i byene. Som gjennomsnitt i skogsdistriktene kan det regnes med en pris på kr. 110,- pr. favn skogsved kappet og kløvd. Den tilsvarende prisen i Oslo er kr. 170,- pr. favn. For kapping og kløving er det inkludert en pris på kr. 20,- pr. favn. Det er her regnet med bra tørr ved med et vanninnhold på 25 %. Ved fyring i vanlige ovner kan en regne med en gjennomsnittlig totalvirkningsgrad på ca. 65 %, og den effektive varmeprisen tilsvarer altså henholdsvis 4,8 og 7,5 øre pr. kWh.

Koksprisen har variert meget de siste årene. Den har vært oppe i over kr. 20,- pr. hl og er nå p.g.a. de store lagerbeholdningene i produksjonslandene sunket til under kr. 12,- pr. hl. Det er her regnet med en midlere kokspris på kr. 14,- pr. hl, noe som tilsvarer kr. 310,- pr. tonn. Totalvirkningsgraden for koks er jevnt høy, ca. 70 %, i virkeligheten er den noe lavere når koksen benyttes i små sentralvarmeanlegg og sannsynligvis noe høyere i vanlige koksovner. 70 % virkningsgrad gir en varmepris tilsvarende 5,7 øre pr. kWh.

Totalvirkningsgraden ved trykkforstøvnings oljefyr i småkjeler er meget lav. På grunn av korrosjonsfare holdes oljefyrte kjeler vanligvis på en konstant høy temperatur, f. eks. 70—80°C, mens temperaturen på vannet ut til radiatorene reguleres med en blandeventil. Den høye kjeltemperaturen gir et betydelig varmetap til fyrrommet, samtidig som det skjer et vesentlig tap ved lufttrekk gjennom kjelen i de lange stillstandsperiodene. Da de minste trykkforstøvningsbrennere har en kapasitet som er stor nok også for ordinære tomannsboliger, blir det installert samme slags brennere og kjeler så vel i de best isolerte eneboliger som i relativt dårlig isolerte tomannsboliger. Folgen er at det prosentvise tap vokser meget sterkt når husets varmebehov er lite. Det må derfor regnes med egne tall for totalvirkningsgraden i hvert enkelt tilfelle.

I tabellen ser vi at totalvirkningsgraden vokser



jevnt fra bare ca. 55 % i godt isolerte eneboliger med et minimalt varmebehov og helt opp til ca. 75 % i boligblokker. Siden en også kan bruke en noe billigere olje ved store fyringsanlegg enn ved små — henholdsvis 28 øre og 30 øre pr. liter — blir det ganske stor forskjell i varmeprisen, fra 5,4 øre og helt ned i 3,6 øre pr. kWh. Spesielt i litt større fyringsanlegg gir oljefyringen en billig varme.

Enda billigere blir oljefyringen i de helt store boligkomplekser, som altså ikke er tatt med i denne sammenligningen. Her ligger virkningsgraden som regel meget høyt samtidig som det nyttes en meget billig tungolje. I slike anlegg vil den effektive varmeprisen komme helt ned i ca. 2,5 øre pr. kWh.

Petroleumsfyring med de alminnelige skallbrennere arbeider ofte med en meget høy virkningsgrad, som årsgjennomsnitt sannsynligvis nær 75 %. Når petroleumsfyring nyttes i små sentralfyringskjeler, vil nok virkningsgraden være noe lavere. Med 75 % virkningsgrad blir varmeprisen 5,5 øre/kWh ved literpris på 39 øre.

Tallene for de forskjellige brensels varmepris vil vi så sammenligne med de effektive kWh-prisene ved elektrisk oppvarming.

Elektrisitetsprisene er sterkt varierende fra sted til sted, og dessuten kan det være stor forskjell i prisene ved samme elektrisitetsverk, avhengig av hvilken forbrukskategori abonnenten hører inn under. Som eksempel er det i det følgende regnet med en strømtariff som kanskje ligger noe høyere enn gjennomsnittet for landet. Abonnementsvilkår: Kr. 80,- pr. bestilt kW pr. år, og dessuten 3 øre pr. forbrukt kWh innenfor abonnementsgrensen. For overforbruk 13 øre pr. kWh.

Ved en slik tariff vil den resulterende kWh-pris være sterkt avhengig av brukstiden innen det faste abonnement, og for strøm til oppvarming vil brukstiden i det vesentlige være bestemt av utetemperaturens varighetskurve i fyringssesongen.

Siden temperaturforholdene på Blindern er meget nær gjennomsnittet for den bebodde del av landet regnet etter boligtettheten, kan vi se hva de tilsvarende effektive kWh-priser her blir for den nevnte tariff.

Hvis det faste abonnement er så lite at strømmen kan brukes i hele fyringssesongen — dvs. 240 dager — blir den gjennomsnittlige kWh-pris under 4,5 øre, men hvis abonnementet skulle være så stort at det dekker varmebehovet i de ekstreme kuldeperiodene ( $\div 21^{\circ}\text{C}$ ), vil den gjennomsnittlige brukstid for hele abonnementet bli vesentlig kortere og den gjennomsnittlige kWh-pris bli nesten 6,5 øre. Et så stort abonnement er det knapt noen som har.

Hvis vi betegner et slikt fulldimensjonert elektrisk varmeanlegg med kapasitet 100 %, er det nok mer vanlig å ha et elektrisk abonnement med f. eks. 60 % kapasitet, dvs. at det dekker varmebehovet ned til en utetemperatur på  $\div 6^{\circ}\text{C}$ . Det vil da være nødvendig med tilleggsoppvarming 1 måned i året, enten ved å ta ut strøm på overforbruk eller ved tilleggsfyring. Den nødvendige varmemengden for denne tilleggsoppvarmingen er imidlertid så liten at

det tilsvarer mindre enn 3 % av fyringssesongens samlede varmebehov. Med en slik oppvarmingsform vil altså elektrisiteten ennå dekke hele 97 % av varmebehovet og det til en kWh-pris på ca. 5 øre.

Minsker vi så abonnementet ytterligere, vil selvsagt brukstiden øke og dermed den effektive kWh-pris avta.

Det er altså oppvarmingskostnadene ved disse strømpriser på fra 4,5—6,5 øre pr. kWh, avhengig av abonnements størrelse, som vi her skal sammenligne med oppvarmingskostnadene ved brenselsfyrte varmeanlegg med de effektive varmepriser som er oppført i fig. 6.

#### Varmeforbruket.

Nå viser det seg at disse effektive varmepriser ikke gir noe riktig bilde av de årlige oppvarmingskostnader ved forskjellige varmeanlegg, idet selve varmekonsumet som regel også vil variere med oppvarmingssystemet.

Jeg vil her forsøke å belyse dette litt nærmere:

Hvis vi kjenner k-verdien for vegger, vinduer, tak og golv, kan det totale transmisjonstap bestemmes. Når stedets graddagtall også er kjent, kan vi så beregne et teoretisk årlig varmebehov for hver leilighetstype.

Nå viser det seg at dette teoretiske referansetall som regel ikke stemmer overens med det virkelige varmekonsumet i fyringssesongen, og for hver kombinasjon av oppvarmingssystem og hustype har vi funnet det nødvendig å innføre noe som vi har kalt et varmekonsumstall.

Varmeforbrukstallet angir forholdet mellom det virkelige varmekonsum i fyringssesongen og det teoretisk beregnede varmebehov.

		Høyisolert	Dårlig isolert
Sentraloppvarming,	boligblokk	1,15	1,05
	tomannsbolig	1,05	0,95
	enebolig	1,00	0,90
Elektrisk oppvarming,	boligblokk	0,95	0,85
	tomannsbolig	0,85	0,75
	enebolig	0,80	0,70
Ovnsoppvarming,	boligblokk	0,85	0,75
	tomannsbolig	0,80	0,70
	enebolig	0,75	0,65

Fig. 7. Varmeforbrukstall (dvs. forholdet mellom virkelig forbruk og teoretisk beregnet behov) ved forskjellige oppvarmingssystemer og hustyper.

Tabellen i fig. 7 viser at forbrukstallene til dels avviker sterkt fra verdien 1,0, som altså tilsvarer at det virkelige varmekonsum er lik det teoretisk beregnede varmebehov. Det er en naturlig forklaring på disse avvikelser, og jeg skal prøve å forklare grunnen til dette.

I boligblokker med sentraloppvarming sløses det ofte med varmen, noe som skyldes at leieboerne ikke er interessert i å spare på sitt eget forbruk så lenge de totale fyringsutgifter blir delt likt på alle leilighetene. I praksis er det ofte slik at det er de som trenger mest varme som bestemmer oppvarmingsgraden. Selv om det luftes i timevis i soverommene, er det også sjelden at radiatorene stenges av. Disse ting gjør at en her får de største forbrukstallene.

I eneboliger vil en alltid søke å unngå det unødige sløseri og forbrukstallet blir følgelig mindre, men

også sentraloppvarmede småhus kjennetegnes ved en relativt høy gjennomsnittlig inne-temperatur.

Forholdene i tomannsboliger med felles sentralvarmeanlegg ligger et sted mellom forholdene i boligblokker og eneboliger.

Ved elektrisk oppvarming med varmeovner i hvert rom, har en et meget ideelt system når det gjelder varmereguleringen sett fra et varmesparende synspunkt. Om en ønsker å økonomisere, kan en sette på varmen i akkurat de rom en til enhver tid ønsker å ha oppvarmet. Systemet har dessuten en minimal treghet så varmeavgivelsen kan startes opp og stoppes nær sagt momentant. Når disse fordeler likevel ikke kan nyttes fullt ut, skyldes det at det som regel er liten forseringsmulighet ved gjenoppvarming med et elektrisk varmeanlegg. De vanlige tariffene med høye overforbruchspriser, men med relativt lave strømpriser innen det faste abonnement, gjør at også nattstrømmen må utnyttes i stigende grad ved fallende utetemperatur. Likevel kjennetegnes elektrisk oppvarming med et lavere forbrukstall enn sentraloppvarming.

Der det er ovnsoppvarming er det ganske alminnelig at det bare fyres i ett rom, f. eks. i stuen, og de andre rommene holdes derfor ofte på en lavere temperatur. Spesielt om natten senkes temperaturen ofte vesentlig. Den lave gjennomsnittstemperaturen for huset vil selvsagt gi en reduksjon i brenselforbruket, dvs. et lavt forbrukstall.

Forbrukstallene er ikke bare avhengig av oppvarmingsystemene, men også av varmeisolasjonen og hustypene. En høyisolert vegg slipper igjennom mindre varme enn en vegg som er dårlig isolert, men det ser ikke ut til at en i praksis vil finne en tilsvarende reduksjon i varmekonsumet. En av hovedgrunnene til dette er nok at den høyverdige isolasjonen som regel gjør at mange av rommene får en høyere temperatur. Dette forhold gjør seg spesielt gjeldende der det er ovnsfyring, hvor temperaturen i de rom som ikke har egen ovn, slik som ganger, trapperom og til dels soverom, i høy grad er avhengig av ytterflatenes varmeisolasjon. Disse ting gjør at en ved en forbedring av isolasjonen ikke reduserer varmekonsumet i samme grad, men en kan si at en del av gevinsten ligger i en høyere varmestandard i huset. Varmeforbrukstallet (dvs. forholdet mellom virkelig forbruk og teoretisk behov) er altså større i et høyisolert hus enn i et som er dårlig isolert, men det virkelige varmekonsum er selvsagt minst i et hus som er godt isolert.

Et lignende forhold gjør seg gjeldende ved forskjellige slags hustyper. En leilighet i en boligblokk har relativt lite yttervegger, og dette har samme virkning som en høyverdige isolasjon, idet varmetapet blir forholdsvis lite. I tillegg kommer det, at selv om varmen stenges av om kvelden, vil inne-temperaturen synke lite i løpet av natten. Gjennomsnittstemperaturen for hele leiligheten over døgnet er derfor som regel høy. Den annen ytterlighet har en i småhus oppført i lette trekonstruksjoner. Den lille varmekapasiteten og de store avkjølingsflatene gjør at en kan redusere den gjennomsnittlige inne-tem-

peraturen betraktelig om natten ved å stenge av varmen om kvelden. Den lave gjennomsnittstemperaturen over døgnet fører til et mindre varmekonsum, dvs. et lavere forbrukstall.

Vi skal her huske på at ved en gitt huskonstruksjon er det nettopp den gjennomsnittlige differansen mellom inne-temperaturen og utetemperaturen som er bestemmende for transmisjonstapet og dermed varmekonsumet.

#### Anleggskostnader.

Ved siden av de direkte oppvarmingskostnadene er varmeanleggenes installasjonskostnader meget be-

Oppvarmingsystem	Enebolig	Tomannsbolig	Boligblokk
Koks eller vedovner, 2 stk. + flyttbare el.varmeovner	850.-	850.-	850.-
----- m <sup>2</sup> petc brennere -----	1850.-	1850.-	1850.-
<b>Sentralvarmeanlegg</b>			
Tradisjonelt anlegg	5500.-	3800.-	
----- m <sup>2</sup> oljefyr	10000.-	6000.-	2400.-
Billig anlegg	3000.-	2200.-	
----- m <sup>2</sup> aut. petc fyr	5500.-	3500.-	
El.anlegg med panelovner + 1 vedovn	2200.-	1900.-	1800.-

Fig. 8. Varmeanleggenes installasjonskostnader pr. leilighet i godt isolerte hus.

stemmende for hvor dyr oppvarmingen blir. Vi skal se litt på de gjennomsnittlige anleggskostnadene for de forskjellige typer av varmeanlegg. I fig. 8 ser vi de normale tall ved de godt isolerte utførelsene av de tre hustypene som tidligere er nevnt: enebolig, tomannsbolig og boligblokk. Ved de dårlig isolerte utførelsene vil anleggskostnadene som regel ligge noe høyere.

I ovnsoppvarmede leiligheter er det i dag ganske normalt å ha to ovner til en samlet pris av 5—600 kroner. Regner vi med at det i slike leiligheter også pleier å være en eller to flyttbare elektriske ovner, kommer vi kanskje opp i en samlet pris på kr. 850, likt for alle tre boligtyper.

En vanlig petroleumsbrenner med dagtank koster ca. kr. 500 og hvis hver av de to ovnene er utstyrt med slike brennere, blir altså prisen ca. 1000 kroner høyere, dvs. kr. 1850.

Inntil nå har det vært vanlig å installere uforholdsmessig dyre sentralvarmeanlegg i småhus. For selve varmeanlegget slik det står ferdig for fyring med fast brensel, f. eks. koks, er nok kr. 5500 ikke noe for høyt tall, for tomannsboliger kan vi tilsvarende regne med en pris på vel kr. 7500, eller kr. 3800 pr. leilighet. Et oljefyrt anlegg blir vanligvis kr. 4000—5000 dyrere, altså for en enebolig tilsammen ca. kr. 10 000 og pr. leilighet i en tomannsbolig ca. kr. 6000.

For boligblokker ligger prisen på selve varmeanlegget inklusive oljefyr vanligvis på et tall som tilsvarer noe under kr. 2500 pr. leilighet.

Som nevnt har det vært vanlig å installere unormalt dyre sentralvarmeanlegg i småhus. Det er ikke vanskelig å redusere prisen til langt ned i mot det halve, uten at kvaliteten av anlegget blir nevneverdig forringet. For en enebolig kan prisen for selve sentralvarmeanlegget bli ca. kr. 3000, og for en tomannsbolig ca. kr. 4400 eller kr. 2200 pr. leilighet.

Hvis vi i disse billige anleggene ønsker fyring med

flytende brensel, vil nok det rimeligste bli et petroleumsfyrt anlegg. Tilleggs kostnadene for et fullt ferdig anlegg med brenner, 800 liters lagertank, automatisk petroleumstilførsel og tilhørende utstyr kan settes til kr. 2500. Vi får altså en totalpris på ca. kr. 5500 i en enebolig og kr. 3500 pr. leilighet i en tomannsbolig, en vesentlig reduksjon fra de tradisjonelle anlegg. Ellers må det bemerkes at de vanlige norske petroleumsbrennere ennå ikke er blitt laget med så stor kapasitet at de med sikkerhet kan varme opp en tomannsbolig.

Kostnadene for elektriske varmeanlegg kan også variere noe. Regner vi med et anlegg med fast installerte panelovner, kan vi som et gjennomsnitt si at det koster kr. 300 pr. ovn. Dessuten tar vi med en vanlig ved- eller koksovn som også koster ca. kr. 300 installert, og summen for hele varmeanlegget blir ca. kr. 2000. Hvis leilighetene fra før av er utstyrt med et rikelig dimensjonert ledningsnett og et tilstrekkelig antall kontaktpunkter, vil prisen på det elektriske varmeanlegget bli redusert til omtrent halvparten.

For hver enkelt av leilighetstypene er det regnet med samme elektriske installasjon, uavhengig av abonnementsets størrelse. Det vil si at den disponible strøm til enhver tid kan settes på i nettopp de rom hvor en ønsker det, selv der det er delvis elektrisk oppvarming.

Hvis vi har en rentefot på 5 % og også tar hensyn til avskrivning og vedlikehold av anleggene, kan vi nok regne med en årlig utgiftspost på mellom 6 og 8 %, avhengig av anleggenes antatte levealder, dvs. ca. kr. 70 året for hver kr. 1000 i anleggskostnader, eller ca. kr. 700 i årlig utgift for et helautomatisk oljefyrt anlegg i en enebolig mot ca. kr. 60 for et anlegg med vanlig ovnsfyring.

#### Betjeningskostnader.

De direkte oppvarmingskostnader og anleggskostnadene vil ikke gi en fullt tilfredsstillende karakteristikk av hvert enkelt varmesystem. Vi må f. eks. også ta hensyn til det ekstraarbeid som følger med oppvarmingen, noe som også under visse forutsetninger kan settes opp som fyringsutgifter. Verre er det ved hjelp av tallverdier å gi uttrykk for den varmestandard eller komfort som i alminnelighet kjennetegner de enkelte oppvarmingsystemene, og en overføring av slike verdier til kroner og øre er knapt gjørlig.

Den største ulempen skyldes nok det ganske betydelige arbeid som følger med fyringen, spesielt der det nyttes fast brensel, slik som transport av brensel og aske, opptenning, feiing o. l. Både fyringsarbeidet og verdsettelsen av komforten vil sikkert bli vurdert høyst individuelt. Som et holdepunkt er det her regnet med disse beløp hvor det bare er lagt vekt på fyringsarbeidet:

Ovnsfyring med fast brensel, 2 ovner	kr. 0,80	pr. dag
Tilleggsfyring med fast brensel 1 ovn	» 0,50	»
Koksfyring i sentralvarmekjel	» 0,50	»
Petroleumsfyr med håndfyl. 2 ovner	» 0,30	»
Sentraloppv. m/flytende brensel	» 0,10	»

#### Økonomisk sammenligning.

Hensikten med det som hittil er omtalt om virkningsgrader, forbrukstall osv. er å prøve å danne en logisk oppbygging for å forklare hvordan oppvarmingskostnadene vil kunne variere med hustype og oppvarmingsystem. Ved hjelp av disse oppgavene kan vi jo regne oss fram til de samlede årlige kostnader, skjont i virkeligheten er dette å gå den bakvendte veien, for dette sluttresultatet — altså det årlige brensels- eller elektrisitetsforbruket — er det lettest å samle inn oppgaver over. Sluttresultatet er med andre ord det mest pålitelige, for her har vi det største og sikreste materialet.

I de grafiske sammenstillingene som til slutt skal vises over de samlede oppvarmingskostnader, har vi regnet at elektrisiteten blir 10 % dyrere enn teoretisk sannsynlig. Dette er fordi mange verker har en begrenset brukstid for uttaket av strøm, og vi har også villet inkludere de forhold som med jevne mellomrom kan inntreffe, at det er strømmangel med rasjonering og utkobling.

De tre hustypene sammenligningen er utført for er altså små eneboliger, tomannsboliger og boligblokker. Alle under de to forutsetningene: meget godt isolert og dårlig isolert.

#### Enebolig.

Det første diagrammet (fig. 9) viser en oppstilling over de totale årlige oppvarmingskostnader i den godt isolerte eneboligen. Den vertikale skalaen viser

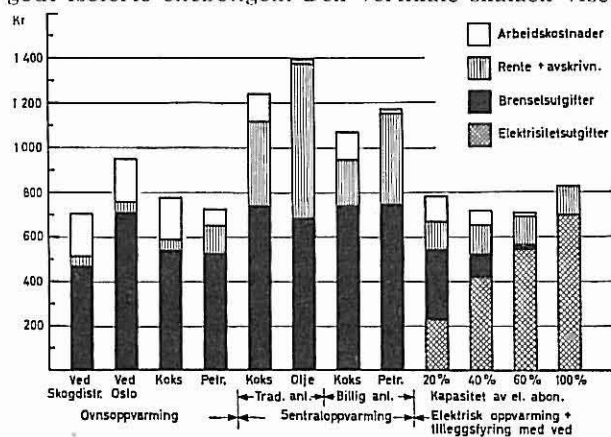


Fig. 9. Totale årlige oppvarmingskostnader. Godt isolert enebolig.

de årlige kostnader i kroner, mens stolpene gjelder for de forskjellige oppvarmingsalternativer.

De fire første gjelder for ovnsoppvarming med henholdsvis billig og dyr ved, koks og petroleum. De fire neste er for sentraloppvarming med fyring med koks eller olje i tradisjonelle anlegg og koks eller petroleum i billige anlegg. De fire siste stolpene er for forskjellig grad av elektrisk oppvarming med tilleggsfyring, idet kapasiteten av det elektriske abonnementet tilsvarende 20, 40, 60 eller 100 % av et fulldimensjonert varmeanlegg.

De sorte stolpene viser brenselsutgiftene, som altså ved elektrisk oppvarming blir erstattet med elektrisitet (kryss-skravert) i økende grad etter som kapasiteten av abonnementet blir større.



Den nederste delen av stolpene viser altså de direkte oppvarmingskostnadene. De viser at disse ligger klart lavest ved ovnsoppvarming (bortsett fra fyring med ved i bydistrikter) og ved delvis elektrisk oppvarming. Ved sentraloppvarming får vi en større brenselkostnad, spesielt på grunn av den høyere varmestandard i huset, mens det ser ut til å være nesten likegyldig hvilke brensel som nyttes.

En større forskjell i de årlige kostnadene blir det om vi også tar hensyn til rente og avskrivning av selve varmeanlegget. Denne posten er vist ved den vertikalt skraverete delen, som er liten ved de billige ovnsfyrte anleggene og høy ved sentraloppvarming, spesielt ved det tradisjonelle anlegget med oljefyr. Denne delen kan reduseres vesentlig ved de billige sentralvarmeanleggene. Ved elektrisk oppvarming er rente og avskrivning relativt moderat, omtrent som ved petroleumsfyring i vanlige ovner.

Som tidligere nevnt, er det for å gi et holdepunkt satt opp en post som er kalt arbeidskostnader ved fyringen. Denne delen — som er vist med de hvite kolonnene — er størst ved vanlig ovnsfyring og minst ved automatisk fyring med flytende brensel og ved elektrisk oppvarming med et rikelig abonnement. Arbeidskostnadene vil sikkert bli høyst individuelt vurdert og er selvsagt helt avhengig av huseierens økonomiske forhold.

Vi vet jo f. eks. at det er mange som legger om fra koks-fyrte sentralvarmeanlegg til oljefyring, det vil i realiteten si at de vurderer arbeidet med koks-fyring til langt over 50 øre pr. dag. På den annen side er det sjelden at folk med delvis elektrisk oppvarming tar ut strøm på overforbruk, selv om merkostnaden vil tilsvare mindre enn 50 øre pr. dag. De fyrer i stedet i en ovn.

Konklusjonen er altså at sentraloppvarming ikke er så gunstig i småhus rent økonomisk sett. Jeg vil da igjen presisere at jeg her ikke har tatt noe hensyn til selve oppvarmingsgraden eller oppvarmingskomforten. Mange vil verdsette den høyere oppvarmingskomforten ved sentraloppvarming i forhold til ovnsoppvarming til et vesentlig høyere beløp enn forskjellen i kostnader. De betaler altså gjerne mer enn kr. 500 året for å ha oljefyrt sentraloppvarming.

Endelig må jeg si at alle elektrisitetsutgifter til lys, koking, varmtvannsberedning osv. er holdt utenfor i denne sammenligningen, idet disse utgiftene blir omtrent de samme i alle leilighetene, uavhengig av oppvarmingssystemet.

Vi skal så se hvordan dette bilde forandrer seg når vi går over til de andre hustypene. I den dårlig isolerte eneboligen (fig. 10) vil selvsagt alle oppvarmingskostnadene stige, men vi ser med en gang at misforholdet til sentraloppvarming ikke er fullt så stort. Fremdeles er ovnsoppvarming med de tre billige brensel og delvis elektrisk oppvarming gunstigst.

#### Tomannsbolig.

Vi går så over til den godt isolerte tomannsboligen (fig. 11) hvor varmekontoen pr. leilighet selvsagt er

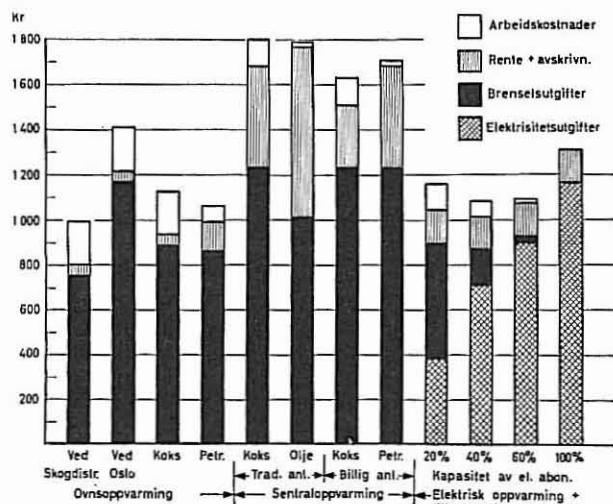


Fig. 10. Totale årlige oppvarmingskostnader. Dårlig isolert enebolig.

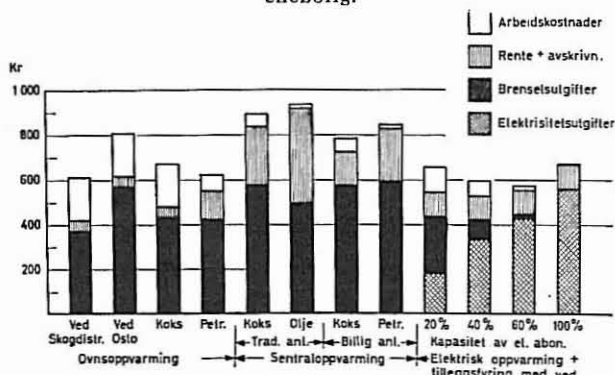


Fig. 11. Totale årlige oppvarmingskostnader pr. leilighet. Godt isolert tomannsbolig.

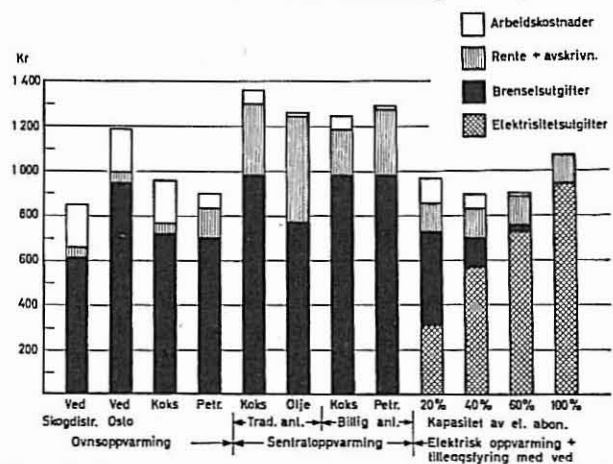


Fig. 12. Totale årlige oppvarmingskostnader pr. leilighet. Dårlig isolert tomannsbolig.

vesentlig redusert, ellers er det ikke noe spesielt å si bortsett fra at vi klart ser at vi har begynt å få en utjevning i kostnadene.

Ved den dårlig isolerte tomannsboligen (fig. 12) blir jo oppvarmingen igjen dyrere. Ovnsfyring og delvis elektrisk oppvarming er fremdeles billigst. Ved sentraloppvarming kan vi bare legge merke til at selve brenselutgiftene ved oljefyring så smått begynner å konkurrere med ovnsfyring og elektrisk oppvarming.



### Boligblokk.

Til slutt har vi da boligblokkene. Først den godt isolerte (fig. 13) hvor vi ser at vi har fått en be-

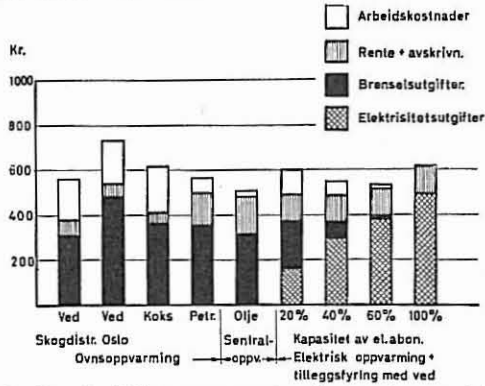


Fig. 13. Totale årlige oppvarmingskostnader pr. leilighet. Godt isolert boligblokk.

tydelig utjevning i kostnadene og hvor faktisk oljefyringen er billigst.

Forholdene er akkurat de samme i en dårlig isolert blokk (fig. 14), bare at alle utgiftene blir forsterket. Oljefyringen er billigst, men det er i det hele tatt

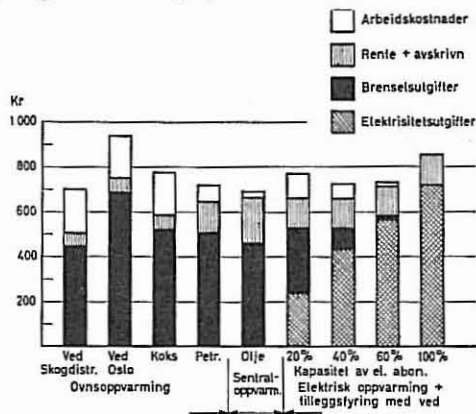


Fig. 14. Totale årlige oppvarmingskostnader pr. leilighet. Dårlig isolert boligblokk.

liten forskjell på de ulike oppvarmingsformene bortsett fra at vedfyring er dyrt i byene. Det samme gjelder for øvrig den elektriske oppvarmingen hvor abonnementet er så stort at det dekker de ekstreme kuldespissene, men så høyt abonnement er det vel ingen som har. Det er f. eks. mye rimeligere å ha et abonnement tilsvarende 60 % og ta kuldespissene på overforbruk.

### Konklusjon.

I alle diagrammene har vi sett at den delvis elektriske oppvarming er meget gunstig og totalkostnadene omtrent uavhengig av om vi har et elektrisk abonnement på 40 %, hvor vi må ha tilleggsfyring i 125 dager i året, eller et abonnement på 60 %, hvor vi har tilleggsfyring bare 30 dager i året.

Denne økonomiske sammenligning bygger på visse forutsetninger når det gjelder priser og elektriske tariffer. For elektrisiteten er det altså valgt en tariff med noenlunde runde tall, som nok gir et noe for høyt gjennomsnitt for landet. Stort sett tror jeg at man kan si at den effektive kWh-prisen for strøm fra de forskjellige verker ligger fra 65 % til 120 % av den prisen som det her er regnet med.

Den samlede erfaring vi har viser tydelig at elektrisiteten er meget konkurransedyktig til oppvarmingsformål ved de tariffene som er vanlige i dag. Dette gjelder spesielt for romoppvarming av godt isolerte småhus. I dag finnes det lokale tariffer som er så lave at elektrisk oppvarming er meget ettertraktet. Følgen er at elektrisiteten må rasjoneres, og det er ofte tilfellet som avgjør hvem som får elektrisitet til oppvarming. Det kan gjerne bli gitt til leiligheter i boligblokker hvor et sentralvarmeanlegg vil kunne gi de samme oppvarmingskostnadene, mens eneboliger ikke får strøm til oppvarming til tross for at oppvarmingen vil kunne bli flere hundre kroner billigere pr. år enn oljefyrt sentraloppvarming. Hvis det er nasjonaløkonomisk riktig å bruke strøm til boligoppvarming, bør derfor denne strømmen i første rekke anvendes i småhus, og spesielt i de som er høyverdig isolert.

Det er ofte påvist at det kan være meget store individuelle variasjoner i brenselforbruket endog i like hus med samme oppvarmingsystem. Det vil derfor være lett å trekke fram tilfelle fra praksis som avviker sterkt i begge retninger fra de utregnede resultatene.

Jeg vil til slutt presisere at selv om de erfarings-tallene som er lagt til grunn i denne utredningen, bygger på undersøkelser og innhentede oppgaver over brenselforbruket ved en lang rekke varme-anlegg i forskjellige slags hustyper, kan de middel-verdiene som er nyttet, være noe usikre. De utregnede verdiene må derfor ikke oppfattes som en nøy-aktig differensiering mellom de forskjellige varme-systemer, men bare nyttes som veiledning ved en sammenligning.

