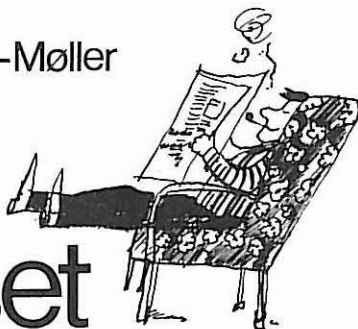


Av sivilingeniørene Hallvard Hagen,  
Nils Olav Solum og  
Ole Andreas Songe-Møller

# Varme i huset



Norges  
byggforsknings-  
institutt  
1974  
særtrykk  
229

## Oppvarmingsprinsipper og oppvarmingssystemer for småhus

En huseier som er kommet så langt i sine byggeplaner at han skal velge oppvarming, finner snart at han har mange valgmuligheter. Det finnes i dag en rekke oppvarmingssystemer som delvis bygger på forskjellige oppvarmingsprinsipper. Vi vil her kort beskrive disse prinsippene, og komme inn på en del av de oppvarmingssystemene som benyttes.

### Oppvarmingsprinsipper

Vi har prinsipielt to forskjellige former for varmeavgivelse fra oppvarmingssystemene: *strålevarme* og *konveksjonsvarme*. Varmestrålene går rettlinjjet gjennom luften uten å varme opp denne. Men de gjenstandene strålene treffer, blir oppvarmet. Solen er vel den mest typiske varmekilden hvor all varme kommer som strålevarme.

Konveksjonsvarme er ren luftoppvarming. Varmelegemet varmer opp de nærmeste luftlagene. Denne oppvarmede luften sirkulerer så i rommet.

Den temperaturen vi føler er en kombinasjon av varme som skyldes stråling og varme som skyldes konveksjon. Et rom som har et oppvarmingssystem basert på strålevarme, f. eks. et takvarmeanlegg, kan ha lavere lufttemperatur, og likevel føles like varmt som et rom med bare konveksjonsvarme, f. eks. et varmluftsanlegg.

Varmelegemene bør plasseres ved kalde ytterflater. Elektriske varmeovner og radiatorer plasseres fortrinnsvis ved yttervegg og helst under vinduer. Dermed vil den varme ovnsflaten motvirke kalde vegg- og vindusflater. Varm luft som strømmer opp langs ovnen, vil dessuten møte den kalde luften som faller ned langs vinduet (fig. 1).

### Elektrisk oppvarming

Elektrisk oppvarming med ovner plassert under vinduer og på yttervegger er den vanligste form for oppvarming i Norge. Det finnes en rekke ovnstyper, fra konvektorovner til ovner med en betydelig andel strålevarme. Slike varmeanlegg er billige å installere, driftssikre og trenger minimalt vedlikehold.

Ved elektrisk takoppvarming benyttes vanligvis en tynn metallfolie som innebygges i taket. Et takvarmeanlegg avgir praktisk talt bare strålevarme. Overflatetemperaturen på bestrålte golv, møbler o. l. blir høyere enn lufttemperaturen i oppholdssonen. I virkeligheten er det disse bestrålte flatene som varmer opp luften (fig. 2).

Dersom et rom har store vindusflater eller dårlig isolerte vegger slik at varmetapet blir stort, kan det oppstå problemer ved bruk av takvarmeanlegg. Dette fordi det er begrenset hvor sterk utstråling som kan tillates fra taket. Varmeelement med større varmeavgivelse enn 150 watt pr. m<sup>2</sup> gir så sterke varmestråler at det kan gi ubehagelige issetemperaturer for personer i rommet. Takvarmeanlegget i et slikt rom kan for eksempel suppleres med en elektrisk ovn plassert under vindu.

Elektrisk gulvoppvarming kan

skje med de samme elementene som benyttes i takanleggene, med varmetræder i en plastmasse, eller med elektriske varmekabler (fig. 3). Varmeavgivelsen skjer i vesentlig grad som konveksjonsvarme. Systemets begrensning ligger i at gulvtemperaturen ikke bør overskride 26° C i rom for varig opphold. (Dette tilsvarer en varmeavgivelse på om lag 80 watt pr. m<sup>2</sup>.) Høyere temperatur på gulvet vil kunne gi ubehagelig tretthetsfølelse i bena. Dette faktum kan medføre at gulvoppvarming alene ikke har tilstrekkelig kapasitet for oppvarming av rom med sterkt varmebehov.

Elektriske vifteovner benyttes som supplerende varmekilde. Når disse benyttes, blir det en kraftig luftbevegelse i rommet med oppvirling av støv.

Fordi en naken kropp momentant merker strålevarmen, installerer man såkalte reflektorovner i badetrom. Reflektoren kaster varmestrålene i ønsket retning. Ovnene må monteres oppunder taket, både for at varmefordelingen skal bli god og for at man ikke skal brenne seg på varmelementet.

Ved alle elektriske varmesystemer kan varmeavgivelsen reguleres med manuelle brytere eller med termostater. Termostatene fordyrer installasjonen, men gjør det samtidig enklere for huseieren å holde ønsket temperaturnivå i rommene.

### Ovnsoppvarming med flytende brensel

Små brennere med flytende brensel brukes gjerne i kombinasjon med elektriske varmeanlegg. Det finnes to typer brennere, skallbrennere og pottbrennere.

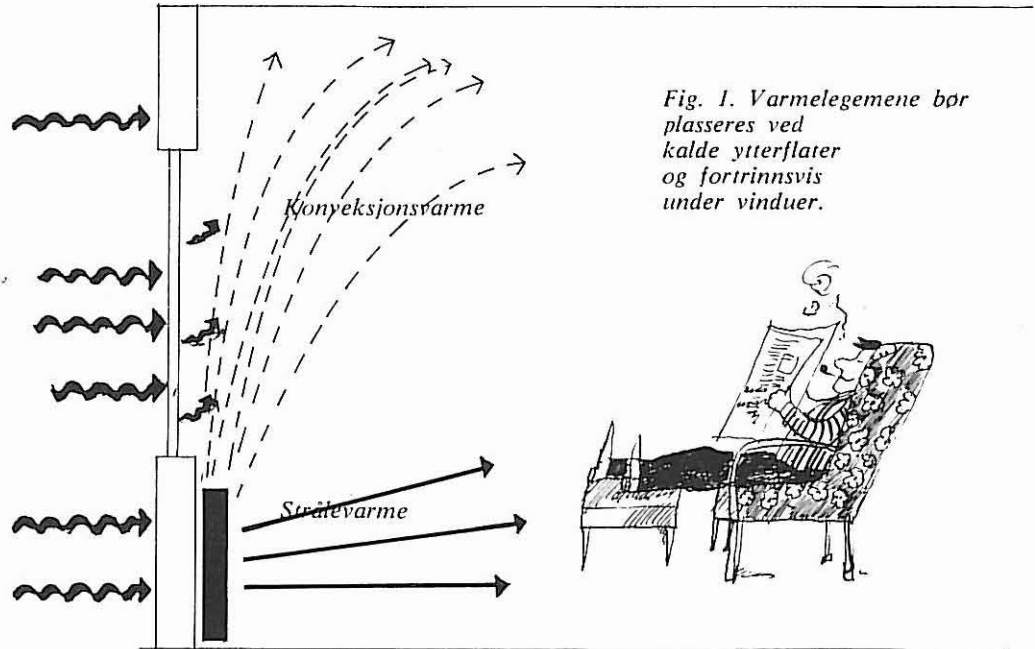


Fig. 1. Varmelegemene bør plasseres ved kalde ytterflater og fortrinnsvis under vinduer.

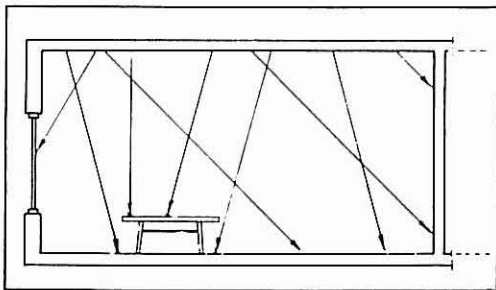


Fig. 2. Takvarmeanlegg avgir varme ved stråling.

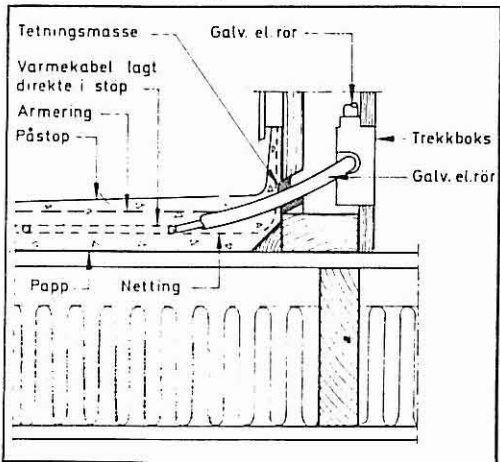


Fig. 3. Varmekabel direkte innstøpt i baderomsgulv på trebjelkelag.

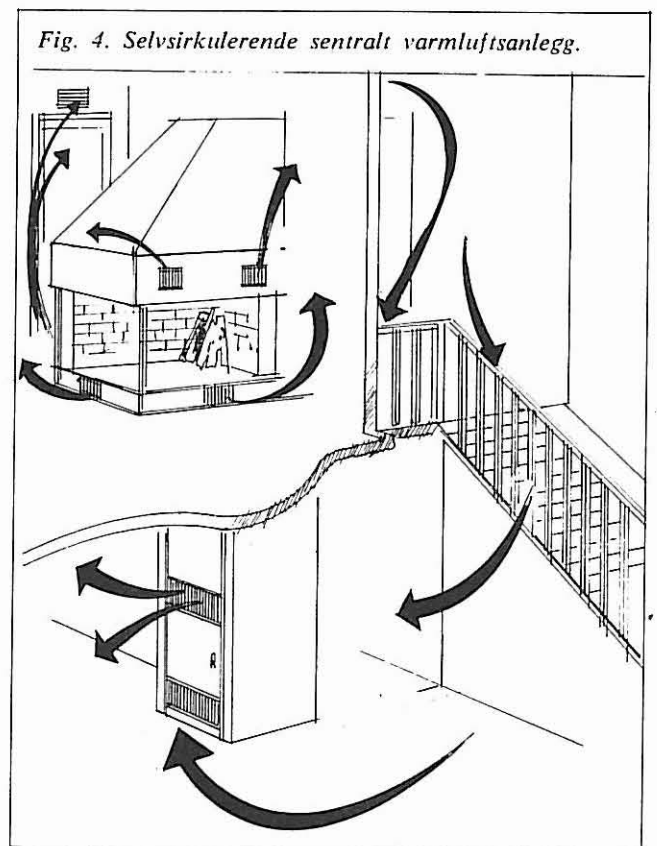


Fig. 4. Selvsirkulerende sentralt varmluftsanlegg.

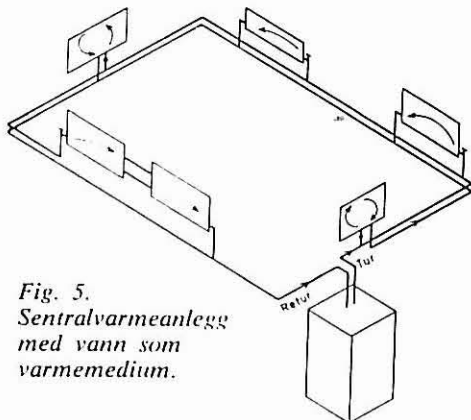


Fig. 5. Sentralvarmeanlegg med vann som varmemedium.

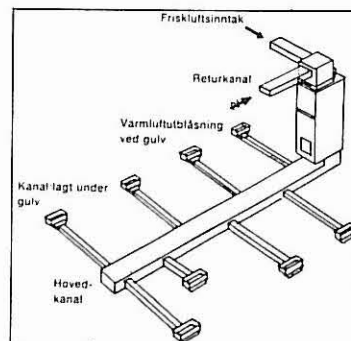


Fig. 6. Kanalopplegg for sentralt varmluftsanlegg med tvungen sirkulasjon.

Brensel for skallbrennerne er parafin, mens pottébrennerne kan anvende både parafin og fyringsolje nr. 1. Dette er nærmere beskrevet i en egen artikkel om småbrennere.

Ovnene er for øvrig bare en videreutvikling av ved- og koks-ovnene, bare brenselet er forskjellig. En del av ovnene er bygd for kombinasjonsfyring med fast brensel. Oftest plasseres ovnen slik at den varmer opp stue og nærliggende rom. Ved en åpen planløsning av huset, kan man ved å plassere en slik ovn i underetasjen få dekket nesten hele husets varmebehov. Vi får det vi gjerne kaller et selvsirkulerende sentralt varmluftsanlegg (fig. 4).

Varmeavgivelsen reguleres ved å variere mengden brensel inn til ovnen ved hjelp av en ventil. Det kan også kobles termostater til slike ovner.

### Sentralvarmeanlegg

Med sentralvarmeanlegg menes et oppvarmingssystem hvor varmen produseres på ett sted i huset for så å bli transportert rundt til de enkelte rom ved hjelp av vann eller luft.

I et sentralvarmeanlegg med vann som varmemedium, produseres det varmt vann i en kjelenhet. Vannet varmes opp enten med flytende eller fast brensel, eller med elektrisitet. Det varme vannet pumpes gjennom rør til varmelegemene i hvert enkelt rom. Vannet strømmer så tilbake til kjelen og varmes opp på nytt (fig. 5).

I et sentralt varmluftsanlegg med tvungen sirkulasjon er det luft som varmes opp av kjelenheten. En vifte blåser luften gjennom et kanalnett fram til hvert enkelt rom. Den «brukte» luften fra vanlige oppholdsrom — ikke kjøkken og bad — trekkes tilbake til kjelenheten, filteres, varmes opp på ny og blåses igjen ut i rommene. Samtidig tilsettes en passende mengde friskluft (fig. 6).

### Peiser

Den åpne peisen må mer betraktes som et hyggested enn som en varmekilde. Så lenge peisbålet brenner friskt, blir det utviklet en god del strålevarme. Men samtidig, og også etter at bålet er brent ned, vil peisen trekke ut store mengder romluft som må erstattes med innstrøm-

mende kald uteluft. Dermed blir det samlede varmetilskuddet til rommet sterkt redusert. Peiser med støpejernsinnsats gir et var-

metilskudd i form av konveksjonsvarme, og varmetilskuddet til rommet blir bedre.

## Hvor mye varme trengs det?

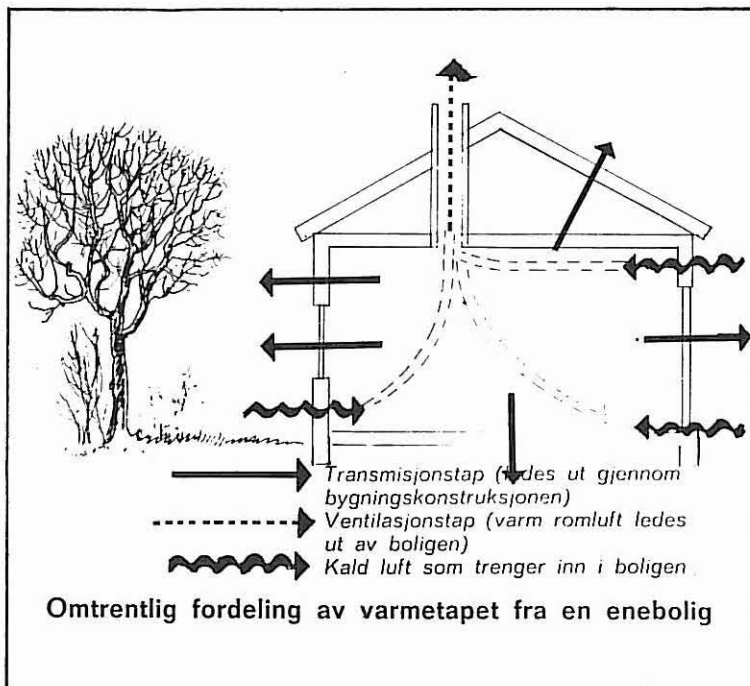
Tabellen viser hvor høy varme-effekt man trenger i et småhus i gjennomsnitt pr. m<sup>2</sup> gulvareal, avhengig av stedets laveste utetemperatur over en 3-døgnsperi-

ode (dimensjonerende utetemperatur).

Nødvendig installert effekt varierer. Et rom med flere yttervegger beliggende mot kaldt loft og kald kjeller vil selvsagt kreve vesentlig større installasjon enn et rom med bare én yttervegg og som ellers er omgitt av varme rom. Verdiene må derfor betraktes som rent veiledende og brukes med omhu.

Ute-temperatur	Nødvendig installert varmeeffekt pr. m <sup>2</sup> gulvareal (watt/m <sup>2</sup> )		
	Godt isolert bolig	Godt isolert bolig	Middels godt isolert bolig
	Moderate vindusarealer Moderate vindforhold	Store vindusarealer Moderate vindforhold	Moderate vindusarealer Værhardt strøk
÷ 10	50	60	90
÷ 15	60	70	105
÷ 20	70	80	120
÷ 25	80	90	135
÷ 30	90	100	
÷ 35	95	110	
÷ 40	105	120	

### Hvor forsvinner varmen?



Graddagtallet viser:

## Så lang og kald er fyringsperioden

Prinsipielt forsvinner varmen ut av huset på to forskjellige måter. For det første har vi det såkalte transmisjonstapet. Det vil si at varmen ledes innenfra og ut til den kaldere uteluften gjennom alle bygningskonstruksjonene som yttervegger, dører, vinduer, gulv og tak. Jo bedre boligen er isolert, dess mindre blir dette tapet.

Det andre tapet er ventilasjonstapet. Hele tiden foregår det et luftskifte i huset så vel gjennom utettheter i bygningskonstruksjoner som gjennom lufteventiler o. l. Kald uteluft trenger inn, varmes opp og forsvinner ut. Dette er i en viss grad ønskelig for at luften inne skal føles frisk og fin, og for at fuktigheten skal holde seg på riktig nivå. Et hus som er utelt og ligger værhardt til, vil få et vesentlig større utilsiktet ventilasjonstap enn hus som er tette og samtidig ligger lunt i terrenget.

I gjennomsnitt kan vi regne at 60—70 prosent av varmetapet fra et småhus skyldes transmisjonstapet, mens 30—40 prosent av varmetapet er representert av ventilasjonstapet. Er huset godt isolert, vil transmisjonstapets andel minske. I et utett hus øker ventilasjonstapets andel.

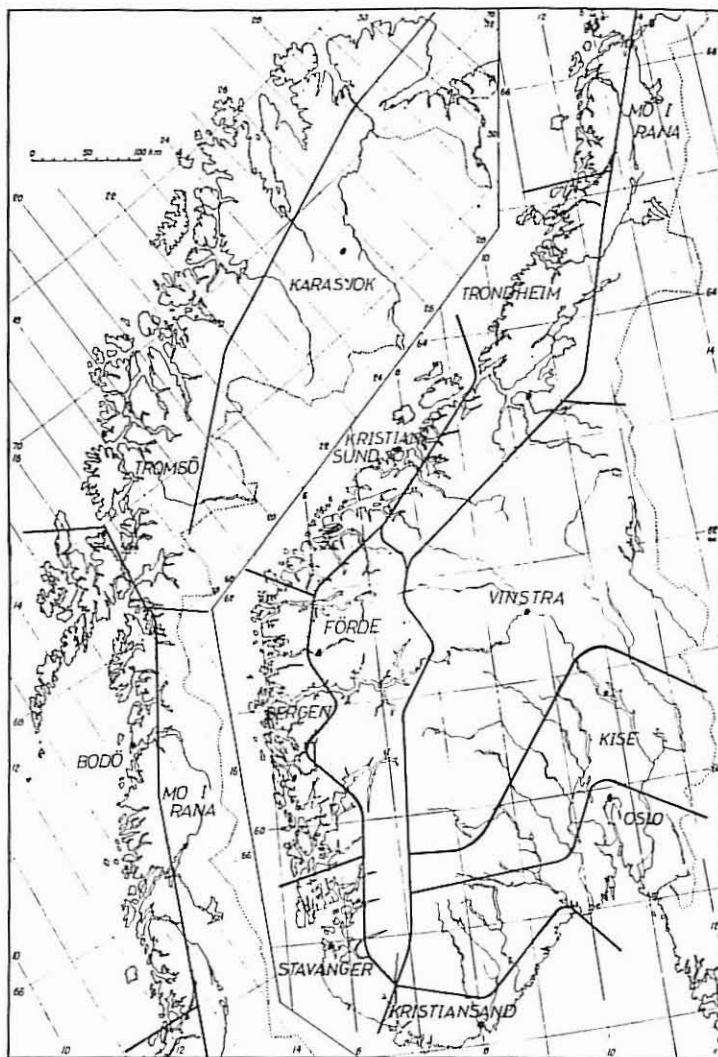


Fig. 7. Plassering av 13 meteorologiske stasjoner med tilhørende områdegrenser.

Graddagtallet er summen av den daglige temperaturdifferansen mellom innetemperaturen og utetemperaturen for hele fyringsperioden. Graddagttall blir derfor et begrep som angir hvor lang og kald en fyringsperiode er. Et sted som har en lang og kald fyringsperiode, har et tilsvarende stort graddagttall. Graddagttallet er samtidig et mål for hvor mye energi som går med til oppvarming.

Hvis et hus i Oslo bruker 3000 liter olje årlig til oppvarming, vil det samme huset plassert i Karasjok bruke om lag 5000 liter  $(3000 \cdot \frac{6400}{3800})$ . Graddagttallet for Oslo er omtrent 3800 og for Karasjok om lag 6400.

Graddagttallet varierer fra år til år og blir registrert av Meteorologisk Institutt. På fig. 7 ser

vi hvordan landet kan deles opp i 13 soner med en representativ meteorologisk stasjon i hver sone. Graddagttallet for de enkelte sonene er vist i tabellen som middeltall for en 30-årsperiode.

Tabell 1.

Meteorologisk stasjon	Midlere graddagttall (1931—1960)
Karasjok	6400
Tromsø	4800
Bodø	4100
Mo i Rana (Nerdal)	4400
Trondheim	4000
Førde i Sunnfjord	3600
Kristiansund	3200
Bergen	2900
Stavanger	2900
Kristiansand	3200
Kise i Hedmark	4300
Oslo (Blindern)	3800
Vinstra	4900

# Småbrennere for flytende brensel - problemfri varme eller . . . . ?

I slutten av 1950-årene begynte salget av småbrennere for flytende brensel i Norge. Fast brensel som kull, koks og ved måtte vike for fyringsolje og parafin (også kalt petroleum eller lyspetroleum). I midten av 1960-årene nådde salget opp i om lag 70 000 enheter pr. år.

Ut fra det faktum at mange brennere er installert, har Norges byggforskningsinstitutt (NBI) foretatt en rekke forsøk med en del av de brennerne som i dag er å få kjøpt på det norske markedet.

I småovner for flytende brensel finnes det to typer brennere: skallbrennere og pottbrennere. Skallbrenneren består av en bunn hvor brenselet ledes inn. Oppå bunnen plasseres det noen sylinderformede skall med en rekke hull. Dessuten ligger det en veke i bunnen av brenneren. Den benyttes under opptenningen. Skallbrenneren kan bare benytte parafin som brensel.

Pottbrenneren består av en potte med hull i bunnen hvor brenselet ledes inn. Denne brenneren kan benytte så vel fyringsolje nr. 1 som parafin. Fig. 8 og fig. 9 viser en skallbrenner og en pottbrenner.

Selve ovnen kan enten være av støpejern eller av sammen sveiste plater. Støpejernsovnene blir vesentlig tyngre enn plateovnene, men står samtidig mer stødig. Dessuten har noen av ovnene egne brennkamre for ilegg av fast brensel.

## Forsøksopplegget

Seks ovner ble plukket ut, tre med skallbrennere og tre med pottbrennere. Ovnene med pottbrennerne ble fyrte både med

fyringsolje nr. 1 og parafin, mens det altså bare kan benyttes parafin på skallbrennerne. Dette gav i alt 9 ovns- og brenselkombinasjoner, slik de er listet opp i tabell 2 på neste side.

Etter hvert som ovnene ble montert, ble det tilkalt servicefolk som skulle foreta eventuelle nødvendige justeringer. Det er nemlig slik at ovnene bør kontrolleres på stedet for at de skal virke tilfredsstillende. Derfor ble hver enkelt av servicefolkene bedt om å justere ovnen slik han ville ha gjort det om han hadde vært hos en vanlig kunde.

## Trekkforhold og varmeavgivelse

Skorkestrekken i en bolig varierer etter årstidene. Lavest trekk har man høst og vår. Høyest trekk oppnås om vinteren når det er kaldt ute. Under forsøkene ble skorkestrekken variert slik at den skulle tilsvare de trekkvariasjonene man får i en bolig.

Brenselmengden og dermed

varmeavgivelsen kan reguleres trinnløst. Under forsøkene ble det benyttet tre forskjellige innstillinger på varmeavgivelsen. Minimumsytelsen vil si den laveste ytelsen brenneren kan stilles ned på, mens maksimumsytelsen angir største varmeavgivelse brenneren kan gi. Vanligvis er det disse varmeavgivelsene fabrikantene oppgir i sine brosjyrer. Dessuten ble det gjort forsøk med en midlere innstilling.

## Resultater fra forsøkene

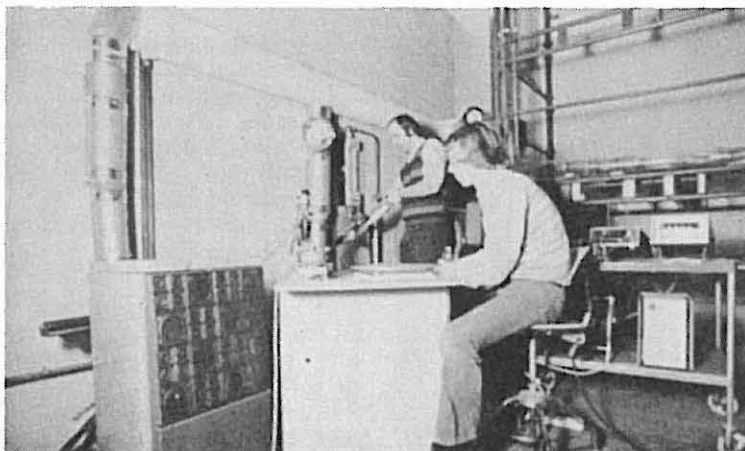
I kolonne 1 har vi nummerert ovnene fra 1 til 9, mens kolonne 2 angir brennertype. Kolonne 3 viser hvilket brensel som er benyttet i hvert enkelt tilfelle.

## Maksimal varmeavgivelse/ minimal varmeavgivelse

Kolonne 4 viser den nyttbare maksimale varmeavgivelsen som fabrikantene oppgir i sine brosjyrer. Det vil si den varmen som avgis til det rommet som ovnen er plassert i. I kolonne 5 er tilsvarende ført opp den nyttbare maksimale varmeavgivelsen som ble målt av NBI. Seks av de ni ovnene har en lavere maksimumsytelse enn den fabrikannten oppgir. Ovn nr. 1 har en maksimumsytelse på bare 2917 watt, mens fabrikanten oppgir om lag 5700 watt. Tre av ovnene har høyere maksimumsytelse enn oppgitt.

Maksimumsytelsen skal være fast innstilt fra fabrikk, men den som monterer ovnen har også muligheter til å foreta reguleringer. Det skjer vanligvis på øyemål ved å betrakte flammen. Og for ovn nr. 1 er følgende resultatet blitt en maksimumsytelse som er langt under det som loves. Er man så uheldig med sitt eksemplar, kan man ikke regne med å få det varmt på kalde dager.

I kolonne 6 er det angitt de minimale varmeavgivelsene som fabrikantene har oppgitt. Disse minimale varmeavgivelsene er av betydning i overgangsperiodene høst og vår. Varmebehovet er da lite, ofte bare 500—1000 watt. Hvis minimumsverdiene er for høye, blir det for varmt. Man må da ty til utlufting av varme, noe som er direkte energisløsing. Minimumsvarmen bør



Her prøves to av ovnene i NBIs laboratorium.

følgelig være lavest mulig. For ovn nr. 1 ligger minimumsverdien langt over det oppgitte, bare om lag 600 watt under maksimumsverdien. Det vil si at varmeavgivelsen fra denne ovnen er om lag den samme uansett innstillingen på varmeregulatoren. Ovn nr. 3 og 4 har ikke oppgitt minimumsverdi, men de målte verdiene, 2044 watt og 1719 watt, må betraktes som høye. Særlig hadde ovn nr. 7 en lavere minimumsyttelse enn den fabrikanten oppga.

På samme måte som maksimumsyttelsen kan også minimumsyttelsen reguleres av montøren. Nå vil det i praksis være slik at de fleste driftsforstyrrelser i form av soting og forkokning oppstår når brenneren går på minimumsyttelsen. Samtidig er røykgassmengdene som går ut av skorsteinen små og temperaturen på røykgassen lav. Dette gir store muligheter for at vandampen i røykgassen kondenseres (se egen artikkel om kondens). Hvis minimumsyttelsen derfor settes opp, vil man nok kunne unngå noen av disse problemene. Men samtidig gir det meget dårlig fyringsøkonomi.

### Midlere virkningsgrad

Midlere virkningsgrad er et begrep som viser hvor godt var-

meinnholdet (energiinnholdet) i brenselet blir utnyttet. Hvis virkningsgraden er 100 prosent, blir all varmen utnyttet. Er den 50 prosent, blir halvparten utnyttet. 1 liter flytende brensel har et varmeinnhold på om lag 10 kWh (dette svarer til at en elektrisk ovn på 1 kW står på i 10 timer). Hvis virkningsgraden på ovnen er 50 prosent, vil det si at vi får utnyttet halvparten, dvs. 5 kWh av 1 liter flytende brensel. Resten forsvinner ut av skorsteinen som varm røykgass.

Kolonne 8 viser virkningsgraden for de forskjellige ovnene, varierende fra 67 prosent til 79,3 prosent. Virkningsgraden varierer noe med innstillingen på regulatoren. De verdiene som er oppgitt, er middelverdiene av forsøkene som ble utført. Alle ovnene unntatt ovn nr. 1 hadde om lag konstant eller svakt økende virkningsgrad når belastningen økte. Ovn nr. 1 hadde noe synkende virkningsgrad ved økende belastning. Stort sett viser skall- og pottebrennerne omtrent samme virkningsgrad. Pottrebrennerne fyrt med fyringsolje nr. 1 viser jevnt over noe høyere virkningsgrad enn pottrebrennerne fyrt med parafin, dvs. brenselet er blitt bedre utnyttet når fyringsolje er benyttet.

### Soting

Hvis ikke alt brenselet får anledning til å brenne opp, danner det seg sot i ovnen og skorsteinen. Dessuten kan det dannes slag i selve brenneren. Etter lengre tid vil dette føre til at virkningsgraden synker og kravet til vedlikehold øker. Man kan godt si at sot er en småbrenners verste fiende (fig. 10).

Det er en rekke faktorer som kan føre til at en brenner begynner å sote. Feil montering, dårlig lufttilgang, dårlig skorsteinstrekk, for god skorsteinstrekk er faktorer som alle kan gi soting. Kolonne 9—14 viser hvordan forløpet for soting ble ved de forskjellige regulatorinnstillingene og varierende trekkforhold.

Ovnene med skallbrenner og parafin som brensel kom best ut av forsøkene. Disse var for det meste sotfrie over hele reguleringsområdet under alle trekkforhold. Ved de høyeste belastningene kunne de imidlertid sote en del. På de midlere og lavere belastninger, som er det reguleringsområdet som oftest blir benyttet, var det ikke sotedannelse på skallbrennerne.

Ovnene med pottrebrenner hadde derimot noe lettere for å sote både på lav og høy belastning. Tydeligst var sotingen når trekken var lav. Dessuten viste det seg å ha liten betydning for sotingen hva slags brensel som ble benyttet, fyringsolje nr. 1

## Resultater fra forsøkene med seks forskjellige ovner for flytende brensel.

Tabell 2.

Nr.	Brenner-type	Brensel	Maks. varmeavgivelse		Min. varmeavgivelse		Midlere virkningsgrad (prosent)	Soting						Merknader	
			Oppgitt i brosjyre (watt)	Målt av HBI (watt)	Oppgitt i brosjyre (watt)	Målt av HBI (watt)		Høy trekk			Lav trekk				
								Min. innst.	Middel innst.	Maks. innst.	Min. innst.	Middel innst.	Maks. innst.		
1	Skall	Parafin	5700	2917	800	2295	70.3	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei	Plateovn
2	Skall	Parafin	6000	5734	800	954	79.3	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei	Ja	Ja	Støpejernsovn
3	Potte	Parafin	6300	6151	Ikke oppgitt	2044	74.9	Nei	Nei	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Plateovn Ovn 3 og 4, samme ovn prøvd med forskjellig brensel
4	Potte	Fyr olje nr. 1	5700	6593	Ikke oppgitt	1719	76.1	Nei	Nei	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Plateovn
5	Potte	Parafin	6000	5189	1400	1182	72.7	Ja	Nei	Nei	Nei	Nei	Ja	Ja	Støpejernsovn Ovn 5 og 6, samme ovn prøvd med forskjellig brensel Ovnene har legg for fast brensel
6	Potte	Fyr olje nr. 1	6000	4504	1400	1295	74.8	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei	Støpejernsovn
7	Skall	Parafin	6000	4509	800	654	67.0	Nei	Nei	Ja	Nei	Nei	Ja	Ja	Støpejernsovn med legg for fast brensel
8	Potte	Parafin	6000	6307	1400	1632	75.6	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei	Ja	Ja	Støpejernsovn Ovn 8 og 9, samme ovn prøvd med forskjellig brensel
9	Potte	Fyr olje nr. 1	6000	6687	1400	1281	78.5	Nei	Nei	Ja	Nei	Nei	Ja	Ja	Støpejernsovn
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	

eller parafin. Ovn nr. 3 og nr. 4 viste seg spesielt vanskelig å få sotfrie. Først når trekken ble høyere enn det man vanligvis kan regne med i praksis, fikk man sotfri forbrenning. Ovn nr. 6 viste derimot ingen antydning til soting. Det kan muligens skyldes at maksimumsyttelsen var stilt vesentlig lavere enn fabrikantens oppgitte maksimumsverdi. Laboratorieforsøkene pågikk ikke så lenge at man fikk registrert nevneverdig slagging i brennerne. Erfaring fra praksis viser imidlertid at pottébrennere fyrt med fyringsolje har lettest for å slagge.

### Sluttkommentar

Det kan selvfølgelig innvendes at slike korte laboratorieforsøk ikke gir det helt riktige bildet av ovner i praksis. For det første var det enkelteksemplarer som ble prøvd, og en viss variasjon innen hver type må man regne med. Dessuten var ovnene nye. Eventuelle skavanker som først dukker fram etter lengre tids bruk, kom derfor ikke fram. Servicefolkene som ble benyttet var videre fullt klar over at det skulle gjøres forsøk med ovnene. Følgelig må man gå ut fra at disse gjorde sitt ytterste for å få ovnene innregulert best mulig. Hvis hver enkelt kunde får den samme service, har man i alle fall all grunn til å være fornøyd. Med hensyn til driften av ovnene, synes vi stort sett at soting oppstod for lett. Hvis man ikke har litt trening og erfaring, kan det faktisk være vanskelig å se direkte av flammen om den soter. Dessuten er mulighetene den enkelte har for å foreta seg noe mot sotingen relativt beskjedne. Det eneste er å regulere på oljemengden, opp eller ned, for å se om det skulle bli noe bedre. Apropos å se: Alle ovnene har en eller annen form for inspeksjonshull hvor man kan se flammen. Hvis dette hullet er tildekket av glass, kan glasset etter noen timer sote til slik at det blir omtrent umulig å se flammen.

Varmereguleringen var stort sett tilfredsstillende, bortsett fra for én ovn. Men de fleste ovnene har høy minimumsyttelse, slik at varmeavgivelsen blir altfor stor i overgangsperiodene høst og vår.

Med hensyn til virkningsgra-

den på ovnene ligger disse stort sett noen prosent lavere enn det fabrikantene oppgir. Det vil si at man får mindre varme ut av oljen enn det som oppgis. Det vil igjen gi høyere fyringskostnader.

Fabrikantene anbefaler årlig ettersyn av brennerne. Dette kan gjøres av hver enkelt kunde. Det vil absolutt være lønnsomt. Spesielt viktig er det å få fjernet sot og eventuell koks som måtte ha dannet seg på brenneren. Stort sett går dette arbeidet greit. Men når man så skal begynne å sette sammen brenneren igjen, må man være

meget påpasselig med å følge bruksanvisningen. Særlig er skallbrennerne noe vanskelig å få satt sammen. En liten feil her gir soting. Opptenning av skallbrenneren skjer via en liten luke som skal svinges til side. Glemmer man så å skyve denne på plass igjen, og det er snart gjort, kan man være ganske sikker på at sotingen er i full gang. I noen av bruksanvisningene som fulgte med var dette viktige punktet ikke presisert. Stort sett synes vi bruksanvisningene kunne gjøres lettere forståelig med flere instruktive bilder og figurer.

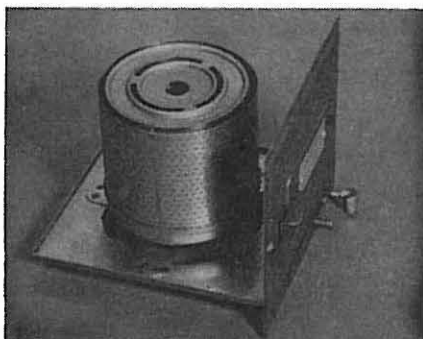


Fig. 8. Skallbrenner.

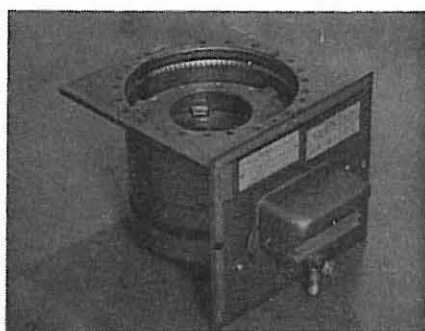


Fig. 9. Pottébrenner.



Fig. 10. Når det tas sotprøve av røyken, bør det helst ikke fremkomme slike svarte flekker som vi ser her.

# Energiforbruket i en bolig

Figur 11 viser hvordan det totale energiforbruket i en bolig fordeler seg og hvor stort det er. Tallene tilsvarer omtrent landsgjennomsnittet for en elektrisk oppvarmet enebolig på 90–130 m<sup>2</sup>, altså et typisk norsk småhus. Energiforbruket er i figuren fordelt på:

- Oppvarming
- Varmtvann
- Koking
- Øvrig strømforbruk, det vil si strøm til lys og alle elektriske apparater som f. eks. kjøleskap, vaskemaskin, fjernsyn, barbermaskin, motorvarmer osv.

En ting må presiseres sterkt. De angitte forbrukstallene er gjennomsnittstall for et stort antall hus. Variasjonene fra hus til hus kan være svært store. Dersom vi sammenlikner energiforbruket i to like hus, der begge husene tilsynelatende blir brukt på vanlig måte, vil vi kunne finne at energiforbruket i det ene huset er dobbelt så stort som i det andre. Vi skal ikke her komme inn på mulige årsaker til denne individuelle variasjonen, men får nøye oss med å registrere det som et faktum.

## Husholdningsstrøm

Summen av energiforbrukene til varmtvann, koking, lys og elektriske apparater — det vil si alt unntatt det som går til oppvarming — utgjør det vi med ett ord kan kalle for husholdningsstrømmen. Brukes tallene fra fig. 11, blir husholdningsstrømmen på 11 100 kWh, det vil si nesten like stort som energiforbruket til romoppvarming.

Svært mange norske hjem har i dag installert elektriske apparater som vaskemaskin, oppvaskmaskin, tørkeskap osv. Tabell 3 viser hvor stort det årlige energiforbruket kan være til en del av disse apparatene. Ved å sammenlikne med fig. 11, ser en f. eks. at et tørkeskap bruker omtrent like mye energi som en komfyr.

Nå må ikke energiforbrukene i tabellen tas for bokstavelig, da det er svært mange måter å bruke en teknisk installasjon på. Enkelte bruker kanskje vaskemaskinen to ganger pr. dag, mens andre vasker én gang i uken, og det er klart at slik forskjellig bruk fører til tilsva-

Tabell 3.

Eksempel på årlig energiforbruk til noen elektriske husholdningsapparater.

Apparat	Dyppfryser	Vaskemaskin	Oppvaskmaskin	Tørkeskap	Motorvarmer
Energiforbruk kWh/år	350	300	350	1100	200

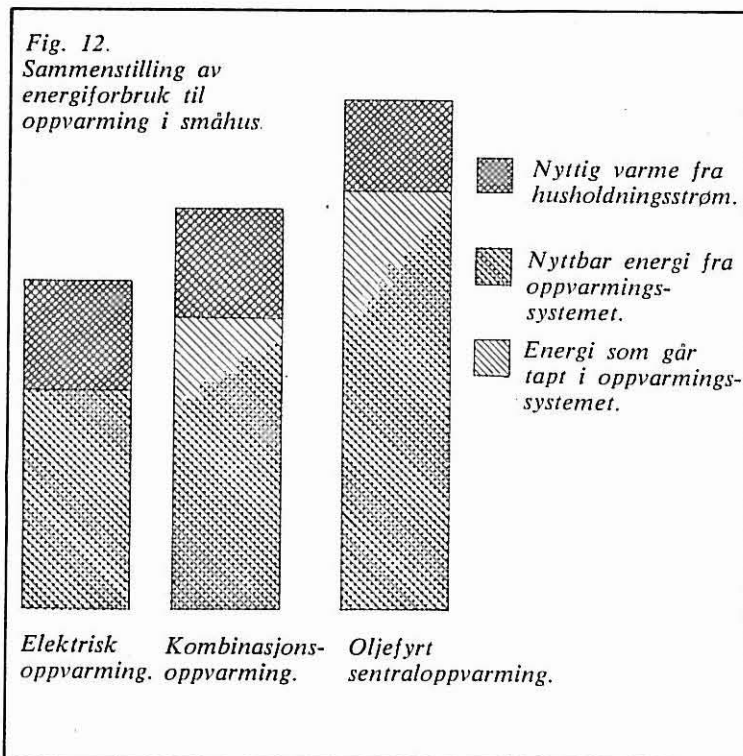
rende forskjeller i energiforbruket. Like stor forskjell kan det være i bruk av motorvarmere. Som orienterende verdier er imidlertid tallene i tabellen godt egnet.

## Energi til oppvarming

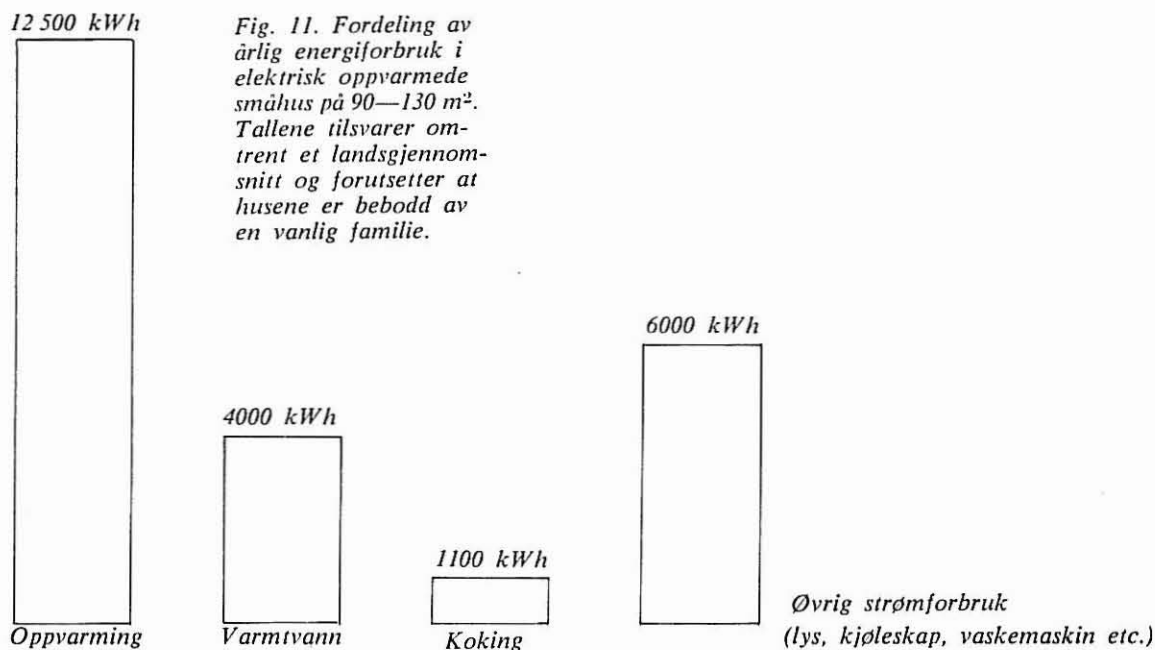
All energi ender til syvende og sist som varme. Dette betyr at også husholdningsstrømmen går over til varme. Lys og alle elektriske apparater som f. eks. kjøleskap, dyppfryser, fjernsyn osv. gir fra seg varme. Det samme gjelder selvfølgelig både komfyr og varmtvannsbereder. Det varme vannet gir også fra seg varme til rommene før det forsvinner ut i avløpssystemet. Slik kan man liste opp en lang rekke med eksempler. All den varmen som på denne måten tilføres rommene, blir for en stor del nyttig direkte til oppvarming.

Nå vil det alltid være en del av husholdningsstrømmen som av forskjellige årsaker ikke gir nyttig varme. Dette gjelder f. eks. utelys og alt forbruk i sommerhalvåret. Tar vi hensyn til alle slike forhold, finner vi likevel at over halvparten av husholdningsstrømmen gir et nyttig tilskudd til romoppvarmingen. Fig. 12 illustrerer dette forholdet. Figuren viser hvordan vi dekker vårt energibehov til oppvarming ved forskjellige oppvarmingssystemer. Ved elektrisk oppvarming tilsvarer f. eks. nyttig varme fra husholdningsstrømmen omtrent halvparten av varmen fra panelovnene. Det vil si at husholdningsstrømmen dekker en ganske stor del av oppvarmingsbehovet.

Også ved de to andre oppvarmingssystemene på fig. 12, oljefyrt sentraloppvarming og kombinasjonsfyring med flyten-







de brensel og elektrisitet, utgjør nyttig varme fra husholdningsstrømmen en stor del av det totale energiforbruket til oppvarming. Ved disse systemene som benytter flytende brensel, blir likevel bildet et noe annet enn ved elektrisk oppvarming. Dette kommer av det vi kaller for anleggets virkningsgrad. Det betyr at ikke hele energiinnholdet i brenselet blir nyttiggjort til oppvarming. Vi har med andre ord et energitap. Energitalpene i brenselsfyrte anlegg medfører at disse anleggene trenger en større tilførsel av energi (f. eks. olje) enn et system med elektrisk oppvarming. Usikkerheten i forbindelse med angivelse av en bestemt virkningsgrad, er i figuren illustrert ved at overgangen mellom den nyttbare energien og energitapet er noe flytende.

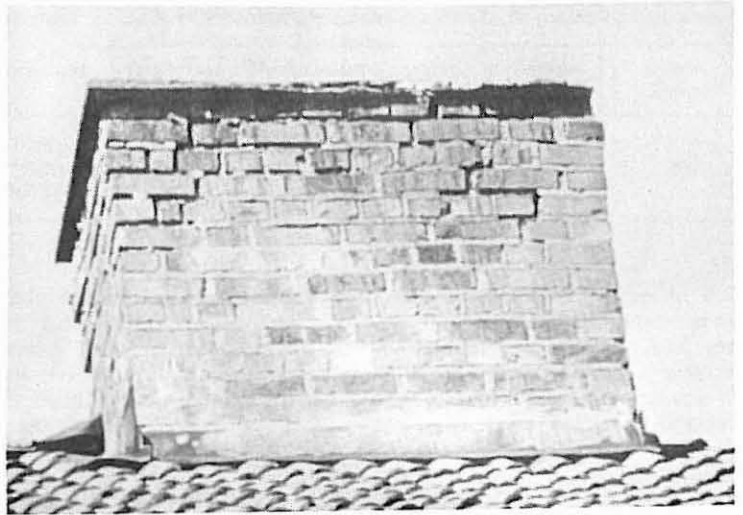
Figuren viser med all tydelighet at energiforbruket til oppvarming er vesentlig større i brenselsfyrte anlegg enn i anlegg med direkte elektrisk oppvarming. Dette skyldes nettopp den omtalte virkningsgraden. I hus med sentraloppvarming kommer i tillegg at husene gjerne holdes mer gjennomvarme og at det i større grad sløses med energi, noe som selvsagt medfører et større forbruk. Forholdene mellom de enkelte forbrukene, slik de fremkommer i fig. 12, tilsva-

rer et omtrentlig landsgjennomsnitt i hus på 90—130 m<sup>2</sup>.

De tall og størrelsesforhold som her er fremlagt, må brukes med kritikk dersom man ønsker å overføre dem på sin egen bolig. Man må ta hensyn til boligens størrelse og isolasjon, klimaforholdene på stedet, i hvilken grad man har installert strømforbrukende teknisk husholdningsutstyr og endelig den store individuelle forskjell i varmevaner.

# Gode råd mot fuktig skorstein

Sjenerende problemer med kondensdannelse og fuktighets-skader i teglsteinsskorsteiner er ikke på noen måte noe nytt. Den utstrakte bruk av olje- og parafinovner har imidlertid gjort problemene langt mer alminnelig enn ved tidligere tiders fyring med fast brensel. Det finnes flere måter å motvirke kondensdannelsen på, både ved å sørge for større lufttilførsel til forbrenningen og ved å varmeisolere og minske pipeløpet.



Kondensproblemene kan gi seg til kjenne på flere forskjellige måter:

1. Skorsteinsvangene (skorsteinsveggene) over taket blir helt gjennomvåte. Pussen kan flakke av, og lettbrønt, vannsugende teglstein kan rett og slett fryse i stykker og sprekke opp. Skorsteinen skal derfor være murt av hardbrønt stein over tak.

2. Fugematerialet kan forvitne av det sure kondensvannet, slik at det nærmest får konsistens som løs sand, og teglsteinene blir liggende løse. Dette problemet oppstår oftest ved oljefyring, som gir det mest aggressive kondensvann. Der skorsteinen kan bli utsatt for kondensvann, bør den mures i ren sementmørtel, som er mye mer bestandig enn kalkmørtel.

3. Kondensvannet kan renne ned gjennom skorsteinsløpet og trenge ut gjennom skorsteinsvangene over taket, på loftet eller nede i leiligheten. Dette kondensvannet er ofte svart av sot eller tjærestoffer, som misfarger skorsteinsvangene. Selv om disse pusses eller males, kommer misfargingen igjen. Slike kondensutslag følges ofte av en sjenerende lukt.

## Hvor kommer fuktigheten fra?

Brenseltypene olje, parafin og ved inneholder en betydelig del

hydrogen (vannstoff), som ved forbrenning forbinder seg med åtte ganger så stor vektandel oksygen (surstoff) fra luften og danner vann. Det dannes følgende ni ganger så mye vann som brenselets opprinnelige innhold av hydrogen.

Dette er forklaringen på at det ved forbrenning av 1 liter olje eller petroleum dannes ca. 1 liter vann, som må transporteres ut med røykgassen i form av vanddamp!

Røykgassen fra olje- eller petroleumsfyring er altså meget fuktig, og en enda fuktigere røykgass får vi hvis vi fyrer med ved, spesielt rå ved. Blir denne fuktige røykgassen for mye nedkjølt før den strømmer ut av skorsteinen, kan den ikke holde på all vanddampen, og kondensvann vil slå seg ned i skorsteinsløpet.

Kondensutfelling i skorsteinen vil ikke skje ved røykgass som er tilstrekkelig tørr eller varm. I en vanlig liten kaminbrenner utvikles for eksempel så små røykgassmengder at det kan ta flere minutter for røyken å passere opp gjennom en vanlig énsteins skorstein. Følgelig er det rikelig tid til avkjøling. Kan vi få en større luftstrøm og dermed raskere gang opp gjennom skorsteinsløpet, vil røykgassen ikke få tid til å bli så mye nedkjølt.

## Flere ildsteder

Det er i alle tilfelle en fordel hvis også andre ildsteder er til-

knyttet det samme skorsteinsløpet som den ovnen som forårsaker kondensproblemene.

— Hvis det i en annen ovn fyres med «tørt» brensel (f. eks. koks), vil man både få tørrere røykgass og høyere temperatur øverst i skorsteinen, altså en dobbelt fordel når det gjelder å unngå kondens.

— Peisfyring i samme pipeløp vil også bare være en fordel, da den kraftige varmen som tilføres pipeløpet, vil virke sterkt uttørrende på en rå teglsteinsskorstein.

— Hvis det i en annen ovn fyres med et like «fuktig» brensel, vil den større røykgassmengden gjøre at det blir en høyere temperatur øverst i skorsteinen, slik at sjansen for kondensutfelling her blir mindre.

— Hvis det ikke fyres i de andre ildstedene, vil vanlig romluft trekke gjennom utetthetene i ovnen og ut i skorsteinsløpet, slik at røykgassen fra den ene ovnen blandes opp med tørr luft.

## Mer forbrenningsluft

Et annet effektivt middel til å motvirke kondensdannelse ved fyring med «fuktig» brensel, er å øke litt på mengden av forbrenningsluft, det vil si å slippe noe mer luft gjennom ovnen og opp i pipa. Dette gir så vel tørrere røykgass som høyere røykgasstemperatur. Mange viker tilbake for dette botemid-



delet, som de tror tilsvarer å fyre for kråka. Men det er forbausende hvor lavt merforbruket av brensel blir. Når det opptrer kondensproblemer ved bruk av f. eks. petroleumsovn, skyldes dette at fyringen er for effektiv med en virkningsgrad nær 100 prosent.

Når det oppstår kondensproblemer i forbindelse med vedfyring, skyldes dette så godt som alltid at trekken strupes for langt ned i den hensikt å holde varmen ved like over natten. Denne formen for fyring er imidlertid meget ugunstig. Store mengder uforbrente bestanddeler forsvinner samtidig opp i skorsteinen, og det produseres sot og tjærestoffer som legger seg i ovnsrør og skorsteinsløp. Botemiddelet er større åpning på luftventilen og friskere forbrenning, selv om dette ikke er forenlig med rundfyring.

### For stort pipeløp

En av de viktigste årsaker til kondensdannelse er at vår vanlige énsteins teglsteinspipe med et tverrsnitt på ca. 600 cm<sup>2</sup> er altfor stor for de små ildstedene vi har i våre leiligheter. For en vanlig petroleumsbrenner vil et røykrør med 10 cm i diameter eller et tverrsnitt på ca. 75 cm<sup>2</sup> være mer enn tilstrekkelig. I praksis pleier man som minstdimensjon å ha et røykløp med 15 cm i diameter og et tverrsnitt på 175 cm<sup>2</sup>, eller en halvsteins teglsteinspipe med tverrsnitt 15 cm x 15 cm = 225 cm<sup>2</sup>. Dette er tilstrekkelig for tilknytning av to eller tre lukkede ildsteder. Skal peis også tilknyttes

røykløpet, bør man ikke gå for langt ned i dimensjonene. Byggeforskriftene krever her et tverrsnitt på minst 300 cm<sup>2</sup>. For fabrikklagde peiser med noe lukket utforming vil nok et 15 cm røykrør være tilstrekkelig, mens mer åpne peistyper vil kreve et større røykløp — gjerne opp til 600 cm<sup>2</sup> i tverrsnitt. Det er videre en stor fordel å varmeisolere skorsteinen slik at røykgassen kan beholde en høy temperatur helt til topps.

En innvendig utføring av et overdimensjonert skorsteinsløp er meget effektivt mot kondensdannelse. Denne gunstige virkningen skyldes både innsnevringen av røykløpet og at skorsteinen også blir bedre isolert. Innsnevringen kan enten gjøres ved permanent innmuring av en rørformet kjerne i røykløpet, noe som faller relativt kostbart, eller det kan monteres et isolert stål- eller støpejernsrør øverst i skorsteinsløpet. Holdbarheten av et slikt rør er imidlertid noe usikker.

**Husk at bygningsmyndighetene alltid må kontaktes ved enhver forandring av skorsteinen!**

### Nye skorsteintyper er bedre

De fleste skorsteinsproblemer i småhus kan føres tilbake til den tradisjonelle teglsteinsskorsteinen med overdrevet stort røykløp og dårlig isolerte vanger. Teglsteinsmaterialet har imidlertid en fordel: det kan absorbere store mengder fuktighet i perioder med sterk kondensering i skorsteinen. Denne fuktigheten kan

tørke ut i andre perioder når røykgassen er tørrere.

På det norske marked finnes det i dag også andre typer skorsteiner. Disse kan inndeles i to hovedgrupper:

- Prefabrikkerte skorsteinslementer av tegl, lettbetong eller annet varmebestandig materiale. Disse ferdigelementene kan mures direkte oppå hverandre. Skorsteinen må plasseres på et fundament i likhet med teglsteinsskorsteinen.
- Prefabrikkerte, monteringsferdige stålørseksjoner. Hver seksjon består av et innvendig korrosjonsbestandig rør som er omgitt av et høyverdig isoleringsmateriale og er beskyttet utvendig av en ytre mantel. Denne skorsteinstypen krever ikke noe spesielt fundament, men kan understøttes fra et vanlig gulv, eller hvile direkte på ildstedet.

På så godt som alle områder er disse nye skorsteinstypene langt mer kondenssikre enn den tradisjonelle teglsteinsskorsteinen. Skorsteinsløpet er mindre og derfor mer hensiktsmessig for små ildsteder. Det sirkulære tverrsnittet er også gunstigere enn det tverrsnittet man kan oppnå med teglstein, og skorsteinsvangene er bedre varmeisolert.

### Enkle midler

For den som har kondensproblemer med skorsteinen er det mange forskjellige botemidler til å motvirke dette. Man bør prøve seg fram, slik at man begynner med de enkleste midlene.

Det er ofte forbausende lite som trengs — kanskje bare en ubetydelig økning av luftventilens åpning. Først etter at alle enkle midler er prøvd uten tilfredsstillende resultat, er tiden moden til å prøve å gjøre noe med selve skorsteinen.

Det er imidlertid viktig at forholdsreglene mot kondens blir fulgt allerede fra fyringssesongens begynnelse, da det er meget lettere å forhindre at kondens oppstår enn å drive kondensdannelsen tilbake fra en nedfuktet og dermed dårlig varmeisolerende skorstein.

# Hva koster strømmen?

Den vanligste strømtariff som blir benyttet til oppvarming er den såkalte H3-tariffen. Den består av en årlig avgift pr. kW-effekt man abonnerer på, samt et tillegg pr. kilowattime (kWh) energi som forbrukes. Denne tabellen viser den effektive kWh-prisen ved forskjellige abonnementsvilkår og graddagtall (se eget avsnitt om graddagtallet). I praksis viser det seg at strømmen blir bedre utnyttet jo lengre og kaldere fyringsperioden er, dvs. stort graddagtall bidrar til å redusere den effektive strømprisen. Tallene uten parentes gjelder der det elektriske abonnementet er så rikelig at det dekker 95 prosent av fyringssesongens energibehov. Tallene i parentes gjelder der det elektriske abonnementet er så lite at det kan nyttes for fullt nesten hele fyringssesongen.

## Hva koster strømmen i Tromsø?

### Tariff H3

Grunnprisen er 140 kroner pr. kilowatt pluss 3,5 øre for hver forbrukt kWh innenfor abonnementsgrensen. I de tre nordligste fylkene er det ingen merverdiavgift på husholdningsstrøm.

Graddagtallet for Tromsø er om lag 4800. Siden verken kilowattavgiften på 140 kroner eller kWh-tillegget på 3,5 øre er oppført, kan vi ikke direkte finne den effektive strømprisen. Vi kan imidlertid finne to nærliggende tariffer:

120 kroner pr. kW pr. år + 3 øre pr. kWh gir 5,9 øre/kWh.  
160 kroner pr. kW pr. år + 4 øre pr. kWh gir 7,9 øre/kWh.

Tabell 4. For utregning av strømprisen.

Abonnementsvilkår		Effektiv kilowattimepris avhengig av graddagtallet			
Årlig avgift, kr. pr. kW	kWh-tillegg, øre pr. kWh	Graddagtall under 3500	Graddagtall 3500—4500	Graddagtall 4500—5500	Graddagtall over 5500
150	0	4,3 (3,1)	4,0 (2,8)	3,7 (2,6)	3,4 (2,5)
250		7,1 (5,1)	6,6 (4,7)	6,1 (4,4)	5,7 (4,1)
350		10,0 (7,1)	9,2 (6,6)	8,5 (6,1)	8,0 (5,7)
80	2,0	4,3 (3,6)	4,1 (3,5)	4,0 (3,4)	3,8 (3,4)
120		5,4 (4,5)	5,2 (4,3)	4,9 (4,1)	4,7 (4,0)
160		6,6 (5,5)	6,2 (5,0)	5,9 (4,8)	5,7 (4,6)
200		7,7 (6,1)	7,3 (5,8)	6,9 (5,5)	6,5 (5,3)
240		8,8 (7,0)	8,4 (6,8)	7,7 (6,2)	7,4 (6,0)
80	3,0	5,3 (4,6)	5,1 (4,5)	5,0 (4,4)	4,8 (4,4)
120		6,4 (5,5)	6,2 (5,3)	5,9 (5,1)	5,7 (5,0)
160		7,6 (6,5)	7,2 (6,0)	6,9 (5,8)	6,7 (5,6)
200		8,7 (7,1)	8,3 (6,8)	7,9 (6,5)	7,5 (6,3)
240		9,8 (8,0)	9,4 (7,8)	8,8 (7,2)	8,4 (7,0)
80	4,0	6,3 (5,6)	6,1 (5,5)	6,0 (5,4)	5,8 (5,4)
120		7,4 (6,5)	7,2 (6,3)	6,9 (6,1)	6,7 (6,0)
160		8,6 (7,5)	8,2 (7,0)	7,9 (6,8)	7,7 (6,6)
200		9,7 (8,1)	9,3 (7,8)	8,9 (7,5)	8,5 (7,3)
240		10,8 (9,0)	10,4 (8,8)	9,8 (8,2)	9,4 (8,0)
80	5,0	7,3 (6,6)	7,1 (6,5)	7,0 (6,4)	6,8 (6,4)
120		8,4 (7,5)	8,2 (7,3)	7,9 (7,1)	7,7 (7,0)
160		9,6 (8,5)	9,2 (8,0)	8,9 (7,8)	8,7 (7,6)
200		10,7 (9,1)	10,3 (8,8)	9,9 (8,5)	9,5 (8,3)
240		11,8 (10,0)	11,4 (9,8)	10,8 (9,2)	10,4 (9,0)
80	6,0	8,3 (7,6)	8,1 (7,5)	8,0 (7,4)	7,8 (7,4)
120		9,4 (8,5)	9,2 (8,3)	8,9 (8,1)	8,7 (8,0)
160		10,6 (9,5)	10,2 (9,0)	9,9 (8,8)	9,7 (8,6)
200		11,7 (10,1)	11,3 (9,8)	10,9 (9,5)	10,5 (9,3)
240		12,8 (11,0)	12,4 (10,8)	11,8 (10,2)	11,4 (10,0)
80	7,0	9,3 (8,6)	9,1 (8,5)	9,0 (8,4)	8,8 (8,4)
120		10,4 (9,5)	10,2 (9,3)	9,8 (9,1)	9,7 (9,0)
160		11,6 (10,5)	11,2 (10,0)	10,9 (9,8)	10,7 (9,6)
200		12,7 (11,1)	12,3 (10,8)	11,9 (10,5)	11,5 (10,3)
240		13,8 (12,0)	13,4 (11,8)	12,8 (11,2)	12,4 (11,0)
80	8,0	10,3 (9,6)	10,1 (9,5)	10,0 (9,4)	9,8 (9,4)
120		11,4 (10,5)	11,2 (10,3)	10,8 (10,1)	10,7 (10,0)
160		12,6 (11,5)	12,2 (11,0)	11,9 (10,8)	11,7 (10,6)
200		13,7 (12,1)	13,3 (11,8)	12,9 (11,5)	12,5 (11,3)
240		14,8 (13,0)	14,4 (12,8)	13,8 (12,2)	13,4 (12,0)

Den effektive kWh-prisen for Tromsø skulle ligge omtrent midt mellom disse grensene, dvs. 6,9 øre/kWh. Dette gjelder for et rikelig strømabonnement. For et lite abonnement blir tilsvarende pris 5,5 øre/kWh.

## Hva koster strømmvarmen i Namsos?

### Tariff H3

Prisen er 140 kroner pr. kilowatt for de to første kilowatt man abonnerer på, 110 kroner pr. kilowatt for de øvrige. For hver forbrukt kWh innen abonnementsgrensen betales 3,8 øre. I tillegg kommer 15 prosent merverdiavgift.

Her må man altså betale noe mer for de to første kilowatt. Men man må i alle fall ha et strømabonnement til lys, koking og eventuell varmtvannsberedning osv. Man kan stort sett regne med at de første to kilowatt går til dette forbruket. Det vil si at strømmen til oppvarming koster 110 kroner pr. kilowatt.

Graddagtallet for Namsos er 4000. (Namsos ligger innenfor det området som dekkes av Trondheim.) Også her må vi nøye oss med en nærliggende tariff:

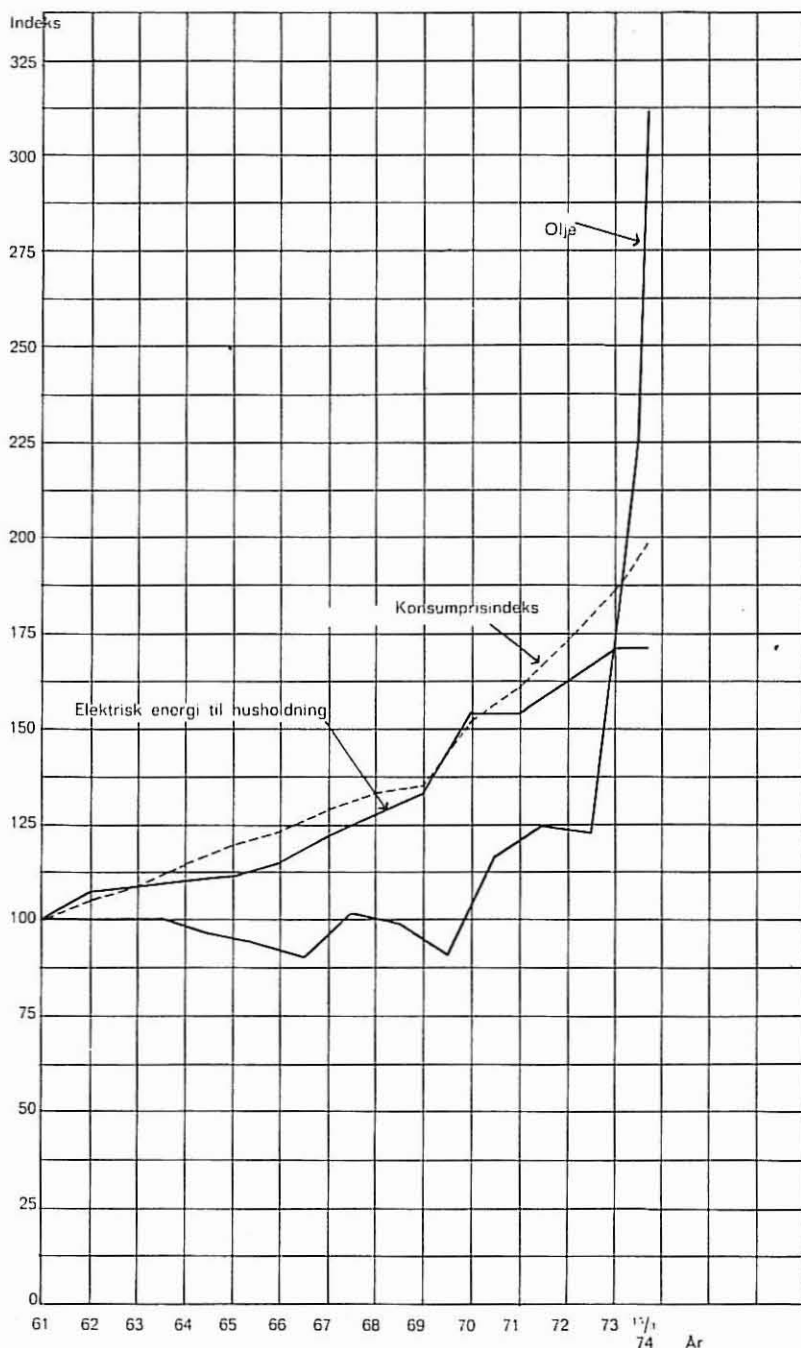
120 kroner pr. kW pr. år + 4 øre pr. kWh gir 7,2 øre/kWh.

Nå vil 110 kroner og 3,8 øre ligge noe under det som er oppgitt i tabellen og minst 0,2 øre lavere (4,0 øre ÷ 3,8 øre). Dette gir en kWh-pris i underkant av 7 øre, anlagsvis 6,8 øre pr. kWh. Når man så plusser på 15 prosent merverdiavgift, blir prisen til slutt om lag 7,8 øre pr. kWh. Det gjelder for et rikelig strømabonnement. For et lite abonnement blir tilsvarende pris 6,8 øre pr. kWh.

## PRISENE PÅ OLJE OG ELEKTRISITET SAMMENLIKNET MED KONSUMPRISINDEKSEN

Diagrammet viser stigningen i oljepriser og priser på elektrisk energi til husholdning fra 1961 til 15. mars 1974, sammenliknet med utviklingen av konsumprisindeksen i samme tidsrom. Prisene på elektrisk kraft har i hovedsak fulgt stigningen i konsumprisindeksen. Oljeprisen, derimot, har endret seg relativt lite fram til høsten 1973. Etter dette har som kjent oljeprisen steget meget sterkt.

NB! Dette er indekser og viser ingenting om det innbyrdes konkurranseforhold mellom olje og elektrisk kraft.



# Nyttiggjort varme og effektiv varmepris ved forskjellig brensel

Når elektrisk energi tilføres et varmelegeme, får vi nyttiggjort denne energien fullt ut. Det er derimot ikke tilfelle med den varmen som utvikles ved forbrenning. En del av varmeinnholdet forsvinner med røykgassen. Dessuten kan det finnes en del brennbare bestanddeler i eventuell aske, i sot som dannes ved forbrenningen eller ved uforbrente gasser i røyken.

Det kan også være forskjellige andre varmetap i et anlegg. La oss se på et lite, oljefyrt sentralvarmeanlegg. En meget betydelig varmemengde blir avgitt fra selve kjelen til fyrrommet. Dessuten vil oljebrenneren bare være i funksjon en liten brøkdel av tiden. I de lange stillstandsperiodene når kjelen fremdeles er varm, blir det i tillegg til varmetapet fra kjelens overflate et innvendig varmetap fordi kald luft trekker gjennom kjelen og avkjøler den.

## Virkningsgraden

Den andelen av brenselets varme som kan nyttiggjøres til oppvarming av rommene, be-

tegner vi vanligvis som *virkningsgraden*. I vanlige gode ovner som fyres med et egnet brensel under ideelle belastningsforhold og riktig trekkregulering, vil man i laboratorier kunne oppnå virkningsgrader på 80—90 prosent. Slike «ideelle» virkningsgrader vil man kunne finne i reklamebrosjyrene for de fleste ovnstypene. Det motsatte er dårlig passede og uhen-siktsmessige fyringsanlegg, der virkningsgraden kan komme helt ned i om lag 40 prosent. Vanligvis kan man regne en virkningsgrad på 55—75 prosent.

I tabell 5 er det satt opp en oversikt over brennverdien for de mest alminnelige brensel og den gjennomsnittlige nyttevirkningsgraden vi kan regne med ved fyring i forskjellige slags fyringsanlegg. I den siste kolonnen er det ført opp hvor stor varmemengde som kommer romoppvarmingen til gode ved forbrenning av forskjellig brensel. Det er her brukt kilowatt-timer som måleenhet. Vi får derved mulighet for direkte sammenlikning med elektrisk oppvar-

ming. Vedens brennverdi er meget avhengig av fuktighetsinnholdet, og i tabellen er det regnet med middels tørr ved.

## Effektiv varmepris

Hvis man nå kjenner brenselprisene, vil det være mulig å finne prisen pr. kWh nyttig varme, dvs. den effektive varmeprisen, for hvert enkelt fyringsystem. Nå vil fyringsutgiftene variere noe med oppvarmingsgraden av huset. Det er innlysende at et hus som alltid holdes varmt, vil ha et større brenselforbruk enn der det fyres slik at noen rom holder en vesentlig lavere temperatur.

Når man skal foreta en sammenlikning mellom de forskjellige systemene, vil det være riktigst å gå ut fra samme oppvarmingsgrad i alle husene. Foretar man derimot sammenlikning av sentraloppvarmede hus og elektrisk oppvarmede hus, bruker sentraloppvarmede hus mer energi enn det man skulle forvente. De virkelige oppvarmingskostnadene ved sentraloppvarming blir altså forholdsvist høyere enn en direkte sammenlikning av kWh-prisen skulle tilsi.

I fig. 13, 14 og 15 er den effektive varmeprisen for ved, koks og flytende brensel satt opp, avhengig av brenselpriser og virkningsgrader.

Tabell 5. Det enkelte brensels brennverdi, gjennomsnittlige virkningsgrad og nyttbar varmemengde ved fyring i forskjellige slags systemer.

Brensel	Fyringsystem	Brenselets varmeinnhold	Virkningsgrad, pst.	Nyttbar varme
Ved	Ovnfyring	3,8 kWh/kg	65	2,5 kWh/kg
Koks	"	7,8 "	70	5,5 "
Parafin	"	9,5 kWh/liter	75	7,1 kWh/liter
Fyr.olje nr. 1	"	9,8 "	75	7,4 "
"	Sentraloppv.	9,8 "	65	6,4 "

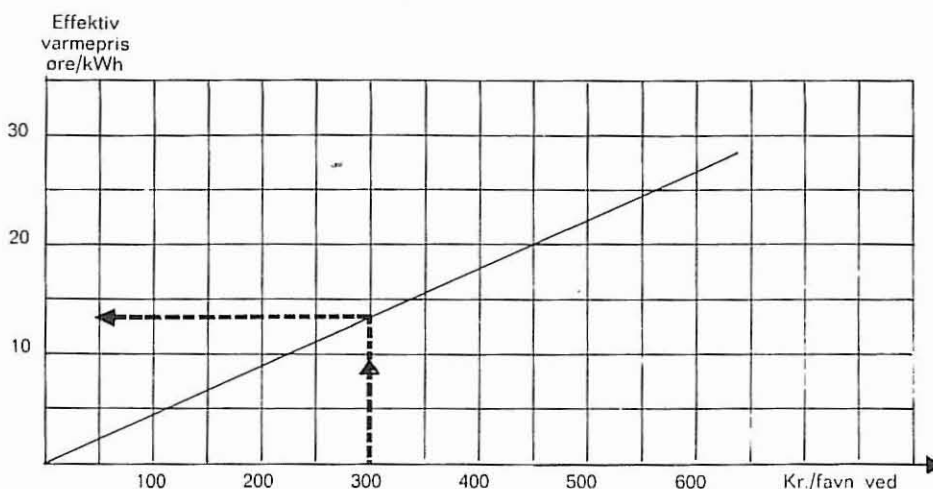


Fig. 13  
Effektiv varmepris for ved-fyring, basert på 65 prosent virkningsgrad.  
Eksempel: Hvis vi må betale 300 kroner for en favn ved, ser vi at prisen pr. kWh energi blir 13 øre. Hvis vi kjøper ved i sekker, går det 24 sekker i en favn ved. Hvis en sekk ved koster 20 kroner, blir prisen pr. favn altså 480 kroner.

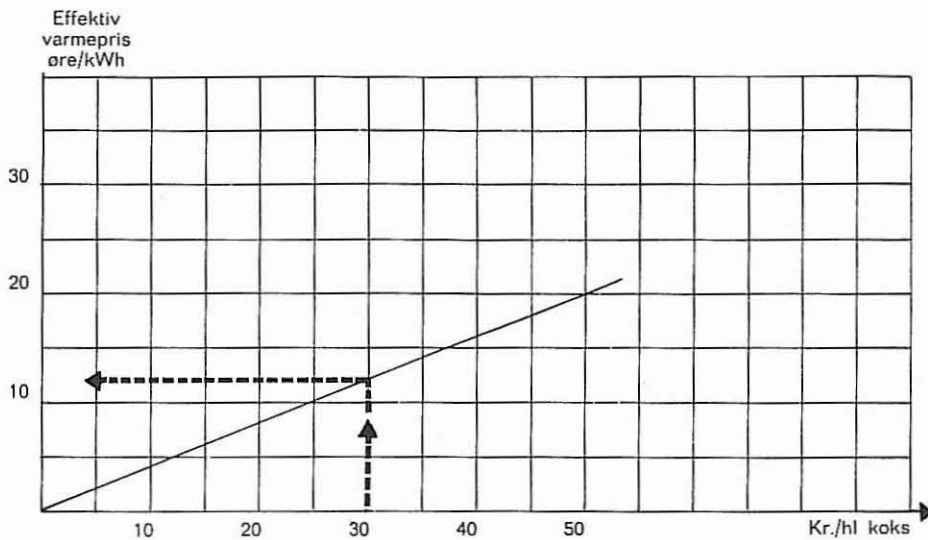


Fig. 14  
Effektiv varmepris for koks-fyring, basert på 70 prosent virkningsgrad.  
Eksempel: Hvis vi må betale 30 kroner for en hektoliter koks, blir prisen pr. kWh energi 12 øre.

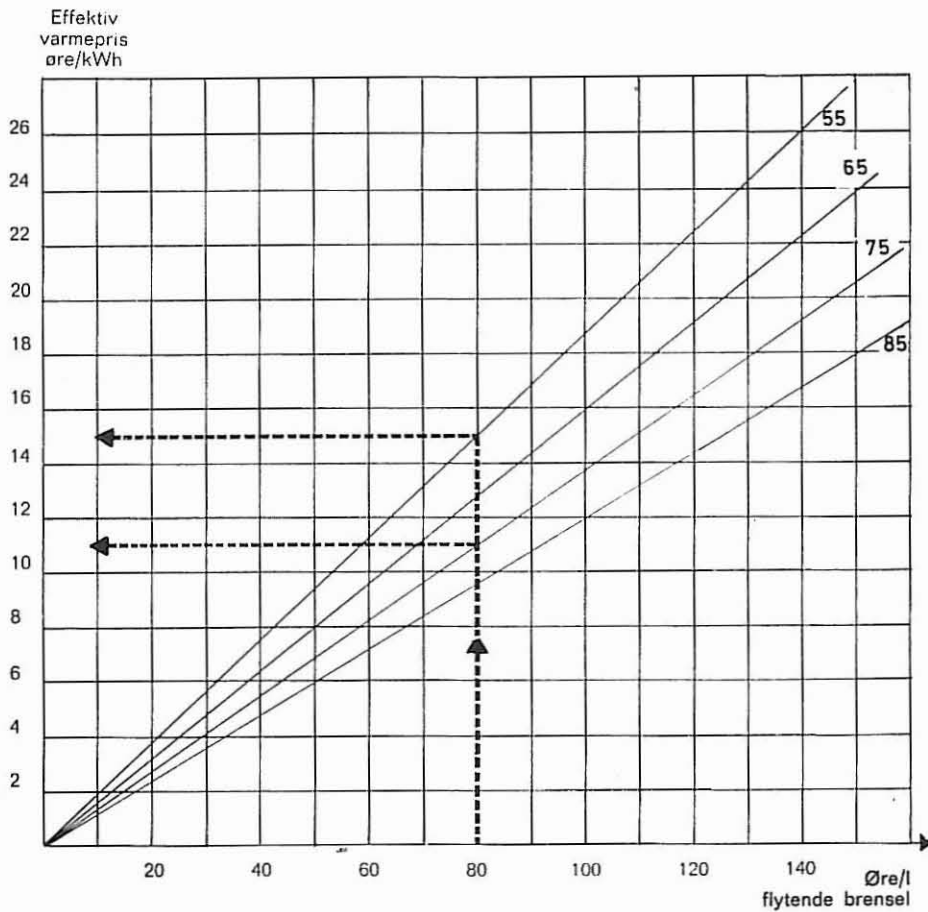


Fig. 15  
Effektiv varmepris for fyring med flytende brensel, avhengig av virkningsgraden på anlegget.  
Eksempel: Hvis vi må betale 80 øre pr. liter for brenselet og virkningsgraden på anlegget er 75 prosent, blir den effektive varmeprisen 11 øre pr. kWh energi.  
For en virkningsgrad på 55 prosent, blir prisen 15 øre pr. kWh energi.

# Anleggskostnader

De totale anleggskostnadene for et oppvarmingssystem settes sammen av prisen på de enkelte komponentene som inngår i anlegget, samt alle øvrige kostnader forbundet med montering o.l. som er nødvendige for at anlegget skal være i driftsklar stand. For å kunne foreta en fullstendig økonomisk sammenlikning av de forskjellige oppvarmingssystemene, er det nødvendig å omregne anleggskostnadene til årlige faste kostnader. Foruten selve anleggskostnadene avhenger de årlige faste kostnadene av størrelsen på renten, anleggets levetid og kostnadene forbundet med reparasjoner og vedlikehold av anlegget.

Etter den siste diskontoøkningen vil lånerenten være mellom 6 og 9 prosent. Nå er skatte-reglene slik at rentene på lån kan trekkes fra inntekten slik at skatten reduseres. Dette fører til at den virkelige lånerenten blir lavere. I gjennomsnitt har vi her satt den til ca. 5 prosent. Når anleggskostnadene fordelt over anleggets levetid (avskrivningen) kommer i tillegg, fører det til at de årlige faste kostnader ved for eksempel et elektrisk oppvarmingssystem, blir ca. 8 prosent av anleggskostnadene. Oppvarmingssystemer som benytter olje eller parafin som brensel, har enkelte komponenter, f. eks. brenner, automatikk, fyrkjele og oljetank, som har noe kortere levetid, og som til dels også krever flere reparasjoner og mer vedlikehold enn komponentene i et elektrisk oppvarmingssystem. Dette fører til at de årlige faste kostnadene utgjør ca. 2 prosent mer av anleggskostnadene ved disse oppvarmingssystemene enn ved et elektrisk oppvarmingssystem.

I tabell 6 er anleggskostnadene og de årlige faste kostnadene, medregnet 20 prosent merverdiavgift, oppført for en del forskjellige oppvarmingssystemer. Man må være klar over at det er de gjennomsnittlige kostnadene som oppgis, slik at man nok vil kunne finne betydelige avvik til begge sider fra de oppgitte verdiene.

## Elektrisk oppvarming med panelovner

Man kan regne med at anleggskostnadene for fast mon-

terte elektriske varmeovner ligger på ca. 330 kroner pr. ovn. Foruten selve ovnen er det da også regnet med kostnadene som er knyttet til apparatskap, elektriske ledninger, koblingsbokser o.l. Prisen på selve ovnen varierer noe med ovnseffekten, men i en vanlig enebolig vil gjennomsnittlig ovnseffekt være omkring 1 kW. Vanligvis vil det være behov for 10—11 ovner i en enebolig av rimelig størrelse, slik at de totale anleggskostnadene ved elektrisk oppvarming blir omkring 3500 kroner. Skal man bare ha en enkel ovn, som en kan plugge i en stikkontakt, vil prisen pr. ovn ligge på omkring 200 kroner.

## Oljefyrt sentraloppvarming

Et oljefyrt sentralvarmeanlegg vil komme på omkring 20 000 kroner. Dette inkluderer en komplett kjeleenhet med brenner, 10—11 radiatorer, rørføring, og utgifter i forbindelse med installasjon av oljetank samt nødvendig utstyr mellom tank og brenner. Det er ikke forutsatt noen form for automatikk ut over det som er påbudt. Ved kjøp av en oljefyrt kjel følger varmtvannsberederen med, noe som kommer i tillegg ved de andre oppvarmingssystemene. Det er tatt hensyn til dette ved at anleggskostnadene for et oljefyrt sentralvarmeanlegg er redusert med 2000 kroner, fra 22 000 til 20 000 kroner.

## Ovnsofyring

### Koks- eller vedfyring

Alt etter type og utførelse kan prisen på en koks- eller vedfyrt ovn variere fra 350 kroner til 1700 kroner. Midlere anleggskostnad for en ferdig installert ovn er i tabellen satt til 1000 kroner. Dette inkluderer også kostnader forbundet med montering av ovnen og tilknytning til pipe.

### Olje- eller parafinfyiring med dagtank

Prisen på ovner med olje- eller parafinfyiring varierer fra under 1000 kroner til over 2000 kroner. En dagtank på 20 liter koster omkring 100 kroner, og arbeidskostnadene medregnet materialer (kobberør mellom tank og ovn) kan settes til 240 kroner. De gjennomsnittlige anleggskostnadene for en ferdig installert ovn ligger dermed på omkring 1800 kroner.

### Oljeløfteranlegg

Med et oljeløfteranlegg transporteres brenselet fra en stor tank, som enten er nedgravd eller plassert i kjelleren, fram til ovnen ved hjelp av en pumpe. Et slikt anlegg kan betjene flere ovner uten noen særlig økning av anleggskostnadene. Kostnadene forbundet med kjøp og installasjon av ovnene blir de samme som nevnt ovenfor, men

Tabell 6.

Oppvarmingssystem	Anleggskostnader, kr.	Faste kostnader, kr. pr. år
Elektrisk oppvarming med panelovner . . . .	3 500	280
Oljefyrt sentraloppvarming . . . . .	20 000	2 000
<b>Ovnsofyring</b>		
Koks- eller vedfyring . . . . .	1 000	100
Olje- eller parafinfyiring med dagtank . . . .	1 800	180
Tillegg for oljeløfteranlegg (som kan betjene flere ovner) . . . . .	3 500	350

Tabellen viser gjennomsnittlige anleggskostnader og de tilsvarende årlige faste kostnader til renter, avskrivning, reparasjoner og vedlikehold ved forskjellige oppvarmingssystemer. I praksis vil man kunne finne betydelige avvik til begge sider fra tabellverdiene.



# Sammenlikning av oppvarmingskostnadene ved ulike fyringsformer

det forholdsvis kostbare oljeløfteranlegget gjør at anleggskostnadene øker med omkring 3500 kroner. Heri er medregnet installasjon av en tank på 1200 liter, rørføring, oljepumpe og nødvendig monteringsarbeid. Prisen på oljetanker varierer noe med størrelsen. Man bør være oppmerksom på at prisen pr. liter olje blir mindre med økende leveringskvantum, slik at den økte investeringen ved kjøp av større tank fort kan betale seg inn. Har man muligheter til å plassere tanken innendørs, vil dette falle noe rimeligere enn å grave den ned.

For å dekke behovet i en bolig ved ovnsfyring, vil bruk av én ovn alene neppe være tilstrekkelig. Dette har gjort at såkalt kombinasjonsfyring er blitt svært vanlig i Norge. Kombinasjonsfyring vil si at elektriske ovner benyttes i større eller mindre grad ved siden av ovnsfyringen. Man har også muligheter til å installere to ovner og derved gjøre seg mindre avhengig av elektrisitet til oppvarming. Uansett hvilken grad av kombinasjon man ønsker å bruke, gir de tall som er gitt her muligheter for den enkelte til selv å regne ut de omtrentlige anleggskostnadene for oppvarmings-systemet. Dette skal vi vise med et eksempel:

Anlegget tenkes å bestå av et oljeløfteranlegg som er tilknyttet to parafinovner. I tillegg skal man ha tre løse elektriske ovner. Anleggskostnadene er da utregnet med ovner som ligger i en midlere prisklasse:

	Kr.
2 parafinovner à kr. 1800	3600
Tillegg for oljeløfteranlegg	3500
3 løse, elektriske ovner	
à kr. 200 .....	600
<b>Totalt .....</b>	<b>7700</b>

Ut fra dette kan man anslå de årlige faste kostnadene til ca. 760 kroner.

Når man kjenner effektiv varmepris og årlige faste kostnader, vil det være mulig å finne de totale oppvarmingskostnadene ved ulike fyringsformer. Som eksempel vil vi benytte en enebolig plassert i Trondheim. Vi vil begrense oss til fire oppvarmingsalternativer: — ren elektrisk fyring, — kombinert oppvarming, elektrisitet og flytende brensel, — sentraloppvarming, — ovnsfyring med ved.

Vi regner med samme oppvarmingsgrad for alle oppvarmingsalternativene. Energiforbruket til oppvarming antas å være 15 000 kWh. Energiforbruket til husholdningsstrøm holdes utenfor. De totale kostnadene vi nå kommer fram til, er omtrentlige. Men eksemplene er tenkt å være en oppskrift for den enkelte til selv å regne ut energikostnadene.

## Elektrisk oppvarming

I Trondheim har man følgende strømtariff:

kr. 138,— pr. kW pr. år + 3 øre pr. kWh + 18 % merverdiavg.

Graddagtallet for Trondheim er 4000. I tabell 4 (side 19) finner vi to nærliggende tariffer for den effektive varmeprisen:

kr. 120,— pr. kW pr. år + 3 øre pr. kWh gir 6,2 øre/kWh.

kr. 160,— pr. kW pr. år + 3 øre pr. kWh gir 7,2 øre/kWh.

Prisen i Trondheim skulle da bli om lag midt mellom disse to, dvs. 6,7 øre/kWh. Inklusive merverdiavgiften blir effektiv varmepris 7,9 øre/kWh, slik det er ført opp i tabell 7. Med et årlig forbruk til oppvarming på 15 000 kWh, blir de årlige varmekostnadene:

15 000 kWh/år · 7,9 øre/kWh = 1190 kr./år.

Fra tabell 6 finner vi at de faste kostnadene er 280 kroner pr. år. Følgelig blir de totale oppvarmingskostnadene:

1190 kr./år + 280 kr./år = 1470 kr./år.

## Kombinert oppvarming

Det finnes et utall kombinasjonsmuligheter for kombinert

oppvarming med elektrisitet og flytende brensel. Man kan benytte mye strøm og lite olje, lite strøm og mye olje, og eventuelt noe midt imellom. Som regel vil det lønne seg å utnytte strømabonnementet best mulig og så ta kuldetoppene med tilleggsfyringen. Nå har det vist seg at man i praksis ofte har en tendens til å la småbrenneren gå når den først er tent, for så å hjelpe til med elektrisitet i de kaldeste periodene. Dette medfører et relativt stort forbruk av flytende brensel og lite strømforbruk. I dette eksempelet er det brukt 7500 kWh nyttig varmetilskudd i form av flytende brensel, og 7500 kWh i strømvarme.

Hvis vi nå velger strømabonnement slik at det utnyttes best mulig, vil effektiv varmepris for strømmen bli 6,8 øre/kWh, inklusive merverdiavgift. Ved å benytte parafin til en pris av 99 øre/liter til forbrenningen, ser vi av figur 15 (side 15) at effektiv varmepris blir 13,6 øre/kWh når virkningsgraden er 75 prosent. De årlige varmekostnader blir da:

### Strøm:

7500 kWh/år · 6,8 øre/kWh ..... = 510 kr./år

### Parafin:

7500 kWh/år · 13,6 øre/kWh ..... = 1020 kr./år  
1530 kr./år

Fra tabell 6 finner vi at faste kostnader for et parafinanlegg med dagtank er 180 kroner pr. år. Men vi må også huske å ta med anleggskostnadene for de elektriske ovnene som brukes. Med fem ovner som hver koster 200 kroner, gir dette en investering på 5 · 200 kr. = 1000 kr. Med 8 prosent renter og avskrivning blir de faste kostnadene for de elektriske ovnene 1000 · 0,08 kr./år = 80 kr./år. Samlet blir derfor de faste kostnadene 180 kr./år + 80 kr./år = 260 kr./år. De totale oppvarmingskostnadene blir dermed:

1530 kr./år + 260 kr./år = 1790 kr./år.

Tabell 7. Totale oppvarmingskostnader for alternative fyringsystemer for et hus plassert i Trondheim. Energibehovet til oppvarming er 15 000 kWh pr. år.

	Effektiv varmepris, øre/kWh	Årlige varmekostnader, kr. pr. år	Faste kostnader, kr. pr. år	Totale oppvarmingskostnader, kr. pr. år
Elektrisk oppvarming	7,9	1190	280	1470
Kombinasjonsoppvarming 50 pst. parafin 50 pst. elektrisk energi	elektr. 6,8 parafin 13,6	1530	260	1790
Sentraloppvarming, olje	13,5	2030	2000	4030
Ovnsoppvarming med ved	15,1	2270	200	2470

### Sentraloppvarming

Fra figur 15 finner vi at effektiv varmepris blir 13,5 øre/kWh når oljeprisen er 85 øre/liter og virkningsgraden er 65 prosent. De årlige varmekostnadene blir dermed:

$$15\ 000\ \text{kWh} \cdot 13,5\ \text{øre/kWh} = 2030\ \text{kr./år.}$$

De faste kostnadene for et sentralvarmeanlegg er 2000 kr./år, slik at de totale oppvarmingskostnadene blir:

$$2030\ \text{kr./år} + 2000\ \text{kr./år} = 4030\ \text{kr./år.}$$

### Ovnsoppvarming

Det forutsettes at vi varmer opp huset bare med vedfyring. For at det skal være mulig, må vi ha to ovner installert. Med en vedpris på 350 kroner pr. favn, får vi fra figur 13 (side 14) en effektiv varmepris på 15,1 øre/kWh. De årlige varmekostnadene blir:

$$15\ 000\ \text{kWh} \cdot 15,1\ \text{øre/kWh} = 2270\ \text{kr./år.}$$

Fra tabell 6 ser vi at de årlige faste utgiftene for vedovner blir  $2 \cdot 100\ \text{kr./år} = 200\ \text{kr./år}$ . De totale oppvarmingskostnadene blir altså:

$$2270\ \text{kr./år} + 200\ \text{kr./år} = 2470\ \text{kr./år.}$$

### Sluttkommentar

De tallene vi her har kommet fram til når det gjelder de totale oppvarmingskostnadene, må betraktes som rent veiledende. Skiftende energipriser, individuelle forskjeller med hensyn til bruk og stell av anleggene, utnyttelse av strømabonnementet, egeninnsats i form av vedhogging man ikke regner seg betalt for, reduserte anleggskostnader i form av egeninnsats osv, er faktorer som kan gjøre at enkelte kostnader kan avvike sterkt fra det vi har kommet fram til. Men likevel tror vi at denne sammenlikningen vil være verdifull for mange.

# Hva slags oppvarming bør vi satse på?

Vi er i dag inne i en periode med muligheter for hyppige og sterke endringer i priser og leveringsbetingelser for de forskjellige energiformer. Omskiftningene kan skje så hurtig at prisforholdene når dette leses allerede kan ha endret seg betydelig fra det som var gjeldende da dette ble skrevet, våren 1974.

## Dagens prisforhold

Det prisforhold vi i løpet av vinteren 1973/74 har fått mellom elektrisk energi på den ene siden og alle typer brensel — olje, parafin, koks, kull, ved osv. — på den andre siden, vil umulig kunne vedvare uten at det vil gi seg meget sterke utslag. Selv om strømprisene er høyst forskjellige fra sted til sted her i landet, kan vi rundt regnet si at de som bruker elektrisk energi til oppvarming av sine boliger, slipper med halvparten av fyringsutgiftene i forhold til dem som har basert seg på brenselsfyring, enten det dreier seg om brenselsfyrt sentraloppvarming eller ovnsfyring. På de steder strømmen er dyrest og følgelig elektrisk oppvarming minst utbredt, er misforholdet i utgiftene mellom elektrisk energi og brenselsfyring selvsagt noe mindre.

De fleste norske hus har en form for kombinert oppvarming med bruk av både elektrisk energi og ovnsfyring. Dagens prisforhold vil sikkert skyve en betydelig del av forbruket i disse husene over til elektrisk oppvarming på bekostning av brenselsfyring med olje, parafin, ved eller koks. Samtidig må det ventes at oppvarmingen i de fleste nye hus hovedsakelig blir basert på elektrisk energi. I tillegg forsterkes nok denne overgang på grunn av at elektriske varmeanlegg er billige, driftssikre og ellers relativt problemfrie. Resultatet vil etter all sannsynlighet bli en så sterk pågang på elektrisk energi at etterspørselen ikke vil kunne dekkes ved nåværende utbyggingstakt i strømprøduksjonen, hvis dette da ikke skulle skje ved innskrenkning av strømforsyningen til den kraftkrevende industrien. Mange steder vil heller ikke det elektriske distribusjonsnettet tåle en sterkt økende belastning.

## Vil en utjevning av energiprisene tvinge seg fram?

Den mest nærliggende mulighet for myndigheter og elektrisitetsverk til å begrense etterspørselspresset på elektrisk energi synes å ligge i en bevisst utjevning av energiprisene. Men siden selv vår Nordsjø-olje vel kommer til å følge verdensmarkedets priser, vil en slik utjevning si at de lave norske elektrisitetsprisene vil bli hevet betydelig. Et annet alternativ er direkte rasjonering av elektrisk energi, men det synes nærmest umulig å komme fram til en noenlunde rettferdig rasjoneringsordning.

En annen ting som kan tale for en utjevning av energiprisene, er den urettferdighet som mange ellers vil føle. De som for eksempel bor i boligblokker og andre typer flerfamiliehus, har i alminnelighet ikke hatt noen mulighet til å påvirke valget av oppvarmingssystem. Det er andre som har tatt denne beslutningen. Med dagens priser vil de som tilfeldigvis har fått leiligheter med oljefyrt sentraloppvarming, få dobbelt så høye fyringsutgifter som de som har fått elektrisk oppvarming.

Det er også andre momenter som nok vil bli brukt som argument for generell heving av strømprisene. De norske strømprisene er av de aller laveste i hele verden. Et økt elektrisitetsforbruk må føre til en tilsvarende pågang i utbyggingen av nye kraftverk. De fleste gjenstående ikkefredede vassdrag vil gi dyrere strøm. Det samme vil være tilfelle med strøm fra eventuelle atomkraftverk eller varmekraftverk basert på gass eller olje, eller kraftutveksling med utlandet. Det er sterke krefter som arbeider for at også prisen for den strøm som produseres i bestående, nedbetalte

kraftverk skal bringes helt opp til kostnadsnivået for nyutbygd strømprøduksjon.

Endelig vil en økning i strømprisene selvsagt motvirke den energisløsing som tydelig kan merkes på mange områder.

Det er ellers meget vanskelig å forutsi hvordan prisene vil endre seg for de forskjellige energiformer. Prisutviklingen er avhengig av mange forskjellige forhold, slik som:

- de oljeproduserende lands pris- og leveringspolitikk,
- de generelle verdenskonjunkturer og etterspørselen etter energi,
- vårt hjemlige ønske om økt produksjon av elektrisk energi kontra fredning av vassdrag, restriksjoner mot atomkraftverk m. m.,
- økonomenes syn på hvordan norske strømpriser bør beregnes osv.

Til syvende og sist blir det vel våre politikere som tar avgjørelsen ut fra sosiale og andre hensyn, eventuelt ved innføring av differensiert beskatning på enkelte energiformer, eller ved subsidiering av andre former for energi. Norges spesielle stilling som både vannkraftland og framtidig storprodusent av olje og gass, vil i praksis kunne gjøre det lettere å gjennomføre slike inngrep. En eventuell politisk styring av energiprisene burde kanskje gi en viss garanti i det lotterispill det er blitt å velge oppvarmingssystem for en bolig.

## Kombinert oppvarming framtidens løsen

Selv om oljeprisene igjen skulle komme til å synke drastisk og stabilisere seg på noe i nærheten av det tidligere nivå, skal vi være klar over at valg av oppvarmingssystem er et valg som gjelder for husets totale levetid. Sett over et så langt tidsrom, vil det selvsagt være nærmest umulig å forutsi utviklingen. Et fornuftig valg av opp-

# Hvorfor vil ikke alle ha det like varmt?

varmingssystem burde følgelig være å satse på begge hester, altså velge en oppvarmingsform hvor en kan benytte så vel elektrisitet som olje eller annet brensel.

Vinteren 1973/74 var det olje-tilførselen som sviktet. Neste gang kan det bli mangel på strøm; spesielt vil dette bli følbart om vi skulle få et par tørrår på rad etterfulgt av kalde vintre. Den kombinerte form for oppvarming — elektrisk oppvarming med ovnsfyrt tilleggsoppvarming — er en særnorsk oppvarmingsmetode som gir forbrukeren en helgardering idet den umiddelbart tillater overgang fra den ene energiformen til den andre. Ved valg av dette kombinerte systemet bør i alle tilfelle det elektriske varmeanlegget dimensjoneres så rikelig at elektrisk energi vil kunne klare hele oppvarmingen, selv i de kaldeste periodene. Tilsvarende bør plasseringen av en brensel-fyrt ovn velges slik at ovnsoppvarming alene i størst mulig grad gir en akseptabel oppvarming av hele huset. Selv om man ikke umiddelbart skulle gå til anskaffelse av en slik brensel-fyrt ovn, er det forutseende å planlegge huset slik at det senere er mulig å plassere ovnen på et hensiktsmessig sted.

Sentraloppvarming vil også kunne gi den samme form for frihet i valg av energiform etter de rådende forhold, forutsatt at det i tillegg til en brensel-fyrt kjele også installeres en elektrokjele eller et kolbesystem for sentral elektrisk oppvarming. I et småhus faller imidlertid et fullt utbygd sentralvarmeanlegg vesentlig dyrere i installasjon enn et vanlig elektrisk varmeanlegg med panelovner e. l., samtidig som et fyringsanlegg også krever mer vedlikehold og service. Dessuten forbrukes det også mer energi ved sentraloppvarming enn ved direkte oppvarming av rommene.

Energikrisen førte til fornyet diskusjon om flere tidligere kjente oppvarmingsprinsipper, slik som varmepumper, akkumulerende solvarmeanlegg osv., men det er usikkert om noen av disse vil kunne få noen stor praktisk betydning i framtiden. Et forhøyet prisnivå for energi vil imidlertid alltid være en spore

til utvikling av nye ukonvensjonelle oppvarmingsmetoder, som kanskje vil få livets rett. Men det er i dag ikke engang mulig å forutsi i hvilken retning en eventuell ny utvikling vil gå, så inntil videre har vi ikke annet å gjøre enn å basere oss på eksisterende hevdvunne oppvarmingsmetoder.

**Folks ønske om forskjellige innetemperaturer har ofte blitt tilskrevet forskjeller i alder, hudfarge og kjønn, mens det i virkeligheten er den enkeltes klesdrakt og aktivitet som er av størst betydning.**

Med moderne varme- og ventilasjonssystemer tilstreber man i størst mulig grad å skape et behagelig klima innendørs, uavhengig av forholdene ute. Nå er ikke dette noen lett oppgave, ikke bare fordi uteforholdene kan variere sterkt, men også fordi menneskene som skal oppholde seg i rommene er så forskjellige. De fleste vil muligens tilbakeføre dette til forskjeller mellom gamle og unge, kvinner og menn og mellom mennesker fra forskjellige himmelstrøk, for eksempel mellom grønlendere og afrikanere fra land langs ekvator.

Det er utført omfattende forskning for å klarlegge hvorvidt det er noe i de påstandene som er nevnt ovenfor. Det har da vist seg at de best kan karakteriseres som fordommer. Både afrikanere og grønlendere var skjønt enige om hvilken temperatur og hvilken luftfuktighet de fant mest behagelig. En annen sak er at mennesker fra sørlige strøk *tålte* sterk varme bedre enn nordboer, mens mennesker fra arktiske strøk på sin side bedre *tålte* sterk kulde. Men hva en *tåler* og hva en *finder* mest behagelig er to vidt forskjellige ting. Det viser seg at verken alder, kjønn eller nasjonalitet har noen avgjørende betydning for hvilken temperatur vi ønsker innendørs. Det som er viktig er hvilke klær vi har på oss og hvilken aktivitet vi er i.

## Klesdrakt

Klær isolerer, dvs. jo mer klær vi har på oss, dess lavere temperatur vil vi foretrekke. Det er mulig å klassifisere klærs isolasjonsevne (clo) tallmessig. Enheten *clo* er laget slik at jo varmere klær, dess høyere *clo*-verdi. I tabell 8 er forskjellige typer klesdrakter med tilhørende *clo*-verdi oppført.

Klesdraktene i tabellen er beskrevet på skjematisk måte, men refererer til bestemte standardiserte drakter. Beskrivelsen i ta-

bellen gir likevel gode holdpunkter for å vurdere de enkelte klesdrakters varmeisolerende egenskaper. Vi ser at kvinneklær jevnt over er mindre varmeisolerende (har lavere clo-verdi) enn tilsvarende mannsklær. Dette er mye av forklaringen på påstanden om at kvinner foretrekker høyere temperatur enn menn.

### Aktivitet

Aktiviteten er også med på å bestemme hvor varmt vi ønsker å ha det. I tabell 8 er oppført ønsket innetemperatur når man sitter stille i en stol iført forskjellige klesdrakter. Ved en større grad av aktivitet vil man foretrekke lavere temperaturer. Dette kommer av at jo hardere arbeid man utfører, dess større er kroppens egen varmeproduksjon. Det er først og fremst denne varmeproduksjonen man er interessert i når aktiviteten skal vurderes i sammenheng med inneklimate. Varmeproduksjonen for et voksent menneske ved forskjellige aktiviteter er vist i tabell 9. Forskjellen i aktivitet er for eksempel forklaringen på at gamle mennesker ofte foretrekker høyere temperatur enn de som er yngre.

### Eksempel

Vi tenker oss at mannen i huset er opptatt med kjøkkenarbeid. Han avgir dermed en varmemengde på ca. 200 watt. Han har på seg en lett genser, undertrøye, skjorte og en lett bukse. Denne klesdrakten har en isolasjonsevne på om lag 0,8 clo, og må kunne karakteriseres som et normalt inneantrekk for en mann. Denne mannen vil finne en temperatur på om lag 18° C som den mest behagelige.

Kona i huset, derimot, sitter og slapper av med en avis og avgir en varmemengde på ca. 100 watt. Hun har på seg skjørt og bluse med en isolasjonsevne på 0,5 clo. Antrekket må kunne karakteriseres som et normalt inneantrekk for en kvinne. På grunn av hennes lette antrekk og lave aktivitetsnivå, ønsker hun hele 26° C som romtemperatur.

Dersom vi nå snur litt på det hele, slik at mannen og kona bytter arbeidsplass, dvs. kona går

Tabell 8.

## Forskjellige klesdrakters isolasjonsevne

Klesdrakt	Isolasjonsevne (clo)	Ønsket temperatur når man sitter stille (°C)
Naken	0	28,0
Polardrakt	3—4	0—10
Menn iført skjorte, truse, sokker og lave sko + shorts	0,3	26,5
lette bukser	0,5	25,5
undertrøye, lette bukser	0,6	25,0
undertrøye, lette bukser, slips, lett genser	0,8	24,0
undertrøye, lette bukser, slips, varm genser	0,9	23,5
undertrøye, varme bukser, slips, varm jakke	1,0	23,0
Kvinner iført BH, truse, sokker og lave sko + lett sommerkjole	0,2	27,0
lett skjørt, lett genser	0,4	26,0
varmt skjørt, varm bluse	0,5	25,5
varmt skjørt, varm genser	0,55	25,3
varm kjole	0,7	24,5
varmt skjørt, varm bluse, varm genser	0,8	24,0

Tabell 9.

## Kroppens varmeproduksjon ved forskjellige aktiviteter

Aktivitet	Varmeproduksjon i watt
Sovende .....	85
Stillesittende .....	100
Maskinskriving .....	125
Stående .....	150
Kjøkkenarbeid .....	160—220
Langsom gang (3 km/h) .....	200
Alminnelig gang (5 km/h) .....	270
Alminnelig tømmer- og murerarbeid .....	320
Hurtig gang (7 km/h) .....	410
Løp (10 km/h) .....	830

på kjøkkenet, mens mannen tar avisen (uten at noen av dem skifter klær), blir også de ønskede temperaturer annerledes. Kona på kjøkkenet ønsker nå ca. 20° C, mens mannen ønsker ca. 24° C i stua.

### Kroppens temperaturregulering

Det er tidligere nevnt at hva vi tåler og hva vi finner mest behagelig er to forskjellige ting. Hver enkelt av oss har vel også erfart at dersom to personer arbeider og er kledd som i eksempel ovenfor, vil begge kunne oppholde seg i samme rom med

en temperatur på f. eks. 22° C uten altfor store ubehageligheter.

Dette viser at mennesket har stor tilpasningsevne til forskjellige temperaturer. Ved vanlige forhold skjer tilpasningen først og fremst ved at blodtilførselen til huden og til hender og føtter øker eller minker. Når blodtilførselen øker, avgir kroppen mer varme til luften omkring oss, noe som fører til at vi tåler høyere lufttemperaturer. Når blodtilførselen minker, tåler vi tilsvarende lavere temperaturer. Formålet med denne reguleringen fra kroppens side er å holde den indre kroppstemperaturen på

# Romoppvarming og inneluftens fuktighet

37° C. Når lufttemperaturen blir tilstrekkelig høy, eller vi arbeider spesielt hardt, strekker ikke en økning av blodtilførselen til huden til for å opprettholde en konstant kroppstemperatur. Vi begynner da å svette. På grunn av svettingen er vi i stand til å tåle relativt høye temperaturer.

Går vi den motsatte veien til svært lave temperaturer, benytter kroppen seg av kuldeskjelving for å kunne opprettholde en indre kroppstemperatur på 37° C.

## Vi er ikke alle like

Temperaturene som ble angitt i det tidligere eksempelet, er den temperaturen som gjennomsnittlig blir valgt av et stort antall mennesker. Alle disse vil ikke være enige om at akkurat den angitte temperaturen er den mest behagelige. Undersøkelser viser at det alltid vil være minst 5 prosent misfornøyde. Uansett hvilken temperatur man har i rommet, vil det blant et stort antall mennesker alltid være noen som ønsker en annen temperatur, selv om alle er likt kledd og utfører samme slags arbeid.

Vi mennesker er altså så forskjellige at det ikke er mulig å tilfredsstille alle samtidig med hensyn til romtemperaturen. Disse forskjellene har som tidligere nevnt ingenting med alder, kjønn eller nasjonalitet å gjøre, men med helt individuelle personlige forskjeller som man foreløpig kjenner lite til. Neste gang vi klager på romtemperaturen, kan det kanskje være nyttig å tenke på det som her er sagt om klær og aktivitet, og at vi tross alt er forskjellige individer med ulike oppfatninger om hva som er det mest behagelige romklima. Kroppens tilpasningsevne er heldigvis så god at små endringer i romtemperaturen fra det vi finner mest behagelig tross alt ikke sjenere oss i særlig grad.

Luft inneholder alltid mer eller mindre fuktighet. Samtidig inneholder også de materialer eller stoffer som vi har i boligene fuktighet i varierende mengde. Dette gjelder først og fremst slike materialer som tekstiler og alle treprodukter. Gips, kalkpuss, teglstein og til dels lettbetong kan også oppta eller avgi en god del fuktighet. Denne materialfuktigheten søker alltid å komme i en viss balanse med luftfuktigheten. Med andre ord, i et hus vil hele byggverket virke som et stort fuktighetsmagasin som har evnen til å oppta betydelige mengder fuktighet i en fuktig periode for så å avgi denne fuktigheten til luften i en tørrere periode. Det kan her både være snakk om en utjevning over døgnet og en utjevning fra årstid til årstid, med mulighet for opptak av store mengder fuktighet om høsten tilsvarende flere hundre liter vann for en enebolig.

Det er også viktig å være klar over at uteluften i vinterhalvåret alltid inneholder vesentlig mindre fuktighet enn inneluften. Dette er for så vidt lett å forstå. Inneluft er jo ikke noe annet enn uteluft som er kommet inn, og inne i huset er det ikke en eneste prosess som trekker fuktighet ut av luften, mens vi har en rekke prosesser som tilfører luften fuktighet. Mennesker avgir vandamp, blomster gjør det, gulvvask, klestørking, matlaging, dusjing, bading osv. bidrar til det samme. Alt dette gjør at inneluften nødvendigvis inneholder en større mengde vandamp enn uteluften. Men fordi inneluften er varm, kan den kanskje ha evnen til å oppta enda mye mer fuktighet, derfor virker den tørr. Vi sier at den relative luftfuktigheten er lav.

## Ønsket og uønsket luftfuktighet

Hvis det er lite fuktighet i luften, kan det bli klager over tørr luft. Om plagene på grunn av tørr luft er helt ut reelle eller i vesentlig grad er psykisk betinget, er det ikke mulig å si noe sikkert om. At den suggererende virkning kan være svært stor, er imidlertid hevet over tvil. Påståtte plager, ubehag og skadevirkninger med for tørr

luft kan utmales i den grad at folk virkelig blir plaget og føler seg tørre i munn og i slimhinner. Klimafysiologer er imidlertid alltid svært forsiktige i sine uttalelser om hvor stor luftfuktigheten bør være, og selv om det langt fra synes å være noen alminnelig enighet blant spesialister, kan vi nok som en rund konklusjon si at relativ luftfuktighet under 20 prosent bør unngås, og at luftfuktigheten innedørs av komfortmessige grunner bør ligge mellom 30 og 60 prosent.

Det synes også som en liten prosentdel av menneskene nærmest har allergiske plager ved tørr luft. Dette skyldes bl. a. en større oppvirling av husstøv når luften er tørr.

Tørr luft kan også føre med seg andre ulemper. Treverk tørker inn og sprekker. Mange plages av statisk elektrisitet, som bl. a. kan gi seg til kjenne gjennom smågnister og småstøt, eller ved at klær av kunstfibrer klitrer seg til kroppen.

Overdreven høy luftfuktighet kan imidlertid føre til bygnings-skader. Fuktig inneluft trenger ut i yttervegger og tak, der fuktigheten kondenseres, noe som kan gi grunnlag for råte- eller andre fuktighetsskader. Disse skadene kan i mange tilfelle oppstå ved en lavere fuktighet enn den som merkes ved dogging på innervinduer. Av den grunn bør inneluftens fuktighet helst ikke være nevneverdig over 40 prosent.

Som en generell regel kan det sies at det vinterstid er relativt tørt i vanlige oppholdsrom i hus med god ventilasjon, mens eventuelle kondensskader kan oppstå i dårlig ventilerte og dårlig oppvarmede rom, spesielt i baderom og mangelfullt oppvarmede soverom.

## Hvorfor er sentraloppvarmede hus tørrere enn ovnsfyrte?

Inneluften blir tørrere dess mer vi ventilerer. Det ville være naturlig å tro at ventilasjonen blir størst og rommene tørrest i hus med ovnsfyring, i og med at luft trekkes ut gjennom pipa. Ved nye og tette ovnskonstruksjoner er imidlertid denne forbrenningsluftmengden i praksis

uten betydning for den totale ventilasjonen.

Det som i praksis avgjør hvor tørt det blir inne i et hus, er hvor høy temperatur vi har. Med temperatur menes det her gjennomsnittstemperaturen over hele døgnet for alle rom i boligen, fra stue og soverom til trappe-rom og entré. Sentraloppvarmede hus er i alminnelighet alltid gjennomvarme, og sentraloppvarming virker følgelig sterkt uttørrende på boligen, dvs. at den gir tørr inneluft.

Motstykket til sentraloppvarmingens gjennomvarme hus kan vi finne der det er ren ovnsfyring, hvor ofte bare ovnsrommet (stua) blir fullt oppvarmet, og hvor temperaturen dessuten gjerne senkes betydelig om natten. En slik lav gjennomsnittstemperatur for hele huset sett over hele døgnet, fører til langt mindre uttørring av huset. Det vil alltid være en betydelig utjevning av fuktighet innen en bolig, slik at stueluften ikke blir så tørr selv ved dagtid når stua er fullt oppvarmet. Bygningsmaterialenes fuktighetsutjevnen- de evne bidrar her til å holde fuktigheten oppe i stua.

I hus med elektrisk oppvarming kan man finne alle slags oppvarmingsmønstre, fra gjennomvarme hus til sterk varmeøkonomisering, der bare en mindre del av boligen holdes fullt oppvarmet.

Det er altså bruken av varmeanleggene, ikke oppvarmings-systemene i seg selv, som er bestemmende for inneluftens fuktighet. Det er den jevne oppvarming som trekker den siste rest av fuktighet ut av materialene og fører den bort med ventilasjonsluften.

Det er spesielt ved slike gjennomvarme hus at kunstig luftfuktning kan være berettiget.

### Luftfuktighet og varmeøkonomi

Det er en utbredt oppfatning at tørr inneluft føles vesentlig kjøligere enn fuktig luft, noe som blant annet forklares ved at tørr luft fører til en sterkere fordampning fra huden og følgelig en kraftigere avkjøling. Når dette likevel ikke er helt riktig under vanlige inneforhold, skyldes det at minimumsfordampningen fra kroppen — det som

gjerne betegnes som den umerkelige svette — er en konstant størrelse, dvs. at avkjølingen ved fordampning også er konstant.

En tilsvarende feilslutning at tørr luft føles kjøligere enn fuktig luft, skriver seg fra tidligere eksperimenter der forsøkspersoner vandret fram og tilbake mellom rom med forskjellig fuktighet. Slik kunne de konstatere at et fuktig rom føltes betydelig varmere enn et tørt rom med samme temperatur. Feilslutningen skyldtes her klærnes fuktighetsabsorberende evne. Når vi kommer fra et fuktig rom inn i et tørt, vil noe av fuktigheten i klærne fordampe, og dette gir en tilleggsavkjøling. Det motsatte skjer hvis vi går tilbake til det fuktige rommet igjen. Noe vandamp kondenseres i klærne, og dette føles som en forbigående varmeoppstuving. Ved lengre tids opphold i vanlig romtemperatur har imidlertid den relative fuktighet bare liten betydning for den følte varmen.

Oppfukting av inneluft fra f. eks. 30 til 50 prosent relativ fuktighet vil kreve en betydelig fordampningsvarme, og hvis denne varmen utelukkende tas fra luften, blir denne nedkjølt, for eksempel fra 20° C til 14° C. Men for at den fuktigere luften skal føles like varm, må vi igjen heve romtemperaturen til ca. en halv grad under 20° C. Vi kan altså holde en ubetydelig lavere innetemperatur, men det må ikke glemmes at det kreves stadig tilførsel av energi for å holde luftfuktigheten på dette nye nivået. For en middels stor bolig går det med ca. 5 kWh ekstra pr. døgn til dette.

Hvorvidt vi bruker en luftfukter som varmer opp vann som fordamper, eller vi benytter en fukter som sprer forstøvet vann, er likegyldig i denne sammenheng. Den førstnevnte tar energi direkte fra strømmettet for at fordampningen skal finne sted, mens det forstøvede kalde vannet må ha varme fra omgivelsene for at fordampningen skal oppstå. Denne varmen tas fra luften, som altså i neste omgang må varmes opp igjen.

### Konklusjon

Kunstig luftfuktning kan være berettiget for dem som har pla-

ger med tørr inneluft, men det må advares mot overdreven fuktning da dette lett kan føre til bygningskader. Kunstig luftfuktning vil i alle tilfelle føre til noe økte fyringsutgifter.

