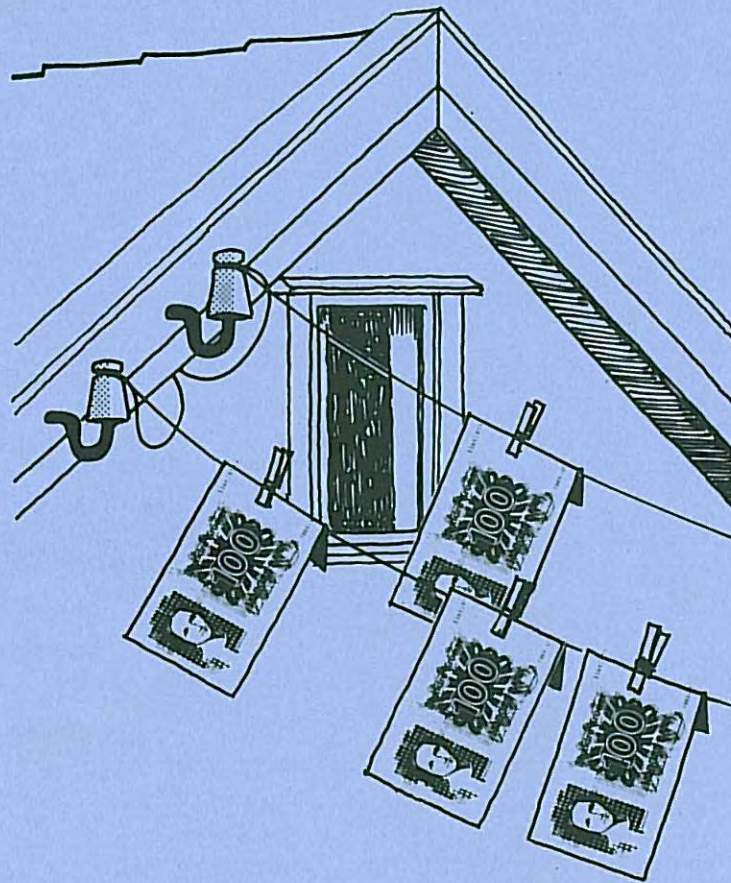


65 | **PROSJEKT
RAPPORT**



Sverre Fossdal

Energiforbruk og varmekostnader i boliger



Norges byggforskningsinstitut 1990

Prosjektrapport 65

Sverre Fossdal

Energiforbruk og varmekostnader i boliger

Norges byggforskningsinstitutt 1990

Prosjektrapport 65

Sverre Fossdal

Energiforbruk og varmekostnader i boliger

UDK 620.9.003.1 ; 697.003.1 ; 728.3 ; 728.2

ISBN 82-536-0336-3

Opplag: 300 eksemplarer

Trykk: GCS Hurtigtrykk

Kaskad dueblå 170 g

80 g offsetpapir

© Norges byggforskningsinstitutt 1990

Adresse:

Forskningsveien 3B

Postboks 123 Blindern

0314 Oslo 3

Telefon: (02) 46 98 80

Telefax: (02) 69 94 38

INNHold

FORORD.	3
SAMMENDRAG.	4
1.0 INNLEDNING.	7
1.1 Målsetting og gjennomføring.	9
1.2 Valg av boliger.	11
1.3 Måleprogram - registreringer.	15
1.4 Registreringsskjema.	16
1.5 Bestemmelse av årlige varmekostnader.	16
2.0 BOLIG- BEFOLKNINGS- OG ENERGISTATISTIKK.	17
2.1 Boligmasse og befolkning i Norge.	18
2.2 Energiforbruket til boliger.	21
2.3 Brennverdi og virkningsgrad.	23
3.0 TEORETISK OG VIRKELIG ENERGIFORBRUK I FORSKJELLIGE BOLIGER.	27
3.1 Årlig energiforbruk.	27
3.2 De enkelte anlegg.	29
A: ANLEGG B01 OG B02.	29
B: ANLEGG B03.	41
C: ANLEGG B04.	45
D: ANLEGG B05.	50
E: ANLEGG B06.	56
F: ANLEGG B07.	61
G: ANLEGG E01.	66
H: ANLEGG R01.	72
I: ANLEGG R02.	79
J: ANLEGG R03.	85
K: ANLEGG R04.	90
L: ANLEGG T01.	94
M: ANLEGG T02.	99

4.0	FAKTORER SOM PÅVIRKER ENERGIFORBRUKET.	104
4.1	Spørreskjemaer og intervjuer.	104
4.2	Totalforbruk og målt/beregnet fordeling.	107
	4.21 Energiforbruket til oppvarming.	110
	4.22 Energiforbruket til varmt forbruksvann.	111
	4.23 El-forbruket i leilighetene.	113
	4.24 Forbruket i midt- og endeleiligheter.	115
4.3	Klimaforhold.	115
4.4	Byggeform, isolasjon og tetthet.	116
	4.41 Boligtype og leilighetskategori.	116
	4.42 Isolasjonsgrad.	117
	4.43 Tetthet.	119
4.5	Varmeanlegget.	123
	4.51 Elektrisk oppvarming.	123
	4.52 Sentraloppvarming.	124
	4.35 Virkningsgrader.	126
4.6	Bruk av bygningen.	134
	4.61 Økonomiske forhold.	134
	4.62 Debiteringsform.	136
	4.63 Energiøkonomisering.	136
5.0	VARMEKOSTNADER.	138
5.1	Energipriser.	138
5.2	Anleggskostnader.	139
5.3	Årlige varmekostnader.	141
	5.31 Energikostnader for oppvarming.	142
	5.32 Energikostnader for varmtvannsberedning	143
6.0	SLUTTBEMERKNINGER OG KONKLUSJON.	145
6.1	Teoretisk energiforbruk - varmeforbrukstall.	145
6.2	Undersøkelser i Sverige og Danmark.	146
6.3	Konklusjon.	147
7.0	LITTERATUR.	149
	LISTE OVER TABELLER OG FIGURER	151

FORORD

Å gjennomføre en feltundersøkelse av energiforbruk i boliger er en tidkrevende og kostbar oppgave. Det er imidlertid nødvendig å gjøre slike undersøkelser fra tid til annen slik at en kan ha et grunnlag når beslutninger skal tas om fremtidig energiforsyning og energiøkonomiseringstiltak. Det ligger i Brundtland-rapporten ' Vår felles framtid ' klare forpliktelser til å komme med tiltak som kan redusere vårt totale energiforbruk betydelig i løpet av de neste 20 - 30 år.

Denne undersøkelsen startet allerede i 1985 med forprosjektet ' Boligers energiforbruk og energikostnader '. Selve hovedprosjektet kom i gang i 1986. Frem til ultimo 1988 har prosjektet vært ledet av Svein E. Sørensen. Han har derfor gjennomført store deler av prosjektet, som utvelgelse av boliger, foretatt intervjuer med beboere, utført tetthetsmålinger og termografering av boliger og registrert totalenergiforbruk.

I tillegg har Rosemary Rawlings deltatt i prosjektet.

Fra 1989 ble prosjektet videreført av Sverre Fossdal. Frem til oktober 1989 ble det gjennomført energifordelingsmålinger på et begrenset antall boliger, samtidig som boligene fikk oppdatert sitt totalenergiforbruk frem til og med 1988.

Ved presentasjon av resultatene i denne rapporten er det i stor grad benyttet en grafisk fremstilling. Dermed kommer forskjellene mellom de ulike kategorier tydeligere frem enn det bare tall viser.

Prosjektet har vært mulig å gjennomføre takket være bevilgninger fra NTNf, OED, NVE, NORENERGI, NPI og en del lokale E-verk.

Oslo, mai 1990
Sverre Fossdal

SAMMENDRAG

Denne feltundersøkelsen, som har pågått i fire år, har hatt som mål å fastlegge de siste års energiforbruk og varmekostnader i norske boliger. Totalt har ca. 850 boliger og leiligheter fordelt på 14 anlegg vært med på undersøkelsen. Geografisk har boligene vært spredt fra Harstad i Nord til Klepp i Vest og Fredrikstad i Øst. Hovedtyngden av boligene, deriblant alle boligblokkene, ligger i Oslo-området.

Det er forsøkt å finne boliger av forskjellige type og med forskjellige oppvarmingsssystemer. Dette har en bare i en viss grad lykkes med. Særlig nyere eneboliger oppført etter 1980 med sentraloppvarming har vist seg vanskelig å finne.

I den utstrekning det har vært mulig er det gjort energifordelingsmålinger. I et mindre antall boliger, ca. 30 stk. ble det montert ekstra kWh-målere på kursene til varmt forbruksvann og annen teknisk utrustning. Oppdelingen av kurser i norske boliger er dessverre ikke rendyrket oppvarmings- og husholdningskurser. Det har derfor ikke vært mulig å skille oppvarming og husholdning fra hverandre. For alle boliger med ren elektrisk oppvarming er det derfor gjort antakelser når det gjelder energifordelingen mellom oppvarming og husholdning. Det er kun på tre anlegg med fjernvarme en kan dele energiforbruket på oppvarming, varmt forbruksvann og husholdningsel.

Med de antakelser som er gjort er fordelingen mellom oppvarming, varmt forbruksvann og husholdningsel den samme enten det gjelder blokker, rekkehus eller eneboliger. Denne fordelingen er 56% av energien brukes til oppvarming, 18% går til varmtvannsforbruk og resten 26% brukes til husholdning. Målinger viser dog at innenfor de forskjellige boligkategorier er det en stor spredning rundt disse tallene.

I begrepet oppvarming ligger energiforbruket til transmisjon-, infiltrasjon-, og ventilasjon.

Det som er typisk for denne undersøkelsen er forskjellen i forbruk av energi i boliger/leiligheter med sentralvarmeanlegg og direkte elektriske anlegg med panelovner. I gjennomsnitt er totalforbruket for anlegg med direkte el 175 kWh/m² år, mens det for sentralvarmeanlegg er 220 kWh/m² år. Sentralvarmeanleggene bruker 25% mer energi pr. m², enn anlegg med direkte el. Til sammenligning er midlere brutto boligflate for direkte el anleggene 108 m², mens sentralvarmeanleggene, som i hovedsak utgjøres av blokker, hadde en midlere brutto boligflate på 91 m². Pr. leilighet er forskjellen i totalenergiforbruket derfor kun 6% i favør av direkte elektrisk oppvarming.

En kunne forvente at forbruket til oppvarming var mindre i blokker med sentralvarmeanlegg enn i rekkehus og eneboliger på grunn av redusert transmisjonstap i blokkene. Det er imidlertid mye som tyder på at så ikke er tilfellet. Forskjellen i energiforbruket til oppvarming med sentralvarmeanlegg kontra direkte el er enda større. Denne undersøkelsen viser at forbruket til oppvarming i anlegg med direkte el er 97 kWh/m² år, mens det for sentraloppvarming er 126 kWh/m² år, m.a.o. 30% høyere.

Årsaken til høyere forbruk i anlegg med sentraloppvarming sammenlignet med direkte el skyldes ikke bare de to anleggstypene. Det som er typisk for sentralvarmeanleggene er at de også har felles avregning. Felles avregning betyr at utgiftene til oppvarming og varmt tappevann deles likt mellom beboerne uansett hva den enkelte bruker. De som bruker mest betaler derfor ikke for sitt energiforbruk.

At avregningsmetoden kan være av betydning viser en sammenligning mellom to relativt like rekkehusanlegg som begge er tilknyttet Oslo Lysverkers fjernvarmeanlegg. Det ene har felles avregning, det andre individuell avregning. Anlegget med individuell avregning bruker 175 kWh/m² år, mens anlegget med felles avregning bruker 239 kWh/m² år. Det ene anlegget er vesentlig større enn det andre så forbruket pr. leilighet er derfor likt.

Forbruket av varmt tappevann varierer først og fremst med antall beboere, men variasjonene mellom de forskjellige boliger/leiligheter med samme antall beboere er store. Gjennomsnittet av forbruket til varmt tappevann er 33 kWh/m² år eller 3600 kWh/leilighet år med en spredning fra 1800 til 7200 kWh/leilighet år. Når det gjelder forbruket til husholdningsel er spredningen enda større. Denne undersøkelsen viser et forbruk til husholdningsel på 5000 kWh/leilighet år.

Tetthetsmålinger som er gjort viser at bare 25% av boligene holder byggeforskriftenes krav til tetthet.

Tilstandsrapporter fra oljefyrte sentralvarmeanlegg for småhus og villaer viser at maksimalvirkningsgraden i gjennomsnitt er 85% og at den for de beste anleggene er 93%. Årsvirkningsgraden varierer fra 53 til 84% med et gjennomsnitt på 75%.

Totalenergikostnadene i norske boliger er kr. 6675.- pr. bolig og år, eller kr. 68.- pr. m² og år. Dette er gjennomsnittet for de siste tre årene for alle boligene. Oppvarmingskostnadene utgjør 55% av totalkostnadene. Forskjellen mellom elektrisk oppvarmede boliger og boliger tilknyttet fjernvarmeanlegg er liten regnet pr. m², til tross for at forbruket er vesentlig mindre i elektriske oppvarmede boliger. Det henger sammen med at energiprisen fra fjernvarme de siste årene har vært lave da denne har fulgt oljeprisen.

Kostnadene til varmt tappevann er kr. 1100-1200.- pr. bolig og år, mens kostnadene til husholdningsel for en bolig utgjør kr. 2000.- pr. år.

Investeringskostnadene i dag for et oljefyrt sentralvarmeanlegg til en enebolig er tre ganger så stor som for elektriske panelovner. Selv om energiprisen på olje er lav medfører det at de årlige totalkostnader for et nytt anlegg vil bli 35-40% høyere enn for ren elektrisk oppvarming når avskrivningskostnadene taes med.

1.0 INNLEDNING

Frem til 1970-årene gjennomførte NBI flere systematiske målinger av brensels- og elektrisitetsforbruk i forskjellige kategorier boligbygg med ulik isoleringsgrad og med alle aktuelle kombinasjoner av oppvarmingsmetoder og energibærere.

En viktig del av undersøkelsene var å finne virkningsgraden ved de forskjellige typer fyringsanlegg, dvs. å fastlegge hvor stor del av det enkelte brensels latente varmeenergi som ble overført til nyttig varme i boligene. Disse årsvirkningsgrader har i praksis vist seg å spenne over et meget stort område (40-80 %) avhengig av anleggstype, kvalitet, drift og vedlikehold. Virkningsgraden i praktiske anlegg kan ofte ligge meget langt fra verdier basert på laboratoriemålinger.

Feltundersøkelser over boligers varmeforbruk viser at det alltid er meget store variasjoner i energiforbruket fra en bolig til en annen, selv når det dreier seg om samme hustype med samme varmeisolering og beliggenhet og samme oppvarmingsmetode. Ved tilstrekkelig stort forsøksmateriale fordeler imidlertid energiforbruket seg alltid jevnt omkring en middelvei som kan sies å være representativ for vedkommende hustype, isoleringsgrad og oppvarmingsmetode.

Spredningen i varmeforbruket for ensartede boliger kan i noen grad forklares ut fra brukernes spesielle varmevaner og ut fra familiens størrelse, alderssammensetning og økonomi, men også andre forhold har innvirkning på forbruket.

Det har også vist seg at middelveien for det nyttige energiforbruket til boligoppvarming i høy grad er avhengig av selve oppvarmingssystemet, om det er direkte elektrisk oppvarming, ovnsfyring, sentralvarme med varmluft eller radiatoranlegg og fjernvarmeanlegg.

Det er f.eks. stor forskjell i energiforbruket om elektrisitet benyttes direkte i elektriske varmeovner i hvert rom eller om oppvarmingen skjer via et sentralvarmeanlegg (fjernvarmeanlegg) med oppvarming fra en elektrokjele. I tillegg kommer effekten av ulik energidebitering, individuell/kollektiv avregning og bruk av varmfordelingsmålere ved sentraloppvarming i boligblokker.

I løpet av de siste årtier har det skjedd store endringer i mange av de forhold som har innvirkning på folks oppvarmingsvaner og energiforbruk. Det har vært en økende levestandard med større krav til komfort. Mengden av energiforbrukende husholdningsutstyr har økt og i vesentlig grad bidratt til romoppvarmingen. Nytt og mer effektivt utstyr i varmeanlegg, termostatregulering, endret familiestruktur etc. har også innvirket på energiforbruket. Etter energikrisen i 1973/74 har vi fått boliger med bedre varmeisolering og tetthet, ukonvensjonelle oppvarmingsmetoder, sterkt økende energipriser og en mer bevisst holdning til energiøkonomisering (enøk).

Alle disse forhold gjør det nødvendig med nye undersøkelser for å finne frem til pålitelige verdier for dagens varmeforbruk, varmeforbruksfordeling og varmekostnader i den norske boligmasse. Undersøkelser som ser på varmeforbruket ved de forskjellige boligkategorier med ulike grader av bygningsisolering, bygningstetthet, forskjellige oppvarmingssystemer, energibærere, driftsforhold, reguleringssystemer og andre enøk-tiltak.

Siden energikrisen 1973/74 har så godt som alle energiprojekter innen bygningssektoren vært fokusert mot enøk. Den direkte målsettingen har vært å finne frem til metoder eller systemer som kan redusere dagens og fremtidens energiforbruk.

Dokumenteringen av resultatene ved disse enøk-prosjekter har som regel vært basert på enten rent teoretiske beregninger (EDB-modeller o.l.) eller spesielle pilotprosjekter. Disse har kun omfattet et fåtall forsøkshus og utprøving av resultatene har vært gjort under ideelle driftsforhold. I forsøksperioden har i alminnelighet såvel prosjektleder som beboere/driftspersonell

vært interessert i et positivt driftsresultat. Brukerne har meget store muligheter for, bevisst eller ubevisst, å påvirke energiforbruket på en for dem gunstig måte i måleperioden. Erfaringer fra feltundersøkelser tyder på at de praktiske forhold ofte kan ligge langt fra de resultater som presenteres i disse forskningsrapporter.

Et sikkert kjennskap til de virkelige energi-forbruk og -kostnader i landets boligmasse er en absolutt forutsetning for riktige beslutninger om tiltak, prioritering, innsats m.m. på de forskjellige enøk-områder.

En kartlegging av disse forhold kan bare skje gjennom systematiske masseundersøkelser i felten.

1.1 Målsetting og gjennomføring

Prosjektet har hatt som mål gjennom feltmålinger å gi en fullstendig sammenstilling og analyse av energi-forbruk, -forbruksfordeling, -forbrukseffektivitet (virkningsgrader) og oppvarmingskostnader av boliger av forskjellig kategori, isolasjonsgrad, beliggenhet og med forskjellige typer varmeanlegg og energibærere.

Dette har en bare til en viss grad lykkes med. Fastleggelse av virkningsgrader til småhus- og villakjeler er f.eks. basert på målinger etter innjustering og service på anleggene. Disse målingene tilhører ikke anleggene som det er utført systematiske målinger på.

Feltemålinger har forsøkt å kartlegge forhold som:

- Totalt energiforbruk og analyse av energiforbruket for de forskjellige bruksmål som romoppvarming, varmtvannsberedning og elektrisk husholdningsforbruk
- Relative varmeforbrukstall (i forhold til referansenorm).
- Energiutnyttelse (anleggenes virkningsgrad)
- Varmesystemenes anleggskostnader, vedlikehold (levetid) og drift
- Samlede oppvarmingskostnader

Prosjektet har vært delt opp i følgende faser:

Fase 1. 1986-88.

- Innhenting av adresselister over aktuelle boliger.
- Kartlegging av tekniske installasjoner og intervju med beboere.
- Feltnmåling av tetthet og termografering.
- Feltnmåling av totalforbruk.
- Bearbeiding av energiforbrukstall og vurdering av måleresultater i forhold til data gitt i intervju/spørreskjema.

Fase 2. 1989.

- Feltnmåling av energiforbruksfordeling.
- Feltnmåling av varmesystemenes virkningsgrad.
- Registrering av energipriser og oppvarmingssystemers anleggskostnader.
- Bearbeiding og analyse av tallmaterialet.

Arbeidet med gjennomføringen av fase 1 ble påbegynt våren 1986 med å kontakte boligbyggelag, borettslag, ferdighusleverandører og energiverk for å finne frem til aktuelle boliger etter følgende kriterier:

- Grupper av like hus med beliggenhet i henholdsvis kyststrøk og innland.
- Grupper av like hus med forskjellig isolasjonsgrad, ifølge byggeforskriftenes krav før og etter 1981 og med forskjellig oppvarmingssystem.
- Forskjellige hustyper (eneboliger, rekkehus og blokker).
- Boliger som har gjennomført forskjellige former for enøk-tiltak.

Disse krav har bare delvis latt seg realisere. Spesielt har det vist seg vanskelig å finne frem til småhus bygd etter 1981 med annen oppvarming enn elektrisitet. Av de utvalgte boliger er det dessuten bare en del boligblokker som har utført enøk-tiltak.

1.2 Valg av boliger

Undersøkelsen omfatter såvel boligblokker som grupper av småhus og rekkehus. I alt er det undersøkt ca. 850 leiligheter fordelt på følgende hustyper:

Frittliggende eneboliger	:	13	hus
Vertikaldelte 2 m. boliger	:	39	leiligheter
Rekkehus	:	140	"
Boligblokker	:	655	"

Mens samtlige boligblokker ligger i Oslo-området, er småhus og rekkehus geografisk fordelt på Oslo, Fredrikstad, Hønefoss, Bergen, Stavanger og Harstad.

Anlegg med individuell el-oppvarming.

I alt har åtte anlegg med til sammen 192 leiligheter individuell el-oppvarming. To av disse er boligblokker, de øvrige fordeler seg på småhus og rekkehus. Seks anlegg har individuell el-oppvarming av varmt forbruksvann, mens ett anlegg har sentral varmtvannforsyning fra elektrokjele.

Anlegg med sentraloppvarming.

Av denne typen er det undersøkt sju anlegg med i alt 674 leiligheter.

Mens to av anleggene består av rekkehus, er de øvrige boligblokker. Samtlige anlegg har sentral varmtvannsforsyning.

Ved utvelgelsen av småhus/rekkehus er det lagt spesiell vekt på å finne frem til grupper av like hus med forskjellig geografisk beliggenhet.

Dermed oppnås to ting:

- Ved identisk like hus/leiligheter med samme beliggenhet og varmesystem kan parametre som klima og isolasjonsgrad utelukkes når en skal vurdere årsaken til variasjoner i energiforbruket.

- Ved ulik beliggenhet kan betydningen av klimavariasjoner bestemmes.

Samtlige småhus og rekkehus som inngår i undersøkelsen består av grupper av like hus. Bortsett fra eneboligene har de også ulik geografisk beliggenhet.

Ved utvelgelsen av boligblokker er det lagt vekt på å finne frem til anlegg med forskjellig varmesystem for å kunne vurdere effekten av disse. Som det vil fremgå av anleggsoversikten har dette bare til en viss grad latt seg gjennomføre.

Ved en undersøkelse som dette er det viktig at forsøksmaterialet er tilstrekkelig stort til å kunne fastsette et midlere energiforbruk som kan sies å være representativt for den hustype som undersøkes. Dette kan bare til en viss grad sies å være tilfelle her.

Anleggsoversikt

En oversikt over de undersøkte boligtyper fremgår av tabell 1. I kodebetegnelsen for anleggsnummer står B for blokker, E for eneboliger, R for rekkehus og T for vertikaldelte 2-mannsboliger. Anleggene er fortløpende nummerert innen hver boligtype.

TABELL 1. Anleggsoversikt

Anl nr.	Sted	Bygge- år	Antall hus/ leil.	Br.areal pr.hus/ leil. m ²	1)Oppvarm.		1)Varmt vann	Ventilasjon
					Hoved	Til- legg		
B01	Brockmgt. B/L, Oslo	1947	30	88,5	Ie	-	Ie	Naturlig
B02	" " "	1947	30	88,5	Se/So	-	Se/So	"
B03	Lunden 7-17 "	1964	122	73,0	Sf	-	Sf	"
B04	" 19-21, "	1964	44	69,1	Ie	-	Se	"
B05	Refstad B/L, "	1955	84	78,7	Sf	-	Sf	"
B06	Skovbakken B/L, "	1982	178	91,0	Sf	-	Sf	Mek.avtr.
B07	Øvre Silkestrå B/L"	1983	167	103,8	Sf	-	Sf/Ie	"
E01	Grønnebakken, Harstad	1986	13	154,0	Ie	Ved	Ie	"
R01	Hengsle, Hønefoss	1976	21	126,4	Ie	"	Ie	Naturlig
R02	Kleppemarka, Stavanger	1974/75	26	126,4	Ie	"	Ie	"
R03	Skovbakken B/L, Oslo	1982	74	86,5	Sf	-	Sf	"
R04	Nyjordstubben ,Oslo	1986	19	115,0	ISf	-	ISf	Mek.avtr.
T01	Arnatveit, Bergen	1985/86	27	95,8	Ie	Ved	Ie	"
T02	Kjølsunn, Fredrikstad	1985/86	12	95,8	Ie	"	Ie	"

1) Ie = Individuell elektrisk

Se = Sentraloppvarming, elektrisk

Sf = Sentraloppvarming, fjernvarme

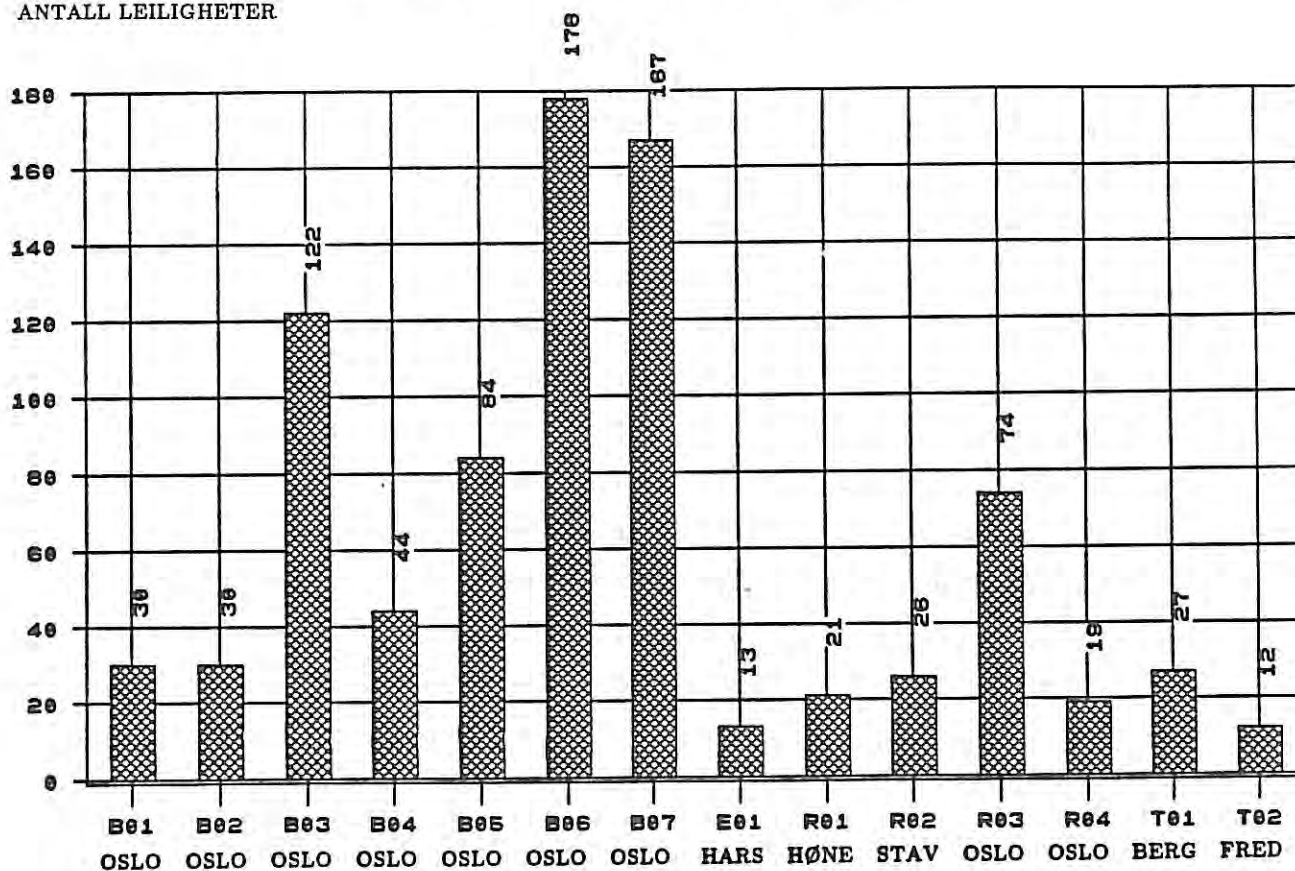
So = Sentraloppvarming, olje

ISf = Individuell sentraloppvarming, fjernvarme.

- 1) Boligblokkene med anl.nr. B01 og B02 tilhører samme borettslag. De er gitt forskjellig anl.nr. fordi laget består av to blokker med hhv. individuell el-oppvarming og sentraloppvarming av leilighetene.
- 2) Boligblokkene med anl.nr. B03 og B04 er identiske, men tilhører forskjellige borettslag.
- 3) Boligblokkene med anl.nr. B06 tilhører samme borettslag som rekkehusene med anl.nr. R03. Begge er tilknyttet samme fjernvarmeanlegg.
- 4) R01 og R02 identiske rekkehus.
- 5) T01 og T02 identiske vertikaldelte 2-mannsboliger.

GEOGRAFISK ANLEGGSOVERSIKT

ANTALL LEILIGHETER



FIGUR 1. Geografisk fordeling av de ulike anlegg

1.3 Måleprogram - registreringer

Fra de lokale el-verk er det innhentet oppgave over årsforbruket av elektrisitet og fjernvarme. Fra noen anlegg har det vært mulig å fremskaffe data for årene 1981 til 1988. Fra de nyeste anleggene foreligger data kun for ett/to år.

Fra beboerne i småhus og rekkehus foreligger anslag på årsforbruket av ved og parafin som tilleggsvarme, og for de boligblokker som benytter olje til oppvarming foreligger oppgave over årsforbruket. På bakgrunn av dette tallmaterialet er det totale årsforbruk av energi bestemt som et gjennomsnitt pr. leilighet/hus for de forskjellige anlegg. I tillegg er det også foretatt regelmessige avlesninger av samtlige kWh-målere og varmemengdemålere hver mnd. i ca. 6 mnd. av 1987.

I 1989 er det for et begrenset antall boliger sett på energifordelingen ved at det er inninstallert kWh-målere på flere av husenes kurser. Her er det forsøkt å registrere hva som går med til oppvarming og ventilasjon, varmt tappevann og husholdningselektrisitet i den utstrekning det har vært mulig å skille disse. I de fleste norske boliger som har elektrisk oppvarming, er lys, tekniske installasjoner og panelovner knyttet til felles kurser. Som regel er det en egen kurs for varmtvannsbereder, men en finner også her lys, dypfrysere o.l. knyttet til denne kursen. Dette gjør at en må bruke et visst skjønn for å vurdere forbruket til varmt tappevann, mens forbruket til husholdning og oppvarming ikke har latt seg atskille.

For boliger med sentraloppvarming (fjernvarme) har det vært lettere å skille mellom oppvarming, varmt tappevann og husholdningsel. Dette er anlegg hvor totalforbruket for hele boligområdet registreres og som derfor har felles avregning. Noen få leiligheter i et nytt boligområde i Oslo, som har sentraloppvarming (fjernvarme), har individuell avlesning av oppvarming, varmt tappevann og husholdningsel. Her har det vært mulig å skille mellom forbruket til oppvarming, varmt tappevann og husholdningsel. for hver enkelt husstand.

I tillegg til å registrere energiforbruket er det også i enkelte hus utført målinger av husenes tetthet i kombinasjon med termografering.

1.4 Registreringsskjema

For å få en oversikt over forhold som kan forklare individuelle forskjeller i energiforbruk, ble det sendt ut spørreskjemaer til hver husstand i boligblokkene. I tillegg ble de tekniske anlegg gjennomgått med vaktmester/forretningsfører.

I småhus og rekkehus ble beboerne intervjuet.

Av de forhold som ble registrert var:

- Ventilasjonsforhold.
- Uteklimaforhold (utsatt, moderate).
- Beboerkategori (antall, alder, økonomi, familieforhold o.l.).
- Oppvarmingssystem (flere systemer, varianter).
- System for varmt forbruksvann.
- Energibærer (forskjellig brensel, elektrisitet).
- Energistyring (termostater, tidsur o.l.).
- Debiteringsform (individuell, kollektiv).
- Energisparetiltak.
- Antall og type elektriske husholdningsapparater.
- Innetemperatur.

1.5 Bestemmelse av årlige varmekostnader

De årlige varmekostnader er begrenset til å omfatte selve driftskostnadene. De er basert på de reelle energipriser på olje, elektrisitet og ved for de aktuelle år og geografiske steder. Det er imidlertid utført en kalkyle av investeringskostnader for eneboliger, rekkehus og blokker basert på dagens priser. Dette er nærmere beskrevet i kapittel 5.

2.0 BOLIG- BEFOLKNINGS- OG ENERGISTATISTIKK

En forutsetning for å kunne trekke relativt sikre slutninger om energiforbruket i norske boliger er at det foreligger tilfredsstillende bolig- befolkning- og energistatistikk. Dessverre er noen av disse statistikkene mangelfulle på enkelte områder. Energistatistikken som foreligger gir riktignok oppgaver over totalforbruket i boliger, men den gir ingen opplysninger om energiforbruket for de forskjellige boligtyper og oppvarmings-system eller hvordan forbruket fordeles på type forbruk (oppvarming, varmtvann, lys og elektrisk husholdningsutstyr). En vesentlig mangel ved boligstatistikken er at den ikke viser utviklingen i totalt boligareal (m^2 boligflate).

Forskjellige utredninger og publikasjoner viser ofte betydelig varierende tall. Årsaken til dette er flere, men skyldes i hovedtrekk følgende forhold:

- Innsamling av energiforbrukstall av forskjellige energibærere har opp gjennom årene vært fordelt på flere instanser uten at noen har hatt direkte ansvar for dette.
- Manglende statistiske data fører til skjønnsmessige beregninger når energiforbruket skal fordeles på forskjellige forbrukertyper. For den delen av energiforbruket som går til boliger kan det i tillegg by på problemer å fordele det på de ulike typer boliger og oppvarmingsformer, samt å bestemme en korrekt energiforbruksfordeling. Der er også uklart i hvilken grad forbruket til fritidshus er medtatt i statistikken. Dette gjelder spesielt forbruk av strøm, parafin og ved.
- Det skilles ikke klart mellom tilført (brutto) og nyttiggjort (netto) energi. Omregning fra brutto til netto energi er dessuten avhengig av hvilken virkningsgrad som brukes.

- Det benyttes forskjellige faktorer for omregning til felles energienhet.
- Enkelte forbrukstall er temperaturkorrigert, andre ikke.
- Netto og brutto boligflate brukes om hverandre.

2.1 Boligmasse og befolkning i Norge

Utviklingen i den totale boligmasse samt boligflate for eneboliger, rekkehus og blokker i perioden 1969-1988 er vist i tabell 2.

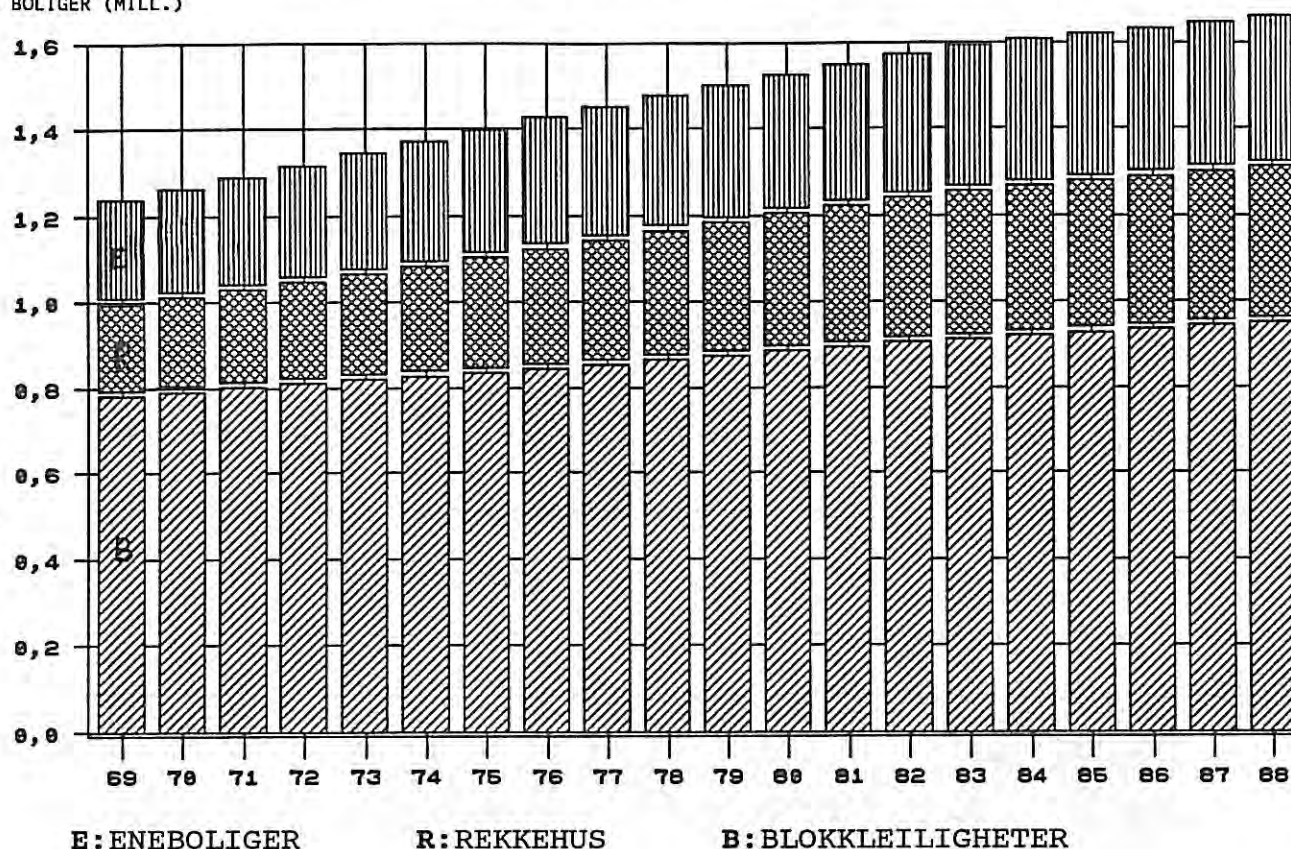
Med den gruppering av boliger som er gjort i tabellen, er rekkehus og tomannsboliger plassert under rekkehus, mens blokker, terrassehus, andre hustyper, tilbygg og boliger i kombinerte bygg er plassert under blokkleiligheter.

TABELL 2. Boligmasse og befolkning i Norge 1969 - 1988.

ÅR	TOTALT ANTALL BOLIGER MED AREALER						BEFOLKNING OG BOTETTHET		
	SUM ENEBOLIG	ENEBOL M2	SUM REKKEHUS	REKKEH M2	SUM BLOKKL	BLOKK M2	BEFOLKNING ANT	SUM BOLIGER	BOTETTHET PERS/BOLIG
1969	780349	75496622	215645	17056681	242031	15601777	3863221	1238025	3.12
1970	791553	76777042	220658	17515767	249347	16114721	3888305	1261558	3.08
1971	801429	77917756	227934	18170828	257656	16695388	3917773	1287019	3.04
1972	810691	78993877	236641	18949815	267558	17384698	3948235	1314890	3.00
1973	818521	79919352	246203	19802844	279155	18189606	3972990	1343879	2.96
1974	826653	80876597	256557	20724460	286787	18724102	3997525	1369997	2.92
1975	835049	81861615	268503	21783944	294415	19258325	4017101	1397967	2.87
1976	843625	82865569	279749	22782807	302850	19847585	4035202	1426224	2.83
1977	852799	83932521	290522	23735949	308263	20228937	4051208	1451583	2.79
1978	863225	85132396	301579	24714235	312709	20544787	4066134	1477513	2.75
1979	872616	86224758	311793	25619987	316654	20826770	4078900	1501063	2.72
1980	883754	87502339	321108	26448518	321422	21165376	4092340	1526285	2.68
1981	893543	88721484	328683	27131171	325574	21530003	4107063	1547800	2.65
1982	904595	89857869	336642	27854331	331589	22041962	4122511	1572826	2.62
1983	912421	90906083	342562	28403379	336656	22469225	4134353	1591639	2.60
1984	920383	92019571	347549	28835064	340539	22704093	4145845	1608471	2.58
1985	927650	93100646	350786	29146457	341888	22767650	4159187	1620323	2.57
1986	935210	94252704	353721	29438849	342660	22808514	4174005	1631591	2.56
1987	943978	95476834	356931	29747586	344289	22948707	4198289	1645197	2.55
1988	950639	96472123	361831	30204269	348123	23245586	4220686	1660593	2.54

BOLIGUTVIKLINGEN I NORGE 1969 - 1988

ANTALL BOLIGER (MILL.)



FIGUR 2. Boligutviklingen i Norge

Figur 2 viser endringen i boligmassen i Norge fra 1969 til 1988, fordelt på eneboliger, rekkehus og blokkleiligheter. Den årlige nettotilvekst av boliger var på slutten av 60-tallet omkring 2%, mens den 20 år senere er redusert til under 1%.

Det er regnet med en sanering av boliger på 1% for boliger som er oppført før 1955.

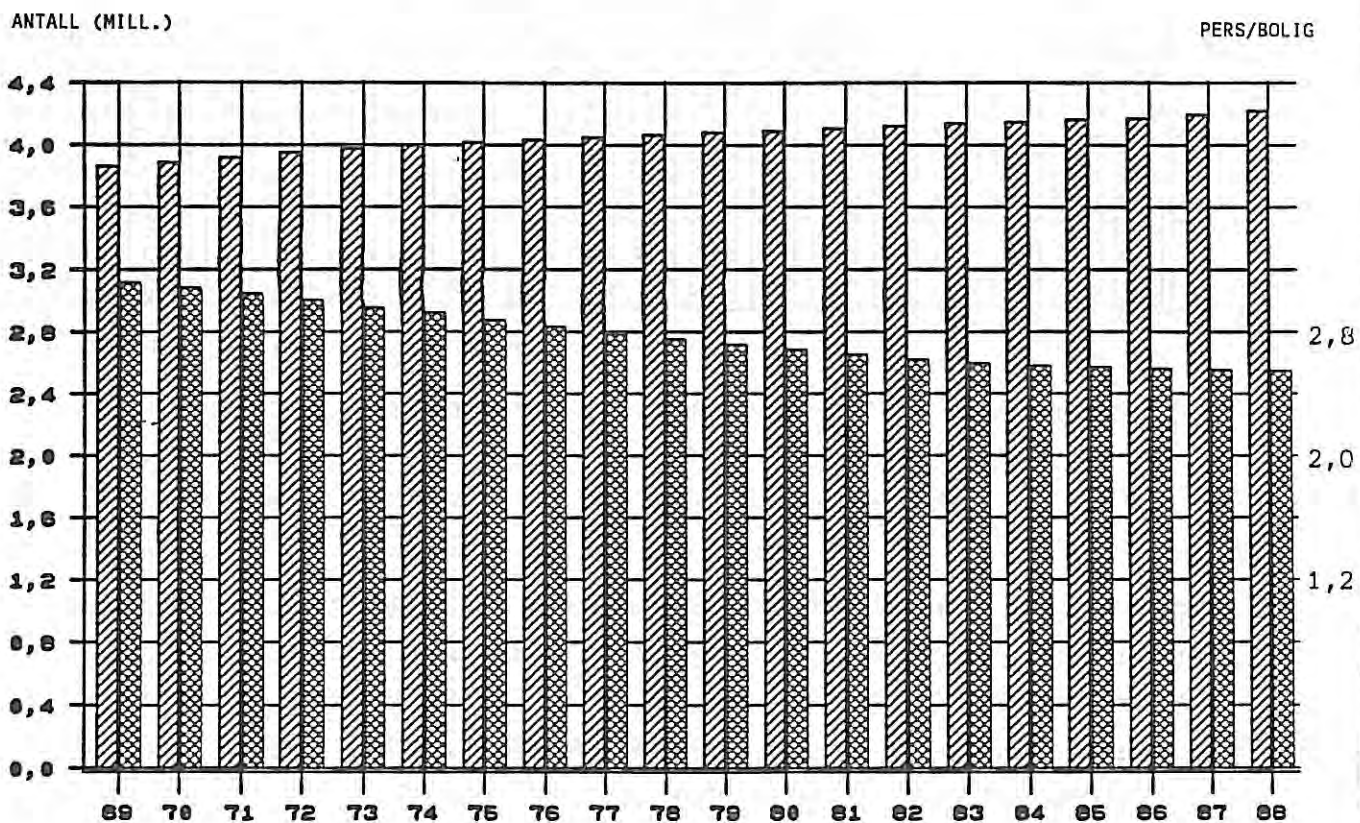
Fordelingen mellom eneboliger, rekkehus og blokkleiligheter har endret seg slik at andelen av boliger under gruppen rekkehus har økt med ca. 5 % i perioden, fra 17 % i 1969 til 22 % i 1988, hovedsakelig på bekostning av eneboliger. Andelen boliger under gruppen blokkleiligheter har stort sett holdt seg konstant og utgjør ca. 21 % av boligmassen.

Fordelingen i 1988 var:

Eneboliger	57 %
Rekkehus	22 %
Blokkleiligheter	21 %

I løpet av perioden har gjennomsnittlig boligflate for alle typer boliger sett under ett, økt med ca. 5 m², fra 85 m² til 90 m².

NORGES BEFOLKNING 1969 - 1988
BOTETTHET, PERSONER PR. BOLIG



FIGUR 3. Norges befolkning

Figur 3 viser veksten i Norges befolkning. I 1988 var det 4,22 millioner mennesker i Norge. Ser en på botettheten, dvs. befolkning delt på antall boliger viser den en reduksjon på 20% i tidsrommet 1969 til 1988. Botettheten er redusert fra 3,1 personer pr. bolig i 1969 til 2,5 i 1988.

2.2 Energiforbruket til boliger

De statistiske data som foreligger over energiforbruk gir ingen holdepunkter for å bestemme den andel av totalforbruket som har gått til boligoppvarming. Det samme gjelder forbruk til varmtvann, koking, lys og elektrisk husholdningsutstyr, og den del av dette forbruket som bidrar til oppvarming.

Basert på oppgaver over forbruket av elektrisk energi og brensel viser tabell 3 en samlet oversikt over totalt tilført energi til boliger i perioden 1969 - 1988. (Energi tilført fra solvarme og fjernvarmeanlegg via søppelforbrenning er ikke medtatt i oversikten).

TABELL 3. Årlig totalforbruk av energi til boliger

ÅR	El. GWh	Olje GWh	Parafin GWh	Ved o.l. GWh	Koks/kull GWh	Totalt GWh
1969	12900	8062	3364	2709	1300	28335
1970	13570	8596	4029	2525	983	29703
1971	13650	8282	4162	2281	1022	29397
1972	14230	8480	4550	2058	942	30260
1973	14840	7146	4162	1867	747	28762
1974	15520	5359	2880	1930	630	26319
1975	16330	4153	3340	2078	551	26452
1976	18928	5603	4400	2215	553	31698
1977	20375	5392	4447	3150	433	33797
1978	20942	5272	4769	3406	394	34783
1979	22344	5533	5078	4200	394	37550
1980	22522	5428	4281	4664	356	37250
1981	23872	4911	3047	4664	356	36850
1982	25081	4628	2383	4664	356	37111
1983	25775	4264	1850	4664	356	36908
1984	26878	3817	1850	4831	356	37731
1985	28911	4217	2242	4994	339	40703
1986	29922	4933	2586	5136	194	42772
1987	30214	4908	2753	5217	158	43250
1988	29892	4522	2539	5169	125	42247

I kolonnen for ved inngår også torv og det er dessuten usikkert hvor stor del av vedforbruket som f.eks. går til fritidshus.

Utviklingen viser at en stadig større del av energiforbruket til boliger er basert på elektrisitet. Av tilført energi til boliger i 1969 utgjorde el. 45% av totalforbruket, mens det 20 år senere hadde økt sin andel av tilført energi til hele 71%. En ser også at forbruket av ved har økt i de senere årene. Ved utgjorde, før oljekrisen i 1973/1974, 6,5% av tilført energi, mens andelen i 1988 utgjorde over 12% av boligenes tilførte energi.

Det som er vel så interessant er å se på fordelingen mellom de forskjellige energibærere av den nyttiggjorte energien, dvs. energiforbruket til oppvarming, tappevann og husholdning. Dermed kommer årsvirkningsgraden for de forskjellige energibærerene inn.

De oppførte verdier for årsvirkningsgrader i tabell 5 er å betrakte som gjennomsnittsverdier. I virkeligheten vil disse variere for de enkelte år avhengig av fyringsbehovet (belastningen), fyringsanleggets kvalitet og innregulering samt den daglige skjøtsel. Ved oljefyrte sentralvarmeanlegg vil virkningsgraden i tillegg avhenge av størrelsen på varmetapene fra fyrkjele og rørlanlegg i kjeller.

Eldre fyringsanlegg vil på grunn av dårligere isolerte kjeler og brennerutrustning ha lavere virkningsgrad enn nye. Dette gjør at årsvirkningsgraden er høyere i 1988 enn i 1969 for oljefyringsanlegg. Det er også, i årsvirkningsgradene, tatt hensyn til varmetapet fra sirkulasjonsledninger og annet utstyr i kjelleretasjen samt en varmegevinst fra varme skorsteiner og redusert varmetap mot delvis oppvarmede kjellere.

2.3 Brennverdi og virkningsgrad

TABELL 4. Brennverdier for forskjellige typer brensel

Brensel	Nedre brennverdi	
	kcal	kWh
Olje	10000 kcal/kg	11,6 kWh/kg
Petroleum	10400 "	12,1 "
Ved	1818 Mcal/m ³	4,5 "
Torv	1000 "	2,1 "
Koks	6800 kcal/kg	7,9 "
Kull	6700 "	7,8 "

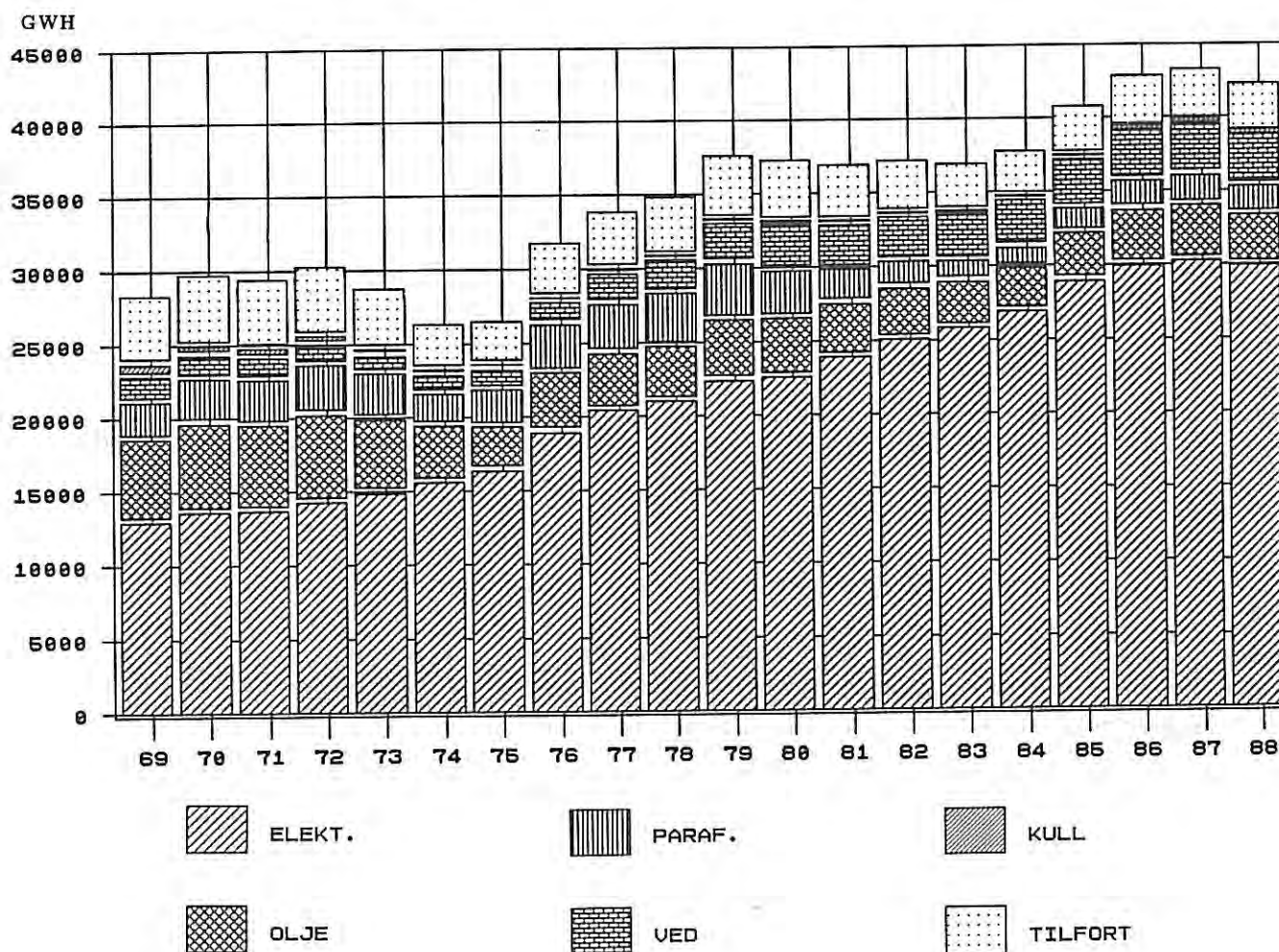
Oljefyrte sentralvarmeanlegg har en bedre årsvirkningsgrad i dag enn for 20 år siden. Dette henger bl. a. sammen med nye brennere og brennkammerutførelser som gir en bedre forbrenning. Dagens kjeler er tettere og har røkgass-spjeld som reduserer gjennomstrømningstapet. Ikke minst leveres det kjeler som er bedre isolert og som er tilpasset oppvarmingsbehovet slik at de utnyttes bedre i fyringsperioden (har kortere stillstandstid).

TABELL 5. Årsvirkningsgrader

Brensel	1969-1973	1974-1978	1979-1983	1984-1988
Olje	70	71	73	75
Parafin	75	75	75	75
Ved	65	65	65	65

I figur 4 er det årlige totalenergiforbruket til boliger av både tilført og nyttiggjort energi vist. For den nyttiggjorte energien utgjør el. 54% i 1969, mens det er øket til 77% i 1988.

ÅRLIG ENERGIFORBRUK TIL BOLIGER I NORGE 1969 - 1988
TILFØRT ENERGI - NYTTIGGJORT ENERGI



FIGUR 4. Tilført- og nyttiggjort energi i norske boliger

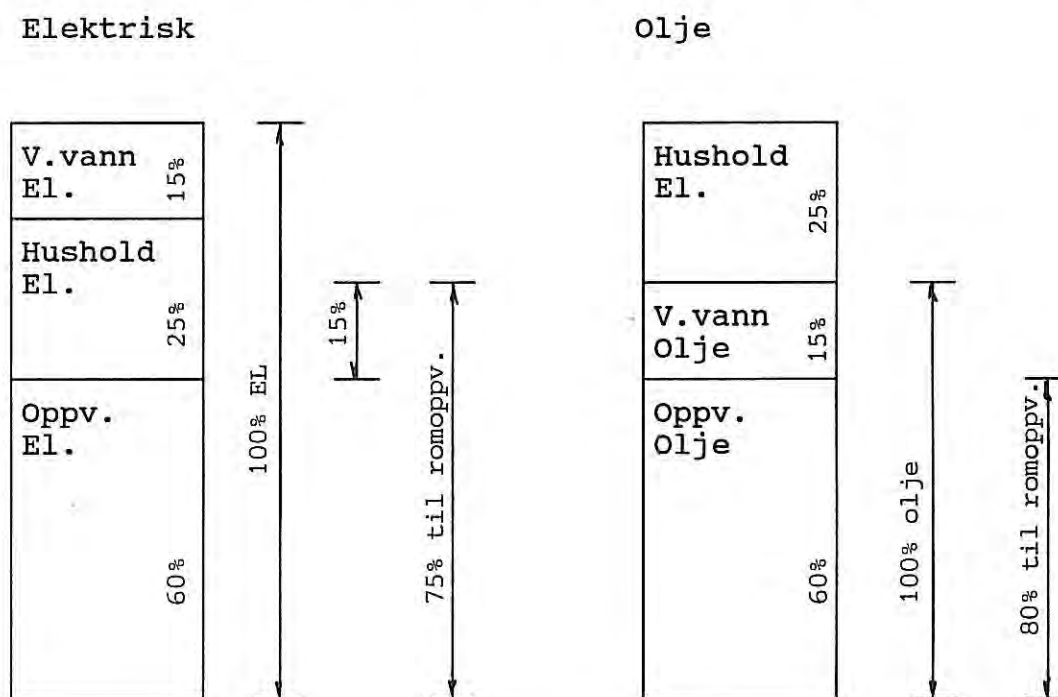
Det spesifikke energibehovet (kWh/m^2 år) for alle norske boliger sett under ett har en utvikling som følger det samme mønster som for det totale energiforbruket. Figur 6 viser utviklingen de siste 20 årene. I tillegg til tilført og nyttiggjort energi er også den del av energien som utgjør oppvarming av boligene tatt

med. Det er her forutsatt at parafin, ved og kull i sin helhet brukes til boligoppvarming.

Av det totale elektrisitetsforbruk i landets samlede boligmasse (lys, koking, varmtvannsberedning og tilsiktet romoppvarming) kan det regnes at 75% av energien bidrar til nyttig romoppvarming, mens de resterende 25% er forbruk til utelys, borttappet varmtvann o.l. Av den nyttiggjorte energien fra olje går 80% til oppvarming av boligene, mens 20% går til varmtvannsberedning (se figur 5). Tallene er beregnet ut fra følgende fordeling, sett over hele året, mellom oppvarming, varmt tappevann og husholdning.

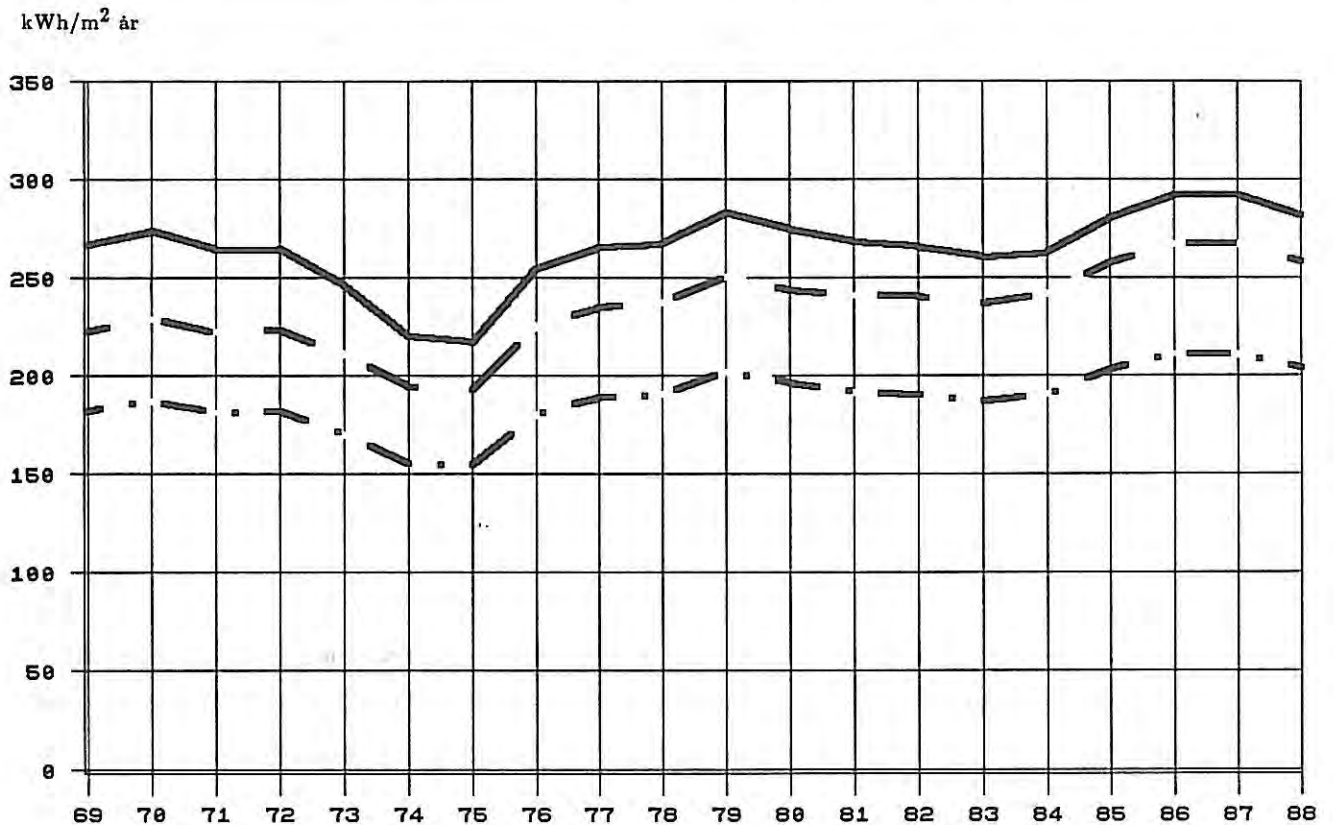
Oppvarming	60%
Varmt tappevann	15%
Husholdning	25%

Det antas at 60% av husholdningsenergien (lys, koking, elektriske husholdningsutstyr o.l.) bidrar til oppvarmingen. Bidraget fra varmtvannsberedning utgjør 500 - 1000 kWh i fyringssesongen og utgjør et vesentlig bidrag til kjøkkenoppvarmingen.



FIGUR 5. Olje og elektrisitets bidrag til romoppvarming

SPESIFIKT ENERGIFORBRUK I NORSKE BOLIGER 1969 - 1988
TILFØRT ENERGI - NYTTIGGJORT ENERGI - ENERGI TIL OPPVARMING



FIGUR 6. Spesifikt energiforbruk i norske boliger

En legger merke til at det registrerte energiforbruket til boliger gikk kraftig ned under og umiddelbart etter oljekrisen i 1973/1974.

Elektrisitets-forbruket har en "jevn" stigning i hele perioden konf. figur 4. I 1976 er det en markert økning av forbruket av el, den kraftigste i hele perioden. Virkningen av høye oljepriser viser seg her for alvor.

3.0 TEORETISK OG VIRKELIG ENERGIFORBRUK I FORSKJELLIGE BOLIGER

I dette avsnittet vil de enkelte anlegg bli presentert. Her vil energiforbruket og varmekostnadene for hvert anlegg eller like anlegg bli vist. Varmekostnadene som blir vist her er energikostnadene pr. leilighet. Alle grafiske fremstillinger vil presentere energiforbruk og varmekostnader pr. m².

I dette avsnittet vil en forsøke å trekke frem det som er karakteristisk for hvert enkelt anlegg. Generelle betraktninger for de forskjellige anlegge, vil gjøres i det etterfølgende kapittel.

3.1 Årlig energiforbruk

Basert på oppgaver over årlig forbruk av elektrisitet, fjernvarme og fast eller flytende brensel, er totalt energiforbruk beregnet for årene 1981 til 1988 for eldre anlegg. For nyere anlegg vil det kun eksistere oppgaver for noen få år. Energiforbruket er beregnet som gjennomsnitt pr. hus/leilighet og pr. m² brutto areal (utvendig areal). For de enkelte år er midlere el-forbruk beregnet ut fra de leiligheter det foreligger forbrukstall for, uansett om disse har hatt forskjellige beboere i perioden.

Forbrukstallene i tabellene gjelder for den måleperiode som er oppført der. Ettersom disse varierer fra anlegg til anlegg er forbrukstall for måleperiode etter 1. juni ett år ført opp på etterfølgende kalenderår. F.eks. vil forbruk for perioden 1/8-84 - 1/8-85 bli ført opp på kalenderåret 1985. I de tilfeller hvor avlesningsperioden er forskjellig for leiligheter innen ett og samme anlegg, er forbruket omregnet til å gjelde den periode som flertallet leiligheter har.

For småhus/rekkehus som benytter ved som tilleggsvarme, er midlere forbruk pr. leilighet og m² beregnet på bakgrunn av

opplysninger fra beboerne de enkelte steder. De oppgavene som foreligger gjelder for fyringssesongen 1986/87. Disse forbruks-tall også benyttet de øvrige år.

Selv om det for enkelte anlegg foreligger oppgaver over elforbruk fra boligene ble tatt i bruk, har en forsøkt å unngå å bruke forbrukstall det første året. Dette har sammenheng med at innflyttingsdato har variert for de enkelte leiligheter og at forbruket det første året sjelden er representativt for senere års forbruk.

For de fleste anlegg med fjernvarme registreres forbruket til oppvarming og varmt forbruksvann på felles varmemåler. I tabellene er det samlede forbruk til disse formål vist for de anlegg det gjelder.

I enkelte anlegg med sentral varmtvannsforsyning inkluderer forbruket også leveranse av varmtvann til fellesvaskeri. Dette forbruk er medtatt i leilighetenes varmtvannsforbruk.

El-forbruk utenom leilighetene er ført opp under posten "Gårds-anlegg". Dette er forbruk til fellesbelysning, fyrhus, vaskeri og fryseboksanlegg. Forbruk til garasjeanlegg, varmekabler i fortau er spesifisert under posten "Annet" og ikke medtatt ved beregningen av totalforbruket.

Basert på månedsoppgaver fra Meteorologisk Institutt er graddag-tallet beregnet for respektive måleperioder hvert sted. For de steder det ikke foreligger oppgaver, er graddagtallet fra nærmeste værvarslingsstasjon benyttet.

For de anlegg det foreligger tilstrekkelige opplysninger om det spesifikk transmisjonsvarmetap er det foretatt en forenklet beregning av årlig energiforbruk etter NBI's byggdetaljblad G 472.308 og beregninger utført ved hjelp av eksisterende regnemaskinprogram som gjør sine beregninger etter NS3031 "Beregning av bygningers energi- og effektbehov til oppvarming

og ventilasjon" og NS3032 "Bygningers energi- og effektbudsjett. Det virkelige energiforbruket vil foreligge som ukorrigerede verdier under presentasjonen av de enkelte anlegg. Under sammenligningen mellom de forskjellige anleggene vil energiforbruket korrigeres til et normalår.

3.2 De enkelte anlegg

A: ANLEGG B01 OG B02

BOLIGBLOKKER MED INDIVIDUELL EL-OPPVARMING OG SENTRALOPPVARMING

Anlegget består av 2 stk. identiske boligblokker hvorav den ene, B01, har individuell el-oppvarming, og den andre, B02, har romoppvarming og varmtvannsforsyning fra sentralvarmeanlegg. Hver av blokkene har 30 leiligheter og er på fem etasjer. Blokkene ligger høyt og fritt i åpent terreng. Blokkene har felles vaskeri og fryseboks-anlegg. Energiforbruket til vaskeri og frysebokser er derfor delt likt mellom de to blokkene.

GENERELLE HOVEDDATA

1. STED : OSLO, nord
2. BYGGEÅR : 1947
3. LEILIGHETSFORDELING : 30 stk.
4. BYGGEDATA
- 4.1 Brutto areal pr. blokk : 2655,0 m²
- Brutto areal pr. leil. : 88,5 m²

4.2 Isolasjon

Fasader	:	420 mm Trondheimshulmur med 1 1/2 stens mur.
Gavlvegger	:	1 1/2 stens mur, 20 mm min.ull og 1/2 stens bakmur.
Vinduer	:	Doble innadslående (enkle vinduer, noen skader).
Gulv mot kald kjeller	:	50 mm puss, 40 mm min.ull, 140 mm betong.
Tak/himling	:	160 mm betong, 2 x 20 mm matter.

5. OPPVARMING

Anl. nr. B01	:	Direkte elektrisk med veggfaste ovner.
Anl. nr. B02	:	Sentraloppvarming med olje/el.

6. VENTILASJON

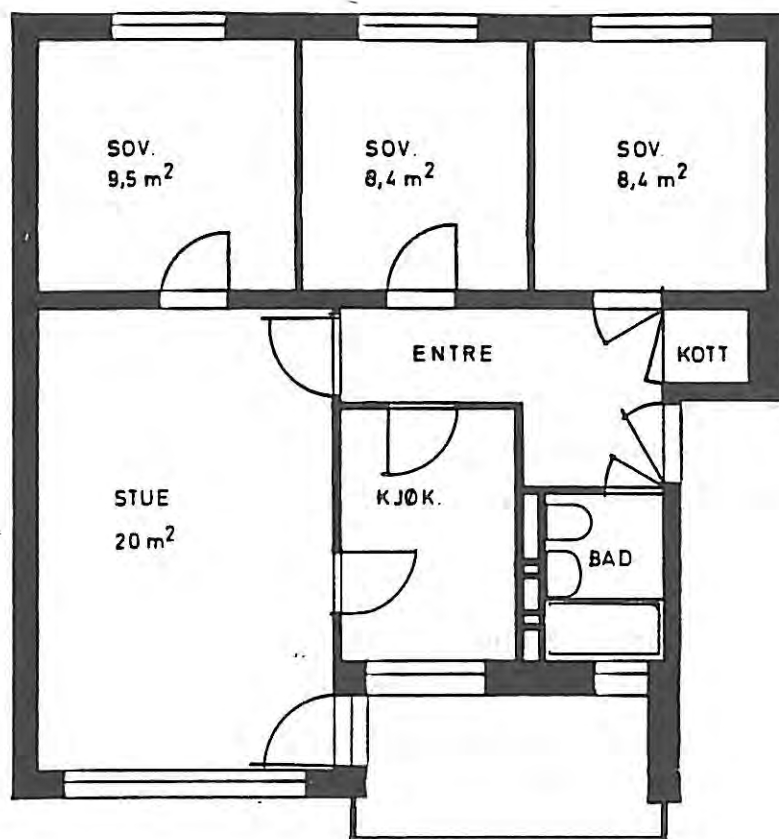
Naturlig

7. ENØK-TILTAK

- Utskifting av vinduer til 3-lags glass, sommeren 1989.

Følgende tiltak er planlagt, men ikke gjennomført:

- Tilleggsisolering av yttervegger
- Montering av termostater på el-ovner
- Utskifting av vannvarmer



FIGUR 7. Typisk leilighet for anlegg B01 og B02

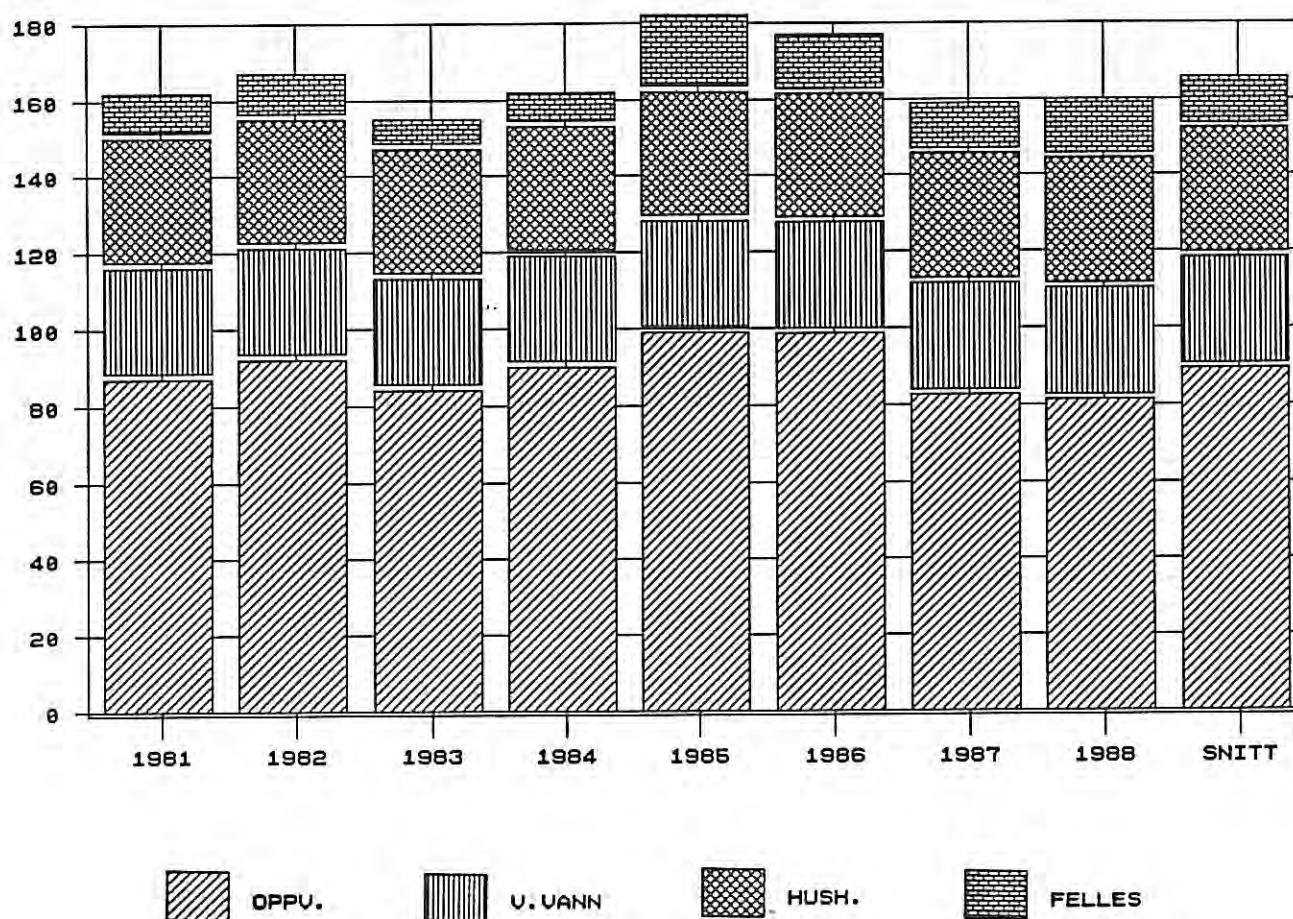
TABELL 6. Spesifikt varmetap for anlegg B01 og B02

	AREAL M ²	U-VERDI W/M ² °C	TEMP.KORR °C	VARMETAP KW/°C
Yttervegger fasader	1118,4	1,22	1	1,364
Yttervegger gavl	263,1	0,87	1	0,229
Tak mot loft	530,8	0,83	0,75	0,330
Gulv mot kjeller	530,8	0,51	0,5	0,135
Vinduer	377,5	2,80	1	1,057
Ytterdører	12,6	2,90	1	0,037
Balkongdører	52,3	2,30	1	0,120
Totalt				3,273

Tabell 7 og figur 8 viser energiforbruket fra 1981 til 1988 for anlegg B01. en viser det totale energiforbruket til oppvarming, varmt forbruksvann og husholdningsel.

Øverst på søylene er energiforbruket til vaskerianlegg og gårdsanlegg vist.

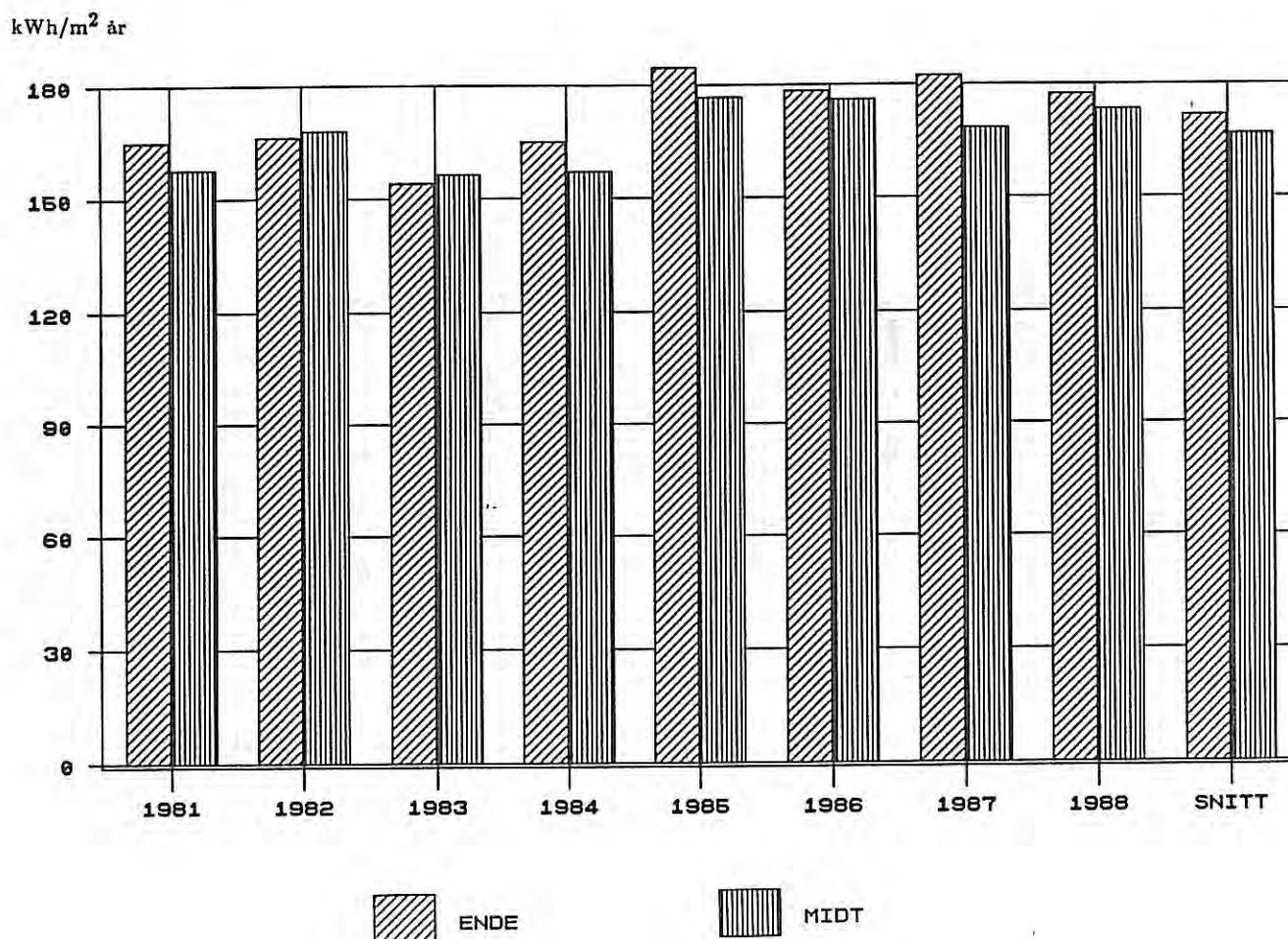
kWh/m² år



FIGUR 8. Energiforbruk i anlegg B01
Individuell elektrisk

Leilighetenes plassering i blokken har en viss betydning for forbruket av energi til oppvarming. I figur 8 er midlere totalenergiforbruk for endeleiligheter og midtleiligheter vist. Med unntak av årene 1982 og 1983 har endeleilighetene noe større

energiforbruk enn midtleilighetene. I gjennomsnitt har de ca 8% høyere forbruk.



FIGUR 9. Midlere forbruk i ende- og midtleiligheter 1981-1988.
Individuell elektrisk

I 1989 er det forsøkt å måle energifordelingen i anlegget. Det har dessverre ikke latt seg gjøre å skille husholdning og oppvarming fra hverandre, men forbruket til varmt tappevann er registrert.

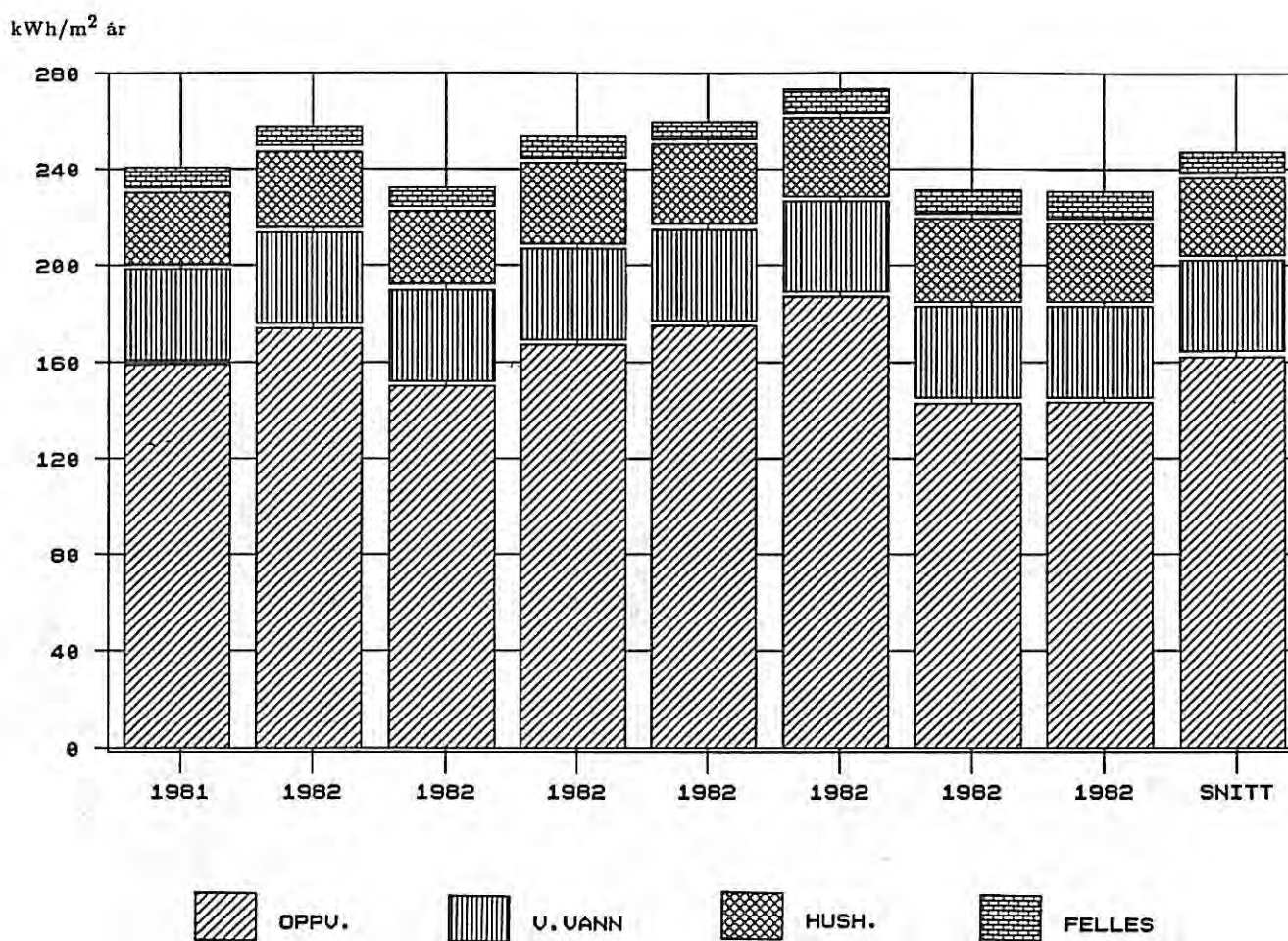
Resultatet fra målinger på 10 leiligheter for de 9 først månedene i 1989 og samtlige (30 stk.) i 1987 er vist i tabell 8. Til sammenligning er forbruket for 1989 regnet om til et helt år med

graddagtall som i året 1987.

TABELL 8. Energifordeling og månedsforbruk i anlegg B01

B01	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	HELE ÅRET
Tot.forbr.1987	2369	2201	1612	870	781	618	455	656	985	14519
Oppv+hush.1989	1239	999	1166	896	426	277	162	280	575	11705
V.vann 1989	328	252	265	258	200	158	129	210	206	2675
Tot.forbr.1989	1567	1251	1431	1154	626	435	291	490	781	14380

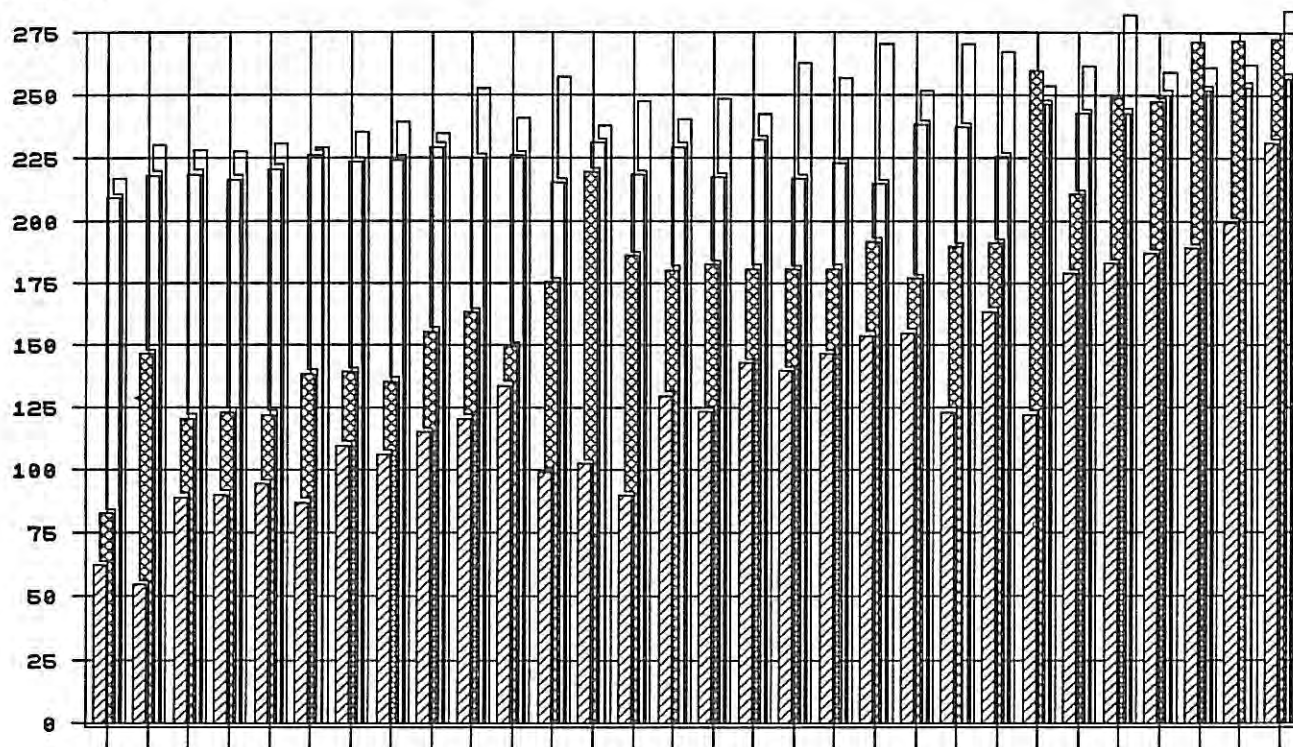
Sammenligner en energiforbruket mellom disse to anleggene ser en at anlegg B02 med sentraloppvarming har et vesentlig høyere energiforbruk enn anlegg B01 som har individuell elektrisk oppvarming.



FIGUR 10. Energiforbruket i anlegg B02

Med de forutsetninger som er gjort er forbruket til oppvarming blitt dobbelt så stort for dette anlegget som for det andre. El-forbruket til leilighetene er her målt direkte, mens varmt forbruksvann er antatt. Også her er fellesforbruket til gårdsanlegg og vaskeri plassert på toppen av søylene.

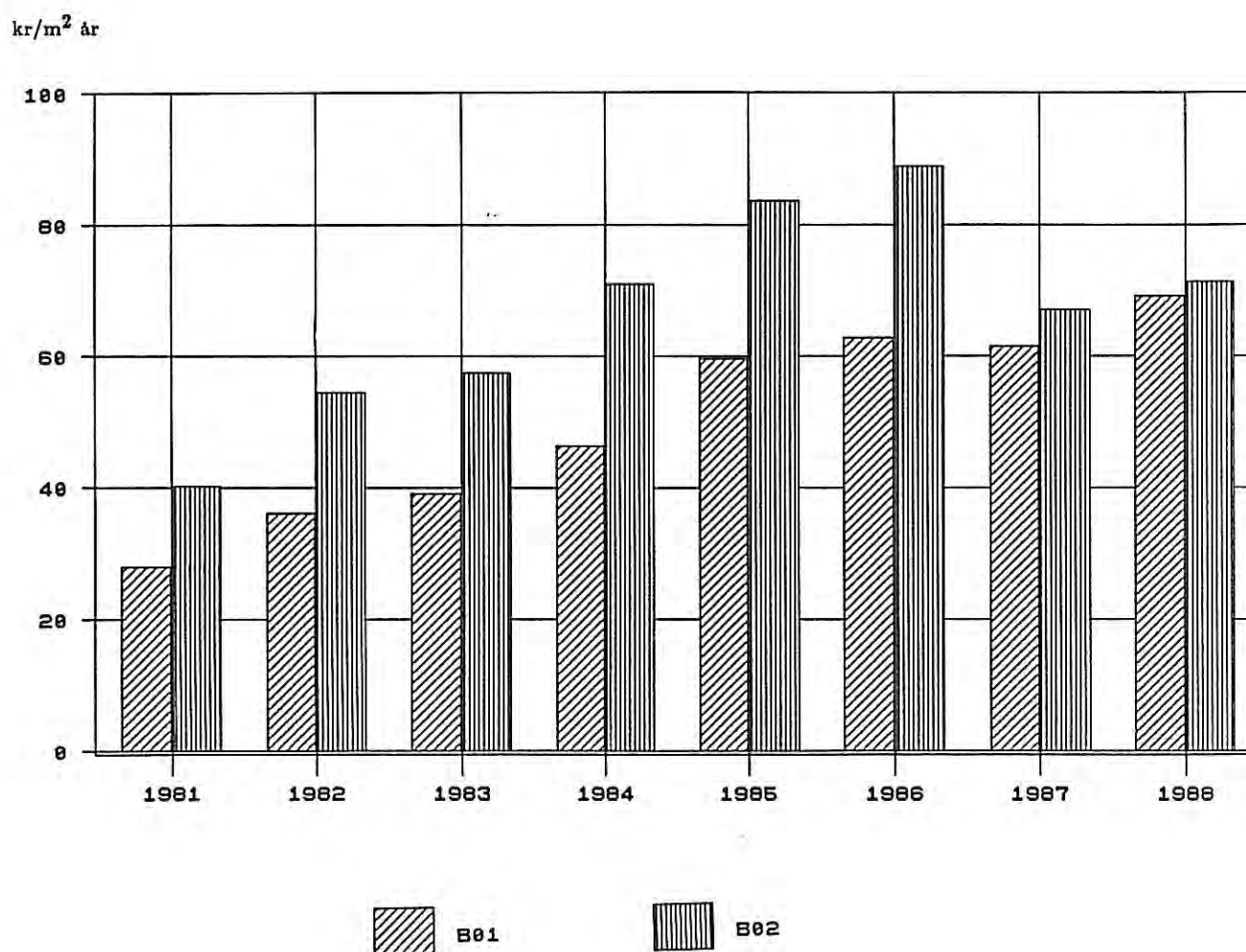
Det er store variasjoner i energiforbruket mellom de enkelte leiligheter i anlegg B01. For perioden 1981-1988 er maks. og min. totalenergiforbruket for begge anleggene vist i figur 10. For anlegget med sentraloppvarming er ikke utslagene så store da forbruket til oppvarming og varmt tappevann fordeles likt på alle leiligheter. Det er bare variasjonene i husholdningsel som kommer frem her. Ser en derimot på anlegg B01, har en variasjon på maks/min forholdet som er meget stor, fra 6000 til 24000 kWh/år leilighet (70-280 kWh/m² år).

kWh/m² år

FIGUR 11. Maks - min energiforbruk i alle leiligheter for anleggene B01 og B02 for årene 1981-1988. Skraverte stolper viser anlegg B01.

seg også utslag på kostnadssiden. Sentralvarmeanlegget for B02 kan bruke både elektrisitet og olje. På dette anlegget har en utnyttet den lave oljeprisen i 1987 og 1988 og klart å redusere energikostnadene til samme nivå som for anlegg B01 etter å ha ligget langt høyere de foregående år.

Figur 11 viser energikostnadene for de to anleggene. Kostnadene er de rene energikostnader for de aktuelle år.



FIGUR 12. Energifkostnader for anleggene B01 og B02

Totalforbruket for de 9 første månedene i 1987 for anlegg B02

Totalforbruket for de 9 første månedene i 1987 for anlegg B02 er vist i tabell 10.

TABELL 10. Månedsforbruk i anlegg B02

B02	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	HELE ÅRET
Tot.forbr.1987	4171	2986	3261	1639	877	290	244	434	1181	20692

B: ANLEGG B03
BOLIGBLOKKER MED SENTRALOPPVARMING

Anlegget består av seks boligblokker på fire etasjer. Blokkene ligger fritt i åpent terreng, godt skjermet av en bakkekam og bebyggelse mot nordøst.

Det målte forbruket i leilighetene representerer kun forbruk til husholdning. Det elektriske forbruket utenom leilighetene går til fellesbelysning, vaskeri, fyrhus, fryseboksanlegg og garasjeanlegg.

Blokkene er identiske med blokkene i anlegg B04.

GENERELLE HOVEDDATA

- | | | | |
|-----|------------------------|---|--|
| 1. | STED | : | OSLO, nord |
| 2. | BYGGEÅR | : | 1964 |
| 3. | LEILIGHETSFORDELING | : | 4-roms: 64 stk.
3- " : 21 "
2- " : 18 "
1- " : 19 "

I alt : 122 stk.
----- |
| 4. | BYGGEDATA | | |
| 4.1 | Brutto areal ialt | : | 8910,0 m ² |
| | Brutto areal pr. leil: | | 73,0 m ² |
| 4.2 | Isolasjon | | |
| | Fasader | : | 75 mm min.ull,
1 1/2 stens skallmur. |
| | Gavlvegger | : | 150 mm betong, 100 + 50 mm
min.ull. |
| | Vinduer | : | Doble glass |

- Tak/himling : 150 mm betong, 2 x 30 mm min.ull plate.
- Gulv mot kald kjeller: 150 mm betong, 75 mm treull, sementplate.

5. OPPVARMING

Sentral romoppvarming og varmtvannsforsyning med fjernvarme.

6. VENTILASJON

Naturlig

7. ENØK-TILTAK

- Etterisolering av gavlvegger med 5 cm min.ull i 1975.

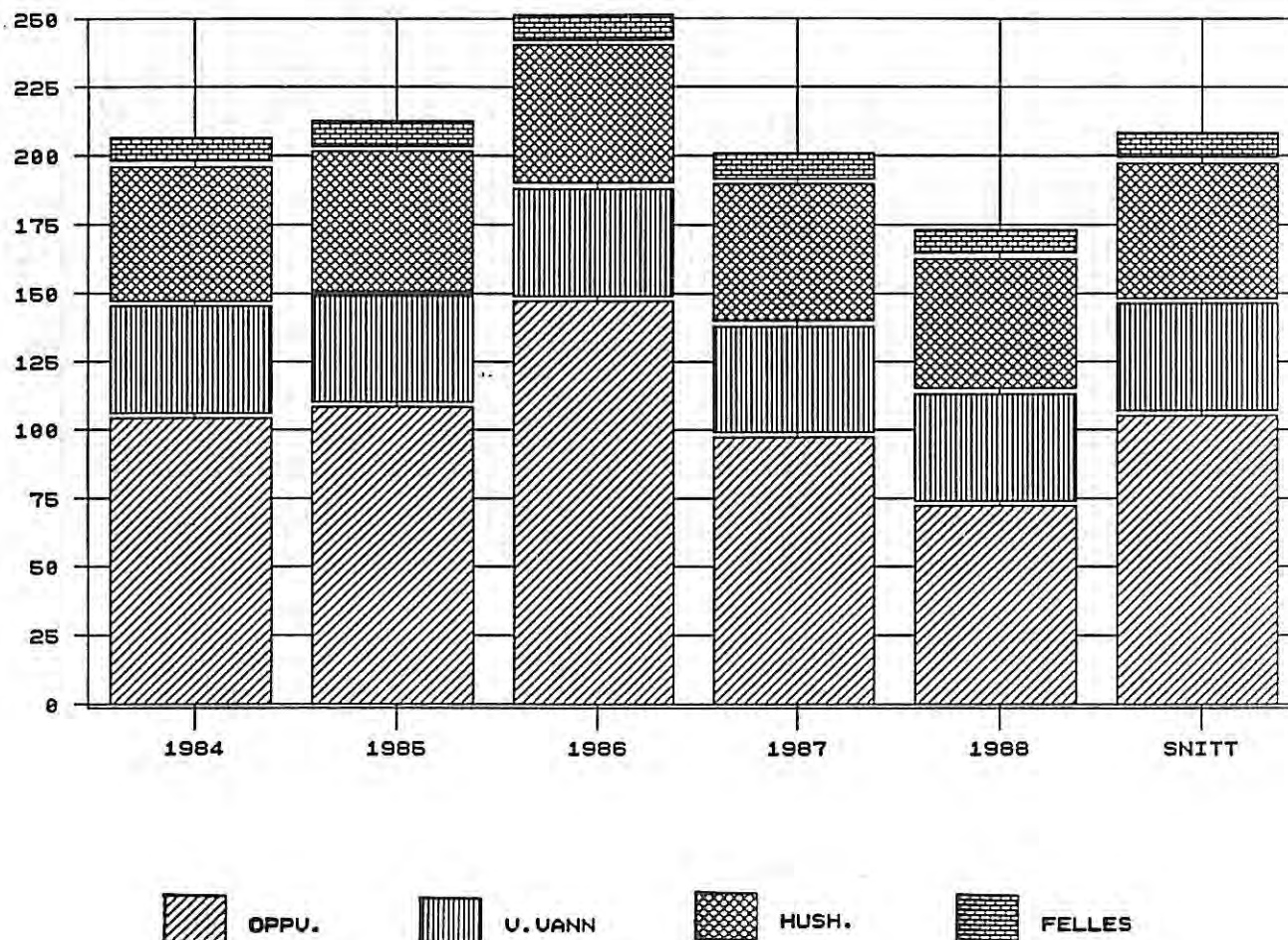
For å beregne forbruket til oppvarming og ventilasjon er det på dette anlegget antatt at forbruket av varmt tappevann er 3000 kWh/år leilighet.

TABELL 11. Energiforbruket i anlegg B03 for årene 1984 - 1988.
Sentraloppvarming

	1984	1985	1986	1987	1988	SNITT
Måleperiode	22/2/84 1/3/85	1/3/85 28/2/86	28/2/86 27/2/87	27/2/87 29/02/88	29/02/88 1/03/89	1984- 1988
Oppv+v.vann Fjernvarme	10598	10885	13697	10082	8221	10697
Husholdning El.	3715	3804	3811	3757	3618	3741
Vaskeri	269	274	275	290	267	275
Gårdsanlegg	338	358	364	360	331	350
Garasjer	167	180	154	175	164	168
Totalt kWh/år leil	15088	15501	18301	14664	12601	15231
Antall leiligheter	122	122	122	122	122	122
Oppvarming kWh/m ² år	104	108	147	97	72	106
V.vann "	41	41	41	41	41	41
Hushold "	51	52	52	51	50	51
Vaskeri+Gård+Garasje "	11	11	11	11	10	11
Totalt kWh/m ² år	207	212	251	201	173	209
Driftskost. kr/år leil	4301	4770	5980	4517	4317	
Graddager Mars-Mars	3817	4267	3999	3753	3520	3871

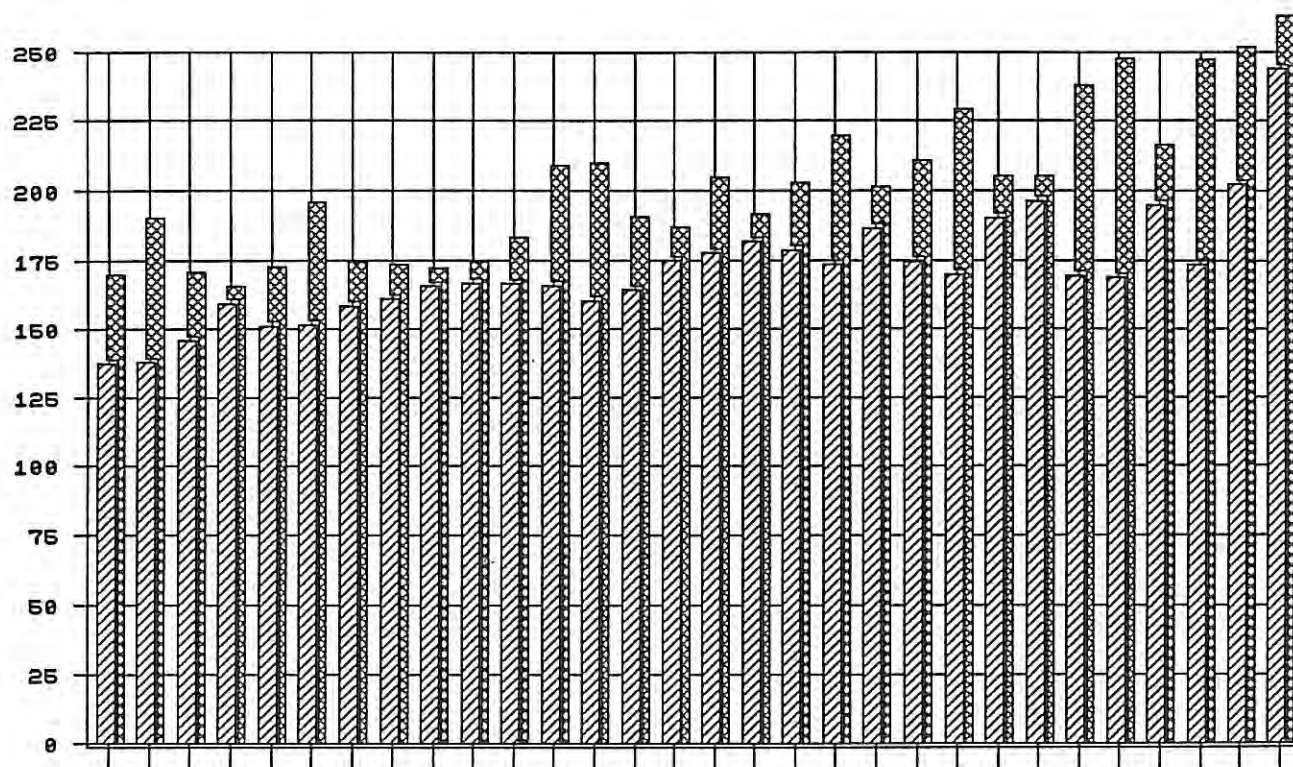
Figur 13 viser energiforbruket fordelt på oppvarming, varmt forbruksvann og husholdningsel. Forbruket til vaskeri, gård og garasje er plassert øverst på søylene.

kWh/m² år



FIGUR 13. Energiforbruket i anlegg B03.
Sentraloppvarming

Maks. og min. forbruket for leilighetene er fremstilt i figur 14. På grunn av felles avregning av oppvarming og varmt forbruksvann er det kun husholdningsel. som utgjør variasjonene. Resultatene viser at enkelte husstander bruker 4 - 5 ganger mer husholdningsstrøm enn de som bruker minst.

kWh/m² år

FIGUR 14. Maks - min forbruk for leiligheter i anlegg B03 for årene 1984 til 1988.
Sentraloppvarming

Alle leilighetene for dette anlegget er sortert etter stigende forbruk og hver fjerde leilighet er vist i figur 14.

Energikostnadene for anlegg B03 er vist i figur 17 sammen med energikostnadene for anlegg B04.

C: ANLEGG B04

BOLIGBLOKKER MED INDIVIDUELL EL.OPPVARMING OG SENTRAL V.V.FORSYNING

Anlegget består av to boligblokker på fire etasjer. Blokkene er fritt beliggende i åpent terreng, godt skjermet av en bakkekam og bebyggelse mot nord og øst.

Målt el.forbruk i leilighetene dekker forbruket til romoppvarming og husholdning. Forbruket av varmt tappevann kommer fra felles bereder i kjeller og registreres på separat kWh-måler. El.forbruket utenom leilighetene går til felles belysning og vaskeri.

Blokkene er identiske med blokkene i anlegg B03.

GENERELLE HOVEDDATA

- | | | | |
|-----|------------------------|---|---|
| 1. | STED | : | OSLO, nord |
| 2. | BYGGEÅR | : | 1964 |
| 3. | LEILIGHETSFORDELING | : | 4-roms: 16 stk.
3- " : 10 "
2- " : 9 "
1- " : 9 "

I alt : 44 stk.
----- |
| 4. | BYGGEDATA | | |
| 4.1 | Brutto areal ialt | : | 3040,0 m ² |
| | Brutto areal pr. leil: | | 69,1 m ² |
| 4.2 | Isolasjon | | |
| | Fasader | : | 75 mm min.ull, 1 1/2 stens
skallmur |
| | Gavlvegger | : | 150 mm betong, 100 + 50 mm
min.ull |

Vinduer : Doble glass
 Tak/himling : 150 mm betong, 2 x 30 mm min.ull
 plate
 Gulv mot kald kjeller: 150 mm betong, 75 mm treull
 sementplate

5. OPPVARMING

Individuell el-oppvarming av leiligheter. Sentral
 elektrisk oppvarming av varmt forbruksvann

6. VENTILASJON

Naturlig

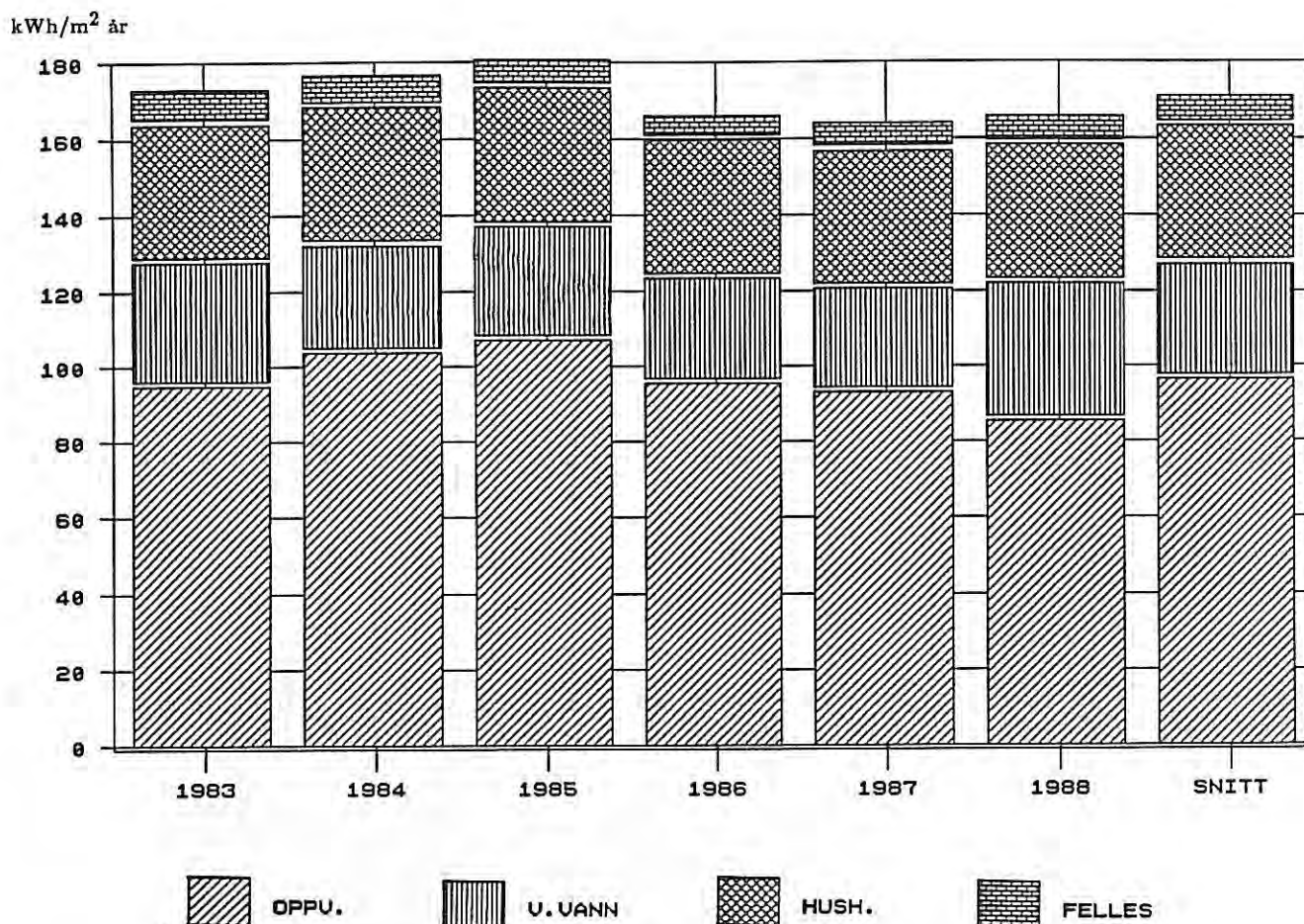
7. ENØK-TILTAK

- Etterisolering av gavlvegger med 5 cm min.ull i 1976

For å beregne forbruket til oppvarming og ventilasjon er det på
 dette anlegget antatt at forbruket til husholdningsel er 2500
 kWh/år leilighet.

TABELL 12. Energiforbruket i anlegg B04 for årene 1984 - 1988.
 Individuell elektrisk oppvarming, varmt vann sentralt

	1983	1984	1985	1986	1987	1988	SNITT
Måleperiode	24/2/83 22/2/84	22/2/84 1/3/85	1/3/85 28/2/86	28/2/86 28/2/87	28/2/87 29/2/88	29/2/88 1/3/89	1983- 1988
Oppv+hush Elektr. Individuell	9035	9663	9891	9088	8928	8393	9167
V.vann Elektr. Felles	2287	1975	2085	1945	1911	2544	2125
Vaskeri	312	260	219	151	208	231	230
Gårdsanlegg	315	310	297	284	282	280	295
Totalt kWh/år leil	11949	12208	12492	11469	11330	11447	11816
Antall leiligheter	44	44	44	44	44	44	44
Oppvarming kWh/m ² år	94	103	107	95	93	85	96
V.vann "	33	29	30	28	28	37	31
Hushold "	36	36	36	36	36	36	36
Vaskeri+Gård "	9	8	7	6	7	7	8
Totalt kWh/m ² år	173	176	181	166	164	165	171
Driftskost. kr/år leil	3043	3539	4182	4186	4500	5068	
Graddager Mars-Mars	3484	3817	4267	3999	3753	3520	3807



FIGUR 15. Energiforbruket i anlegg B04.

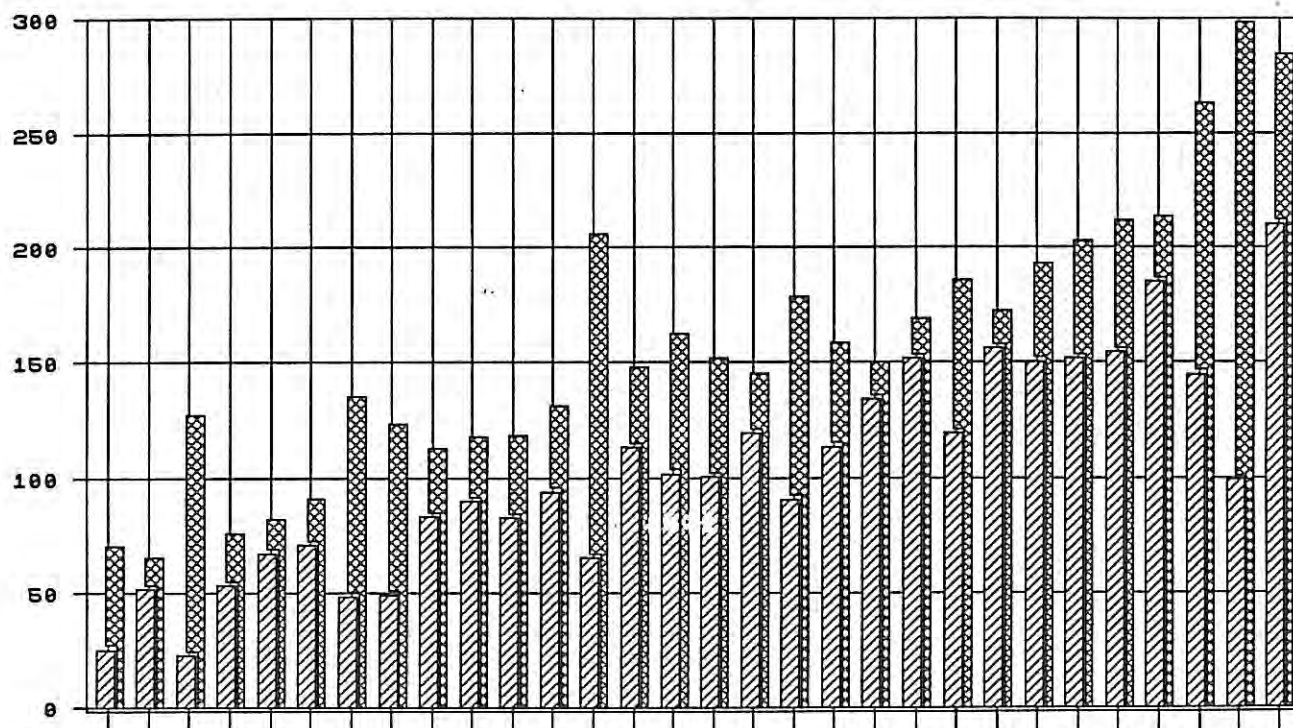
Individuell elektrisk oppvarming, varmt vann sentralt

På figur 16 er maks. og min. forbruket for leilighetene i anlegg B04 vist. Her er det store variasjoner mellom de som har minst og de som har størst forbruk av energi. Det er forbruket til oppvarming og husholdningsel. som er individuelt registrert. Forbruket til varmt tappevann fordeles likt på alle leilighetene. Forskjellen i totalforbruk for de som bruker minst og de som bruker mest energi er som forholdet 1 : 5, henholdsvis 45 og 225 kWh/m² år.

Figur 17 viser energikostnadene for anleggene B03 og B04. Blokkene i disse to er anleggene er like og de ligger i samme

byområde. Det spesifikke energiforbruk er minst for anlegg B04 (individuell el. oppvarming), men har høyere energikostnader enn anlegg B03 (sentral oppvarming) i slutten av perioden 1984-1988. Det henger sammen med at prisen på energi fra fjernvarmeanlegget følger oljeprisen. Den har falt betydelig fra 1985 til 1987.

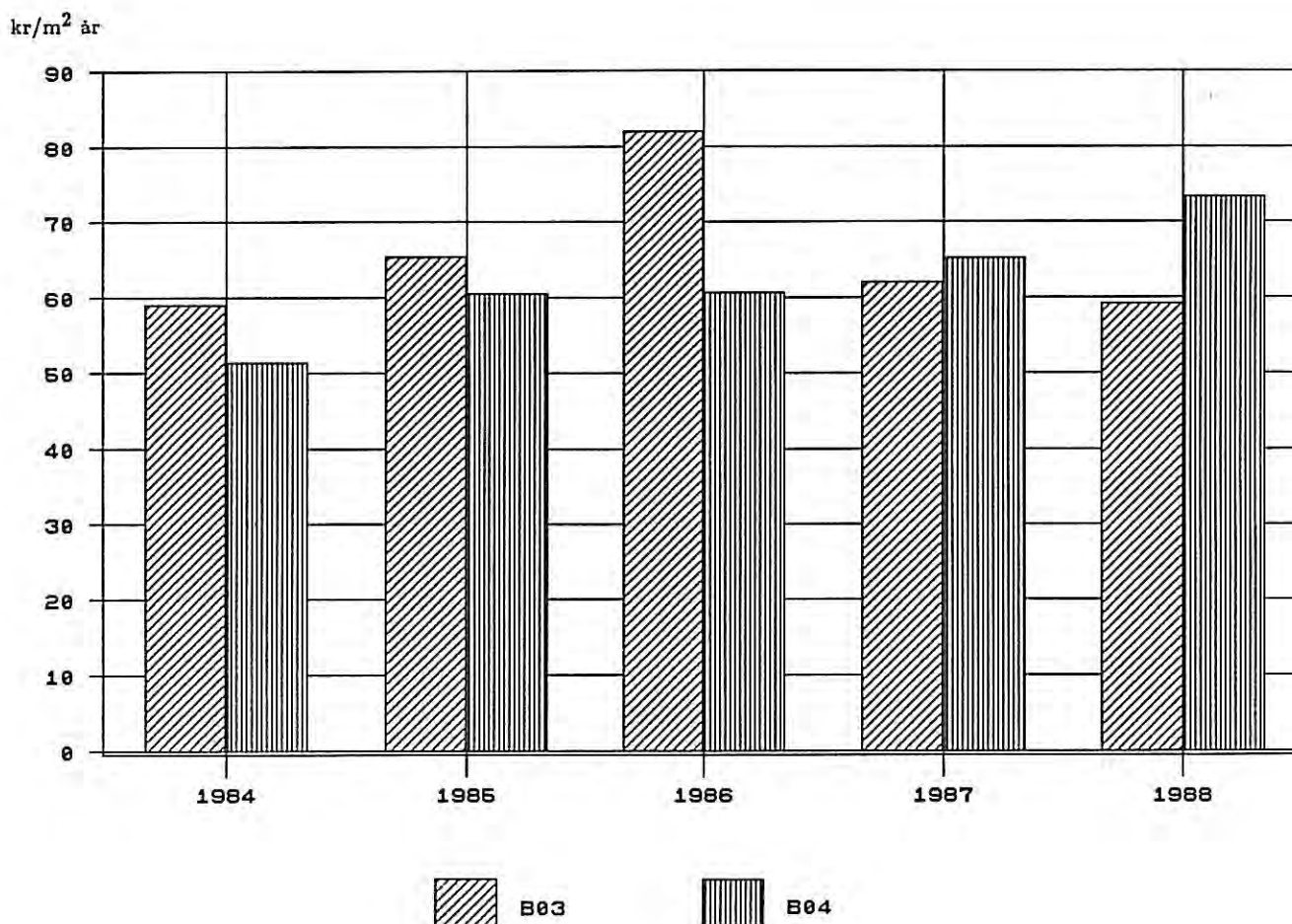
kWh/m² år



FIGUR 16. Maks - min forbruk for leiligheter i anlegg B04 for årene 1984 til 1988.

Individuell elektrisk oppvarming, varmt vann sentralt

Leilighetene er sortert etter stigende energiforbruk.



FIGUR 17. Energikostnader for anleggene B03 og B04.
Individuell elektrisk oppvarming, varmt vann sentralt

TABELL 13. Månedsförbruk i anlegg B04

B04	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	HELE ÅRET
Tot. forbr. 1987	1819	1384	1252	681	584	491	344	558	10839

Her er varmt tappevann fordelt likt over hele året.

D: ANLEGG B05
 BOLIGBLOKKER MED SENTRALOPPVARMING

Anlegget består av seks boligblokker på fire etasjer. Blokkene er fritt beliggende i relativt åpent terreng, noe skjermet av bebyggelse mot nord/øst.

GENERELLE HOVEDDATA

- | | | | |
|-----|--|---|--|
| 1. | STED | : | OSLO, nord. |
| 2. | BYGGEÅR | : | 1955. |
| 3. | LEILIGHETSFORDELING | : | 3-roms: 72 stk.
2- " : 8 "
1- " : 4 "

I alt : 84 stk.
----- |
| 4. | BYGGEDATA | | |
| 4.1 | Brutto areal ialt | : | 6614,0 m ² |
| | Brutto areal pr. leil: | | 78,7 m ² |
| 4.2 | Isolasjon | | |
| | Fasader | : | 100 mm elastiske min.ullmatter + etterisolering. |
| | Gavlvegger | : | 150 mm betong, 125 mm damperdet betong. |
| | Vinduer | : | 2-lag forseglet. |
| | Tak/himling | : | 2 x 20 mm mineralullmatter + 100 mm min.ull. |
| | Gulv mot kald kjeller: | | Armert betong, 75 mm damperdet betong, 2 x 20 mm min.ullmatter. |
| | Spes. varmetap | : | 0,45 - 0,78 W/m ² °C. |
| 5. | OPPVARMING | | |
| | Sentral romoppvarming og varmtvannsforsyning med fjernvarme. (Overgang fra oljefyring til fjernvarme i nov. 1985.) | | |

6. VENTILASJON

Naturlig

7. ENØK-TILTAK

Følgende enøk-tiltak er gjennomført i 1985:

- Tilleggsisolering av fasader og gavler. (Støy-isolering er foretatt av fasader mot trafikkert vei).
- Utskifting av vinduer til 2-glass forseglet rute (3-glass i gavler).
- Utskifting av balkongdører.
- Utskifting av fjernvarmerør.

TABELL 14. Spesifikt varmetap for anlegg B05

ENØKTILTAK	FØR		ETTER		FØR		ETTER		FØR		ETTER	
	AREAL M2	K-VERDI W/M2 °C	K-VERDI W/M2 °C	°C	VARMETAP KW/°C	VARMETAP KW/°C	AREAL M2	K-VERDI W/M2 °C	K-VERDI W/M2 °C	°C	VARMETAP KW/°C	VARMETAP KW/°C
Fasader	316.1	0.37	0.21	1	0.117	0.066	311.6	0.37	0.21	1	0.115	0.065
Gavler	176.9	0.93	0.29	1	0.165	0.051	193.6	0.93	0.29	1	0.180	0.056
Tak mot loft	168.0	0.54	0.23	0.75	0.068	0.029	182.8	0.54	0.23	0.75	0.074	0.032
Gulv mot kjeller	168.0	0.54	0.54	0.5	0.045	0.045	182.8	0.54	0.54	0.5	0.049	0.049
Vinduer	103.4	3.0	2.1	1	0.310	0.217	101.5	3.0	2.1	1	0.305	0.213
Ytterdører	3.6	2.9	2.9	1	0.010	0.010	3.6	2.9	2.9	1	0.010	0.010
Balkongdører	12.9	4.1	2.1	1	0.053	0.027	19.4	4.1	2.1	1	0.080	0.041
Spesif. Varmetap	Blokk 2				0.768	0.447	Blokk 4				0.813	0.467

ENØKTILTAK	FØR		ETTER		FØR		ETTER					
	AREAL M2	K-VERDI W/M2 °C	K-VERDI W/M2 °C	°C	VARMETAP KW/°C	VARMETAP KW/°C	AREAL M2	K-VERDI W/M2 °C	K-VERDI W/M2 °C	°C	VARMETAP KW/°C	VARMETAP KW/°C
Fasader	623.4	0.37	0.21	1	0.231	0.131						
Gavler	184.0	0.93	0.29	1	0.171	0.053						
Tak mot loft	333.0	0.54	0.23	0.75	0.135	0.057						
Gulv mot kjeller	333.0	0.54	0.54	0.5	0.090	0.090						
Vinduer	181.5	3.0	2.1	1	0.545	0.381						
Ytterdører	7.2	2.9	2.9	1	0.021	0.021						
Balkongdører	25.9	4.1	2.1	1	0.106	0.054						
Spesif. Varmetap	Blokk 1,3,5,6				1.298	0.788						

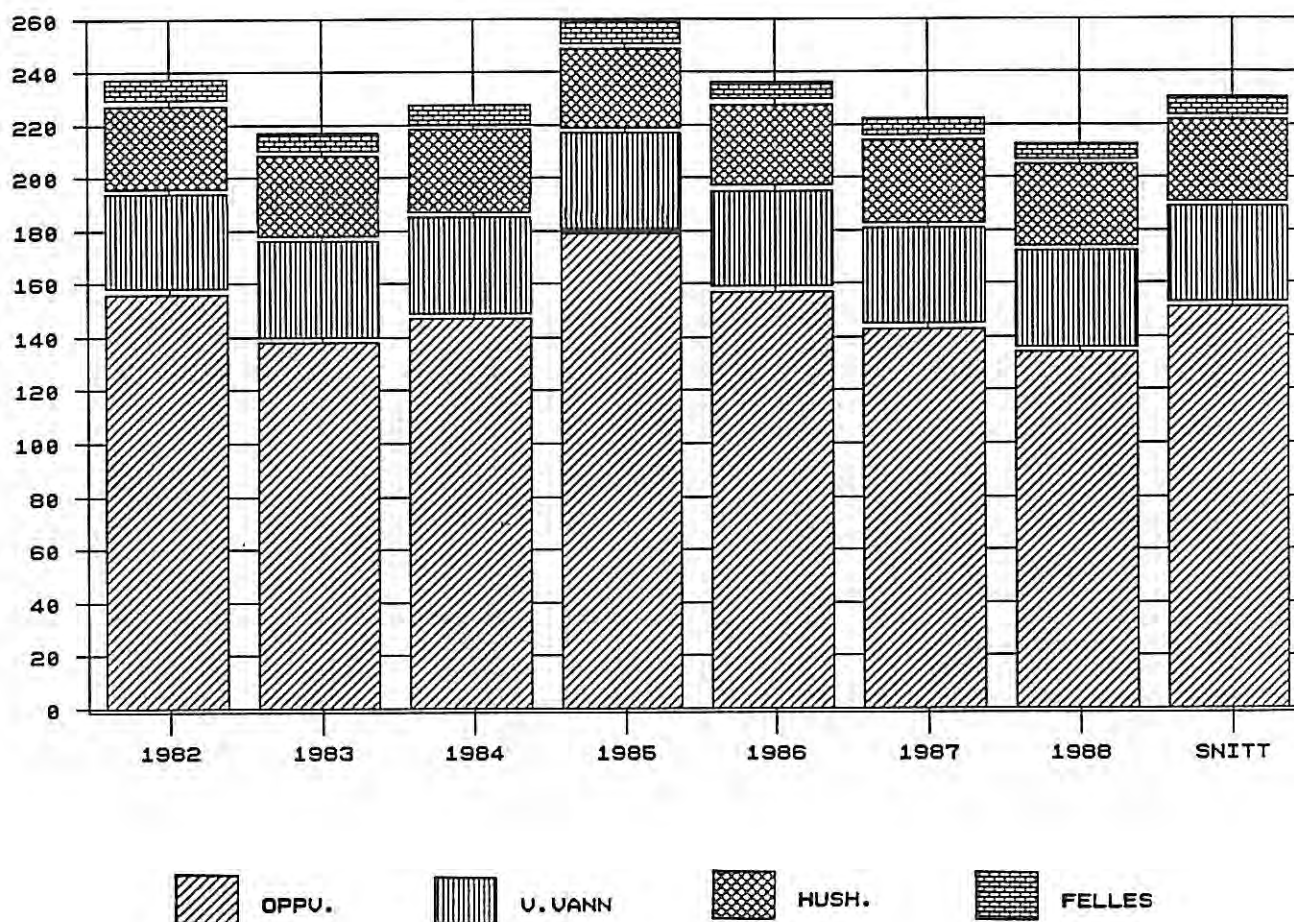
Teoretisk har dette anlegget etter gjennomført enøk-tiltak i 1985 redusert sitt oppvarmingsbehov med 40%.

For å beregne forbruket til oppvarming og ventilasjon er det på dette anlegget antatt at forbruket til varmt forbruksvann er 3000 kWh/år leilighet.

TABELL 15. Energiforbruket i anlegg B05 for årene 1983 - 1988.
Sentraloppvarming

	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	SNITT
Måleperiode	22/2/82 18/2/83	18/2/83 16/2/84	16/2/84 25/2/85	25/2/85 24/2/86	24/2/86 23/2/87	23/2/87 23/2/88	23/2/88 23/2/89	1982- 1988
Oppv+v.vann Olje	15292	13878	14585	9806				14552
Oppv+v.vann Fjernvarme				7310	15321	14250	13583	
Hushold.	2623	2535	2614	2493	2581	2610	2582	2577
Vaskeri	603	534	587	602	568	546	493	562
Gårdsanlegg	156	154	165	187	112	100	111	141
Totalt kWh/år leil	18674	17101	17951	20397	18582	17506	16769	17831
Antall leiligheter	84	84	84	84	84	84	84	84
Oppvarming kWh/m ² år	156	138	147	179	157	143	134	151
V.vann "	38	38	38	38	38	38	38	37
Hushold "	33	32	33	32	33	33	33	33
Vaskeri+Gård "	10	9	10	10	9	8	8	9
Totalt kWh/m ² år	237	217	228	259	236	222	213	230
Driftskost. kr/år leil.	5325	5153	5638	6461	6043	5068	5211	
Graddager Mars-Mars	3631	3484	3817	4267	3999	3753	3520	3807
Oppv+v.vann hele B05	1284525	1165725	1225125	1442280	1287000	1197000	1141000	1222347
40% hush.	132209	127744	131739	125627	130074	131542	130132	129867
V.vann	252000	252000	252000	252000	252000	252000	252000	252000
Oppvarming "Målt"	1164734	1041469	1104864	1311347	1165074	1076542	1019132	1126166
Beregnet G 472.308	394778	346358	367323	506592	437706	492616	372814	416884
Beregnet NS 3031	normalår							533366

Tabell 15 og figur 18 viser anleggets energiforbruk.

kWh/m² år

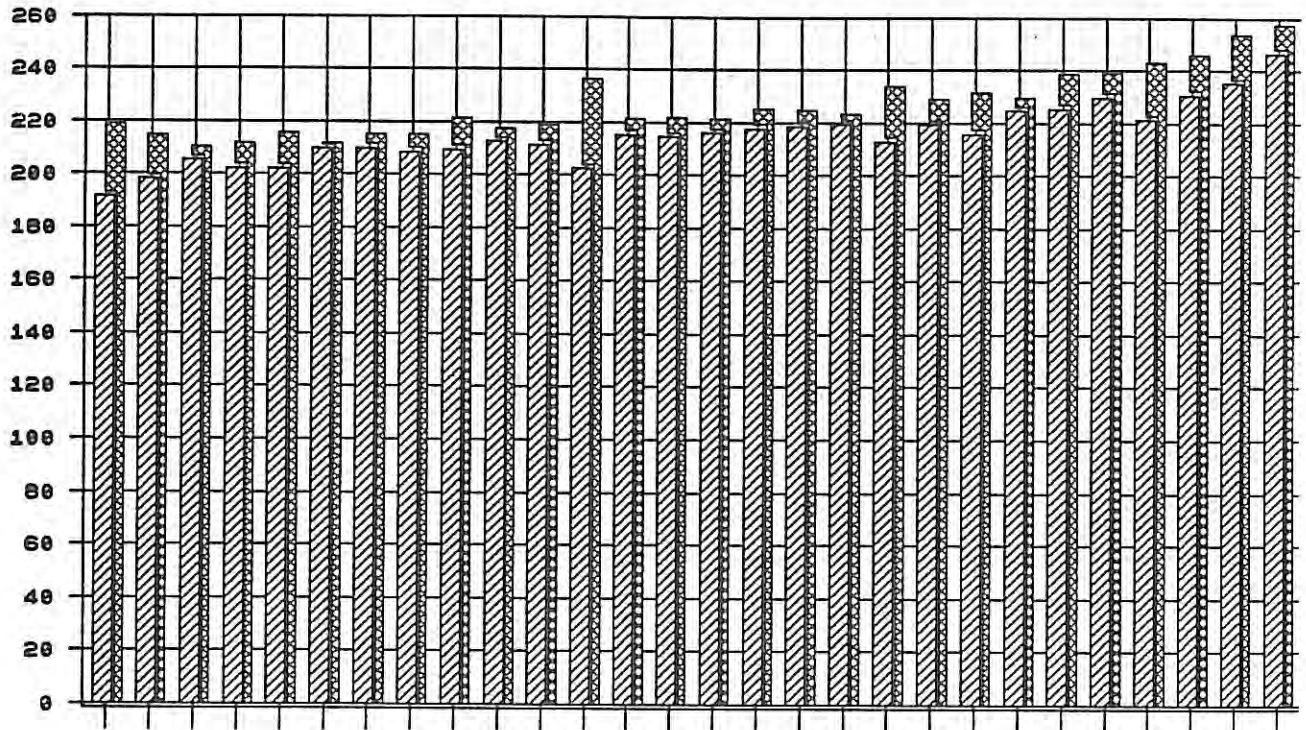
FIGUR 18. Energiforbruket i anlegg B05.
Sentraloppvarming

I 1985 ble anlegget bygget om fra oljefyring til fjernvarme samtidig som det ble utført enøk-tiltak. Ved fremstilling av energiforbruket er det antatt at oljefyrens virkningsgrad har vært 75%. Reduksjoner i energiforbruket til oppvarming etter enøk-tiltakene er ca. 7%. Dette er mindre enn hva en kunne forvente.

På figur 18 er maks. og min. forbruket for leilighetene i anlegg

B05 vist. Her er det små variasjoner og de skyldes forbruket i husholdningssel, da det er fellesavregning på oppvarming og varmt forbruksvann.

kWh/m² år

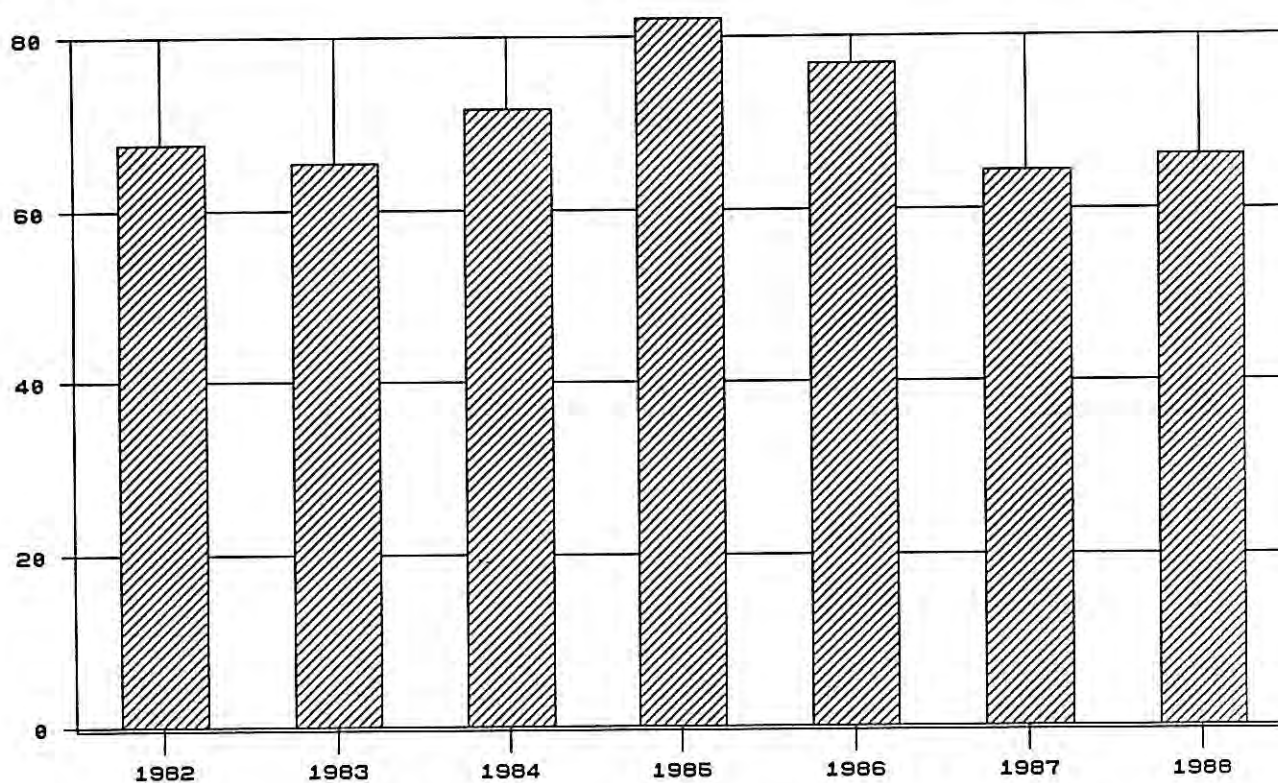


FIGUR 19. Maks - min forbruk for leiligheter i anlegg B05 for årene 1982 til 1988.

Sentraloppvarming

Leilighetene er sortert etter stigende energiforbruk.

Figur 20 viser energikostnadene for anlegg B05. For beboerne har det vært god økonomi å bli tilkoblet Oslo Lysverkers fjernvarmeanlegg. Det henger igjen sammen med lavere oljepriser.

kr/m² år

FIGUR 20. Energikostnader for anlegg B05.
Sentraloppvarming

TABELL 16. Månedskonsum av elektrisitet i anlegg B05

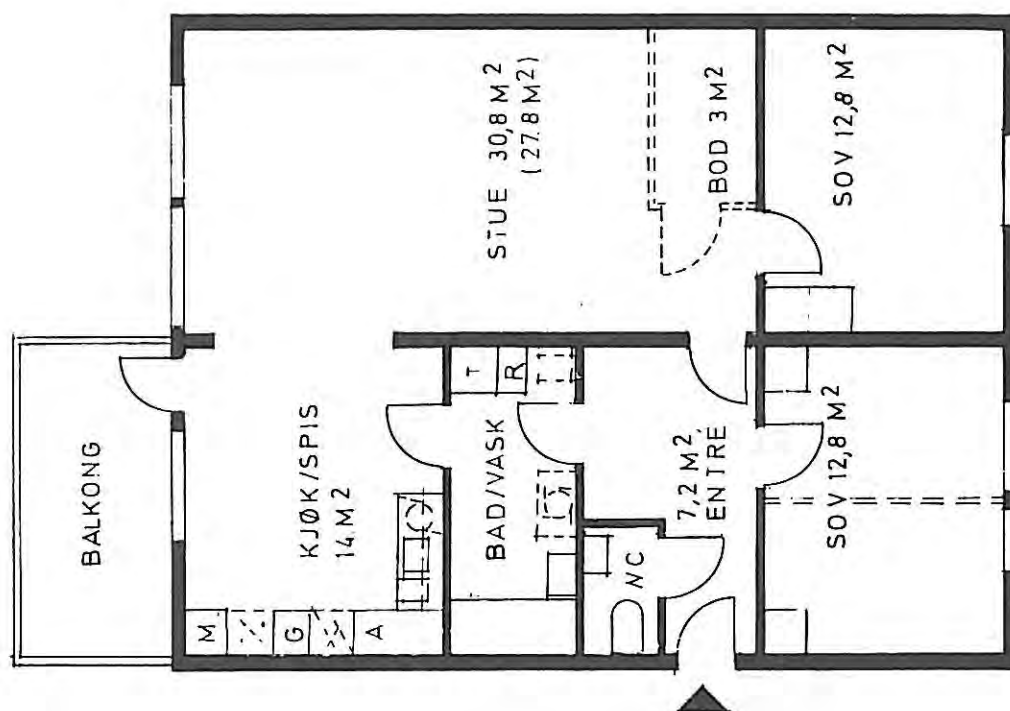
B05	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	HELE ÅRET
Forbr.el. 1987	279	225	244	181	198	195	160	238	243	2610

E: ANLEGG B06
 BOLIGBLOKKER MED SENTRALOPPVARMING

Anlegget består av åtte boligblokker på tre og fire etasjer. Til samme borettslag hører også 4 stk. rekkehus, se anl. nr. R03. Blokkene ligger høyt og fritt i pent terreng.

GENERELLE HOVEDDATA

- | | | | |
|-----|--|---|--|
| 1. | STED | : | OSLO |
| 2. | BYGGEÅR | : | 1982 |
| 3. | LEILIGHETSFORDELING | : | 4-roms: 124 stk.
3- " : 30 "
2- " : 12 "
1- " : 11 "
<hr/> I alt : 178 stk.
<hr/> |
| 4. | BYGGEDATA | | |
| 4.1 | Brutto areal ialt | : | 16110 m ² |
| | Brutto areal pr. leil: | | 91 m ² |
| 4.2 | Isolasjon | | |
| | Fasader | : | 100 mm min.ull |
| | Gavlvegger | : | 100 " " " |
| | Vinduer | : | 2-lag forseglet rute |
| | Tak/himling | : | 150 + 50 mm mineralull |
| 5. | OPPVARMING | | |
| | Sentral romoppv. og varmtvannsforsyning med fjernvarme | | |
| 6. | VENTILASJON | | |
| | Felles mekanisk avtrekk | | |
| 7. | ENØK-TILTAK | | |
| | Ingen | | |

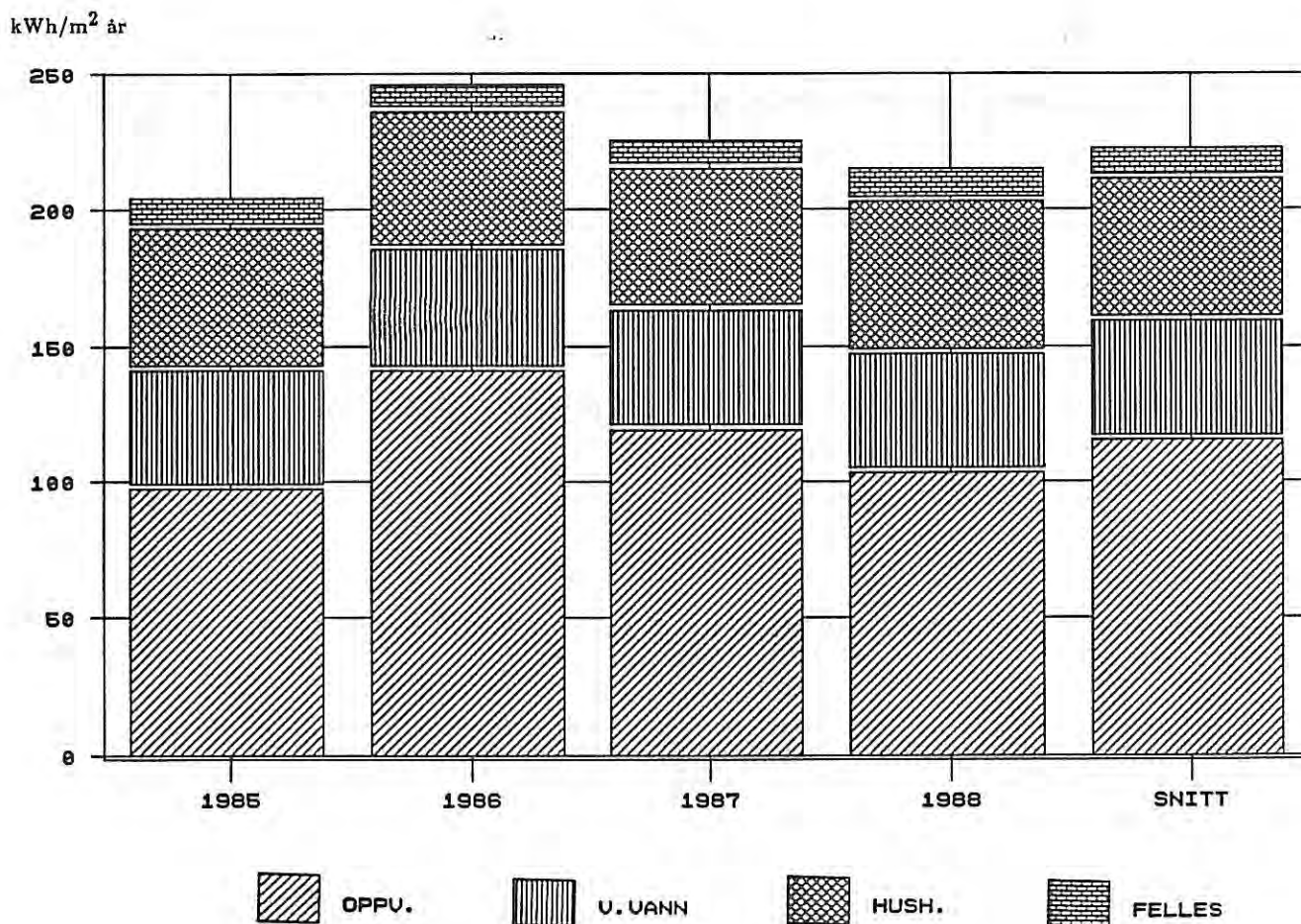


FIGUR 21. Typisk leilighet for anlegg B06

TABELL 17. Energiforbruket i anlegg B06 for årene 1983 - 1988.
Sentraloppvarming

	1985	1986	1987	1988	SNITT
Måleperiode	15/6/84 25/6/85	25/6/85 23/6/86	23/6/86 22/6/87	22/6/87 21/6/88	1984- 1988
Oppv.v.vann F.varme	12812	16786	14809	13338	14436
Husholdning	4724	4613	4717	5051	4776
Felles	1028	923	927	1107	996
Totalt kWh/år leil	18565	22322	20453	19497	20209
Antall leiligheter	178	178	178	178	122
Oppvarming kWh/m ² år	97	141	119	103	115
V.vann "	44	44	44	44	44
Hushold "	52	51	52	56	52
Felles "	11	10	10	12	11
Totalt kWh/m ² år	204	245	225	214	222
Driftskost. kr/år leil.	5642	7189	5988	6282	
Graddager Mars-Mars	4267	3999	3753	3520	3885

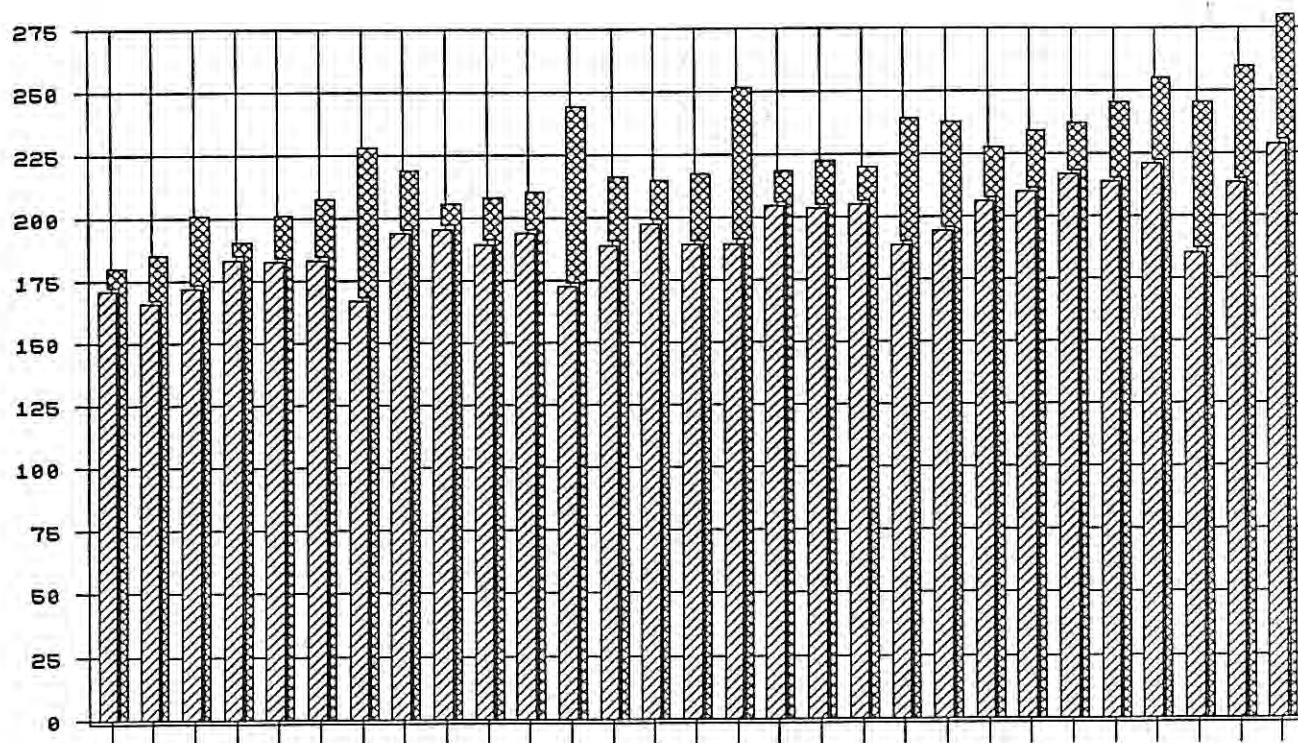
Energiforbruket til oppvarming og varmt tappevann er funnet fra målinger i varmfordelingssentralen for anlegget. Her er det to varmevekslere. Den ene forsyner fire boligblokker med til sammen 115 leiligheter og den andre fire noe mindre boligblokker med 63 leiligheter og fire rekkehus med 74 leiligheter. Ved å registrere vannmengder og temperaturer har en klart å rendyrke energiforbruket til oppvarming og varmt forbruksvann. Disse målingene ble utført i 1989, men resultatene er også benyttet for de øvrige år. Energiforbruket i 1985/1986 og til dels også i 1986/1987 er vesentlig større enn forbruket i 1984/1985. Dette har trolig sammenheng med en vannlekkasje på fjernvarmenettet som oppstod i begynnelsen av 1986.



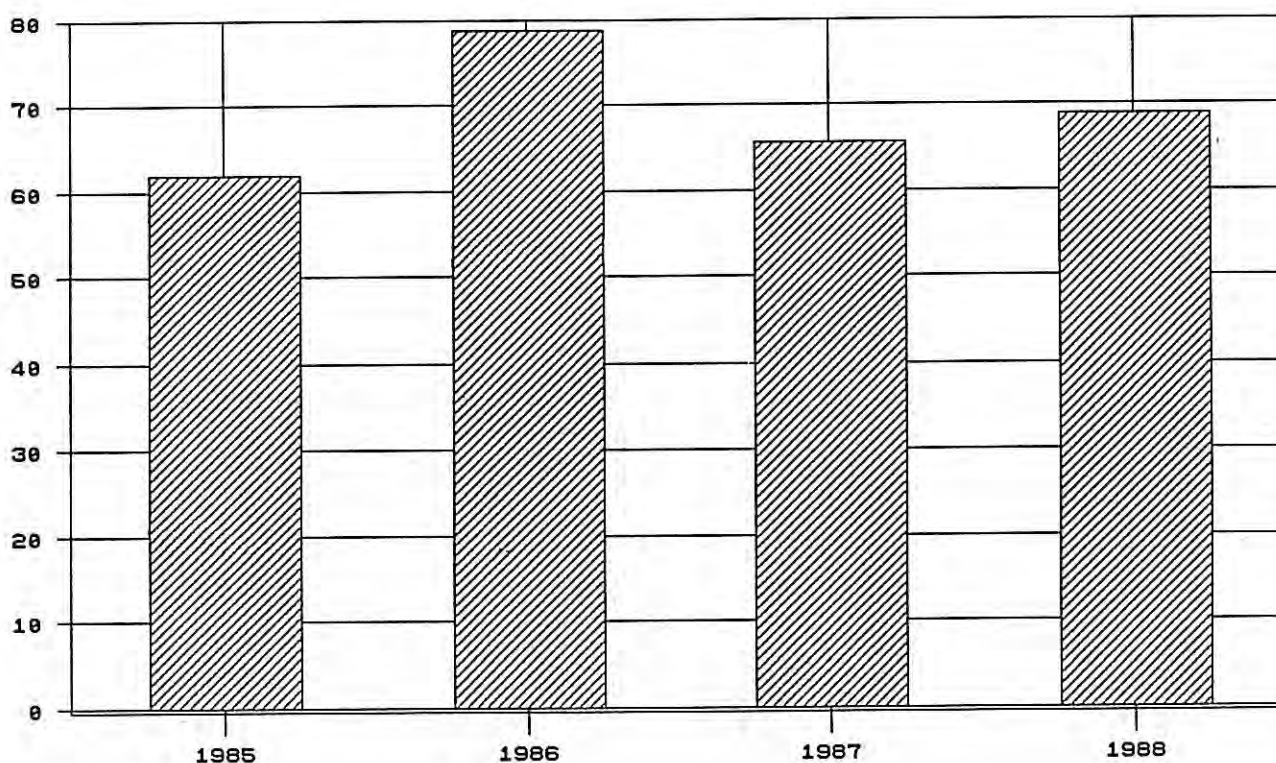
FIGUR 22. Energiforbruket i anlegg B06 for årene 1985-1988.
Sentraloppvarming

Elforbruket utenom leilighetene går til fellesbelysning, vaskeri og drift av vifter o.l.

kWh/m² år



FIGUR 23. Maks - min forbruk for leiligheter i anlegg B05 for årene 1985 - 1988.
Sentraloppvarming

kr/m² år

FIGUR 24. Energifkostnader for anlegg B06.
Sentraloppvarming

Resultatet fra målinger for de 9 første månedene i 1989 og husholdingsel. i 1987 er vist i tabell 18. Til sammenligning er forbruket for 1989 regnet om til et helt år med graddagtall som tilsvarer 1987.

TABELL 18. Energifordeling og månedsforbruk av fjernvarme og el
i anlegg B06

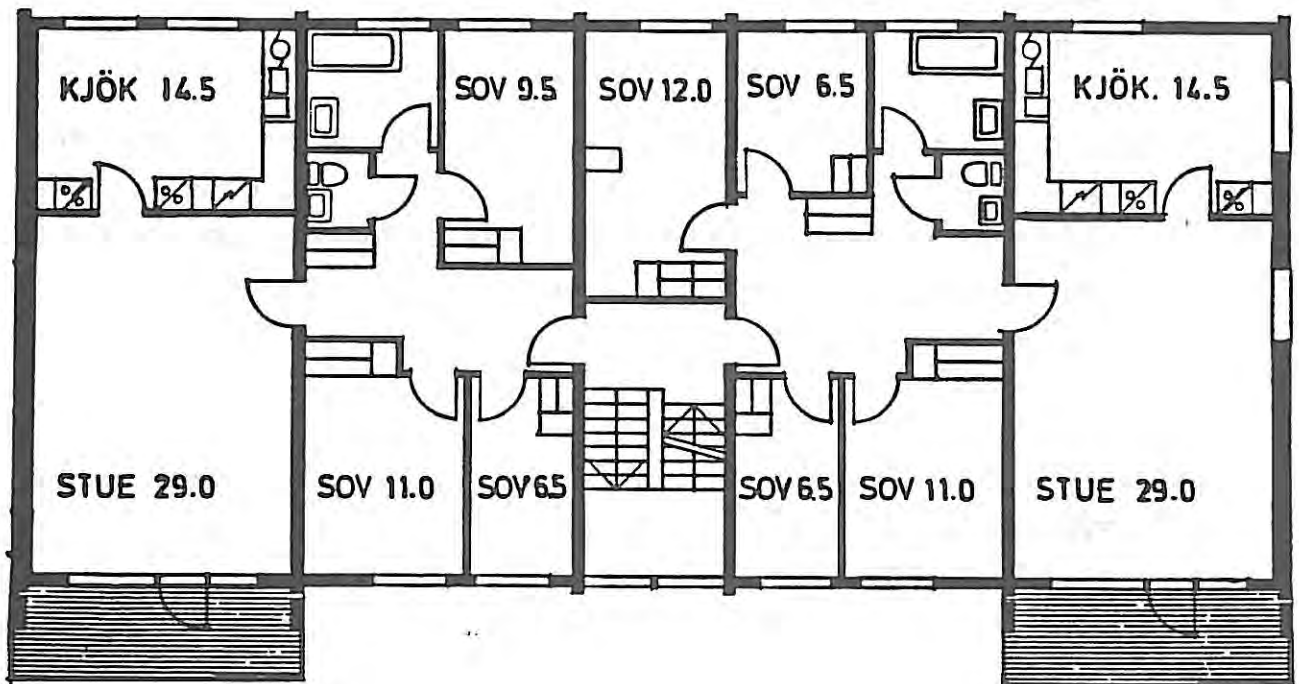
B06		JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	HELE ÅRET
Hushold	1987			439	395	388	357	336	371	399	461	475	19526
Oppv	1989	900	808	818	643	317	177	146	216	375			9652
V.vann	1989	330	317	341	362	373	314	270	310	278			3860
Hushold	1989	520	443	439	434	404	360	337	377	398			4950
Total	1989	1750	1568	1598	1439	1094	851	753	903	1051			18462

F: ANLEGG B07
 BOLIGBLOKKER MED SENTRALOPPVARMING

Anlegget består av 21 blokker i tre etasjer med innredet loftetasje, og 3 blokker i tre etasjer delvis med underetasje. Blokkene er fritt beliggende i åpent terreng, noe skjermet av butikksenter og parkeringshus mot nord.

GENERELLE HOVEDDATA

- | | | | |
|-----|---|---|---|
| 1. | STED | : | OSLO |
| 2. | BYGGEÅR | : | 1983 |
| 3. | LEILIGHETSFORDELING | : | 5-roms: 12 stk. |
| | | | 4- " : 77 " |
| | | | 3- " : 43 " |
| | | | 2- " : 32 " |
| | | | Bokollektiv 3 " |
| | | | ----- |
| | | | I alt : 167 stk. |
| | | | ----- |
| 4. | BYGGEDATA | | |
| 4.1 | Brutto areal ialt | : | 17338,0 m ² |
| | Brutto areal pr. leil: | | 103,8 m ² |
| 4.2 | Isolasjon | | |
| | Fasader | : | 150 mm min.ull |
| | Kjeller | : | 10 mm min.ull |
| | Gavlvegger | : | 150 " " " |
| | Vinduer | : | 2-lag forseglet rute |
| | Tak/himling | : | 200 mm |
| | Gulv | : | 100 mm Multielement plater
(gipspl. med polyurethanskum) |
| 5. | OPPVARMING | | |
| | Sentral romoppv. og varmtvannsforsyning med fjernvarme.
(El. oppvarming av varmt forbruksvann om sommeren) | | |
| 6. | VENTILASJON | | |
| | Felles mekanisk avtrekk | | |
| 7. | ENØK-TILTAK | | |
| | Ingen | | |



FIGUR 25. Typiske leiligheter for anlegg B07

For å beregne forbruket til oppvarming og ventilasjon er det på dette anlegget antatt at forbruket til varmt forbruksvann er 3500 kWh/år leilighet.

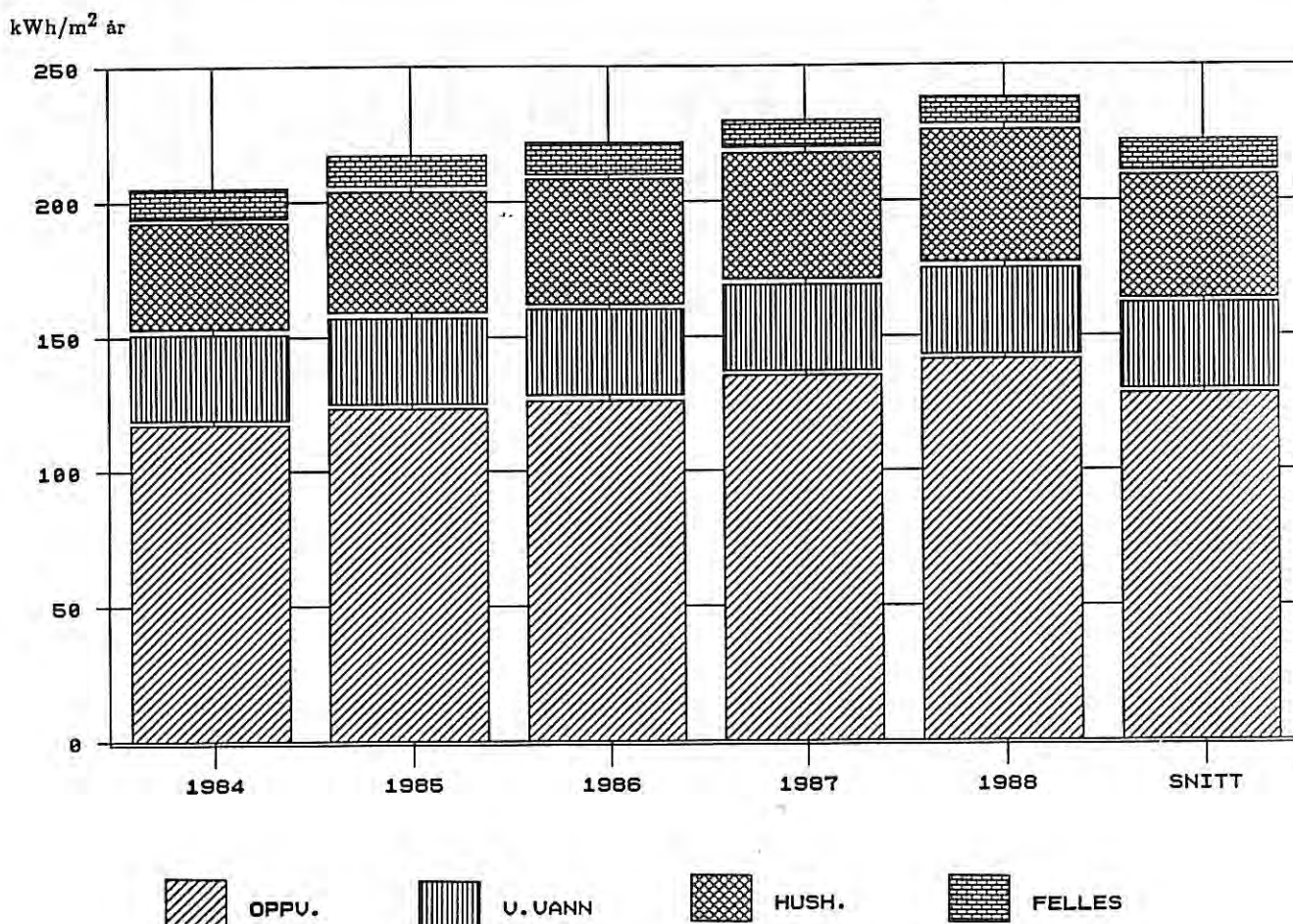
TABELL 19. Energiforbruket i anlegg B07 for årene 1983 - 1988.
Sentraloppvarming

	1984	1985	1986	1987	1988	SNITT
Måleperiode	21/9/83 30/8/84	30/8/84 29/8/85	29/8/85 29/8/86	29/8/86 27/8/87	27/8/87 01/9/88	1982- 1988
Oppv+v.vann F.varme	13132	14216	14485	15479	15743	14611
V.vann Elektr.(sommer)	2544	2026	2100	2028	2365	2212
Hushold.	4258	4849	4981	5041	5291	4884
Vaskeri	295	277	324	322	310	306
Gårdsanlegg	1036	1094	1097	919	919	1013
Varmekabler	765	622	802	831	770	758
Totalt kWh/år leil	22029	23083	23789	24620	25397	20813
Antall leiligheter	167	167	167	167	167	84
Oppvarming kWh/m ² år	117	123	126	135	141	128
V.vann "	34	34	34	34	34	34
Hushold "	41	47	48	49	51	47
Vaskeri+Gård "	13	13	14	12	12	13
Totalt kWh/m ² år	205	216	221	229	237	222
Driftskost. kr/år leil.	6177	7026	7792	7427	8324	
Graddager Sep-Sep	3817	4267	3999	3753	3520	3871

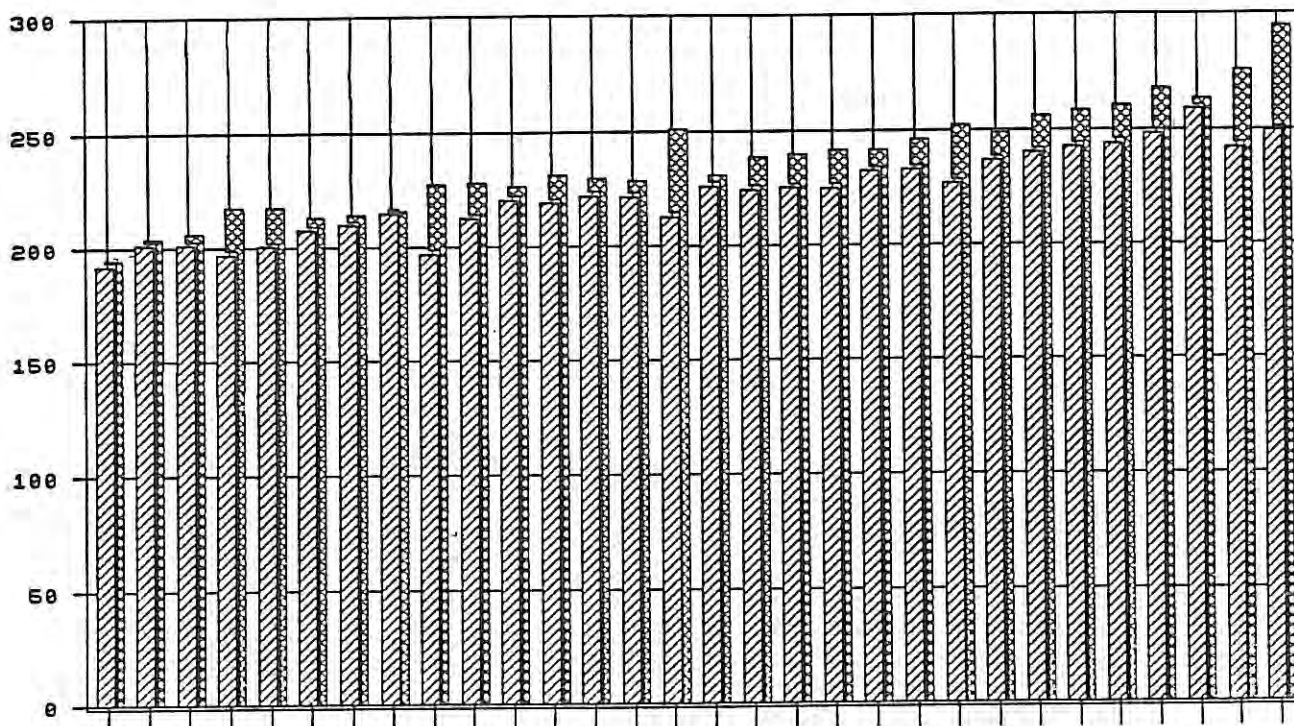
Det målte el-forbruket i leilighetene representerer kun forbruk til husholdning.

Det øvrige elektriske forbruk er fellesbelysning, vaskeri, vifte i felles garasje, motorvarmere og varmekabler i vei og nedløpsrør. Dette forbruket fordeles likt mellom beboerne.

Om sommeren stenges fjernvarmeanlegget, og varmt forbruksvann leveres fra en elektrokjele.



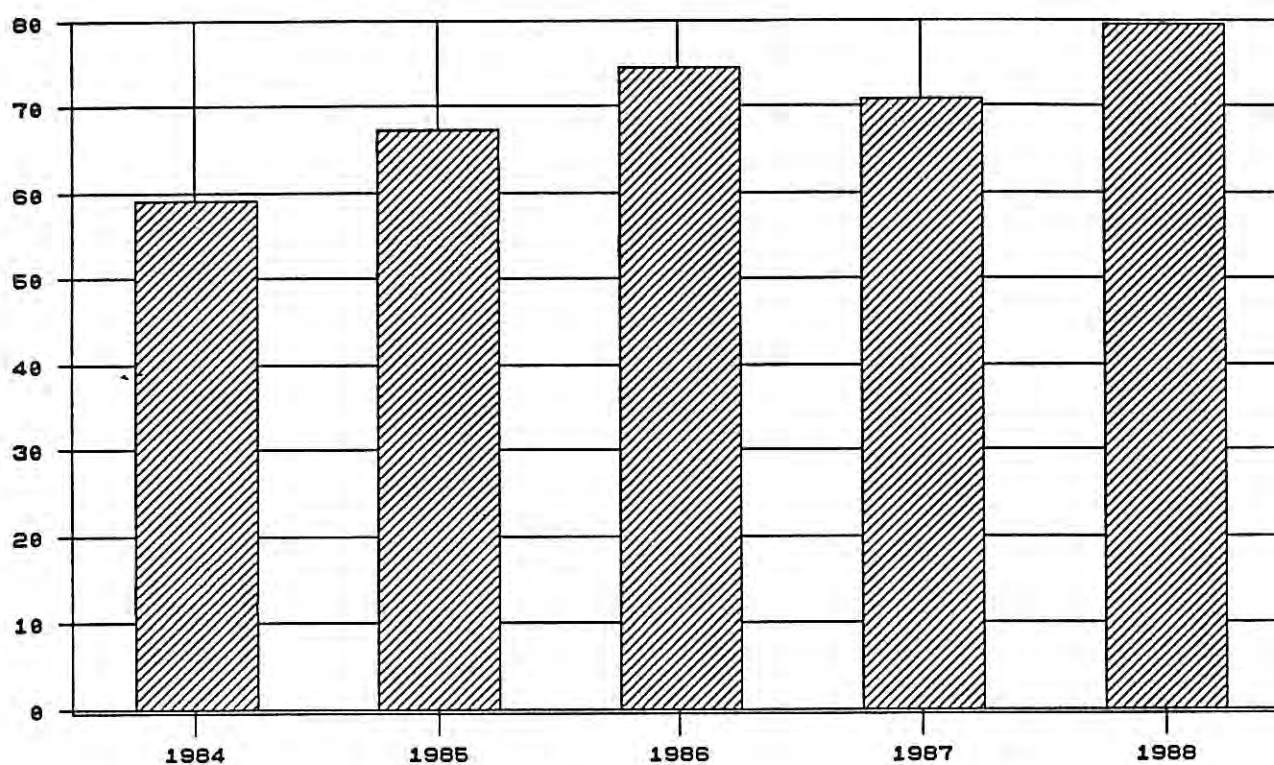
FIGUR 26. Energiforbruket i anlegg B07 for årene 1984 - 1988.
Sentraloppvarming

kWh/m² år

FIGUR 27. Maks - min forbruk for leiligheter i anlegg B07 for årene 1984 - 1988.
Sentraloppvarming.

Leilighetene er sortert etter stigende energiforbruk og hver sjette leilighet er vist.

Energikostnadene i figur 28 er de totale energikostnader med husholdningsel og forbruk til felles belysning, vaskeri, varmekabler o.l.

kr/m² år

FIGUR 28. Energifkostnader for anlegg B07.
Sentraloppvarming

TABELL 20. Månedsförbruk av elektrisitet i anlegg B07.

B07	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	HELE ÅRET
Forbr.el. 1987	519	464	473	410	389	343	303	399	386	5041

G: ANLEGG E01

FRITTLIGGENDE ENEBOLIGER MED EL-OPPVARMING

Byggefeltet består av ialt 15 frittliggende eneboliger. Av disse er 13 med i undersøkelsen. Husene ligger høyt i åpent, skrånende terreng. Husene har to etasjer med inngangsparti i underetasje eller i 1. et. De har loft, men er uten kjeller.

GENERELLE HOVEDDATA

1. STED : Grønnebakken v/Harstad

2. BYGGEÅR : 1986

3. BYGGEDATA

3.1 Brutto areal pr. hus : 154 m²

3.2 Isolasjon

Yttervegger : 150 mm min.ull

Gulv : 200 " " "

Tak/himling : 200 " " "

Vinduer : 3-lag isolerruter

4. OPPVARMING

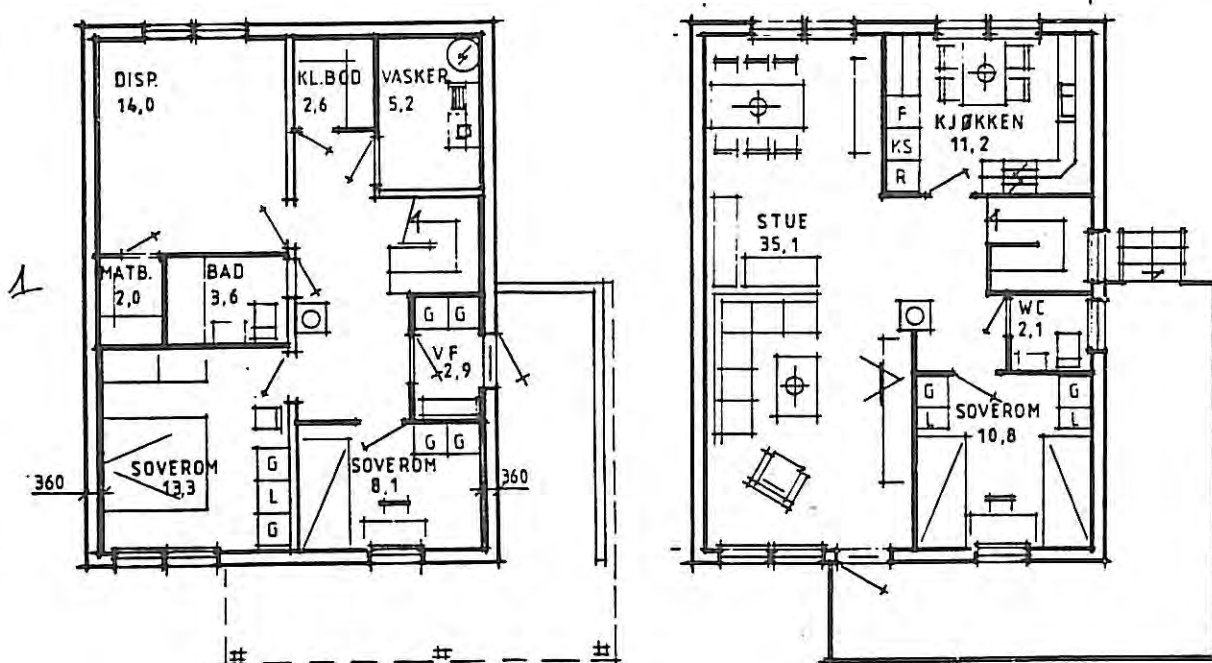
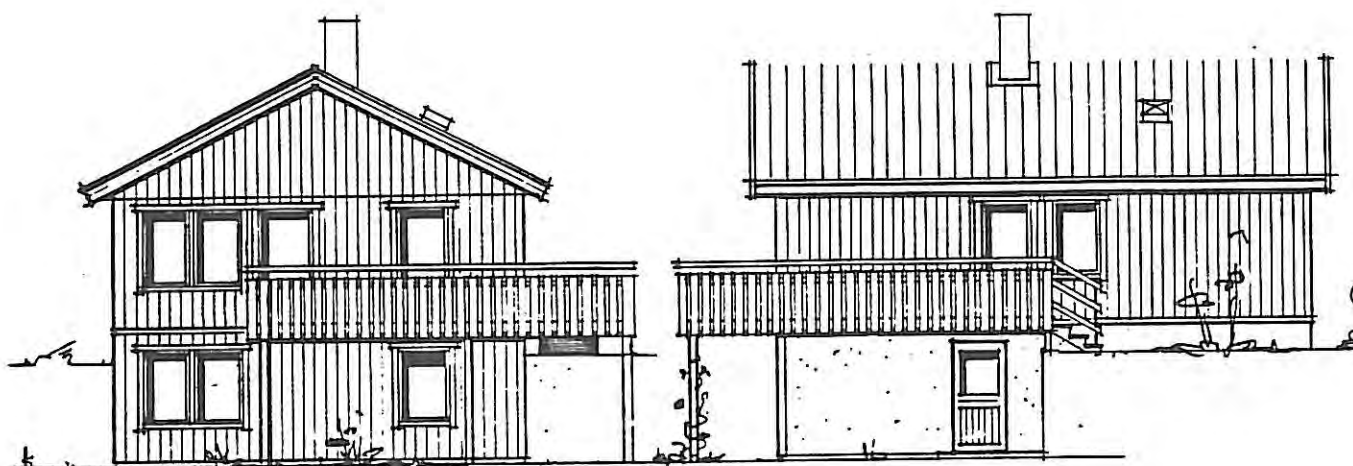
Direkte elektrisk med veggovner. Ovnene er utstyrt med termostat og tilkoblet automatisk temperaturreguleringsautomatikk. Varmekabler i baderomsgulv.

Tilleggsoppvarming med ved benyttes av enkelte.

6. VENTILASJON

Mekanisk avtrekk fra kjøkken og våtrom som er i drift hele døgnet. Tilluft gjennom spalteventiler i vinduskarm.

(Disse er ofte stengt i fyringsperioden.)



FIGUR 29. Typisk enebolig for anlegg E01

TABELL 21. Spesifikt varmetap for enebolig E01

	AREAL M2	U-VERDI W/M2 °C	°C	VARMETAP KW/°C
Yttervegger fasader	86.96	0.21	1	0.018
Tak mot loft	72.52	0.16	1	0.012
Gulv mot kjeller	72.52	0.3	0.75	0.016
Vinduer	17.66	2.8	1	0.049
Ytterdører	2.38	2.9	1	0.007
Grunnmur mot grunn	32.20	0.29	0.75	0.007
Grunnmur mot fri	32.20	0.29	1	
Spesifikt varmetap				0.110

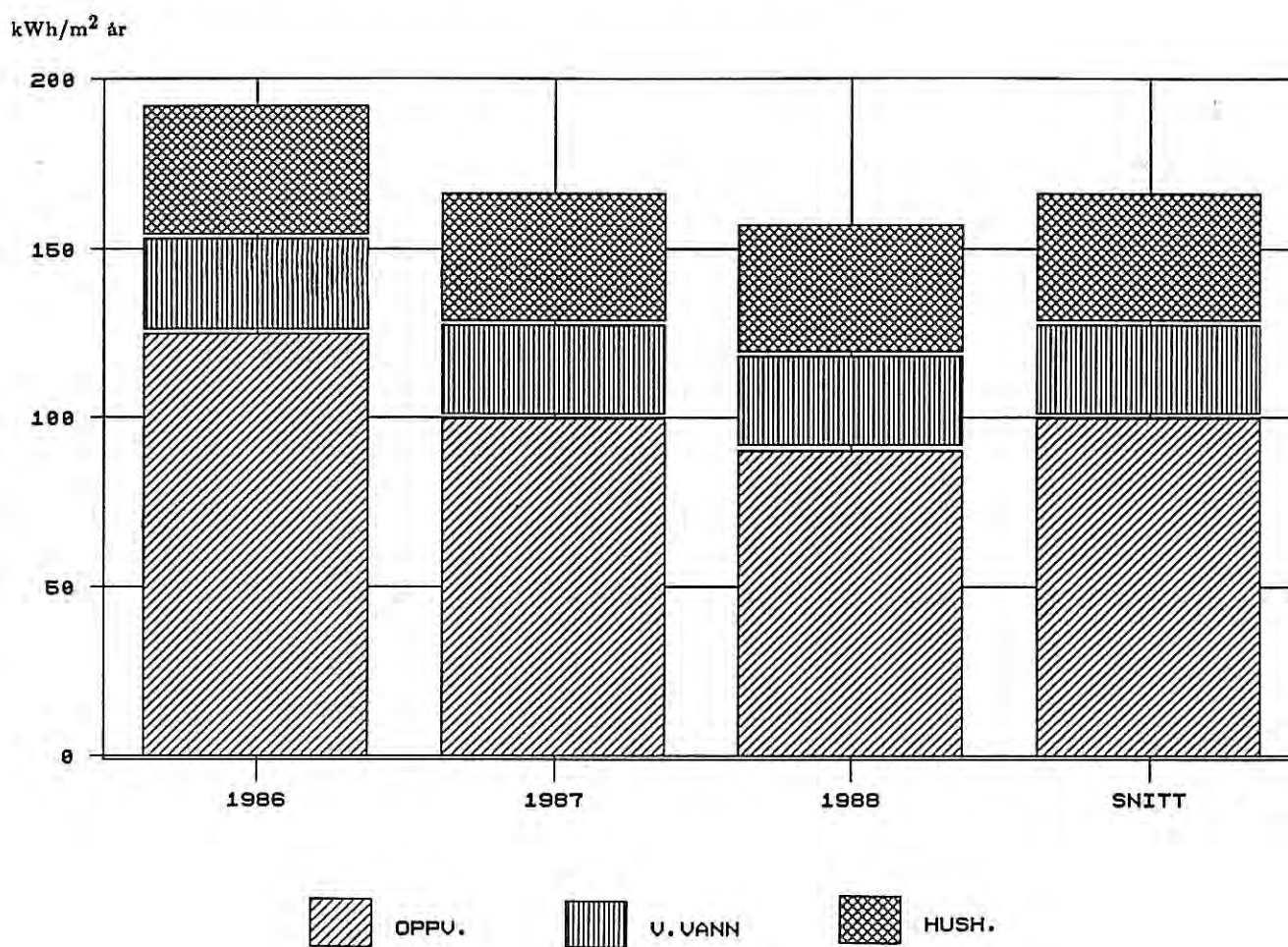
For å beregne forbruket til oppvarming og ventilasjon er det på dette anlegget antatt at forbruket til husholdningsel er 6000 kWh/år leilighet.

TABELL 22. Energiforbruket i enebolig E01 for årene 1986 - 1988.

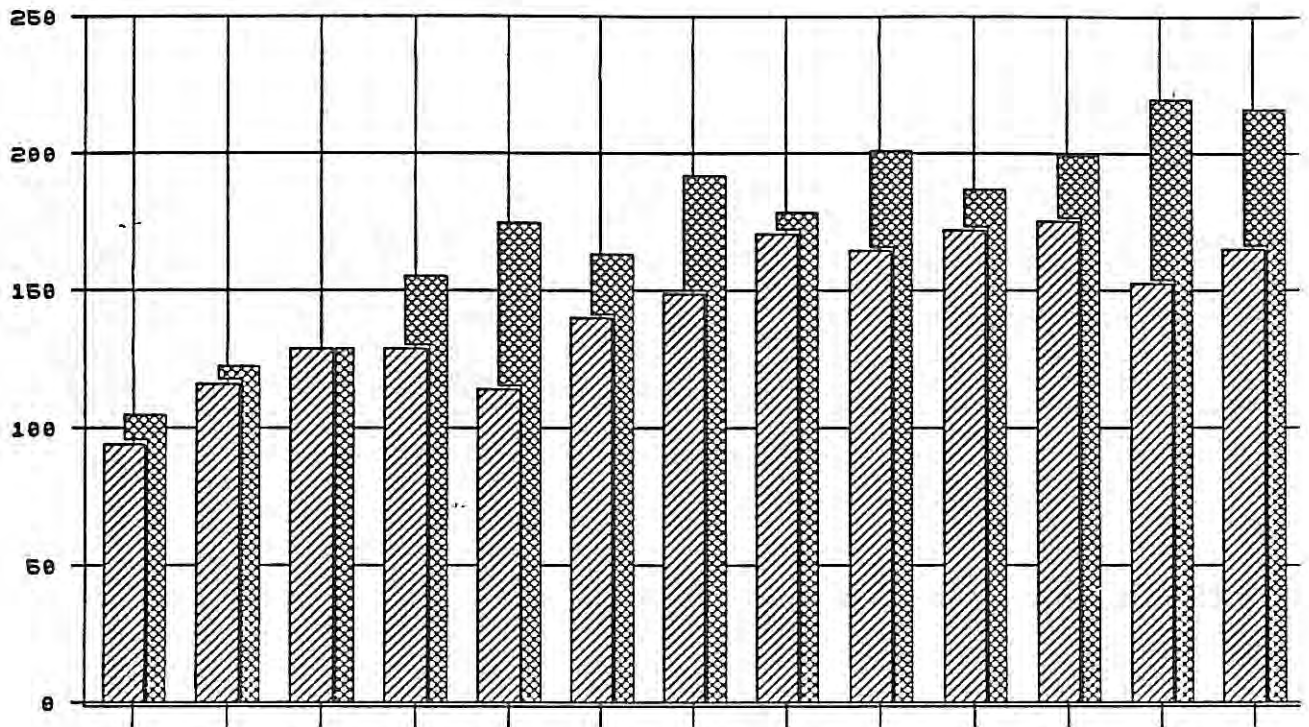
Individuell elektrisk

	1986	1987	1988	SNITT
Måleperiode	1/1/86 31/12/86	1/1/87 31/12/87	1/1/88 31/12/88	1987- 1988
Totalforbruk El. kWh/år leil	27833	23913	22479	24742
Forbruk av ved "	1697	1697	1697	1697
V.vann "	4312	4312	4312	4312
Hushold "	6000	6000	6000	6000
Antall eneboliger	13	13	13	13
Oppvarming kWh/m2 år	125	99	90	105
V.vann "	28	28	28	28
Hushold "	39	39	39	39
Totalt kWh/m2 år	192	166	157	172
Driftskost. kr/år leil	11249	10591	10797	
Graddager Jan - Jan	4329	4752	4520	4534
40%hush	2400	2400	2400	2400
Oppvarming "Målt" kWh/år leil	21618	17698	16264	18527
Beregnet G 472.308 "	14265	15127	14428	14606
Beregninger NS 3031 "	normalår			15120

Av de 13 husene som er med i undersøkelsen foreligger oppgaver over forbruket av ved fra 11 huseiere.



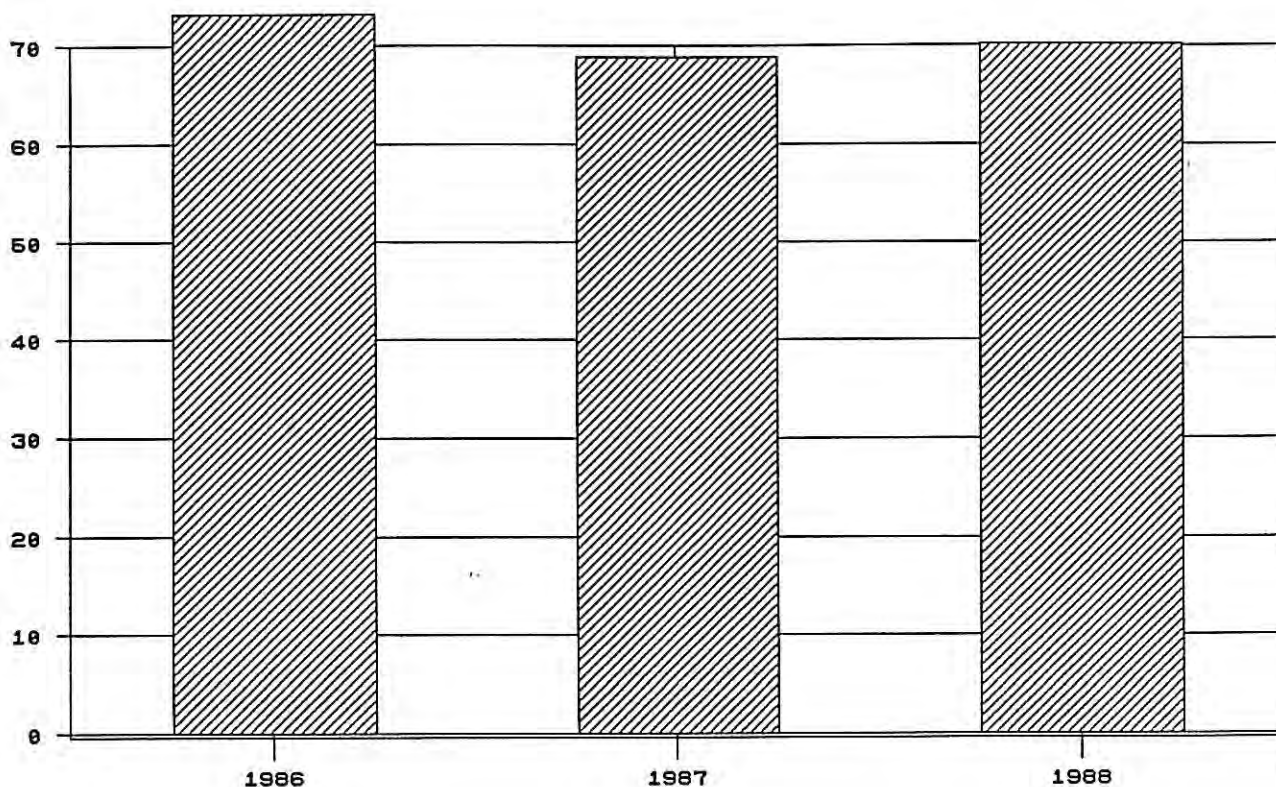
FIGUR 30. Energiforbruket i anlegg E01 for årene 1986 - 1988.
Individuell elektrisk

kWh/m² år

FIGUR 31. Maks - min forbruk for leiligheter i anlegg E01 for årene 1986 - 1988.

Individuell elektrisk

Leilighetene er sortert etter stigende energiforbruk.

kr/m² år

FIGUR 32. Energikostnader for anlegg E01.
Individuell elektrisk

Resultatet fra målinger på 7 leiligheter for de 9 første månedene i 1989 og tilsvarende i 1987 er vist i tabell 23. Til sammenligning er forbruket for 1989 regnet om til et helt år med grad-dagstall som tilsvarer 1987.

TABELL 23. Energifordeling for anlegg E01

E01	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	HELE ÅRET
Tot. forbr. 1987			2286	1858	1713	1401	1283	1275		23913
Oppv+hush. 1989	1964	1997	1824	1501	1302	957	844	914	1013	19296
V.vann 1989	375	369	409	408	404	345	293	288	342	4310
Totalt 1989	2339	2366	2233	1909	1706	1302	1137	1202	1355	23606

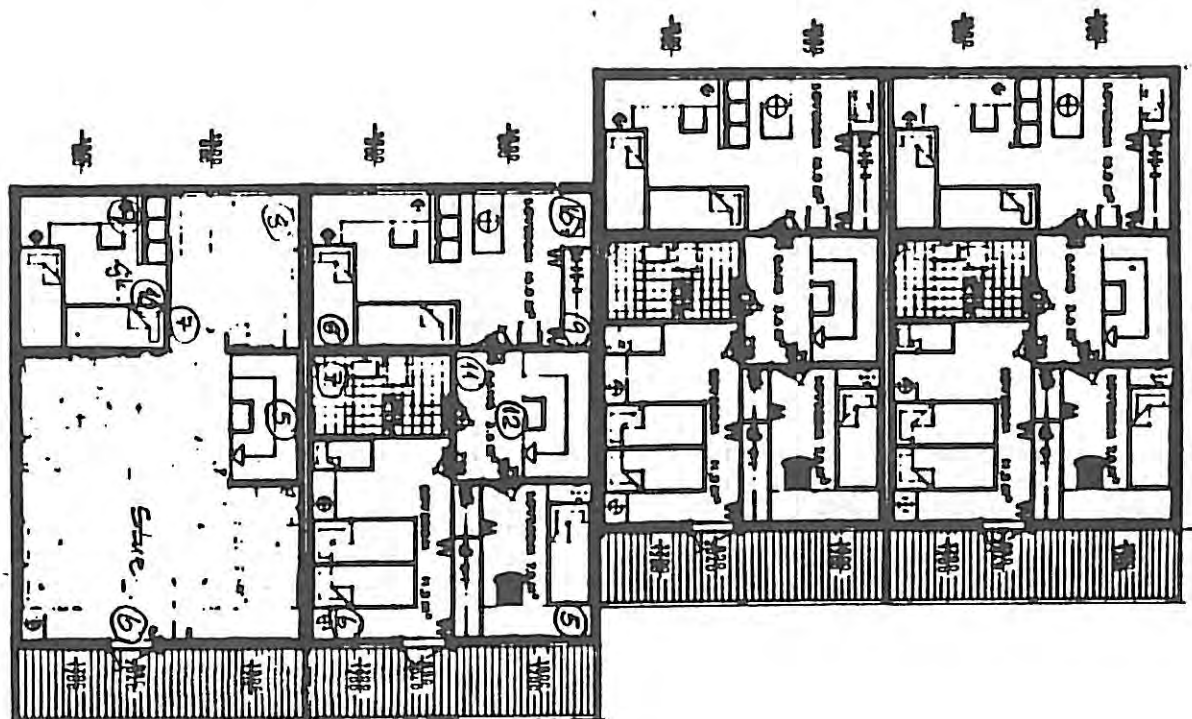
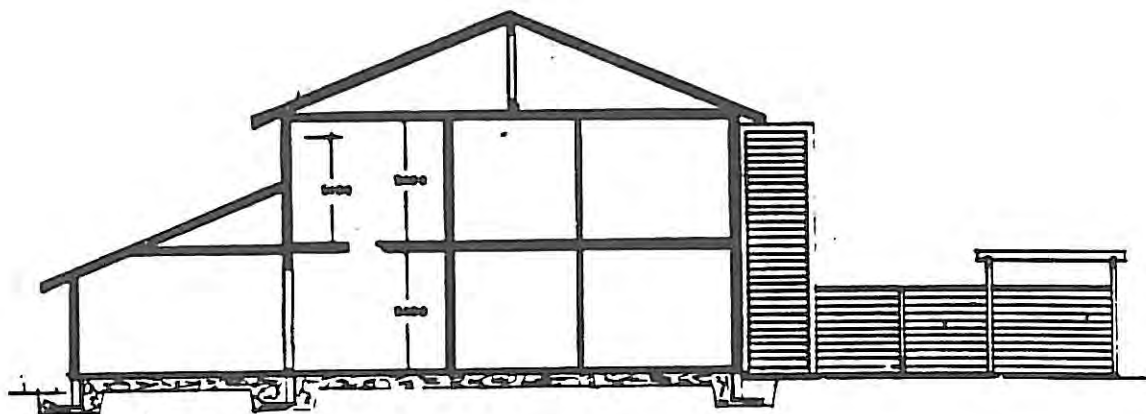
H: ANLEGG R01

REKKEHUSLEILIGHETER MED EL-OPPVARMING

Byggefeltet består av fem rekkehus med ialt 26 leiligheter. Av disse er 21 leiligheter med på undersøkelsen. Husene ligger fritt i åpent terreng. Hver leilighet består av 1. og 2. etasje, samt loft. Husene er uten kjeller. Hustypen er identisk med rekkehusene i anlegg R02.

GENERELLE HOVEDDATA

1. STED : Hengsle v/Hønefoss
2. BYGGEÅR : 1976
3. BYGGEDATA
 - 3.1 Brutto areal pr. leil: 126,4 m². I tillegg kommer loft på 21 m², som enkelte har innredet som oppholdsrom.
 - 3.2 Isolasjon
 - Yttervegger : 100 mm min.ull, kval. B
 - Gulv, 1. et. : Plate på mark, 40 mm isolasjon og armert puss
 - Tak/himling : 80 mm multielement.
 - Vinduer : 2-lag isolerruter.
 - Spes. varmetap : 81,7 - 107,4 W/m²°C
4. OPPVARMING
Direkte elektrisk med veggovner.
I enkelte leiligheter er ovnene utstyrt med termostat.
Tilleggsoppvarming med ved benyttes av enkelte.
5. VENTILASJON
Naturlig. I kjøkken er montert avtrekksvifte som periodevis er i bruk.



FIGUR 33. Typisk leilighet for anlegg R01

TABELL 24. Spesifikt varmetap for anlegg R01

	GAVLLEILIGHET				MIDTLEILIGHET			
	AREAL M2	U-VERDI W/M2 °C	°C	VARMETAP KW/°C	AREAL M2	U-VERDI W/M2 °C	°C	VARMETAP KW/°C
Yttervegger	124.8	0.37	1	0.046	77.0	0.37	1	0.028
Yttervegger mot loft	3.6	0.37	0.75	0.001	3.6	0.37	0.75	0.001
Tak mot loft	67.8	0.20	0.75	0.010	67.8	0.2	0.75	0.010
Gulv mot mark	67.8	0.39	0.6	0.016	67.8	0.39	0.6	0.016
Vinduer	7.1	2.1	1	0.015	7.1	2.1	1	0.015
Ytterdører	2.1	2.9	1	0.006	2.1	2.9	1	0.006
Terrassedør	1.8	2.9	1	0.005	1.8	2.9	1	0.005
Spesifikt varmetap	0.099				0.082			

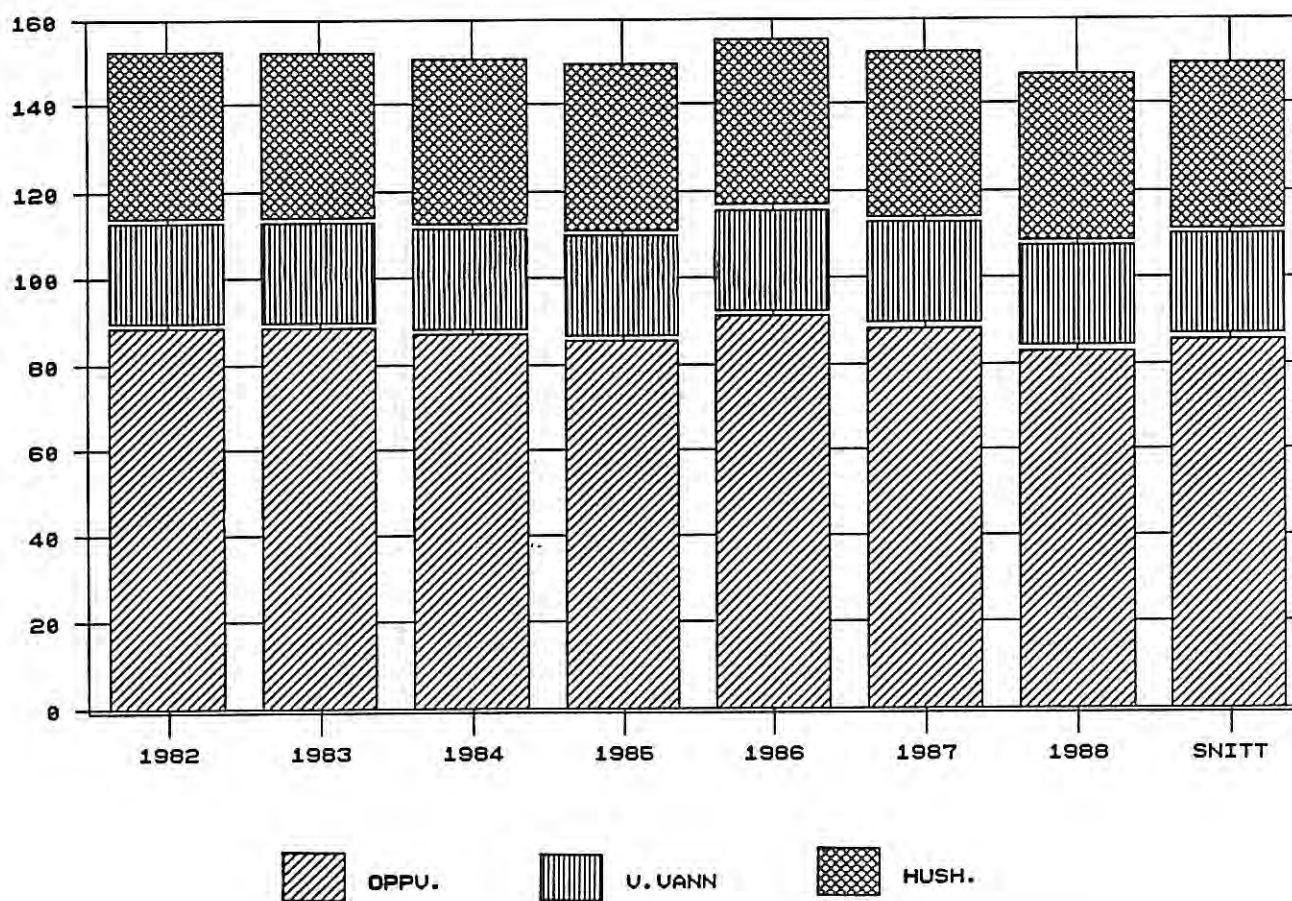
For å beregne forbruket til oppvarming og ventilasjon er det på dette anlegget antatt at forbruket til husholdningsel er 4500 kWh/år leilighet.

TABELL 25. Energiforbruket i anlegg R01 for årene 1982 - 1988

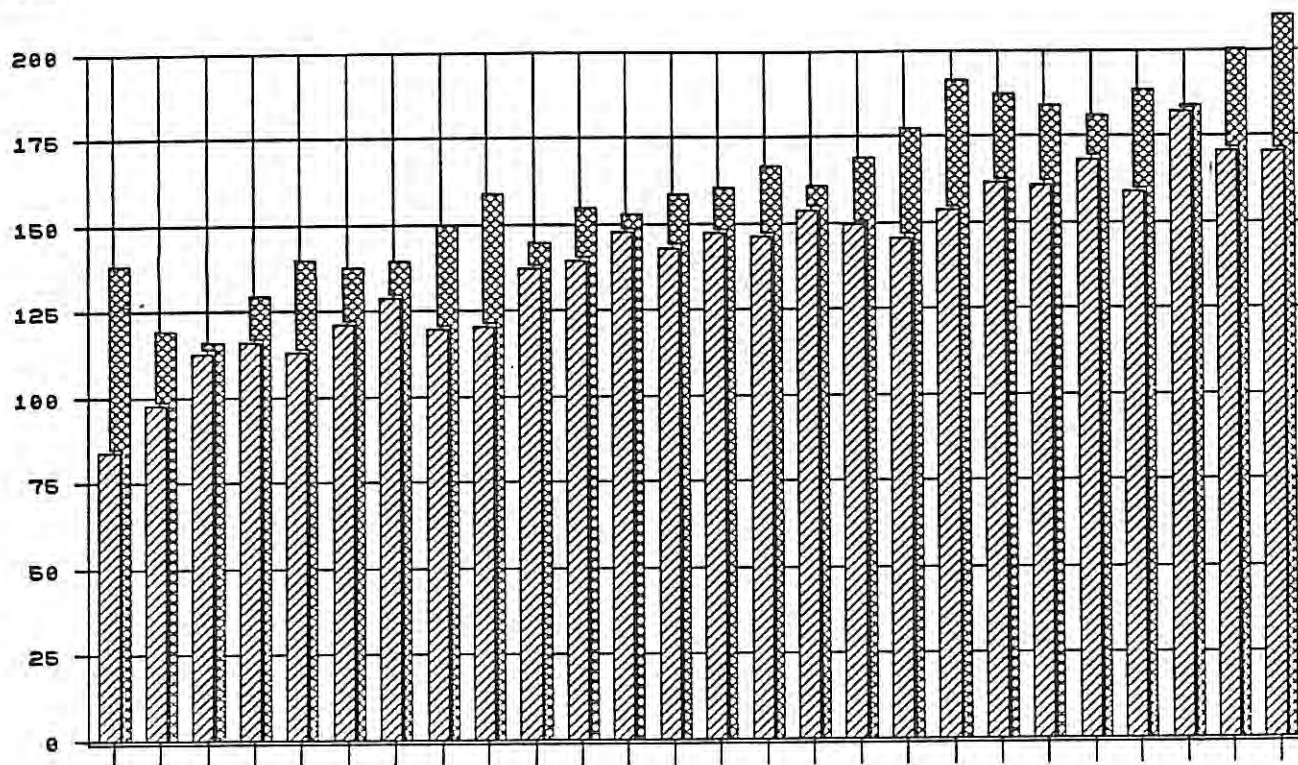
Individuell elektrisk.

	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	SNITT
Måleperiode	1/06/81 1/06/82	1/06/82 1/06/83	1/06/83 1/06/84	1/06/84 1/06/85	1/06/85 1/06/86	19/11/86 9/11/87	9/11/87 2/11/88	1987- 1988
Totalforbruk El. kWh/leil	18849	18838	18647	18464	19192	18825	18149	18487
Forbruk av ved "	418	418	418	418	418	418	418	418
V.vann "	3080	3080	3080	3080	3080	3080	3080	3080
Hushold "	4500	4500	4500	4500	4500	4500	4500	4500
Antall boliger	26	26	26	26	26	26	26	26
Oppvarming kWh/m2 år	93	92	90	89	95	92	87	90
V.vann "	24	24	24	24	24	24	24	24
Hushold "	36	36	36	36	36	36	36	36
Totalt kWh/m2 år	152	152	151	149	155	152	147	150
Driftskost. kr/år	5254	6123	6268	6856	7374	7940	8191	
Graddager Juni-Juni	3888	3819	4280	4617	4587	4612	3997	4305
40%hush	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800
Oppvarming "Målt"	13487	13476	13385	13102	13830	13463	12787	12825
Beregnet G 472.308	11244	10121	10764	13509	12223	13279	10764	10115
Beregnet NS 3031	normalår							15337

Av totalt 26 leiligheter benytter 9 leiligheter ved.

kWh/m² år

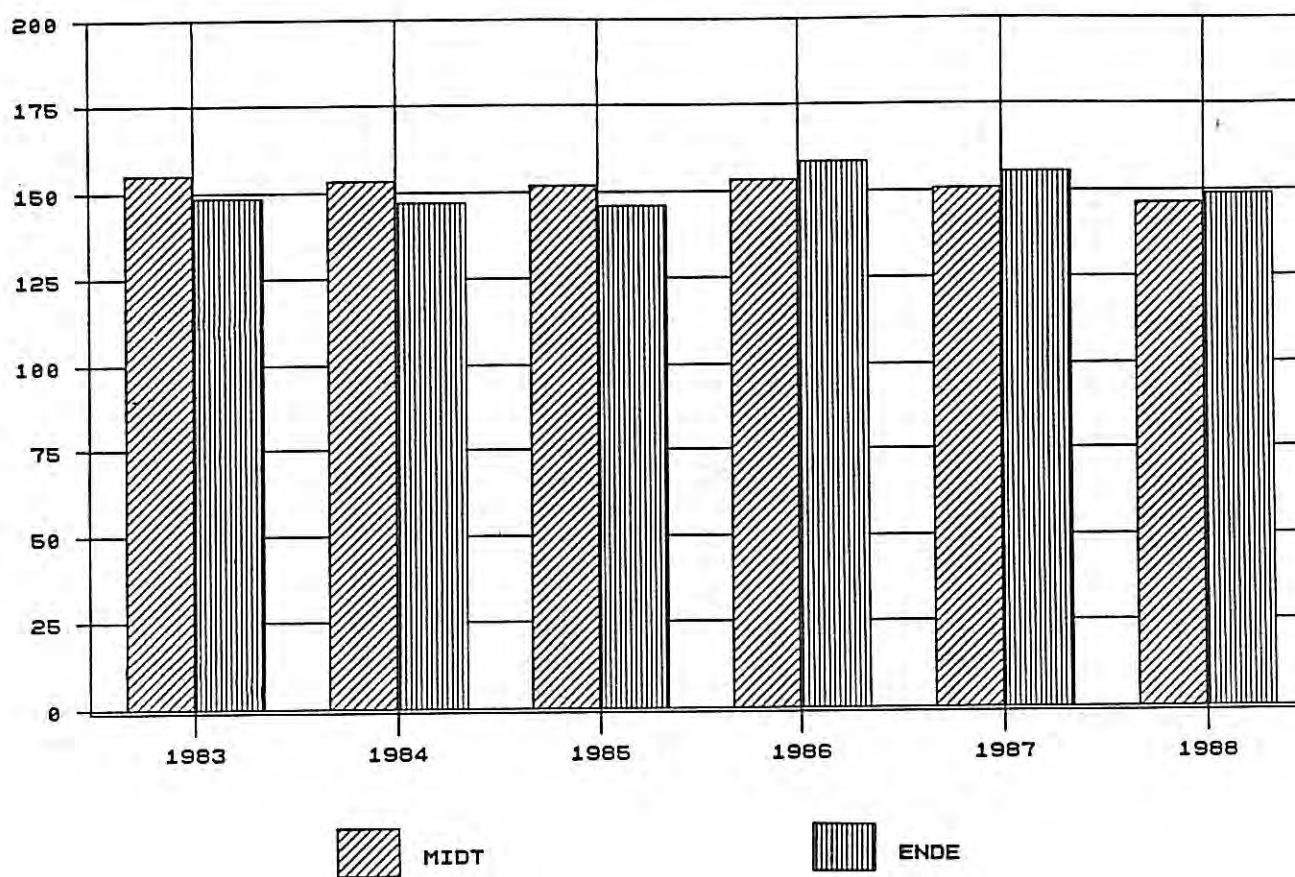
FIGUR 34. Energiforbruket i anlegg R01 for årene 1982 - 1988.
Individuell elektrisk

kWh/m² år

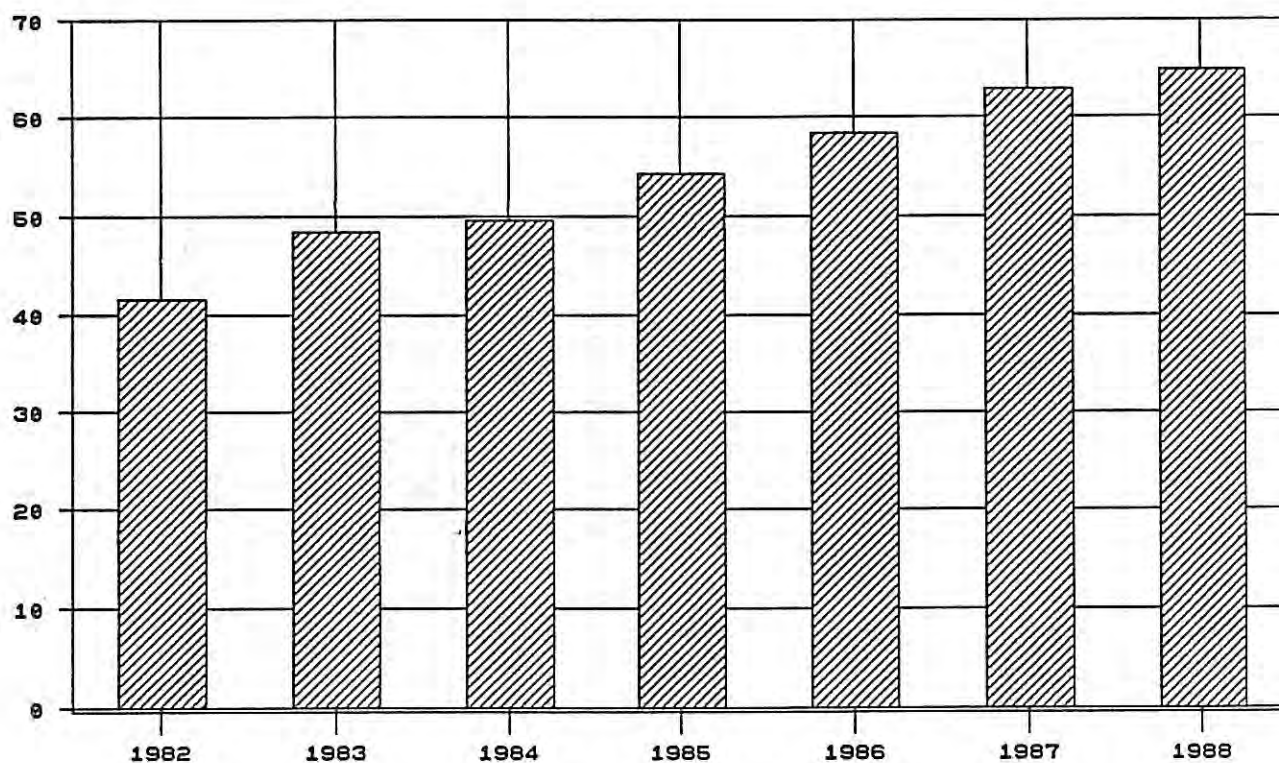
FIGUR 35. Maks - min forbruk for leiligheter i anlegg R01 for årene 1986 - 1988.

Individuell elektrisk

Leilighetene er sortert etter stigende energiforbruk.

kWh/m² år

FIGUR 36. Midlere forbruk i midt- og endeleiligheter for anlegg R01 for årene 1983 - 1988.
Individuell elektrisk

kr/m² år

FIGUR 37. Energikostnader for anlegg R01.
Individuell elektrisk

Resultatet fra målinger på 6 leiligheter for de 9 første månedene i 1989 og husholdingsel. i 1987 er vist i tabell 26. Til sammenligning er forbruket for 1989 regnet om til et helt år med grad-dagtall som tilsvarer 1987.

TABELL 26. Energifordeling i anlegg R01

R01	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	HELE ÅRET
Tot. forbr. 1987				1682	1186	769	695	815		18825
Oppv+hush. 1989	1681	1361	1289	1196	718	603	474	563	737	16800
V.vann 1989	275	240	228	268	274	259	219	279	268	3080
Totalt 1989	1956	1601	1517	1464	992	862	693	842	1005	19880

I: ANLEGG R02

REKKEHUSLEILIGHETER MED EL-OPPVARMING

Byggefeltet består av ni rekkehus med ialt 36 leiligheter. Av disse er 26 leiligheter med på undersøkelsen. Husene ligger fritt beliggende i relativt åpent terreng. Hver leilighet består av 1. og 2. etasje, samt uinnredet loft. Husene er uten kjeller. Hustypen er identisk med rekkehusene i anlegg R01.

GENERELLE HOVEDDATA

1. STED : Kleppemarka v/Stavanger
2. BYGGEÅR : 1974/75
3. BYGGEDATA
 - 3.1 Brutto areal pr. leil: 126,4 m². I tillegg kommer loft som enkelte har innredet som oppholdsrom.
 - 3.2 Isolasjon

Yttervegger	:	100 mm min.ull, kval. B
Gulv, 1. et.	:	Plate på mark, 40 mm isolasjon og armert puss
Tak/himling	:	100 mm min.ull m/papir, kvalitet B
Vinduer	:	2-lag isolerruter
Spes. varmetap	:	81,7 - 107,4 W/m ² °C
4. OPPVARMING

Direkte elektrisk med veggovner. En del av disse er termostatstyrte. I enkelte leiligheter er den veggfaste ovnen i stuen erstattet med transportabel vifteovn. Tilleggsoppvarming med ved benyttes av enkelte.
5. VENTILASJON

Naturlig. I kjøkken er montert avtrekksvifte som periodevis er i bruk.

Boligene for anlegg R02 er identisk med boligene for anlegg R01 figur 33 side 73.

TABELL 27. Spesifikt varmetap for anlegg R02

	GAVLLEILIGHET				MIDTLEILIGHET				
	AREAL M2	U-VERDI W/M2 °C	°C	VARMETAP KW/°C	AREAL M2	U-VERDI W/M2 °C	°C	VARMETAP KW/°C	
Yttervegger	124.8	0.37	1	0.046	77.0	0.37	1	0.028	
Yttervegger mot loft	3.6	0.37	0.75	0.001	3.6	0.37	0.75	0.001	
Tak mot loft	67.8	0.2	0.75	0.010	67.8	0.2	0.75	0.010	
Gulv mot mark	67.8	0.54	0.6	0.022	67.8	0.54	0.6	0.022	
Vinduer	7.1	2.1	1	0.015	7.1	2.1	1	0.015	
Ytterdører	2.1	2.9	1	0.006	2.1	2.9	1	0.006	
Terrassedør	1.8	2.9	1	0.005	1.8	2.9	1	0.005	
Spesifikt varmetap	0.106				0.088				

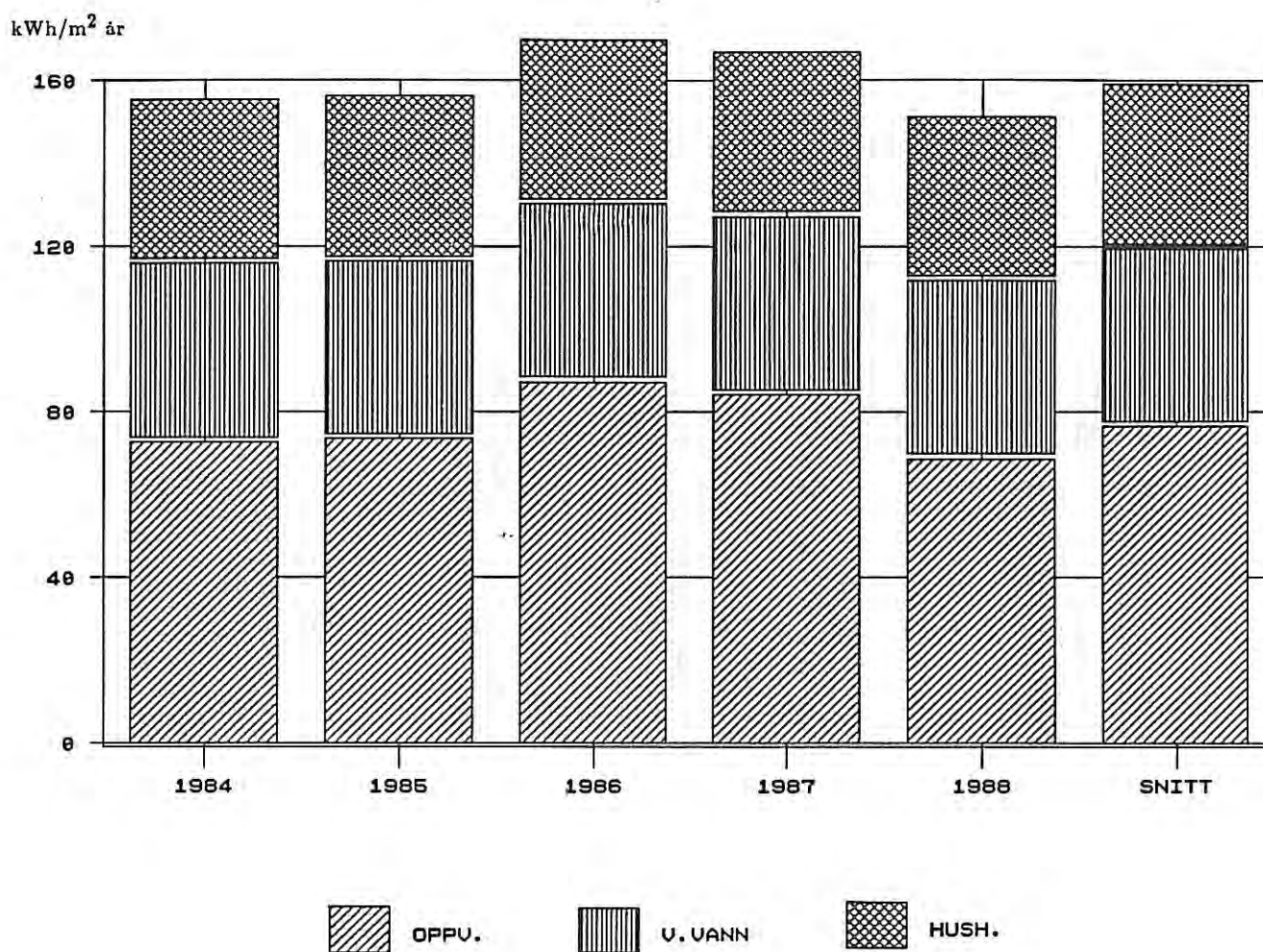
For å beregne forbruket til oppvarming og ventilasjon er det på dette anlegget antatt at forbruket til husholdningsel er 5000 kWh/år leilighet.

TABELL 28. Energiforbruket i anlegg R02 for årene 1982 - 1988.

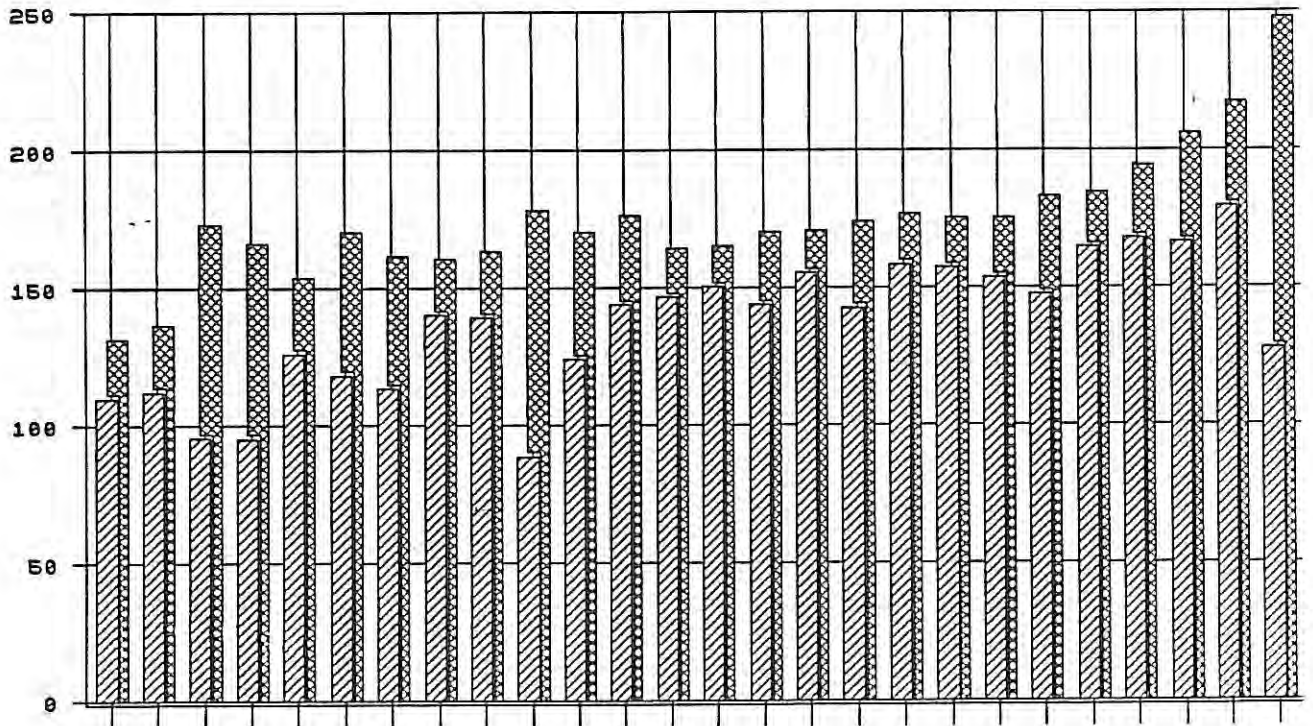
Individuell elektrisk

	1984	1985	1986	1987	1988	SNITT
Måleperiode	1/11/83 1/11/84	1/11/84 1/11/85	1/11/85 1/11/86	1/11/86 1/11/87	1/11/87 1/11/88	1984- 1988
Totalforbruk El. kWh/år leil	19077	19171	20917	20532	18562	19547
Forbruk av ved	536	536	536	536	536	418
V.vann	5440	5440	5440	5440	5440	5440
Hushold	5000	5000	5000	5000	5000	5000
Antall eneboliger	26	26	26	26	26	26
Oppvarming kWh/m2 år	73	73	87	84	68	75
V.vann	43	43	43	43	43	43
Hushold	40	40	40	40	40	40
Totalt kWh/m2 år	155	156	170	167	151	158
Driftskost. kr/år leil	6268	6797	7861	8446	8222	
Graddager Nov-Nov	2974	3320	3429	3252	2857	3166
40%hush	2000	2000	2000	2000	2000	2000
Oppvarming "Målt"	11173	11267	13013	12628	10658	11525
Beregnet G 472.308	8662	10439	10369	10027	8331	8055
Beregnet NS 3031	normalår					11859

Av totalt 26 leiligheter benytter 7 stk. ved som tilleggsvarme.



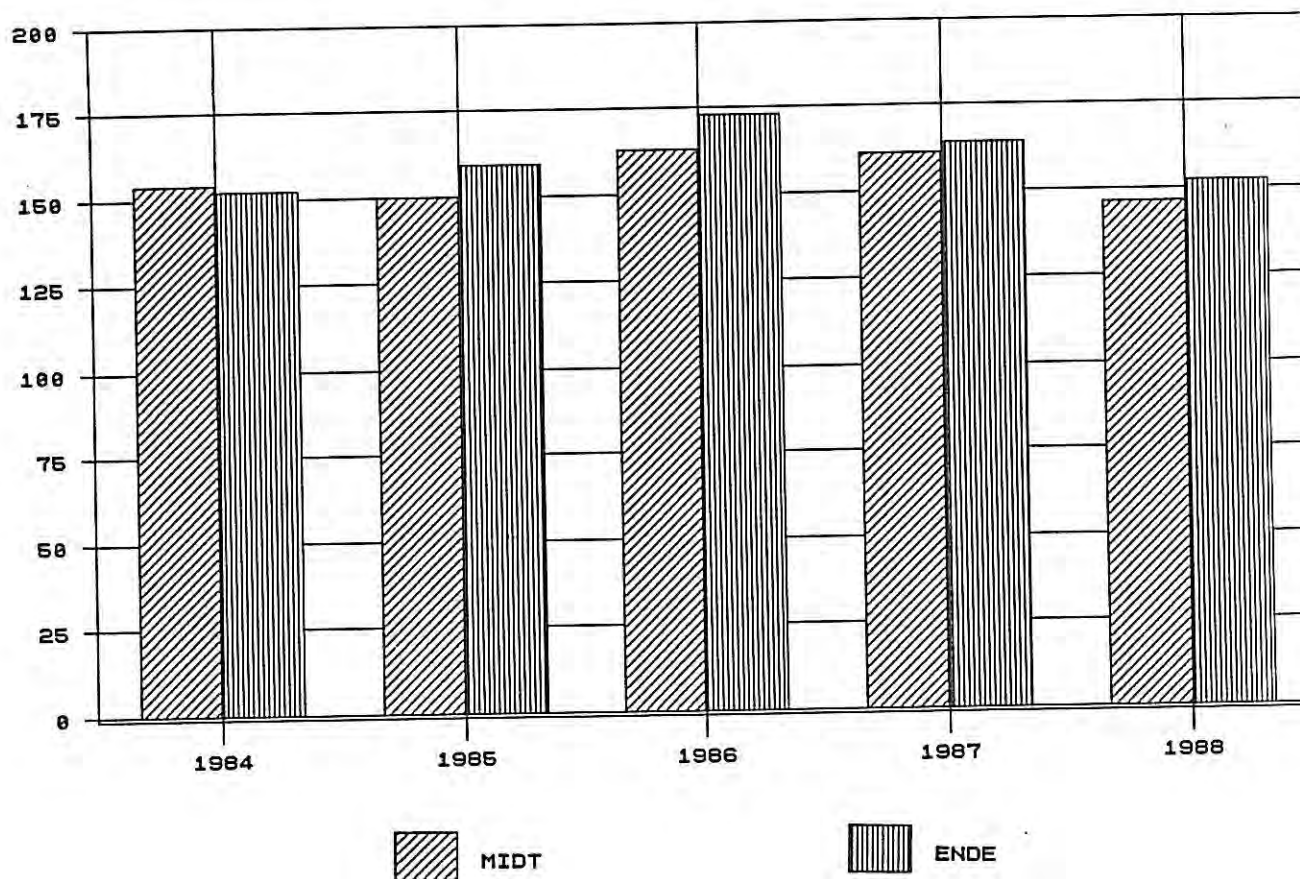
FIGUR 38. Energiforbruket i anlegg R02 for årene 1984 - 1988.
Individuell elektrisk

kWh/m² år

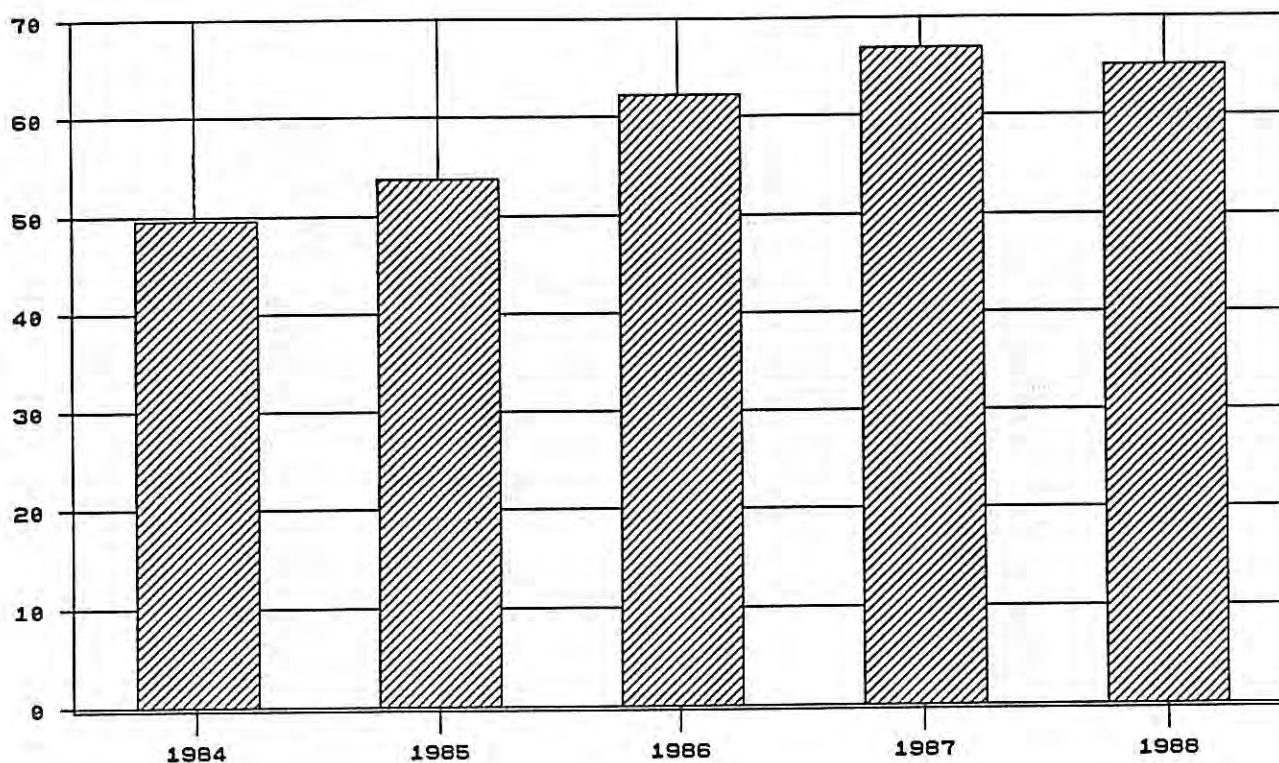
FIGUR 39. Maks - min forbruk for leiligheter i anlegg R01 for årene 1986 - 1988.

Individuell elektrisk

Leilighetene er sortert etter stigende energiforbruk.

kWh/m² år

FIGUR 40. Midlere forbruk i midt- og endeleilighet i anlegg R02
Individuell elektrisk

kr/m² år

FIGUR 41. Energikostnader i anlegg R02.
Individuell elektrisk

Resultatet fra målinger på 6 leiligheter for de 9 første månedene i 1989 er vist i tabell 29. Til sammenligning er forbruket for 1989 regnet om til et helt år med graddagtall som tilsvarer 1987.

TABELL 29. Månedesforbruk i anlegg R02

R02	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	HELE ÅRET
Tot.forbr. 1987			2327	1934	1531	1222	930	980		20532
Oppv.+hush.1989	1507	1392	1360	1333	991	672	587	576	903	15417
V.vann 1989	515	450	469	499	489	442	366	366	485	5440
Totalt 1989	2022	1842	1829	1832	1480	1114	953	942	1388	20857

J: ANLEGG R03

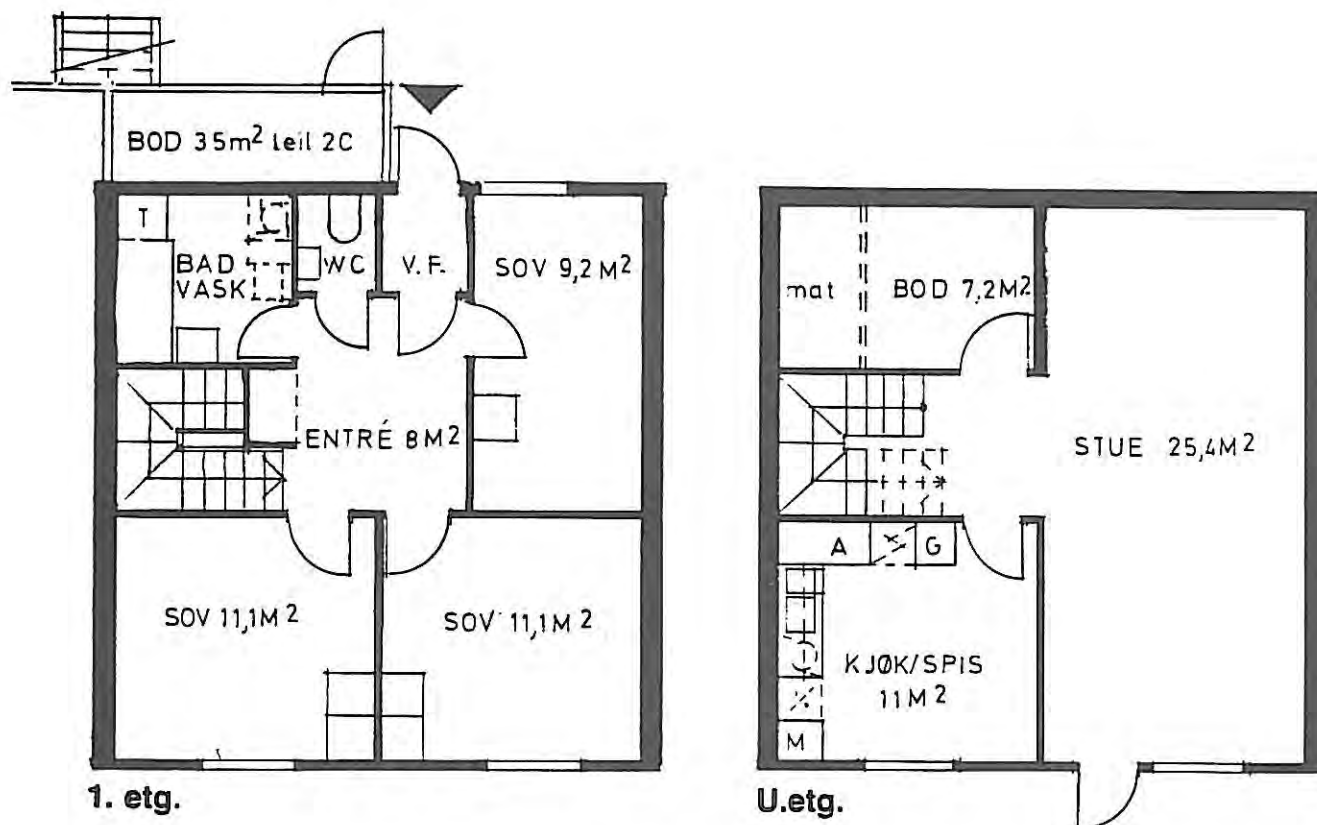
REKKEHUSLEILIGHETER MED SENTRALOPPVARMING

Byggefeltet består av fire rekkehus i to etasjer med underetasje. Til samme borettslag hører også 8 stk. blokker, se anl. nr. B06. Husene er fritt beliggende i relativt åpent terreng.

GENERELLE HOVEDDATA

- | | | | |
|-----|---|---|---|
| 1. | STED | : | Oslo, øst |
| 2. | BYGGEÅR | : | 1982 |
| 3. | LEILIGHETSFORDELING | : | 4-roms: 37 stk.
2- " : 37 "

I alt : 74 stk.
----- |
| 4. | BYGGEDATA | | |
| 4.1 | Brutto areal ialt | : | 6400,0 m ² |
| | Brutto areal pr. leil: | | 86,5 m ² |
| 4.2 | Isolasjon | | |
| | Yttervegger | : | 100 mm min.ull |
| | Tak/himling | : | 200 " " " |
| | Vinduer | : | 2-lag isolerruter |
| 5. | OPPVARMING | | |
| | Sentraloppvarming og varmtvannsforsyning med fjernvarme | | |
| 6. | VENTILASJON | | |
| | Naturlig | | |

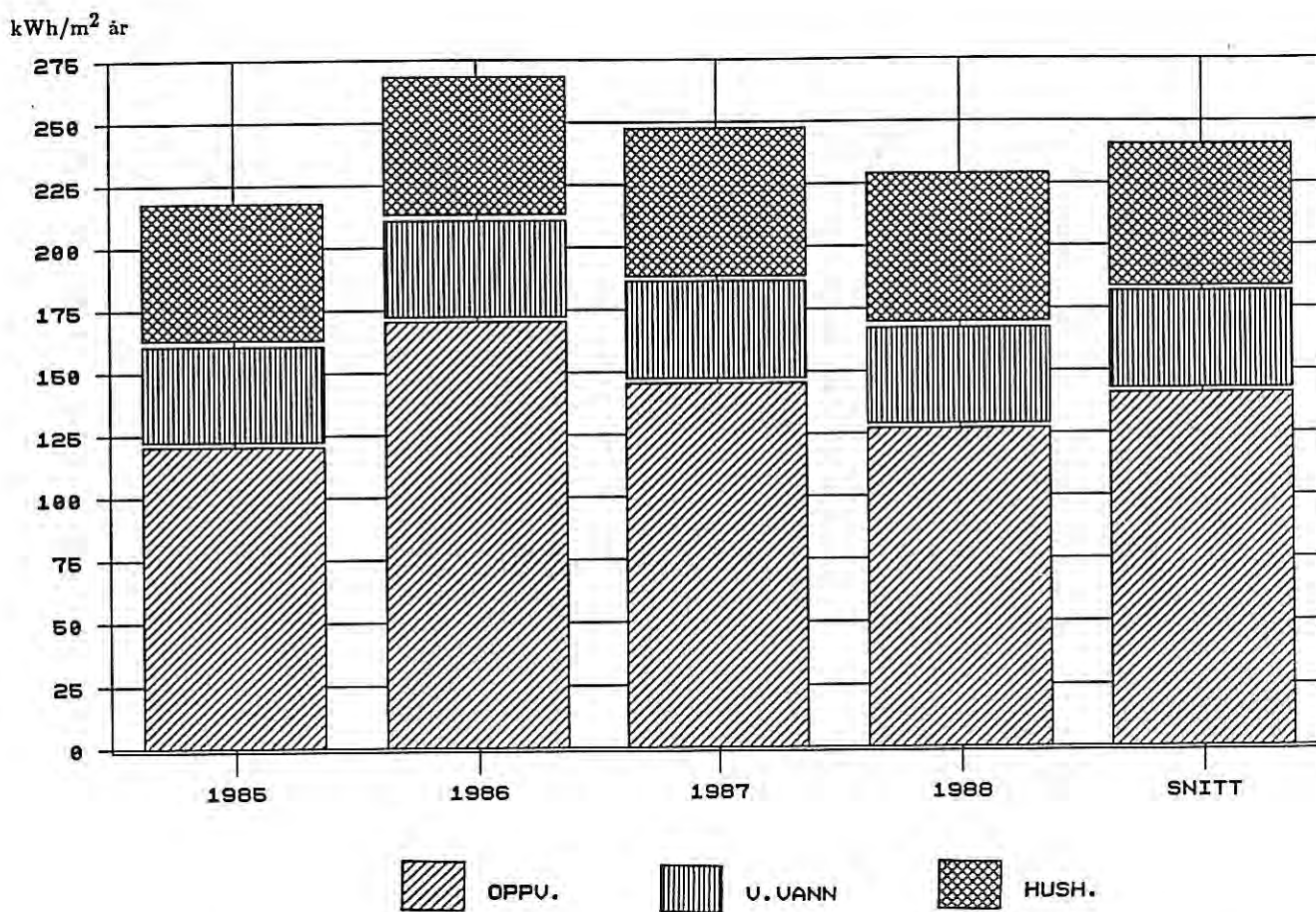


FIGUR 42. Typisk leilighet for anlegg R03

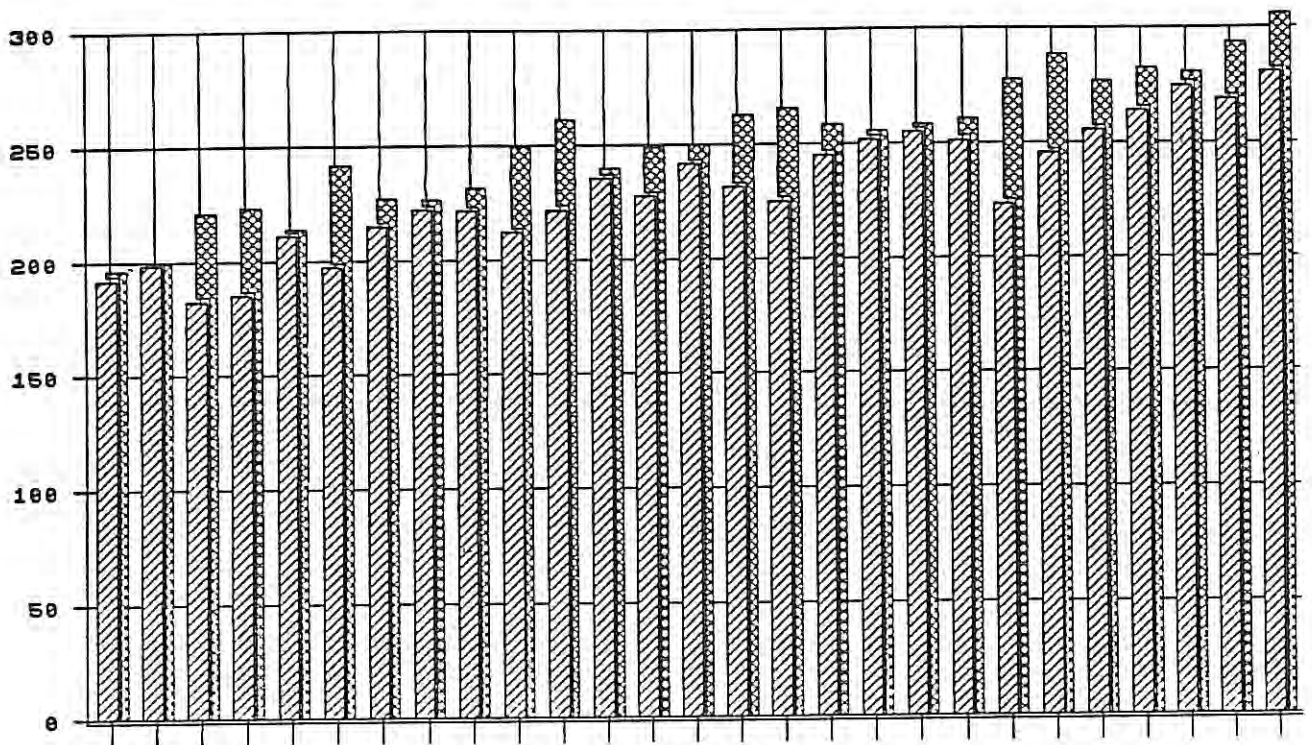
TABELL 30. Energiforbruket i anlegg R03 for årene 1983 - 1988.
Sentraloppvarming

	1985	1986	1987	1988	SNITT
Måleperiode	15/6/84 25/6/85	25/6/85 23/6/86	23/6/86 22/6/87	22/6/87 21/6/88	1984- 1988
Oppv+v.vann F.varme	13925	18244	16095	14497	15690
Husholdning	4899	4958	5281	5323	5115
Totalt kWh/år leil	18824	23202	21376	19820	20806
Antall leiligheter	74	74	74	74	74
Oppvarming kWh/m² år	121	170	146	127	141
V.vann "	40	40	40	40	40
Hushold "	57	57	61	62	59
Totalt kWh/m² år	218	268	247	229	241
Driftskost. kr/år	5674	7415	6144	6219	
Graddager Mars-Mars	3817	4267	3999	3753	3959

Oppvarming av leilighetene og varmt forbruksvann skjer sentralt med fjernvarme. Målt el-forbruk representerer kun forbruk til husholdning.

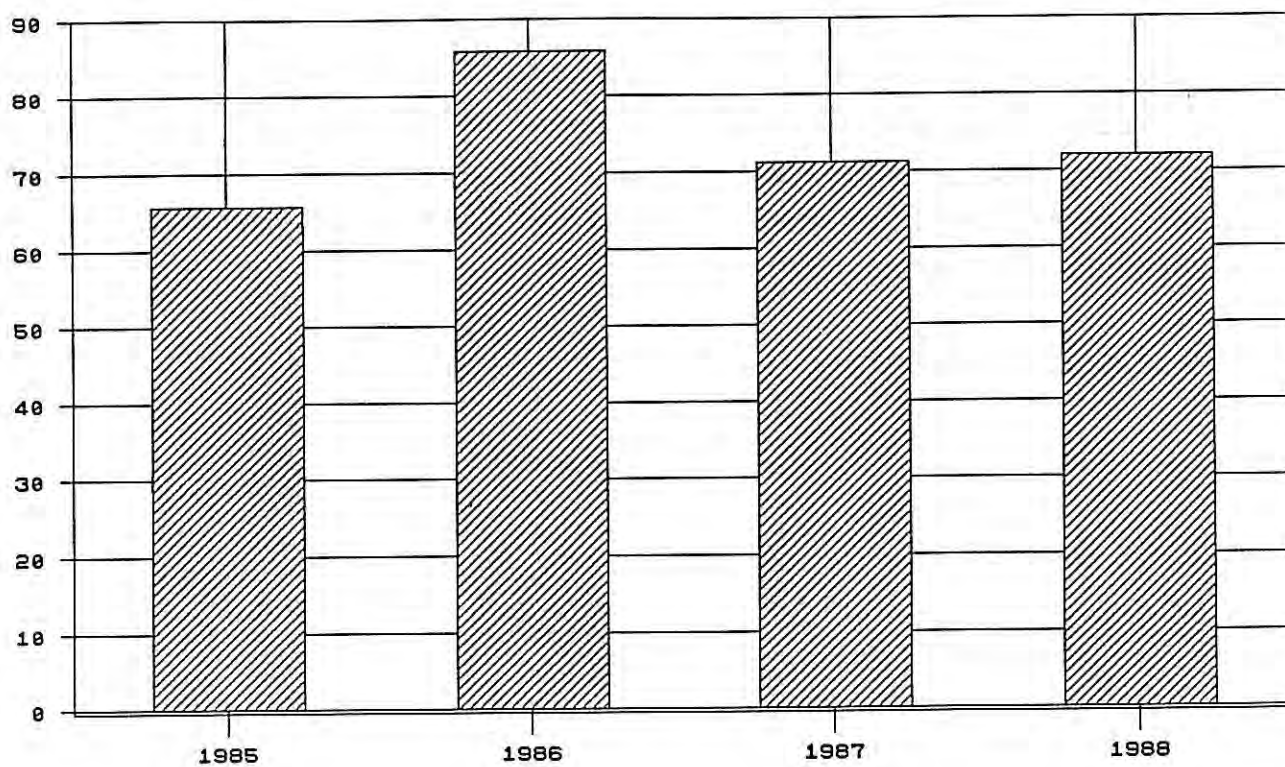


FIGUR 43. Energiforbruket i anlegg R03 for årene 1983 - 1988.
Sentraloppvarming

kWh/m² år

FIGUR 44. Maks - min forbruk for leiligheter i anlegg R03 for
årene 1986 - 1988.
Sentraloppvarming

Leilighetene er sortert etter stigende energiforbruk.

kr/m² år

FIGUR 45. Energikostnader for anlegg R03.
Sentraloppvarming

K: ANLEGG R04

REKKEHUSLEILIGHETER MED SENTRALOPPVARMING OG INDIVIDUELL
AVREGNING

Byggefeltet består av 173 boligenheter i to etasjer. Rekkehusene er fritt beliggende i relativt åpent skrånende og delvis flatt terreng. Nitten av boligene er med i undersøkelsen. Alle boligene har individuell avlesning av forbruk til oppvarming, varmt forbruksvann og husholdningsel.

GENERELLE HOVEDDATA

1. STED : Oslo, øst

2. BYGGEÅR : 1985

4. BYGGEDATA

4.1 Brutto areal pr. leil: 115,0 m²

4.2 Isolasjon

Yttervegger : 150 mm min.ull

Tak/himling : 200 " " "

Gulv : Støpt betonggulv

Vinduer : 2-lag isolerruter

5. OPPVARMING

Sentraloppvarming og varmtvannsforsyning med fjernvarme.

Elektriske varmekabler på bad

6. VENTILASJON

Naturlig.

Ventilator på kjøkken

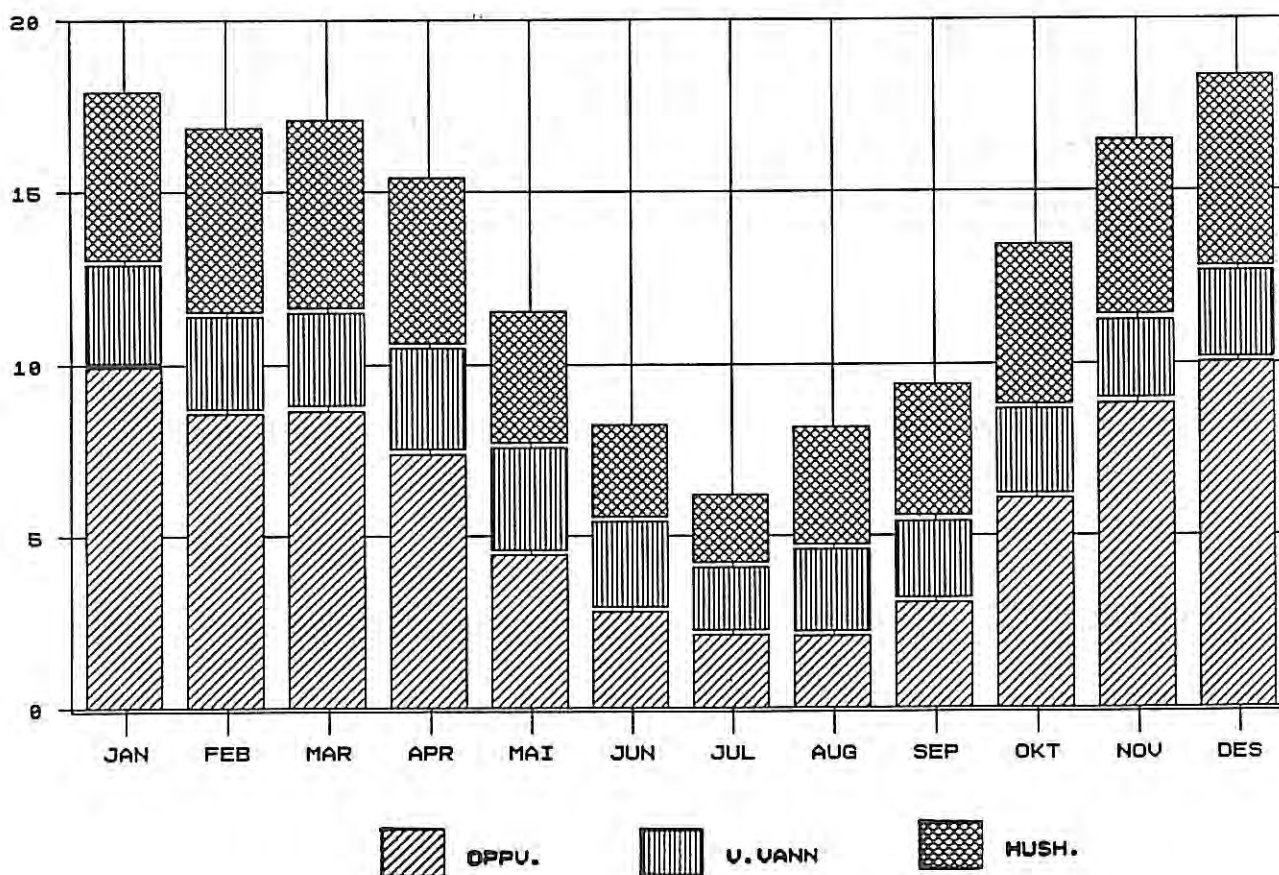
Resultatet fra målinger for 1989 er vist i tabell 31.

TABELL 31. Energi-forbruk, -fordeling og -kostnader for anlegg R04.

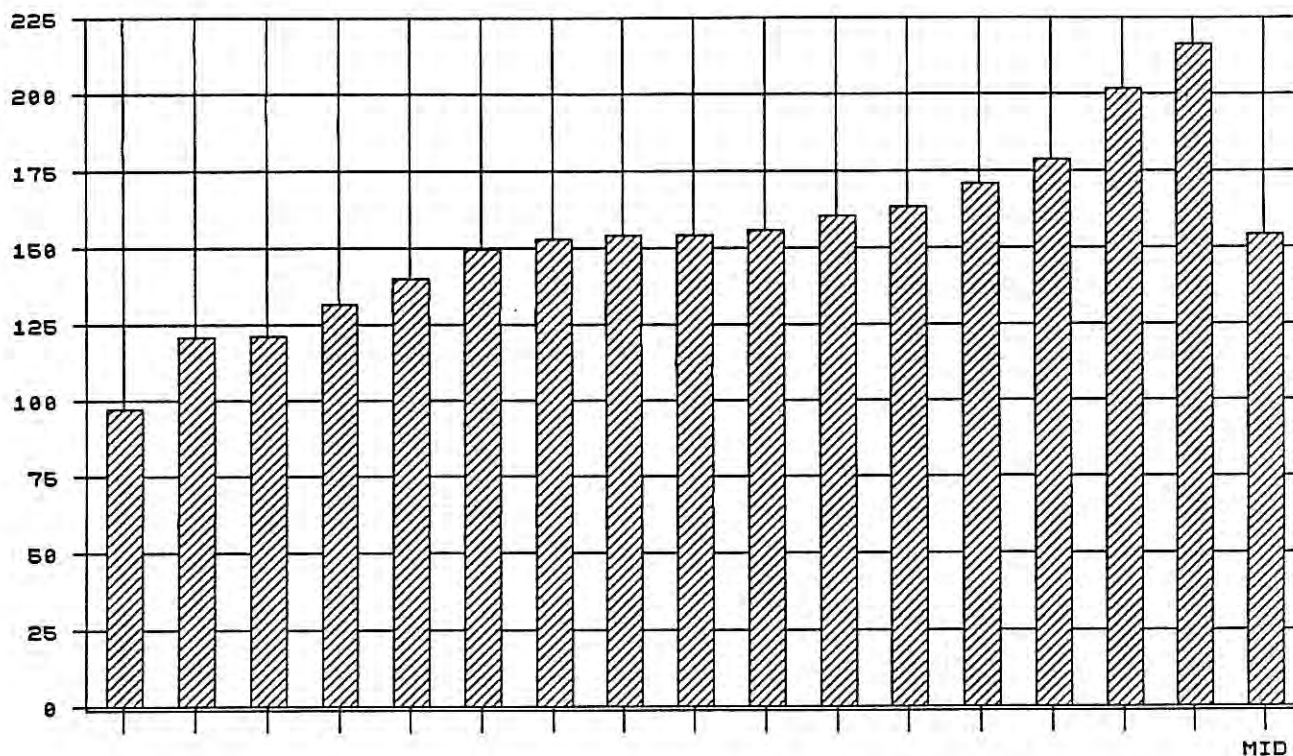
Sentraloppvarming

R04		JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DES	HELE ÅRET
Oppv	1989	1140	983	992	846	509	318	242	235	347	696	1014	1151	8474
V.vann	1989	340	382	330	357	356	303	225	290	275	300	281	305	3690
Hushold	1989	577	625	639	570	460	322	244	412	458	550	600	650	6107
Total	1989	2057	1936	1962	1772	1326	943	710	938	1080	1546	1895	2106	18271
Energik.kr/leil		664	639	648	588	455	334	262	346	390	526	625	688	6167

kWh/m² mnd



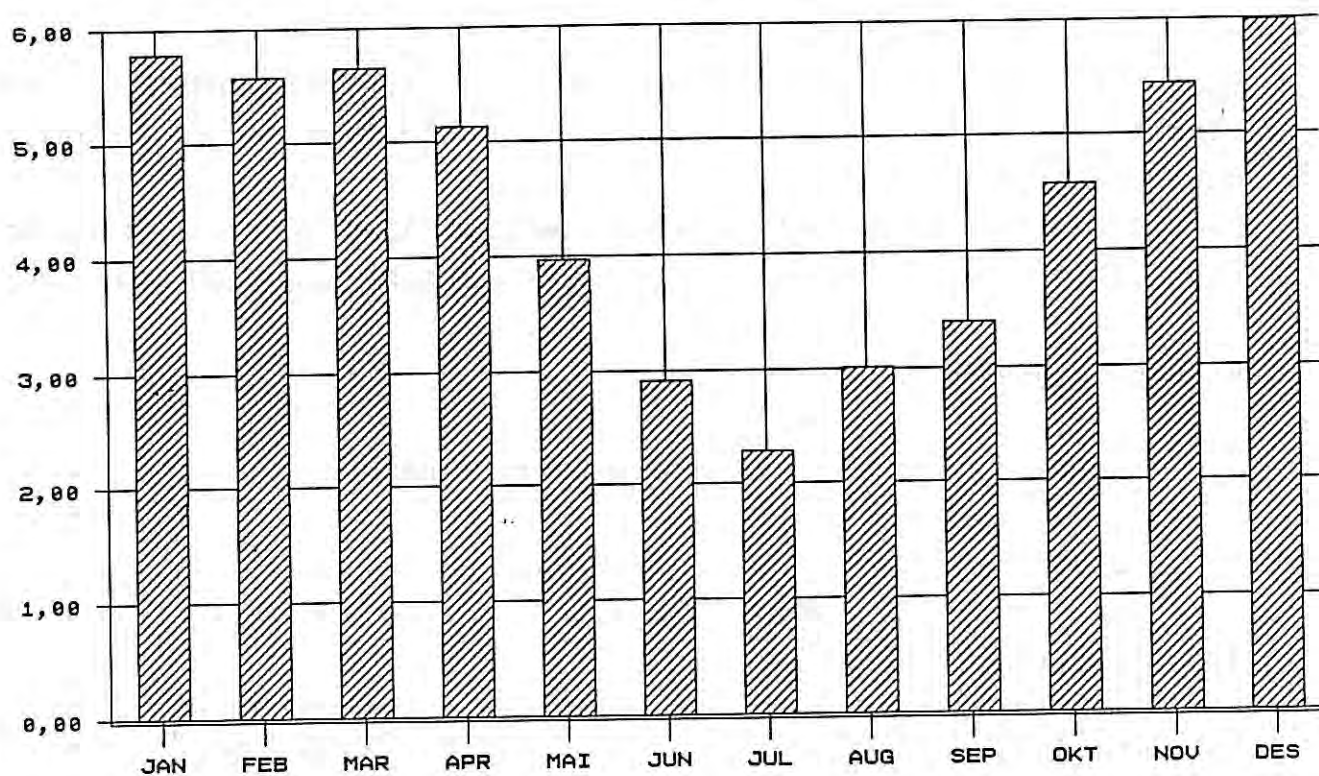
FIGUR 46. Energiforbruket pr. mnd. for anlegg R04 i 1989.
Sentraloppvarming

kWh/m² år

FIGUR 47. Energifordeling mellom leilighetene i anlegg R04 for 1989.

Sentraloppvarming

Leilighetene er sortert etter stigende energiforbruk.

kr/m² mnd

FIGUR 48. Energikostnader for anlegg R04.
Sentraloppvarming

L: ANLEGG T01

VERTIKALDELTE TOMANNSBOLIGER MED ELEKTRISK OPPVARMING

Byggefeltet består av ialt syv vertikaldelte tomannsboliger og fire rekkehus. Husene ligger høyt i en dalside og er relativt dårlig skjermet.

Hver leilighet består av 1. og 2. etasje samt loft. Husene er uten kjeller. Hustypen er identisk med husene i anlegg T02.

GENERELLE HOVEDDATA

1. STED : Arnatveit v/Bergen

2. BYGGEÅR : 1985/86

3. LEILIGHETSFORDELING :

7 stk. vert.delte 2 m.boliger a 2 leil.:	14 stk.
2 " rekkehus	" 4 " : 8 "
1 " "	" 5 " : 5 "
1 " "	" 3 " : 3 "

I alt : 30 stk.

4. BYGGEDATA

4.1 Brutto areal pr. leil. : 95,8 m²

I tillegg kommer loft på 30 m² som enkelte har innredet som oppholdsrom.

4.2 Isolasjon

Yttervegger : 100 mm min.ull, kval. A

Gulv : Plate på mark, 40 mm isolasjon og armert påstøp

Vinduer : 3-lags isolerglass

Tak/himling : 200 mm min.ull, kval. B

Spes. varmetap : Rekkehus: 71,2 - 84,6 W/m² °C

5. OPPVARMING

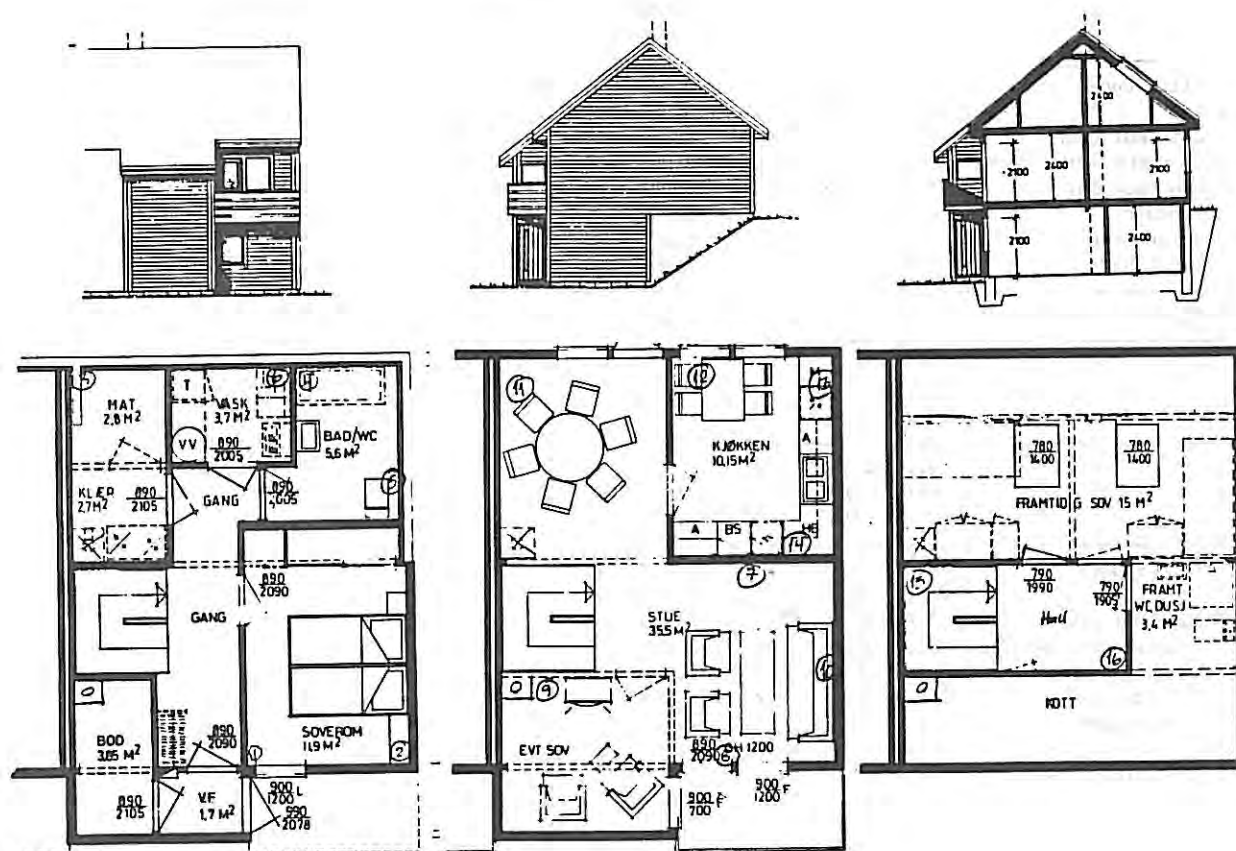
Direkte elektrisk med termostatstyrte veggovner. De fleste hadde også installert el-kabler i gulv, 1. et.

I enkelte leiligheter er den veggfaste ovnen i stuen erstattet med transportabel vifteovn. Tilleggsoppvarming med ved benyttes av enkelte.

6. VENTILASJON

Mekanisk avtrekk fra kjøkken og våtrom, som er i drift hele døgnet.

Tilluft gjennom spalteventiler i vinduskarm. (Disse er mer eller mindre stengt i fyringssesongen.)



FIGUR 49. Typisk leilighet anlegg T01

TABELL 32. Spesifikt varmetap for anlegg T01

	GAVLLEILIGHET TYPE D				MIDTLEILIGHET TYPE B GAVLLEILIGHET TYPE C			
	AREAL M2	U-VERDI W/M2 °C	°C	VARMETAP KW/°C	AREAL M2	U-VERDI W/M2 °C	°C	VARMETAP KW/°C
Yttervegger	126.9	0.35	1	0.044	100.0	0.35	1	0.035
Tak	74.0	0.2	1	0.015	74.0	0.2	1	0.015
Gulv mot grunn	48.4	0.3	0.6	0.009	48.4	0.3	0.6	0.009
Grunnmur mot terreng	15.3	0.29	0.75	0.003	15.3	0.29	0.75	0.003
Grunnmur mot fri	4.6	0.29	1	0.001	4.6	0.29	1	0.001
Vinduer	6.6	2.1	1	0.014	6.6	2.1	1	0.014
Ytterdører	2.2	2.0	1	0.004	2.2	2.0	1	0.004
Terrassedør	2.2	2.0	1	0.004	2.2	2.0	1	0.004
Spesifikt varmetap	0.095				0.086			

	MIDTLEILIGHET MED 2 HELE OG 3/4 YTTERVEGG				MIDTLEILIGHET MED 2 HELE OG 1/4 YTTERVEGG			
	AREAL M2	U-VERDI W/M2 °C	°C	VARMETAP KW/°C	AREAL M2	U-VERDI W/M2 °C	°C	VARMETAP KW/°C
Yttervegger	87.5	0.35	1	0.031	61.2	0.35	1	0.021
Tak	74.0	0.2	1	0.015	74.0	0.2	1	0.015
Gulv mot grunn	48.4	0.3	0.6	0.009	48.4	0.3	0.6	0.009
Grunnmur mot terreng	15.3	0.29	0.75	0.003	15.3	0.29	0.75	0.003
Grunnmur mot fri	3.45	0.29	1	0.001	1.15	0.29	1	0.000
Vinduer	6.6	2.1	1	0.014	6.6	2.1	1	0.014
Ytterdører	2.2	2.0	1	0.004	2.2	2.0	1	0.004
Terrassedør	2.2	2.0	1	0.004	2.2	2.0	1	0.004
Spesifikt varmetap	0.081				0.071			

	GAVLLEILIGHET TYPE A			
	AREAL M2	U-VERDI W/M2 °C	°C	VARMETAP KW/°C
Yttervegger	48.0	0.35	1	0.017
Tak	74.0	0.2	1	0.015
Gulv mot grunn	48.4	0.3	0.6	0.009
Grunnmur mot terreng	15.3	0.29	0.75	0.003
Vinduer	6.6	2.1	1	0.014
Ytterdører	2.2	2.0	1	0.004
Terrassedør	2.2	2.0	1	0.004
Spesifikt varmetap	0.066			

TABELL 33. Energiforbruket i anlegg T01 for året 1987.

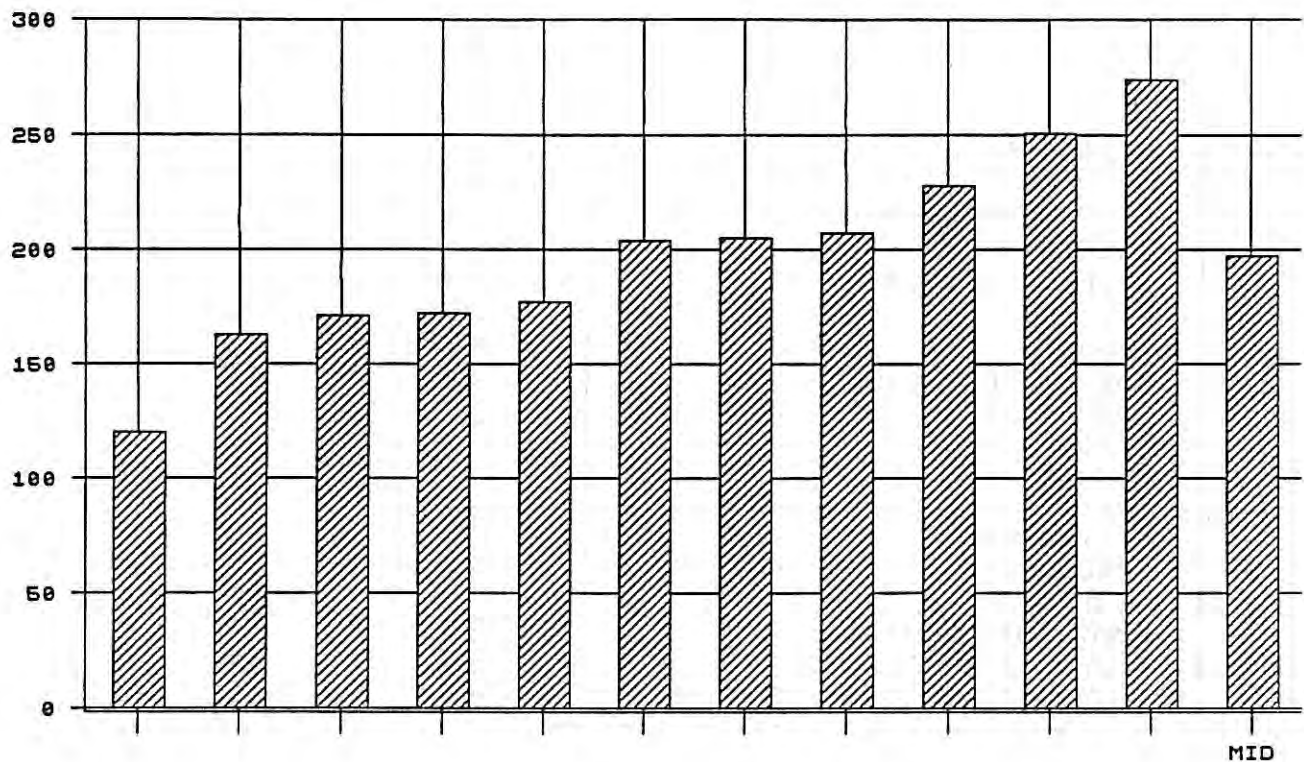
Individuell elektrisk

	1987
Måleperiode	5/11/86 5/11/87
Totalforbruk El. kWh/leil år	18176
Forbruk av ved "	890
V.vann "	3500
Hushold "	5000
Antall eneboliger	27
Oppvarming kWh/m2 år	105
V.vann "	42
Hushold "	52
Totalt kWh/m2 år	199
Driftskost. kr/år leil	7489
Graddager Nov-Nov	3412
40%hush	2000
Oppvarming "Målt"	12566
Beregnet G 472.308	9936
Beregnet NS 3031 normalår	9587

Undersøkelsen omfatter 11 rekkehus hvorav 4 stk. med i alt 16 leiligheter og 7 stk. med 14 leiligheter.

Oppgave over el-forbruket foreligger for 12 leiligheter for 1987. Når det ikke har lyktes å få tilgang på forbrukstall fra flere leiligheter er årsaken at det lokale el-verk ikke utleverer slikt materiale til 3. person uten beboernes skriftlige samtykke. Selv om beboerne ble oppfordret til å gi en slik fullmakt, har det vist seg at kun 40% har etterkommet denne anmodning.

Ettersom de tilsendte oppgaver over el-forbruket bare dekker 10 måneder, er forbrukstallene omregnet til å gjelde et helt år.

kWh/m² år

FIGUR 50. Energifordeling mellom leilighetene i anlegg T01 for året 1987.

Individuell elektrisk

Leilighetene er sortert etter stigende energiforbruk.

Energiforbruket og varmekostnadene er vist grafisk sammen med resultatene for anlegg T02.

M: ANLEGG T02.

VERTIKALDELTE TOMANNSBOLIGER MED ELEKTRISK OPPVARMING.

Byggefeltet består av seks hus med ialt 12 leiligheter. Husene ligger fritt beliggende i relativt åpent terreng. Hver leilighet består av 1. og 2. et., samt loft. Husene er uten kjeller. Hustypen er identisk med husene i anlegg T01 figur 49 side 89.

GENERELLE HOVEDDATA

1. STED : Kjølshunn v/Fredrikstad
2. BYGGEÅR : 1985/86
3. BYGGEDATA
 - 3.1 Brutto areal pr. leil: 95,8 m². I tillegg kommer loft på 30 m² som enkelte har innredet som oppholdsrom.
 - 3.2 Isolasjon

Yttervegger	:	100 mm min.ull, kval. A
Gulv	:	Plate på mark, 40 mm isolasjon og armert puss
Tak/himling	:	200 mm min.ull, kval. B
Vinduer	:	3-lag isolerruter.
Spes. varmetap	:	85,9 W/m ² °C

4. OPPVARMING

Direkte elektrisk med termostatstyrte veggovner.
Tilleggsoppvarming med ved benyttes av enkelte.

5. VENTILASJON

Mekanisk avtrekk fra kjøkken og våtrom som er i drift hele døgnet. Tilluft gjennom spalteventiler i vinduskarm.

TABELL 34. Spesifikt varmetap for anlegg T02

GAVLLEILIGHET	AREAL M2	U-VERDI W/M2 °C	°C	VARMETAP KW/°C
Yttervegger	100.4	0.35	1	0.035
Tak	74	0.2	1	0.015
Gulv mot grunn	48.4	0.3	0.6	0.009
Grunnmur mot terreng	15.3	0.29	0.75	0.003
Grunnmur mot fri	4.6	0.29	1	0.001
Vinduer	6.6	2.1	1	0.014
Ytterdører	2.2	2	1	0.004
Terrassedør	2.2	2	1	0.004
Spesifikt varmetap				0.086

For å beregne forbruket til oppvarming og ventilasjon er det på dette anlegget antatt at forbruket til husholdningsel er 2500 kWh/år leilighet.

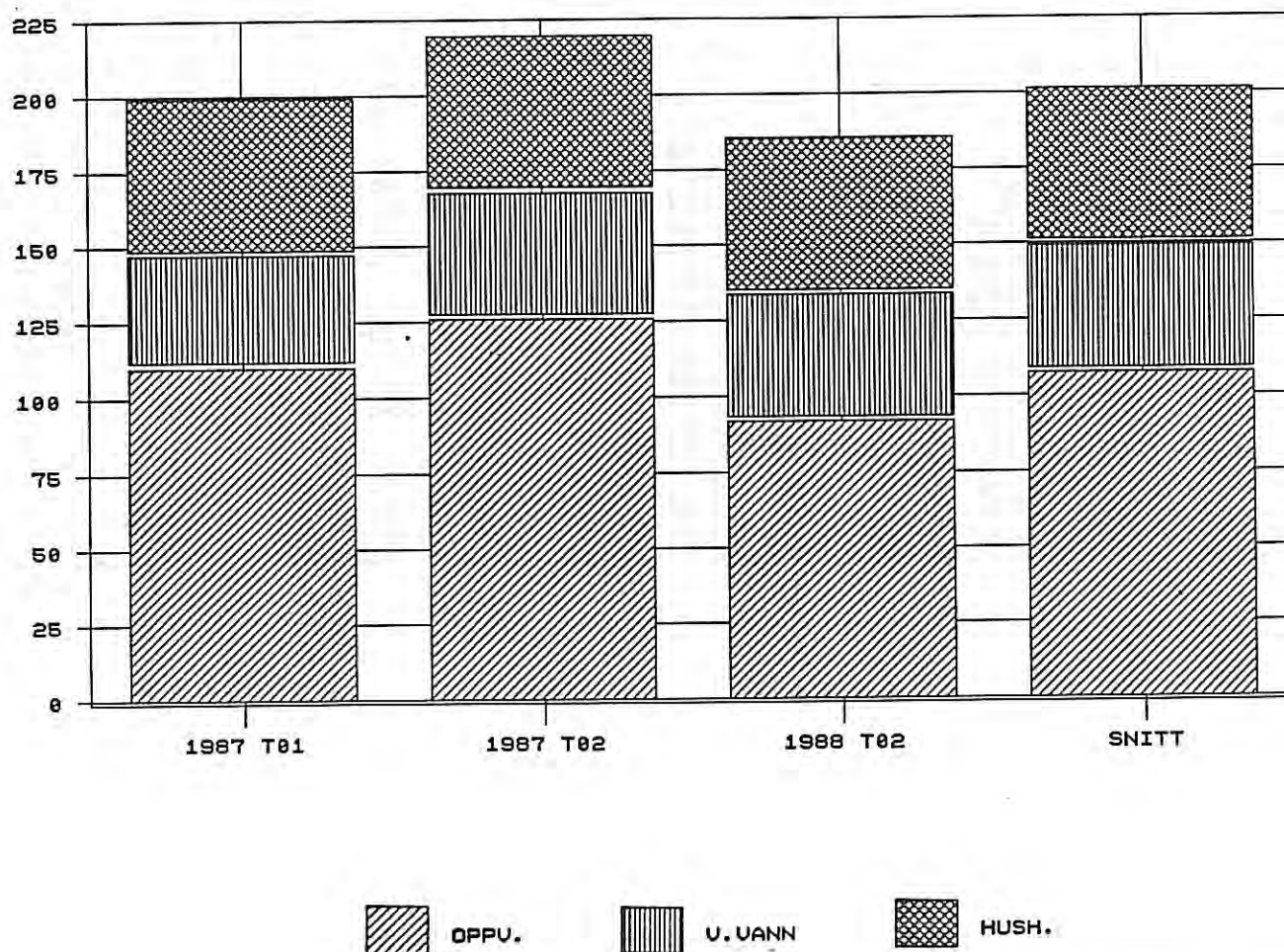
TABELL 35. Energiforbruket i anlegg T02 for årene 1987 - 1988.

Individuell elektrisk

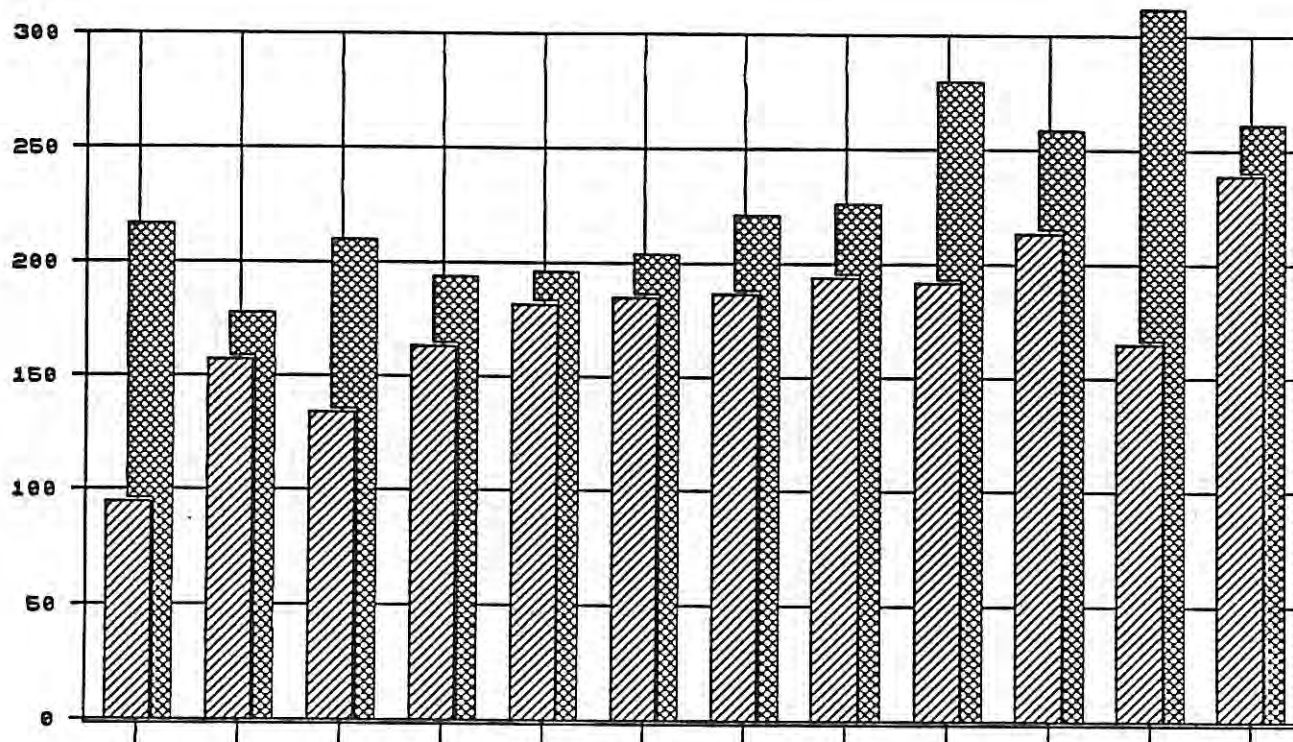
	1987	1988	SNITT
Måleperiode	1/6/86 1/6/87	1/2/88 1/2/89	1987- 1988
Totalforbruk El.kWh/leil år	21032	17740	19386
V.vann "	4000	4000	4000
Hushold "	5000	5000	5000
Antall boliger	12	12	12
Oppvarming kWh/m2 år	126	91	108
V.vann "	42	42	42
Hushold "	52	52	52
Totalt kWh/m2 år	220	185	202
Driftskost. kr/år leil.	7628	7238	
Graddager Juni-Juni	3781	3627	3704
40%hush	2000	2000	2000
Oppvarming"Målt"	14032	10740	12386
Beregnet G 472.308	12673	9870	11272
Beregnet NS 3031	normalår		12348

Selv om en del leiligheter er utstyrt med ildsted for fast brensel, viser det seg at årsforbruket er så lite at en kan se bort fra energitilskuddet fra disse varmekildene.

kWh/m² år



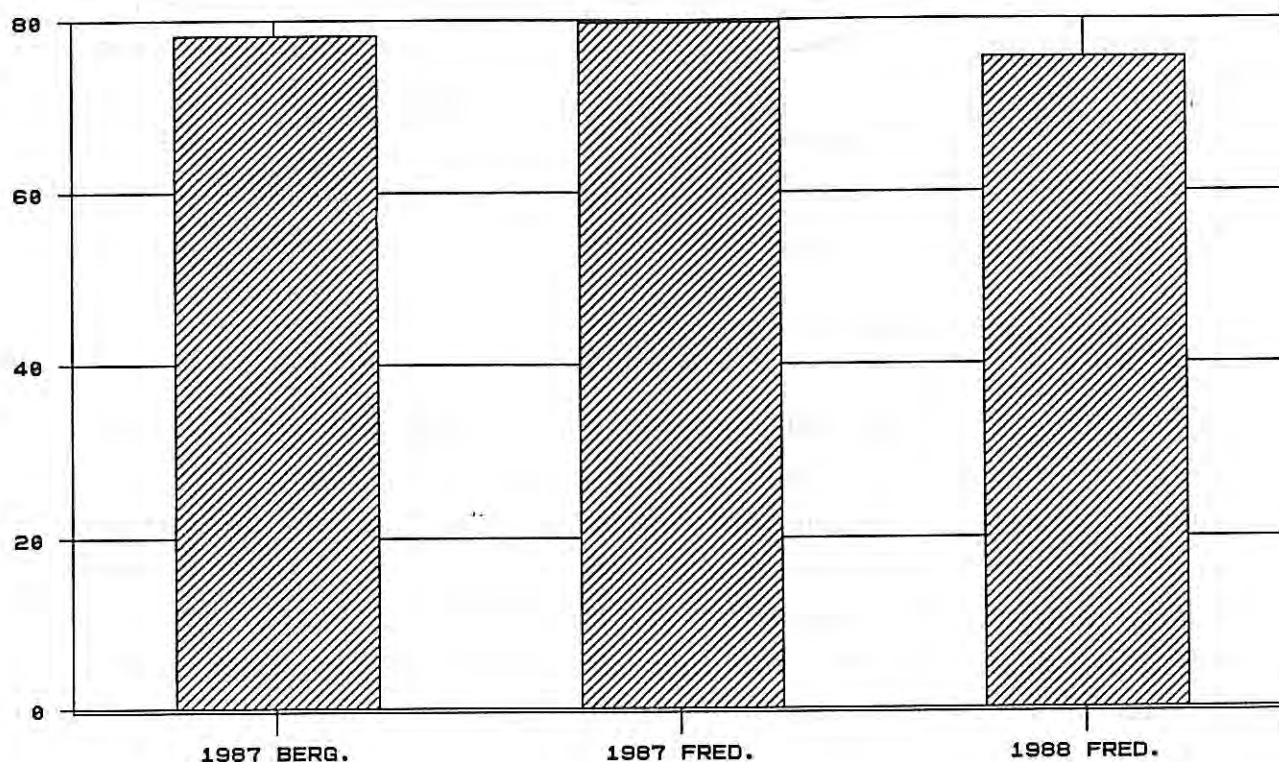
FIGUR 51. Energiforbruket i anleggene T01 og T02 for årene 1987 - 1988.
Individuell elektrisk.

kWh/m² år

FIGUR 52. Maks - min forbruk for leiligheter i anlegg T02 for årene 1987 - 1988.

Individuell elektrisk

Leilighetene er sortert etter stigende energiforbruk.

kr/m² år

FIGUR 53. Energikostnader for anlegg T01 og T02.
Individuell elektrisk

Resultatet fra målinger på 4 leiligheter for de 9 først månedene i 1989, og enkelte månedsavlesninger i 1987, er vist i tabell 36. Til sammenligning er forbruket for 1989 regnet om til et helt år med graddagstall som tilsvarende 1987.

TABELL 36. Energifordeling i anlegg T02

T02	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	HELE ÅRET
Total forbr. 1987				1706	1359	952	815	1054		21032
Oppv+hush. 1989	1893	1738	1769	1585	1004	483	711	695	756	18384
V.vann 1989	364	345	339	359	361	250	268	327	346	3945
Total 1989	2257	2083	2108	1944	1365	733	979	1022	1102	22329

4.0 FAKTORER SOM PÅVIRKER ENERGIFORBRUKET

I dette kapitlet blir resultatene fra kapittel 3 vurdert i sammenheng med faktorer som vil påvirke energiforbruket. For at sammenligningen skal være reell er forbruket til oppvarming omregnet til samme graddagtall, tilsvarende normalgraddagtallet for Blindern, Oslo. Dette er nær samme graddagtallet som landets midlere graddagtall veid etter befolkningstettheten.

4.1 Spørreskjemaer og intervjuer

Resultatene fra spørreskjemaer og intervjuer er vist i tabell 37. Svarprosenten fra de forskjellige anleggene varierte fra 13% til 100%. Det henger sammen med at spørreskjemaene til boligblokkene ble sendt til hver husstand, mens beboerne i eneboliger og rekkehus ble intervjuet.

Erfaringsmessig viser det seg at tilsendte skjemaer som skal fylles ut av de enkelte beboere ikke returneres.

I gjennomsnitt var besvarelsen fra boligblokker 30%, mens den for eneboliger og rekkehus var 59 %. (Om en ser bort fra anl. R03 hvor beboerne ikke ble intervjuet, men fikk tilsendt spørreskjema, er svarprosenten for eneboliger og rekkehus 88 %.) Når årsaken til at svarprosenten ikke er 100 % for den sistnevnte gruppe, er det fordi enkelte av beboerne ikke var hjemme den dagen intervjuet fant sted.

Resultatene fra spørreskjemaene og intervjuene er delt i fem grupper.

Den første tar for seg beboerne, antall personer pr. leilighet, alder på voksne og barn, inntekt, temperatur i oppholdsrom osv. Den andre gruppen ser på de tekniske installasjoner, dekningsgraden av kjøleskap, komfyr, oppvaskmaskin, dypfrysere osv. At dekningsgraden for kjøleskap og dypfrysere er blitt over 100% betyr bare at enkelte husstander har mer enn ett kjøleskap eller dypfryser.

I den tredje gruppen er badehyppigheten registrert.

Den fjerde gruppen viser vaskemulighetene. De fleste som bor i eneboliger eller rekkehus vasker sitt tøy i leiligheten, mens de som bor i blokk av noe eldre årgang benytter fellesvaskeri. Mange av de som har tilgang til fellesvaskeri har også egen vaskemaskin.

I den femte gruppen er det vist hvilken andel av beboerne som har installert peis/ovn ,ovner med termostater og muligheter for nattsenkning.

Det går nokså klart frem fra tabell 37 at de fleste familier har basert sitt hushold på to yrkesaktive personer. Til tross for dette har over halvparten av husstandene noen som er hjemmeverende på dagtid. Gjennomsnittet for alle hustypene viser en inntekt på godt over kr. 300.000.- .

Spørreundersøkelsen viser også at de fleste tar dusj istedenfor karbad og at hver person i gjennomsnitt tar 2,5 dusj i uka. Mikrobølgeovn er på full fart inn i den norske husstand, idet 20% av beboerne i eneboliger og rekkehus har anskaffet seg mikrobølgeovn.

Den gjennomsnittlige temperaturen i stuen er for alle husstander 21,5 °C.

TABELL 37. Resultater fra intervju/spørreskjema

	BOLIGBLOKKER							REKKEHUS				TO M.BOLIGER		ENEBOL
	B01	B02	B03	B04	B05	B06	B07	R01	R02	R03	R04	T01	T02	
1. BEBERKATEGORI.														
Ant. hus/leil.	30	30	122	44	84	178	167	26	26	74	19	30	12	13
Ant. besvarelser	7	10	16	17	41	35	69	18	23	17	18	27	9	13
%-vis besvarelse	23	33	13	39	49	20	41	69	88	23	95	90	75	100
gj.sn.voksne/hus/leil.	1,7	1,7	1,6	1,2	1,5	1,7	1,7	1,8	1,9	1,2	1,9	1,7	2,0	2,1
gj.sn.barn /hus/leil.	0,4	0,2	0,2	1,2	0,2	0,9	0,6	0,8	2,1	0,4	1,3	1,4	0,4	1,5
gj.sn.alder, voksne	55,9	57,6	46,6	37,6	59,7	39,3	47,1	43,1	35,8	33,8	35,0	33,1	29,3	32,8
gj.sn.alder, barn	6,0	10,2	3,3	9,3	9,2	6,5	6,7	8,0	8,1	7,2	3,5	7,0	6,0	6,3
gj.sn. inntekt	3,14	3,60	3,27	4,12	2,26	3,97	4,09	4,39	4,45	2,81	-	3,85	5,0	4,77
Hjemme om dagen, %	86	40	53	24	65	54	50	56	68	25	57	58	67	62
gj.sn. temp. i stue	20,8	20,9	21,3	20,8	21,5	21,8	21,6	21,1	22,8	21,7	21,3	21,2	22,3	22,7
2. INSTALLASJONER i %														
Kjøleskap	100	100	100	106	100	100	100	100	108	100	100	100	111	100
Dypfryser	20	67	67	71	61	85	95	100	91	60	106	85	100	138
Komfyr	100	100	100	100	94	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Mikrobølgeovn	0	0	0	12	6	3	8	11	22	13	41	19	22	15
Oppvaskmaskin	0	11	13	24	3	32	51	44	43	27	94	33	44	77
Vaskemaskin	33	22	47	35	14	88	78	94	96	67	100	96	100	100
Tørkeskap	0	0	0	0	3	71	5	11	0	73	12	11	0	100
Tørketrommel	0	0	0	6	0	9	27	33	57	13	76	37	11	8
3. BRUK AV KARBAD/DUSJ														
gj.sn.karbad/uke/leil.	0,8	2,3	2,0	0,8	1,4	1,8	2,1	1,9	3,3	0,9	1,6	1,1	3,3	3,6
gj.sn.dusj /uke/leil.	3,8	2,9	4,9	4,8	4,0	8,7	7,0	7,8	9,7	6,7	9,4	9,1	14,8	6,8
gj.sn.karbad/uke/pers.	0,4	1,3	1,1	0,5	0,8	0,7	0,9	0,7	0,8	0,4	0,5	0,4	0,8	1,0
gj.sn.dusj /uke/pers.	1,8	1,6	2,6	3,4	2,4	3,3	3,1	2,9	2,4	3,2	2,9	3,0	3,4	1,8
4. VASK AV TØY														
I fellesvaskeri	67	78	47	53	88	6	21	100	100	38	-	100	100	-
I leilighet	17	22	40	57	12	75	63	16	100	62	100	100	100	100
Fellessvaskeri og leil,%	16	-	13	-	-	19	16	-	-	-	-	-	-	-
5. VARMEREG./TILLEGGSOPPV.														
Med termostater	-	22	-	35	6	15	-	17/75/8*	96	93	-	86/9/5*	-	100
Med nattsenkning	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17	-	77
Peis/ovn	-	-	-	-	-	-	-	59	30	-	-	69	14	85

* FULL/DELVIS/INGEN

4.2 Totalforbruk og målt/beregnet fordeling

Tabell 38 viser totalforbruket for 1986, 1987 og 1988 fordelt på oppvarming, varmt tappevann og husholdningsel. Når oversikten er begrenset til å gjelde for disse årene, er det av hensyn til omfanget av tallmaterialet. 1986 - 1988 er de årene det foreligger flest data for. For at sammenligningen skal være reell er forbruket til oppvarming omregnet til samme graddagtall, tilsvarende normalgraddagtallet for Blindern, Oslo for perioden 1931-60.

I tabell 38 er målte verdier vist med uthevet skrift. Energifordelingsmålingene er utført i 1989, **men er benyttet for de øvrige årene også**. I tabellen blir derfor forbruket til tappevann og husholdningsel det samme for alle tre årene. For å skille mellom oppvarming og varmt forbruksvann for anlegg hvor husholdningsel er målt, er det antatt en fordeling som vist på side 19. Se for øvrig også antakelser under hvert enkelt anlegg.

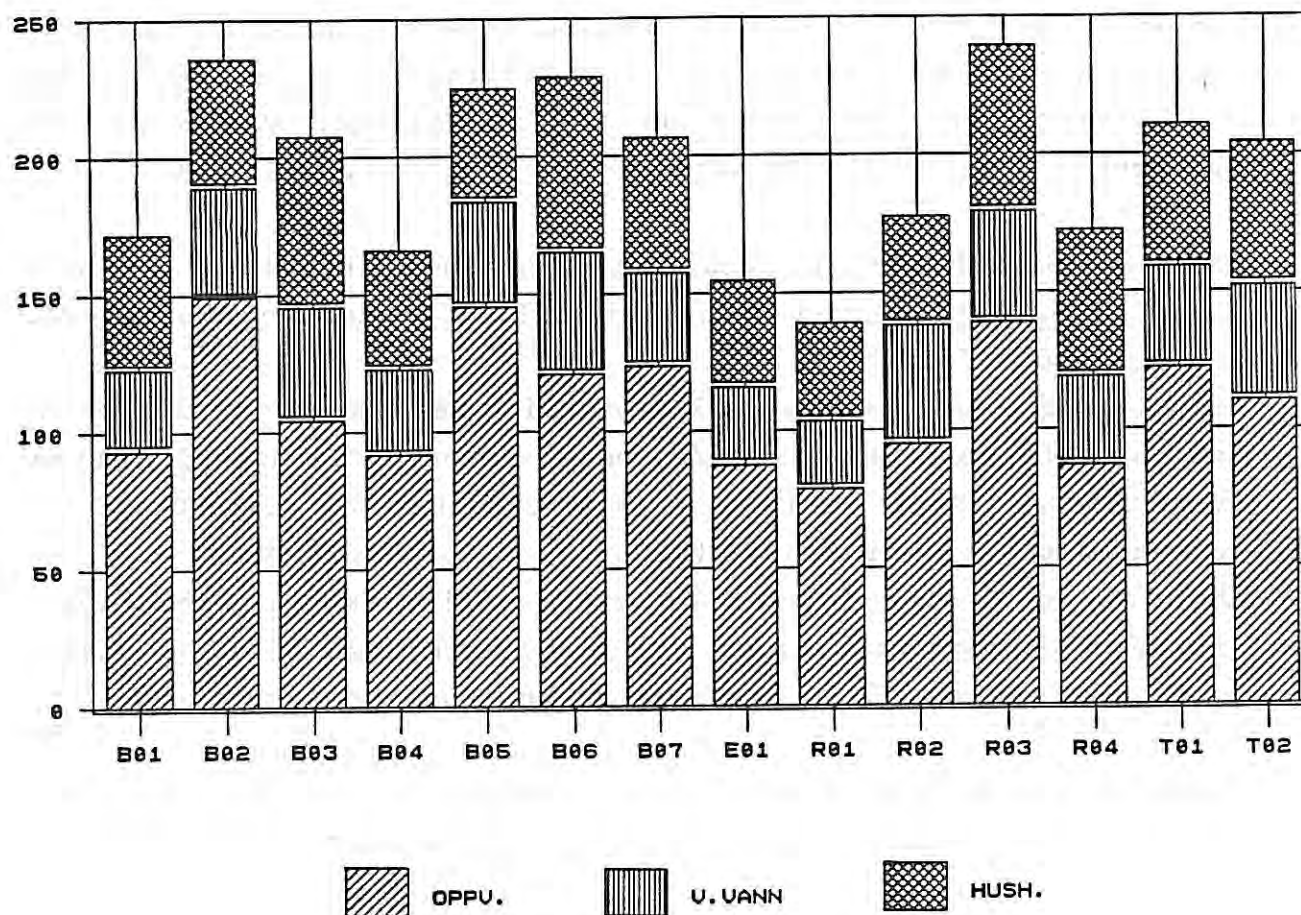
For anlegg B01 og B04 (direkte el) er husholdningsforbruket inkludert i totalforbruket i leilighetene. For disse er derfor husholdningsforbruket forutsatt å tilsvare forbruket i hhv. B02 og B05 som er samme typer blokker.

I blokkene er dessuten fellesforbruk utenom leilighetene inkludert i husholdningsforbruket pr. leilighet. Dette er forbruk som i tabell 38 er benevnt felles (fellesvaskeri, gårdslys o.l.), og som vanligvis inngår i husholdningsforbruket i småhus/rekkehus.

På tre av anleggene (B06, R03, R04) har det vært mulig å rendyrke energifordelingen. Dette er anlegg som er tilknyttet Oslo Lysverkers fjernvarmeanlegg.

TABELL 38. Totalt energiforbruk normalår (Oslo, Blindern)

Anlegg	År	Ant stk.	Areal m ²	Oppvarming		Varmt tappevann		Husholdningsel.		Felles		Totalt	
				kWh/m ²	kWh/leil	kWh/m ²	kWh/leil	kWh/m ²	kWh/leil	kWh/m ²	kWh/leil	kWh/m ²	kWh/leil
B01	1986	30	88.5	90	7970	29	2600	34	3000	15	1369	169	14939
	1987	30	88.5	90	7997	29	2600	34	3000	15	1344	169	14941
	1988	30	88.5	99	8756	29	2600	34	3000	16	1399	178	15755
Snitt				93	8241	29	2600	34	3000	15	1371	172	15212
B02	1986	30	88.5	170	15075	40	3500	35	3095	12	1020	256	22690
	1987	30	88.5	130	11515	40	3500	36	3201	13	1126	219	19342
	1988	30	88.5	147	12976	40	3500	34	3038	13	1161	234	20675
Snitt				149	13189	40	3500	35	3111	12	1102	236	20902
B03	1986	122	73.0	138	10090	41	3500	52	3811	11	793	242	17694
	1987	122	73.0	98	7118	41	3500	51	3757	11	825	201	14700
	1988	122	73.0	77	5595	41	3500	50	3618	10	762	178	12975
Snitt				104	7601	41	3500	51	3729	11	793	207	15123
B04	1986	44	69.1	90	6215	28	1945	36	2500	6	435	161	11090
	1987	44	69.1	94	6462	28	1911	36	2500	7	490	164	11363
	1988	44	69.1	91	6314	37	2544	36	2500	7	511	172	11869
Snitt				92	6330	31	2133	36	2500	7	479	166	11442
B05	1986	84	78.7	148	11622	38	3000	33	2581	9	680	227	17883
	1987	84	78.7	144	11307	38	3000	33	2610	8	646	223	17563
	1988	84	78.7	144	11341	38	3000	33	2582	8	604	223	17527
Snitt				145	11423	38	3000	33	2591	8	643	224	17657
B06	1986	178	91.0	133	12060	44	4000	51	4613	10	923	237	21596
	1987	178	91.0	119	10864	44	4000	52	4717	10	927	225	20508
	1988	178	91.0	110	10008	44	4000	56	5051	12	1107	222	20166
Snitt				121	10977	44	4000	53	4794	11	986	228	20757
B07	1986	167	103.8	113	11732	34	3500	48	4981	21	2223	216	22436
	1987	167	103.8	130	13451	34	3500	49	5051	20	2072	232	24064
	1988	167	103.8	128	13277	34	3500	51	5291	19	1999	232	24067
Snitt				124	12820	34	3500	49	5104	20	2098	227	23522
E01	1986	13	154.0	109	16745	28	4312	39	6000			176	27057
	1987	13	154.0	79	12143	28	4312	39	6000			146	22455
	1988	13	154.0	75	11570	28	4312	39	6000			142	21882
Snitt				88	13486	28	4312	39	6000			155	23798
R01	1986	11	126.4	78	9893	24	3080	40	4500			138	17473
	1987	11	126.4	75	9539	24	3080	40	4500			135	17119
	1988	11	126.4	82	10369	24	3080	40	4500			142	17949
Snitt				79	9933	24	3080	40	4500			139	17513
R02	1986	26	126.4	96	12115	43	5440	40	5000			178	22555
	1987	26	126.4	98	12327	43	5440	40	5000			180	22767
	1988	26	126.4	90	11431	43	5440	40	5000			173	21871
Snitt				95	11958	43	5440	40	5000			177	22398
R03	1986	74	86.5	151	13034	40	3500	57	4958			248	21492
	1987	74	86.5	137	11880	40	3500	61	5281			239	20661
	1988	74	86.5	128	11053	40	3500	62	5323			230	19876
Snitt				139	11989	40	3500	60	5187			239	20676
R04	1989	19	115.0	99	11376	33	3825	43	4950			175	20151
T01	1987	11	95.8	122	11681	37	3500	52	5000			211	20181
T02	1987	12	95.8	125	11980	42	4023	52	5000			219	21003
	1988	12	95.8	95	9065	42	4023	52	5000			189	18082
Snitt				110	10523	42	4023	52	5000			204	19546

kWh/m² år

FIGUR 54. Målt/beregnet energiforbruk for et normalår, alle anlegg

Anleggene B01 - R03: gjennomsnitt for årene 1986 - 1988

Anlegg R04 : 1989

Anlegg T01 : 1987

Anlegg T02 : gjennomsnitt for årene 1987 - 1988

Fellesforbruket til blokkene er trukket inn i husholdningsdelen.

4.21 Energiforbruket til oppvarming

Der hvor forbruket til oppvarming ikke er målt separat, er dette bestemt ved å vurdere isolasjonsgrad, byggeår, oppvarmingssystem og målt/beregnet forbruk til husholdning og varmtvann. Disse antagelsene er vist under de enkelte anlegg. Vanligvis vil forbruket til oppvarming være 50-70 % av totalforbruket.

For småhus/rekkehus og tomannsboliger med individuell eloppvarming er forbruket i de fleste anlegg vurdert å utgjøre ca. 55 % av totalforbruket.

For blokkene er forbruket til oppvarming bestemt ut fra differansen av totalforbruk og målt/beregnet forbruk til husholdning og varmtvann. Dette har gitt som resultat at forbruket til oppvarming varierer fra 43 til 65 % av totalforbruket.

Ser en på gjennomsnittet av alle boligblokker, eneboliger, rekkehus og tomannsboliger utgjør oppvarmingen 56 % av totalforbruket med de målinger og forutsetninger som er gjort.

TABELL 39. Energifordeling innenfor forskjellige boligkategorier og målt energiforbruk til oppvarming

Anlegg	% Oppv	% V.vann	% Hush.
B01-B07	56.4	17.6	26.0
E01	56.7	18.1	25.2
R01-R04	56.1	19.5	24.4
T01-T02	55.8	18.9	25.3
Anlegg med målt oppv.	Oppvarming kWh/m ² år kWh/leil år		Type
B06	121	10977	Fjernv.
R03	139	11989	Fjernv.
R04	99	11376	Fjernv.

Mellom de forskjellige leiligheter/boliger som er med i undersøkelsen er det en variasjon fra 14 til 24% av totalforbruket

som går med til varmt forbruksvann.

Tilsvarende tall for husholdningsel er 18 til 34 %.

Det ligger en usikkerhet i disse tallene som skyldes at en har forutsatt at det målte forbruk av varmt forbruksvann i 1989 også er det samme i de foregående år.

4.22 Energiforbruket til varmt forbruksvann

Forbruket av varmt forbruksvann er i treårsperioden 1986 - 1988 kun målt på anlegg B04 som har egen måler for alle leilighetene i blokken. Disse målingene viser et gjennomsnittsforkbruk i løpet av treårsperioden i overkant av 2100 kWh/leil. år. Fra energifordelingsmålingene i 1989 har en fått følgende energiforkbruk til varmt forbruksvann.

TABELL 40. Energiforkbruk til varmt tappevann

Anlegg	Energiforkbruk pr. år		Botetthet Pers/leil.
	kWh/m ²	kWh/leil.	
B01 *	29	2567	1,7
B04	31	2142	2,4
B06	44	3869	2,6
E01 *	28	4312	3,7
R01 *	24	3034	2,3
R02 *	43	5435	4,3
R03	40	3034	1,6
R04 *	32	3690	3,3
T02 *	42	4023	2,0
Gj.snitt	33	3600	2,8

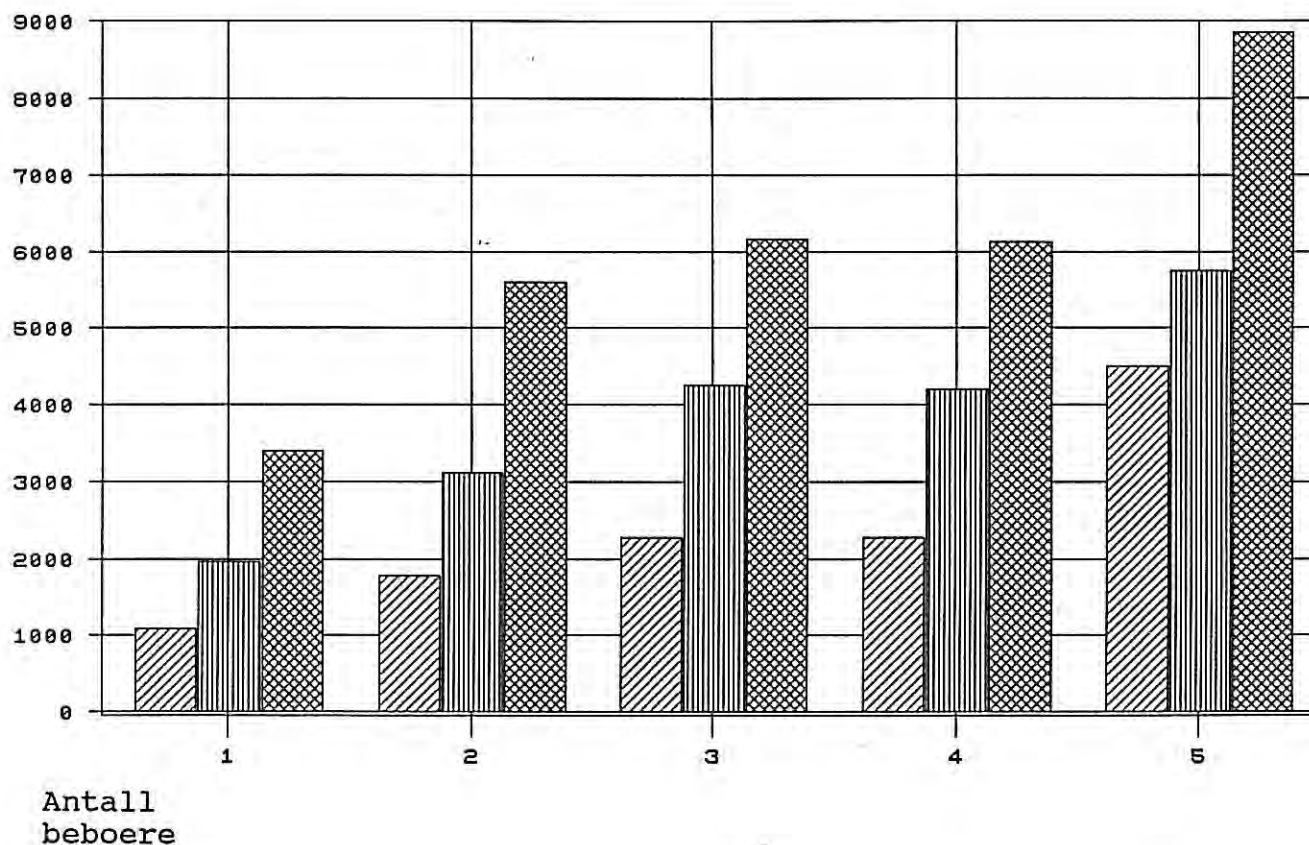
Forbruket av varmt forbruksvann er spesielt høyt for anlegg R02 og det skyldes at botettheten er stor for disse boligene.

Ca. 50 individuelle leiligheter i de anleggene som er merket med * i tabell 40 har blitt målt i 1989. Målingene viser store variasjoner i forbruket av varmt forbruksvann mellom leiligheter

med samme antall beboere. Figur 55 viser minste-, midlere- og største forbruk av varmt tappevann for leiligheter med 1 til 5 beboere.

For de øvrige anleggene vist i tabell 40 eksisterer det kun gjennomsnittsforkbruk pr. leilighet av varmt tappevann, ikke spredningen mellom leilighetene.

kWh/leil år



FIGUR 55. Forbruk av varmt tappevann og antall beboere i leilighetene

4.23 El-forbruket i leilighetene

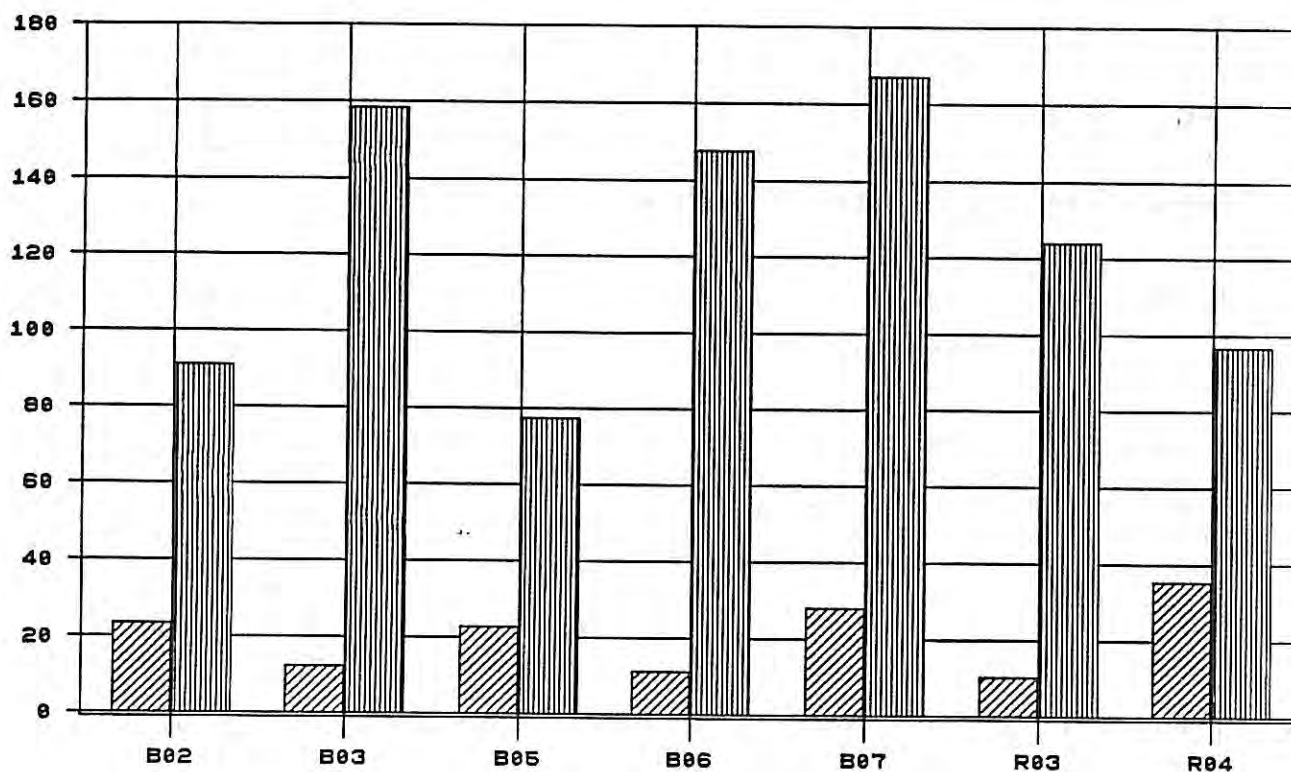
I fem av boligblokkene og to av rekkehusene med sentral romoppvarming og varmtvannsforsyning er forbruket til husholdning registrert. På samme måte er det for alle boligblokkene separate kWh-målere som har registrert fellesforbruket.

TABELL 41. Årlig husholdning og fellesforbruk i boligblokker og rekkehus

Anl. nr.	Husholdningsforbruk i leil.		Fellesforbruk		Totalt	
	kWh/m ²	kWh/leil	kWh/m ²	kWh/leil	kWh/m ²	kWh/leil
B01			15	1328		
B02	35	3098	12	1092	47	4190
B03	51	3723	11	779	62	4492
B04			7	461		
B05	33	2590	8	656	41	3246
B06	53	4823	11	971	64	5794
B07	49	5121	13	1315	62	6436
R03	60	5190				
R04	53	6107				
Gj.sn.	48	4379	11	943		

Det er store variasjoner i elforbruket innenfor ett og samme anlegg.

Figur 56 viser variasjonene i elforbruket for anleggene B02, B03, B05, B06, B07 og R03 for treårsperioden 1986 - 1988. I tillegg er også variasjonene for anlegg R04 vist for 1989. For blokkleilighetene er fellesforbruket tatt med og fordelt likt på alle leiligheter.

kWh/m² år

FIGUR 56. Variasjon i forbruk av husholdningsel (min - maks)

TABELL 42. Spredningen i elforbruket til husholdning målt over treårsperioden 1986 - 1988

Anlegg nr.	Maks/min forbruk
B02	1 : 3,9
B03	1 : 12,8
B05	1 : 3,4
B06	1 : 13,2
B07	1 : 6,0
R03	1 : 12,2
R04 *	1 : 2,7

De laveste forbrukene skyldes nok at leilighetene står ubrukte i deler av året på grunn av reiser, flytting eller lignende.

* Kun for 1989

4.24 Forbruket i midt- og endeleiligheter

Under de enkelte anlegg (B01, R01 og R02) er totalenergiforbruket for midt- og endeleiligheter vist. Anlegg B01 har i gjennomsnitt for måleperioden 1981 - 1988 ca. 8 % høyere forbruk i endeleilighetene enn i midtleilighetene. Størst var forskjellen i 1985 og 1987 som også var de kaldeste årene.

For anlegg R01 er forskjellen minimal i måleperioden 1983 - 1988. Anlegg R02 har spesielt for årene 1985 og 1986 et høyere forbruk i endeleilighetene. Også disse årene er de to kaldeste i måleperioden. Her er forbruket ca 7-8 % høyere i endeleilighetene enn i midtleilighetene.

For anlegg R04 er det mulig å skille ut energiforbruket til oppvarming. På dette anlegget er midlere energiforbruk til oppvarming av endeleilighetene 10500 kWh/leil. år (91 kWh/m² år), mens midtleilighetene har et midlere forbruk på 9400 kWh/leil. år (82 kWh/m² år). Endeleilighetene for anlegg R04 har et energiforbruk til oppvarming som er ca 12 % høyere enn midtleilighetene.

4.3 Klimaforhold

Klimaforholdene påvirker i første rekke energiforbruket til oppvarming. Ligger boligene utsatt med hensyn til vind vil en ofte kunne registrere et høyere energiforbruk enn skjermede boliger. Boliger i kyst- og høyereliggende strøk er mer utsatt for vind og det er derfor naturlig at energiforbruket er høyere her.

I denne undersøkelsen er det to anlegg, R01 og R02, som har samme hustype, isoleringsgrad, oppvarmingsform og beboerkategori. R01 ligger i innlandet, Hønefoss, og R02 ligger ved Klepp i Rogaland. Energiforbruket til oppvarming er 20 - 25% større for anlegg R02.

Tetthetsmålingene viste at anlegg R02 hadde 14% større luft-

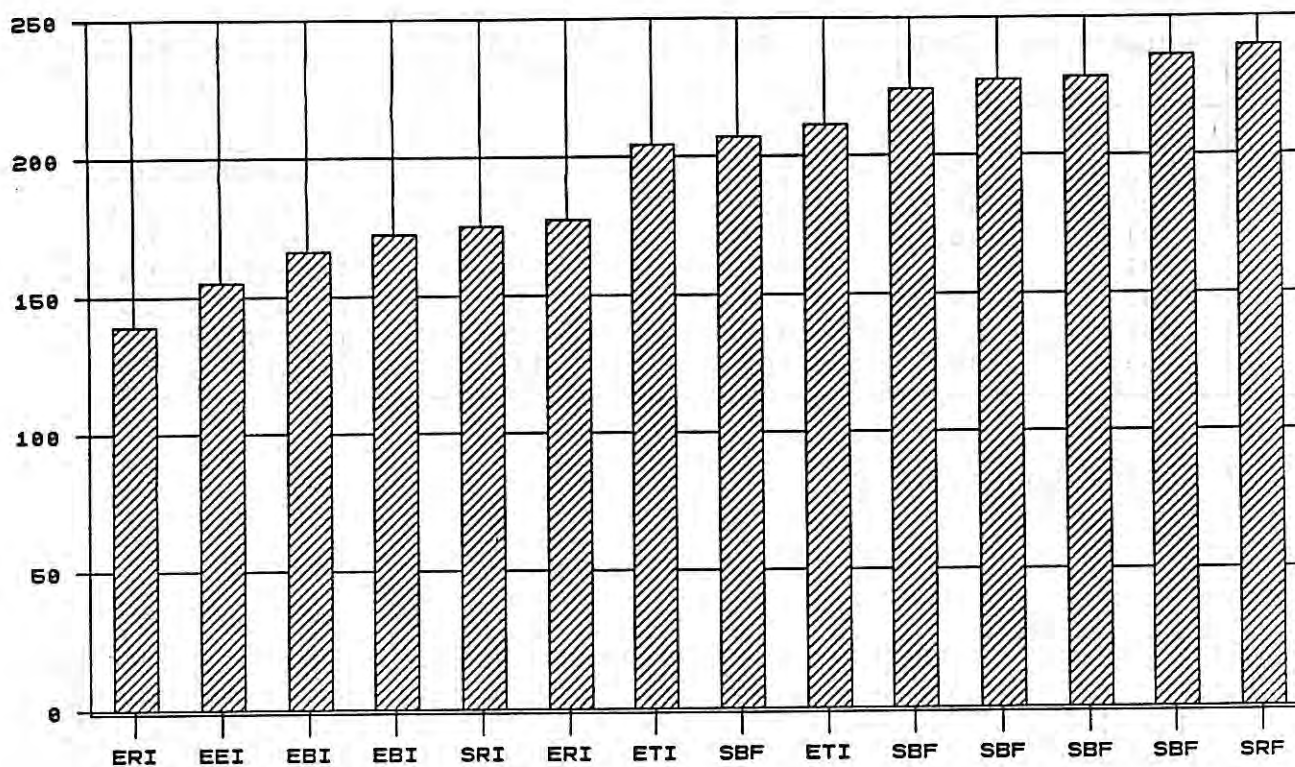
lekkasjetall enn anlegg R01. Når en i tillegg har en mer utsatt beliggenhet for anlegg R02 med hensyn til vindbelastning, er det en medvirkende årsak til at energiforbruket til oppvarming er størst der.

4.4 Byggeform, isolasjon og tetthet

Normalt burde energiforbruket i blokker være lavere enn i frittliggende eneboliger og rekkehus dersom størrelse, isolasjonsgrad og beboerkategori er den samme. Men i virkeligheten viser det seg at oppvarmingsform og avregning betyr vel så mye.

4.41 Boligtype og leilighetskategori

I figur 57 er totalforbruket til alle anlegg vist. Anleggene er sortert etter stigende spesifikt energiforbruk og det er ingen boligtype eller leilighetskategori bortsett fra eneboliger som peker seg ut som spesiell gunstig med hensyn til energiforbruk. Eneboligene er her representert med bare en form for oppvarming (direkte el), en vet derfor ikke hvor stort energiforbruket for en enebolig med sentraloppvarming ville vært. Det som i imidlertid går tydelig frem er at boliger med individuell avregning og elektrisk oppvarming er de som bruker minst energi. I gjennomsnitt bruker disse 175 kWh/m² år, mens boliger med fellesavregning og som stort sett utgjøres av blokker har et gjennomsnittsforbruk som ligger 30% høyere dvs. 227 kWh/m² år.

kWh/m² år

ERI, EBI, EEI og ETI Elektrisk oppvarmede Rekkehus, Blokker, Eneboliger og Tomannsboliger med Individuell avregning.
 SBF og SRF Sentralt oppvarmede Blokker og Rekkehus med Felles avregning.
 SRI Sentralt oppvarmede Rekkehus med Individuell avregning.

FIGUR 57. Totalforbruk

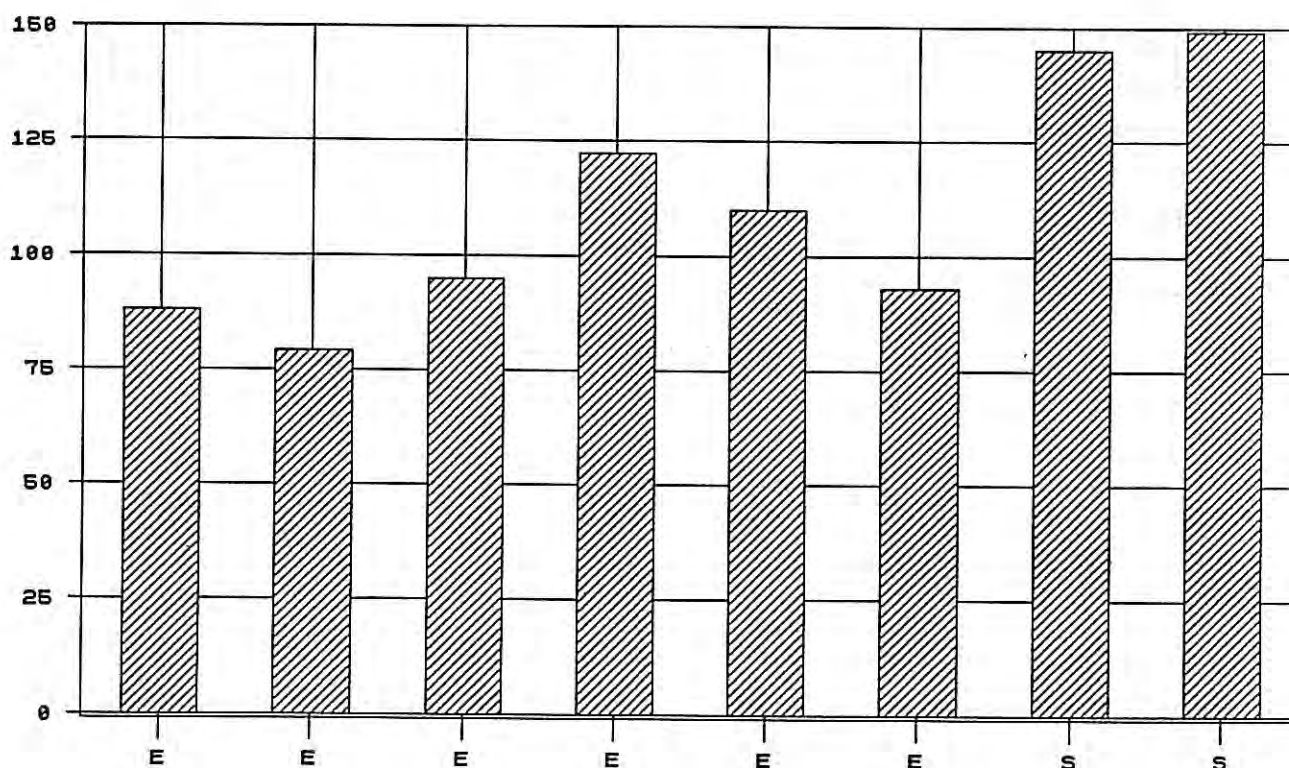
4.42 Isolasjonsgrad

I tabell 43 og figur 58 er isolasjonsgraden, uttrykt ved det spesifikk varmetapet pr. m², sammenlignet med energiforbruket til oppvarming. Undersøkelsen viser ingen klar sammenheng mellom isolasjonsgrad og energiforbruk alene, i det oppvarmingssystemene betyr vel så mye.

TABELL 43. Energiforbruk til oppvarming og isolasjonsgrad

ANLEGG	BYGGEÅR	SP. VARMETAP W/M ² °C	OPPVARMING KWH/M ² ÅR	OPPVARMINGS SYSTEM
B01	1947	1,233	93	DIREKTE EL
B02	1947	1,233	149	SENTRALOPPV.
B05 *	1955	0,615	145	SENTRALOPPV.
E01	1986	0,714	88	DIREKTE EL
R01	1976	0,716	79	DIREKTE EL
R02	1975	0,768	95	DIREKTE EL
T01	1986	0,841	122	DIREKTE EL
T02	1986	0,898	110	DIREKTE EL

* Etter enøk-tiltak

kWh/m² år

FIGUR 58. Isolasjonsgrad og energiforbruk

4.43 Tetthet

I mars 1987 ble det gjennomført målinger for å kartlegge størrelsen på luftlekkasjer i de småhus som var med i undersøkelsen. Totalt ble 21 hus tetthetsmålt. I tillegg ble en del av boligene termografert for å lokalisere utetthetene.

I byggeforskriftene fra 1981 er det stilt krav til tetthet i bygninger. For småhus og rekkehus er kravet at lekkasjetallet ikke skal overstige 4 luftvekslinger pr. time ved et differansestrykk på 50 Pa.

Sett i relasjon til dette er resultatene en skuffelse.

TABELL 44. Tetthetsmålinger

ANLEGG	BYGGEÅR	ANT HUS	MÅLT LEKKASJETALL (MIDL) Luftv/h
E01	1986	5	3,79
R01	1976	5	4,22
R02	1974/75	5	4,8
T01	1985/86	5	8,04
T02	1985/86	3	6,27

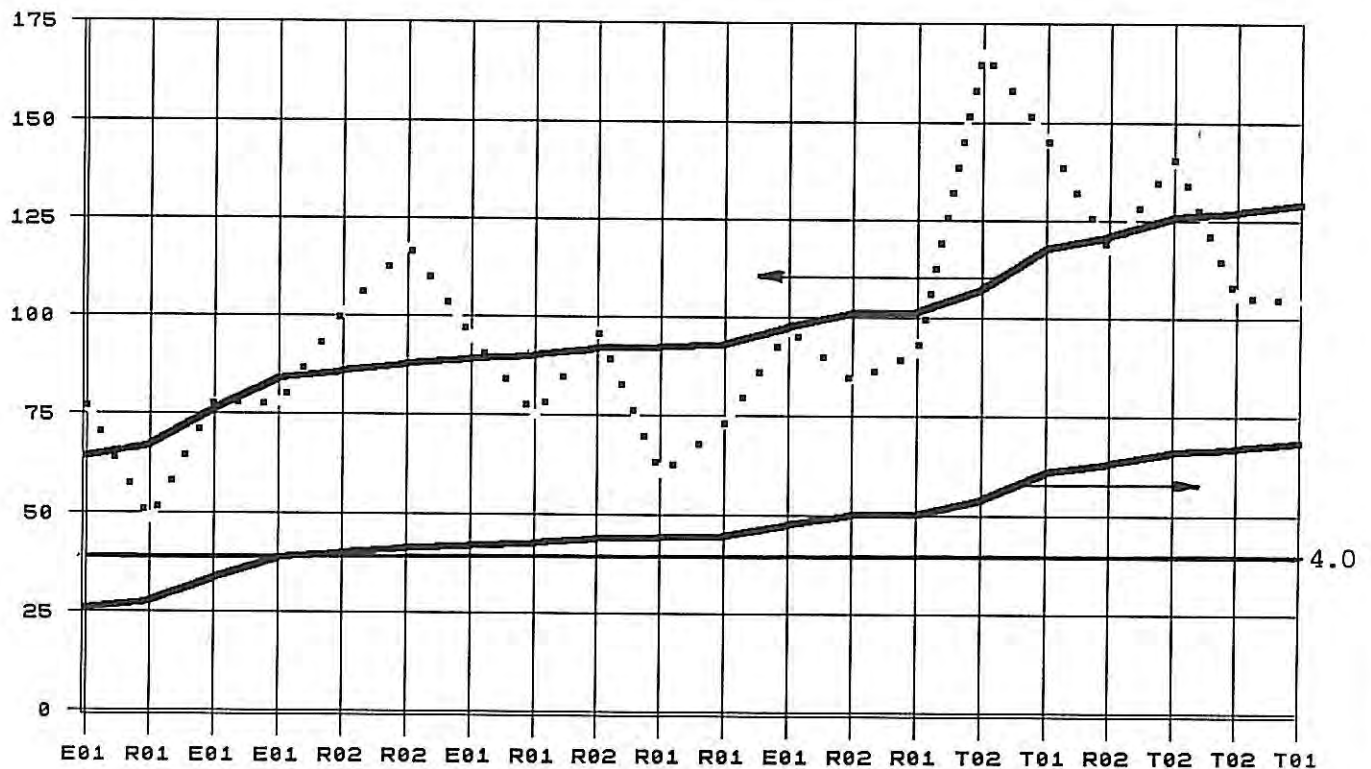
Det er bare eneboligene som i gjennomsnitt klarer kravene til tetthet.

I figur 59 er energiforbruket til oppvarming samt målt lekkasjetall vist for de boliger det er utført tetthetsmålinger på.

Av de husene som er vist i figur 59 er det bare 4 stk. som klarer kravene til byggeforskriftene. En regresjonsanalyse av lekkasjetallene mot energiforbruk til oppvarming viser et stigende energiforbruk med økende lekkasje. Figuren viser måleresultatene (punkter) med regresjonslinje (øverst) og lekkasjetall (nederst linje).

kWh/m² år

lekk.tall



FIGUR 59. Energiforbruk til oppvarming samt lekkasjetall

Årsaken til økningen i energiforbruk behøver ikke alene skyldes dårlig tetthet, men like meget hvor utsatt boligen ligger.

Det er utført termografering av 11 boliger og resultatene viser til dels betydelige mangler og det en må karakterisere som dårlig kvalitetskontroll på enkelte av dem.

Anlegg T02, 3 leiligheter.

Generelt:

- Store nedkjølte flater i tak, stue

- Til dels betydelige lekkasjer i hjørner og yttervegg/himling i flere rom og yttervegg/gulv i enkelte rom.
- Lekkasjer ved limtretrager mot yttervegg.
- Lekkasjer ved pipegjennomføring.

Anlegg T01, 2 leiligheter

Generelt:

- Store nedkjølte flater i tak, stue
- Lekkasjer (til dels store) ved pipegjennomføring
- Lekkasjer ved limtretrager mot yttervegg
- Lekkasjer (til dels store) rundt loftsluke
- Varierende luftlekkasjer i hjørner og yttervegg/himling i flere rom

Anlegg R02, 2 leiligheter

Generelt:

- Lekkasjer i hjørner og yttervegg/himling i flere rom
- Lekkasjer rundt loftsluke

Spesielt:

- Isolasjon manglet i et avgrenset parti i tak, kjøkken.

Anlegg R01, 2 leiligheter

Generelt:

- Lekkasjer i hjørner og yttervegg/himling i flere rom
- Lekkasjer i yttervegg/golv i kjøkken og 2. et.

Anlegg E01, 2 hus

Generelt:

- Lekkasjer ved pipegjennomføring
- Lekkasjer ved yttervegg/himling og yttervegg/golv i flere rom

Spesielt:

- Nedkjøling av yttervegg i vaskerom pga. manglende isolasjon

Eksempel på termografering av en bolig fra anlegg T02.

Termogrammene er tatt fra innsiden og sorte felter indikerer kalde flater og luftlekkasjer. Trykkforskjell $\Delta p = - 45 \text{ Pa}$.

Luftlekkasjer mellom vegg/tak i bod



Luftlekkasjer rundt pipe og tak i stue



Luftlekkasjer i overgang vegg/tak og rundt limtre drager i tilslutning mot veggen



Luftlekkasjer i overgang vegg-tak i stue (hjørne)



FIGUR 60. Termogrammer

4.5 Varmeanlegget

Ved utvelgelsen av de anlegg som er med i denne undersøkelsen ble det lagt vekt på å få med forskjellige typer varmeanlegg. Det en ikke klarte var å finne eneboliger/småhus med oljefyrte sentralvarmeanlegg som ikke var eldre enn 6-7 år.

Alle eneboliger (E01) og tomannsboliger (T01 og T02) og to rekkehus (R01 og R02) har individuell elektrisk oppvarming. To anlegg med rekkehus (R03 og R04) er tilknyttet fjernvarmeanlegg, hvorav det ene (R04) har individuell avregning.

To av boligblokkene (B01 og B04) har elektrisk oppvarming, mens de øvrige (B02, B03, B05, B06 og B07) har sentral oppvarming, enten fra olje/elektro-kjele eller fra fjernvarmeanlegg.

4.51 Elektrisk oppvarming

Forbruket til oppvarming for de anlegg som har individuell elektrisk oppvarming er vist i tabell 45.

TABELL 45. Anlegg med elektrisk oppvarming

ANLEGG	OPPVARMING	
	kWh/m ² år	kWh/leil år
B01	93	8250
B04	92	6350
E01	88	13500
R01	79	9950
R02	95	11950
T01	122	11700
T02	110	10500
Gj.sn.	97	

I gjennomsnitt er forbruket til oppvarming 97 kWh/m² år. For blokkene alene ligger oppvarmingen på 93 kWh/m² år. En undersøkelse midt på 70-tallet viste at individuell elektrisk

oppvarmede blokkleiligheter den gang hadde et forbruk på 80 kWh/m² år.

Anlegg B04 var også med på den undersøkelsen og hadde da et forbruk til oppvarming på 97 kWh/m² år.

4.52 Sentraloppvarming

Av de syv anleggene som har sentraloppvarming er to rekkehus. I tabell 46 er forbruket til oppvarming vist.

TABELL 46. Anlegg med sentraloppvarming

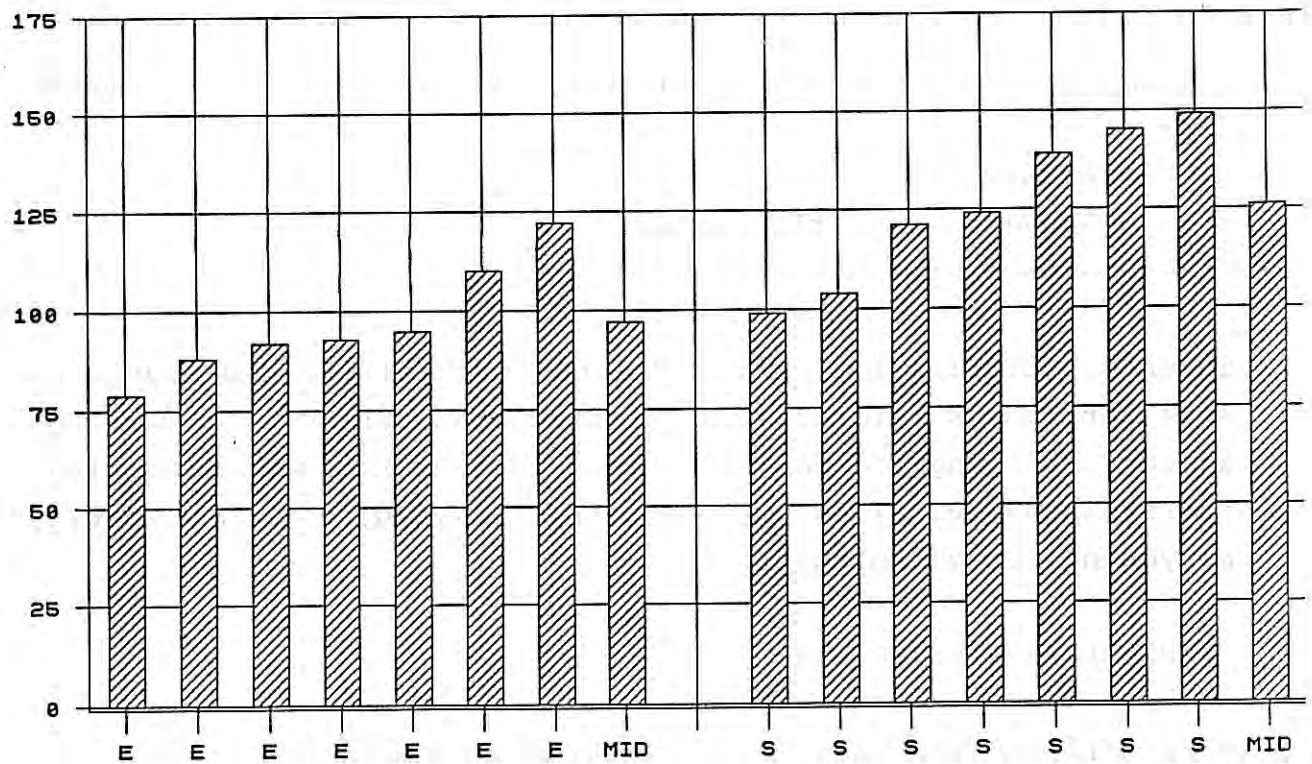
ANLEGG	OPPVARMING	
	kWh/m ² år	kWh/leil år
B02	149	8250
B03	104	6350
B05	145	13500
B06	121	9950
B07	124	11950
R03	139	11700
R04	99	10500
Gj.sn.	126	

For disse anleggene er det gjennomsnittlige forbruket til oppvarming 126 kWh/m² år. For boligblokkene er midlere forbruk 129 kWh/m² år. Anlegg R04 er det eneste av anleggene som har individuell og separat avregning på såvel forbruket til oppvarming som varmt forbruksvann og husholdningsel. Energiforbruket til oppvarming for dette anlegget ligger 25 - 30% under gjennomsnittet.

Undersøkelsen fra midten av 70-tallet har også målt på blokker med sentralvarmeanlegg. Forbruket var da 131 kWh/m² år, praktisk talt det samme som nå. Anlegg B03 som var med i den undersøkelsen

hadde da et forbruk på 96 kWh/m² år, 8% lavere enn nå.

kWh/m² år



FIGUR 61. Energiforbruk til oppvarming

4.35 Virkningsgrader

Når det gjelder virkningsgraden på sentralfyrte anlegg er det viktig å skille mellom **maksimalvirkningsgrad** (virkningsgrad ved kontinuerlig drift) og **årsvirkningsgrad**.

I sentralvarmeanlegg med brenselsfyrte kjeler har en følgende tap:

- Røkgasstap.
- Konveksjons/strålingstap.
- Gjennomstrømningstap.

Tapenes størrelse er knyttet til de forskjellige kjeletyper og effekter. Store kjeler har relativt sett mindre tap enn små kjeler. Erfaring fra målinger viser også at kjelens plassering, skorsteinshøyde, alder og vedlikehold (feiling) har en vesentlig betydning for virkningsgraden.

MAKSIMALVIRKNINGSGRADEN

Maksimalvirkningsgraden er den virkningsgrad kjelen har når den er i kontinuerlig drift. Den tar hensyn til røkgasstap og strålingstap og bestemmes ut i fra Siegerts formel.

$$\eta = 100 - \frac{K (t_r - t_1)}{CO_2} - s$$

hvor $K = (0,55-0,64)$ faktor avhengig av CO_2 - innhold

t_r = temperatur, røkgass

t_1 = temperatur, forbrenningsluft

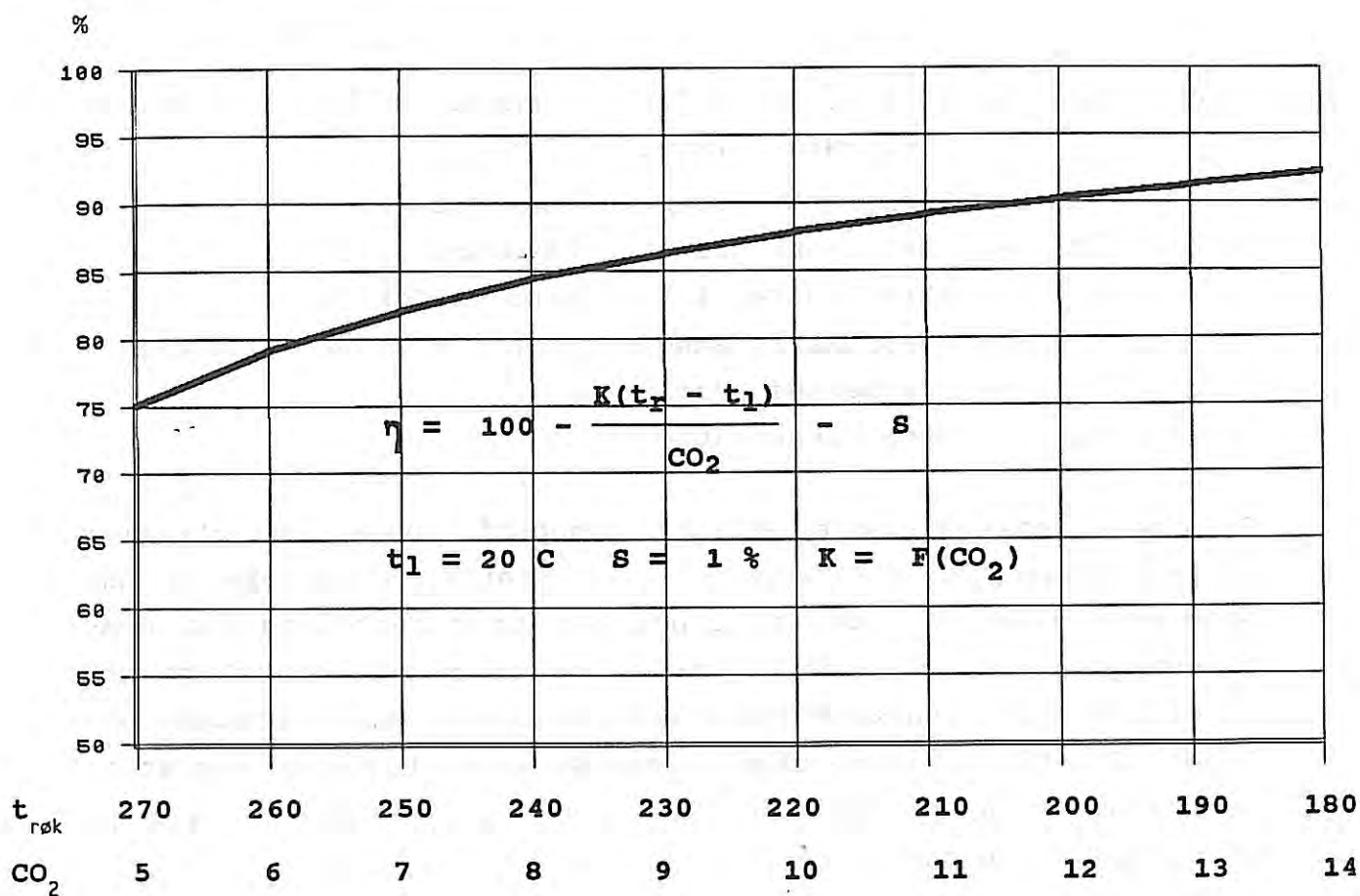
CO_2 = røkgassens karbondioksydinnhold i %

s = strålingstap i % av maks effekt

Røkgasstapet er energi som ikke nyttiggjøres i kjelen, dvs. varm og eventuelt uforbrent røkgass som forsvinner ut i skorsteinen.

I noen tilfeller kan deler av denne energien komme bygget til gode, ved at skorsteinen går igjennom rom og avgir varme til disse.

Eksempel på hvordan maksimalvirkningsgraden ved en gitt kjele varierer med røkgasstemperaturen og CO₂ - innholdet er vist i figur 62.



FIGUR 62. Maksimalvirkningsgrad

Fra figuren ser en at høy røkgasstemperatur og lavt CO₂-innhold gir store røkgasstap.

ÅRSVIRKNINGSGRADEN

Årsvirkningsgraden er et uttrykk for hvor stor del av tilført energi som nyttiggjøres. I tillegg til røkgasstap og strålingstap vil også gjennomstrømningstapet gjøre seg gjeldene.

Årsvirkningsgraden kan bestemmes fra følgende uttrykk:

$$\eta_{\text{år}} = 100 - \frac{K (t_r - t_1)}{\text{CO}_2} - S - \frac{T_s}{T_g} (S + g)$$

- hvor
- K = (0,55-0,64) faktor avhengig av CO₂ - innhold
 - t_r = temperatur, røkgass
 - t₁ = temperatur, forbrenningsluft
 - CO₂ = røkgassens karbondioksydinnhold i %
 - S = strålingstap i % av maks. effekt
 - g = spesifikt gjennomstr.tap i % av maks. effekt
 - T_s = brennerens ståtid
 - T_g = brennerens gåtid

Gjennomstrømningstapet er et tap som oppstår ved at luft strømmer gjennom kjelen og avkjøler kjelens flater, hovedsakelig når brenneren ikke er i drift. Tapet har stor betydning for årsvirkningsgraden, og moderne kjeler og brennere er utstyrt med spjeld og andre konstruksjoner som reduserer gjennomstrømningstapet. Temperatur i brennkammer/skorstein og høyde av skorstein har innvirkning på undertrykket i kjelen og dermed også på gjennomstrømningstapet.

Gjennomstrømningstapet uttrykkes ved:

$$G = g \frac{T_s}{T_g}$$

Spesifikt gjennomstrømningstap for eldre stålplate- og støpejernskjeler uten spjeld på brenner eller i røkgasskanal er estimert til:

$$g = 1,2 - 2,5$$

For nyere stålplate- og støpejernskjeler med spjeld på brenner eller i røkgasskanal har en tilsvarende:

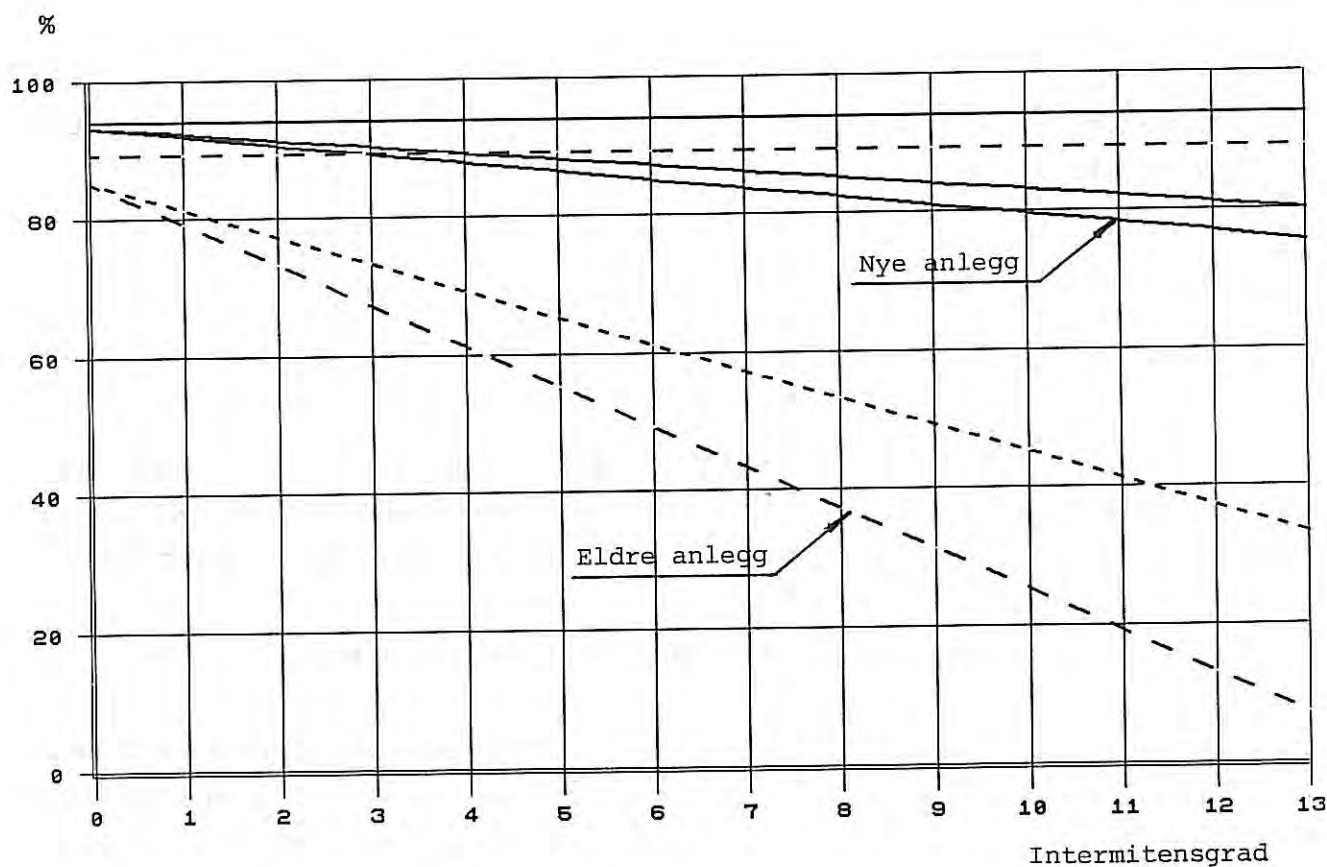
$$g = 0,2 - 0,5$$

Uttrykket $\frac{T_s}{T_g}$ kalles intermittensgrad.

Et like vanlig uttrykk er relativ gangtid, som uttrykker hvor stor del av tiden brenneren går i forhold til totaltiden.

$$\text{Rel. gangtid} = \frac{T_g}{T_g + T_s}$$

Eksempler på årsvirkningsgrad for eldre (prikket linjer) og nye (heltrukne linjer) kjeleanlegg er vist i figur 63.



FIGUR 63. Årsvirkningsgrad

Elektrokjeler

Elektrokjelenes tap er knyttet til strålingstapene til omgivelsene og eventuelle sirkulasjonstap på vannsiden. Målinger som er utført viser at strålingstapene fra elektrokjeler er i størrelsesorden 0,2 - 1,0 % av maks.effekt.

Også elektrokjeler har årsvirkningsgrad. For en elektrokjele som ikke leverer varme til anlegget, men allikevel står varm hele året, vil årsvirkningsgraden være null (beredskapstap). Driftsformen for en elektrokjele er viktig på samme måte som den er det for en oljefyrt kjele.

Ved elektrisk oppvarming er det ikke røkgasstap, men bare strålingstap til omgivelsene. Ved kolbe i kjelen istedenfor oljebrenner vil anleggstapene bli lavere fordi deler av kjelen blir kaldere enn ved oljefyring. Tapene over året anslås til 8 til 10 % ved små anlegg.

Varmetap på typiske husholdningsberedere er anslått til 500 til 1000 kWh pr. år.

Oljefyrte kjeler

Tapene for de beste oljefyrte småkjelene er 6 - 7 % ved kontinuerlig drift, og vil ved riktig dimensjonering av kjele og brenner mot varmebehov kunne gi en årsvirkningsgrad over 80%.

Røkgasstapet for parafinkaminer ligger i området 15 - 25%.

Det er utført svært få undersøkelser av oljefyrte sentralvarmeanlegg i de senere år. Frem til midten av 70 - årene ble det relativt systematisk foretatt undersøkelser fra både NBI og andre institutter. Den siste undersøkelsen er fyrhusundersøkelsen av 1978/79 utført av Norsk Petroleumsinstitutt. Her ble et 50 talls

fyrhus for boligblokker og småhus i Oslo-området undersøkt. Konklusjonen fra denne undersøkelsen var:

- en nær sammenheng mellom oljeforbruk og utetemperatur uttrykt ved graddagtallet.
- de aller fleste sentralfyringsanlegg hadde for stor kapasitet i forhold til behovet, over 50 % for stort. Dette gjelder også helt nye anlegg hvor kjele og brenner var skiftet ut. Dette bidrar til store stillstandstap.
- i boligblokker med to kjeler var begge i bruk samtidig praktisk talt hele året med unødvendige store tap.

Det som finnes av opplysninger om sentralfyrte varmeanlegg i dag, har en fra servicerapporter fra oljeselskapene. Disse opplysningene er som regel basert på anleggenes tilstand etter justering av brenner.

Målinger på 30 oljefyrte sentralvarmeanlegg for småhus og villaer i Oslo er tatt med. Disse boligene er ikke med i selve undersøkelsen, da totalenergiforbruk og boligstørrelse ikke foreligger. Målingene viser imidlertid tilstanden på oljefyrte sentralvarmeanlegg.

Ut ifra årsforbruket av olje og brennerens kapasitet, er årsvirkningsgraden beregnet. Som total gangtid er det valgt å bruke fyringssesongens lengde. Omgivelsestemperaturen er ikke målt så den er satt til 20 °C.

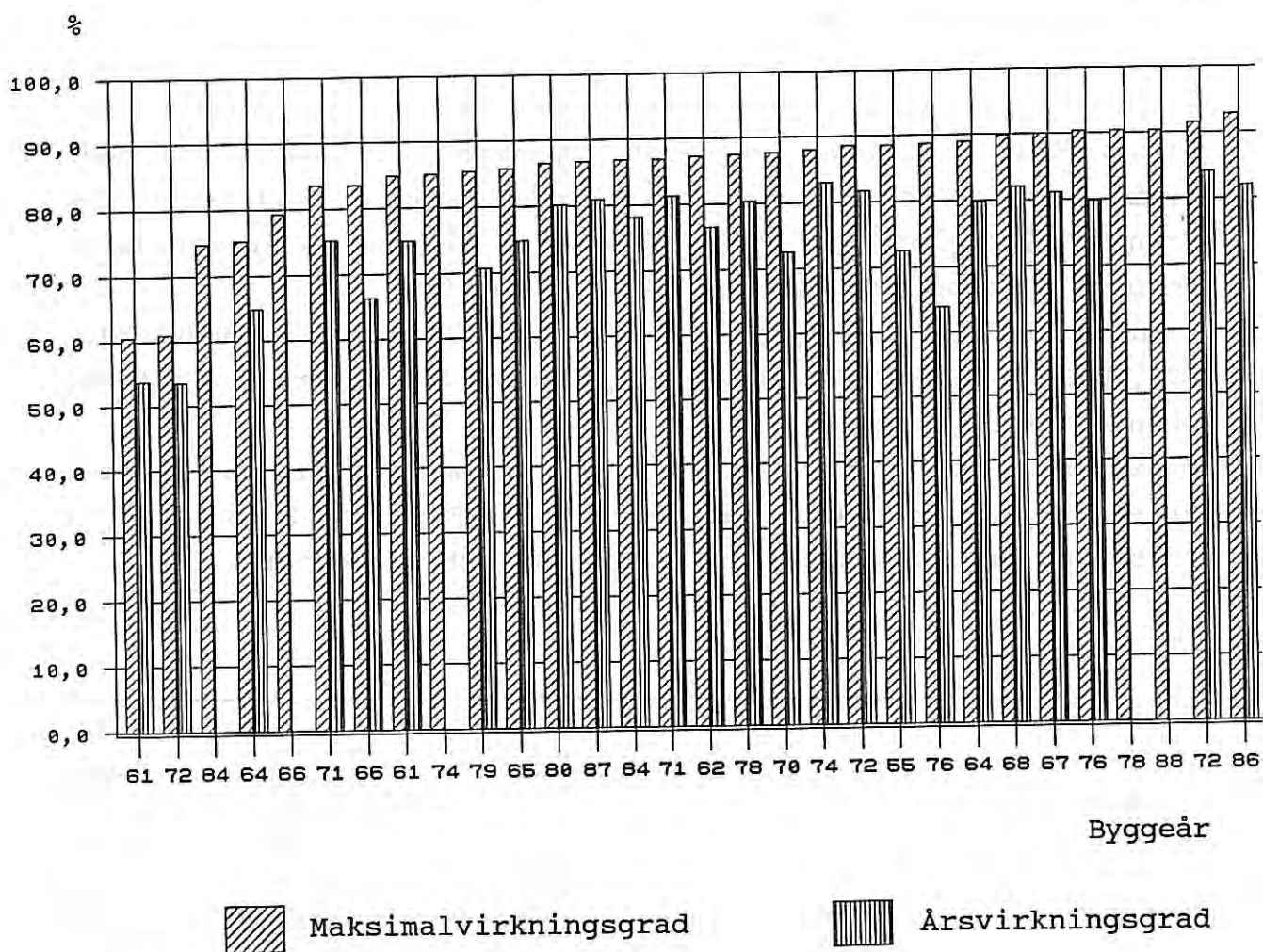
Disse servicerapportene viser at det ikke er noen sammenheng mellom byggeår og maksimalvirkningsgrad.

I gjennomsnitt ligger maksimalvirkningsgraden på 85% og årsvirkningsgraden på 75%

TABELL 47. Tilstandsrapport oljefyrete sentralvarmeanlegg fyringssesongen 88-89

NR	DATO SERVICE	ARSRFORBRUK LITER	KJÆLE- FABRIKAT	BYGGEAR	YTELSE KM	BRENNER M2	TRYKK BAR	OLJEDYSE GAL/H	VINKEL	SOT TALL	CO2 %	RØKG. TEMP. C	OMGIV TEMP. C	VIRKN GRAD %	GANG TID	INTERMI TENSGRAD	ARS VIRK %	NETTO FORBRUK KWH/AR							
1	881211		HØGFORS	1978	34	EL-OIL	9,5	0,6	60	1	10	180	20	90,4											
3	881212	2500	AMA	1976	36	EL-OIL	7,5	0,6	60	1	11,5	205	20	90,3	1101	4,0	80	20005							
5	881215	3123	3000 AMA	1961	30	B.M.HEDE		0,5	80	1	3,5	250	20	60,6	1618	2,4	54	16466							
7	881213	2000	CTC	1968	34,9	BENTONE		0,55	60	1	10	190	20	89,8	1442	2,8	82	24653							
8	881214	1133	CTC	1966	23,2	BENTONE	10	0,55	60	1	8	240	20	83,5	686	7,0	66	9481							
10	881205	4000	PARCA	1978	57	BENTONE	8	1,0	60	1	9,5	220	20	87,4	1585	2,5	80	48280							
12	881202	2719	3037 NORRRAMAR	1964	34,9	RIELLE MECTRON		0,6	60	1	13,5	270	20	88,9	1267	3,3	80	23033							
14	880915	1470	2595 THERMIA	1962	20	ESSO HEATMASTER		0,5	60	1	8	190	20	87,3	1074	4,1	77	15577							
15	880921		2852 OZO	1972	29	EL-OIL		0,5	80	1	11	175	20	91,5	1507	2,6	84	24025							
16	880919		AMA	1974	25	2,34 OILON JR.	12	0,5	60	1	7	195	20	85,0											
17	880926	2000	2033 BUDETIUS	1986	33	WEISHAAPT	10,4	0,5	60	1	12,5	170	20	92,8	1066	4,1	82	16557							
18	880923	4006	2001 AMA	1984	30	BENTONE		0,6	60	1	10	240	20	86,8	1323	3,1	78	23531							
19	880926	2552	1880 AMA	1984	30	BENTONE		0,6	60	1	10	210	20	84,8	1171	3,7	75	16650							
23	880928	4000	4003 AMA	1961	20	1,6 OILON JR.	8	0,5	60	1	7,5	200	20	86,5	1762	2,1	80	32160							
24	881109	2003	2039 AMA	1980	31	INTER		0,6	60	1	8	200	20	85,7	1068	4,1	75	15160							
27	880927	2494	3148 TASSO	1965	25	2 ESSO HEATMASTER		0,5	60	1	6,5	175	20	85,7	1068	4,1	75	15160							
29	881005		AMA	1972	23,2	DANHEAT	5	0,5	60	1	5	345	20	61,0	1491	2,7	53	15110							
30	881007	2337	2500 HAMJERN	1988	20	BENTONE	8,5	0,55	60	1	10	180	20	90,4											
31	880927		1088 AMA	1967	29	2,8 INTER	8,5	0,5	60	1	9	170	20	90,0	1278	3,3	81	19644							
33	881006	1801	1759 OZO	1976	25	2,34 INTER	8	0,6	80	1	9,5	197	20	88,8	479	10,4	64	6959							
34	881006		1801 OZO	1970	29	EL-OIL	8,5	0,6	80	1	8	185	20	87,6	784	6,0	75	12952							
35	881014	3866	2339 HAMJERN	1984	26	EL-OIL	8,5	0,5	80	1	5,5	250	20	74,9											
37	881007	5005	3167 AMA	1964	38	3,8 EXTUNA	9	0,75	60	2	4	185	20	75,3	1093	4,0	65	20111							
39	881014	4000	4000 AMA	1971	25	2 BENTONE	8,5	0,55	60	1	8	195	20	86,9	1963	1,8	81	33285							
41	881018		3567 AMA	1974	36	INTER	8	0,5	60	1	10,5	230	20	88,0	2114	1,6	83	33215							
42	881020		3717 AMA	1987	25	BENTONE	8	0,5	60	1	9,5	230	20	86,7	1885	1,9	81	28915							
43	881028	3895	3892 AMA	1972	36,9	1,6 INTER	8,5	0,6	60	1	11,5	240	20	88,5	1637	2,3	82	30427							
44	881028		3028 RAPIDO	1971	35	3,2 OILON JR.	10	0,75	60	1	8	240	20	83,5	1372	3,0	75	29347							
46	881027		1670 AMA	1979	50	ESSO HEATMASTER		1,0	60	1	9	240	20	85,3	800	5,8	71	21435							
48	881109		1670 AMA SAFETY	1955	35	3 ESSO HEATMASTER		0,6	60	1	10,5	220	20	88,6	735	6,4	73	12137							
				1966	80	OILON JR.	11,5	1,2	60	1	9	330	20	79,3											
238	218	Fyringssesongens lengde.															Gjennomsnitt	8,8	218	20	84,9	1292	3,8	75	21965

Antakelser: Strålingstap : 1,5 %
Gjennomstr.-Tap: 0,75 %



FIGUR 64. Årsvirkningsgrad og maksimalvirkningsgrad oljefyrte sentralvarmeanlegg

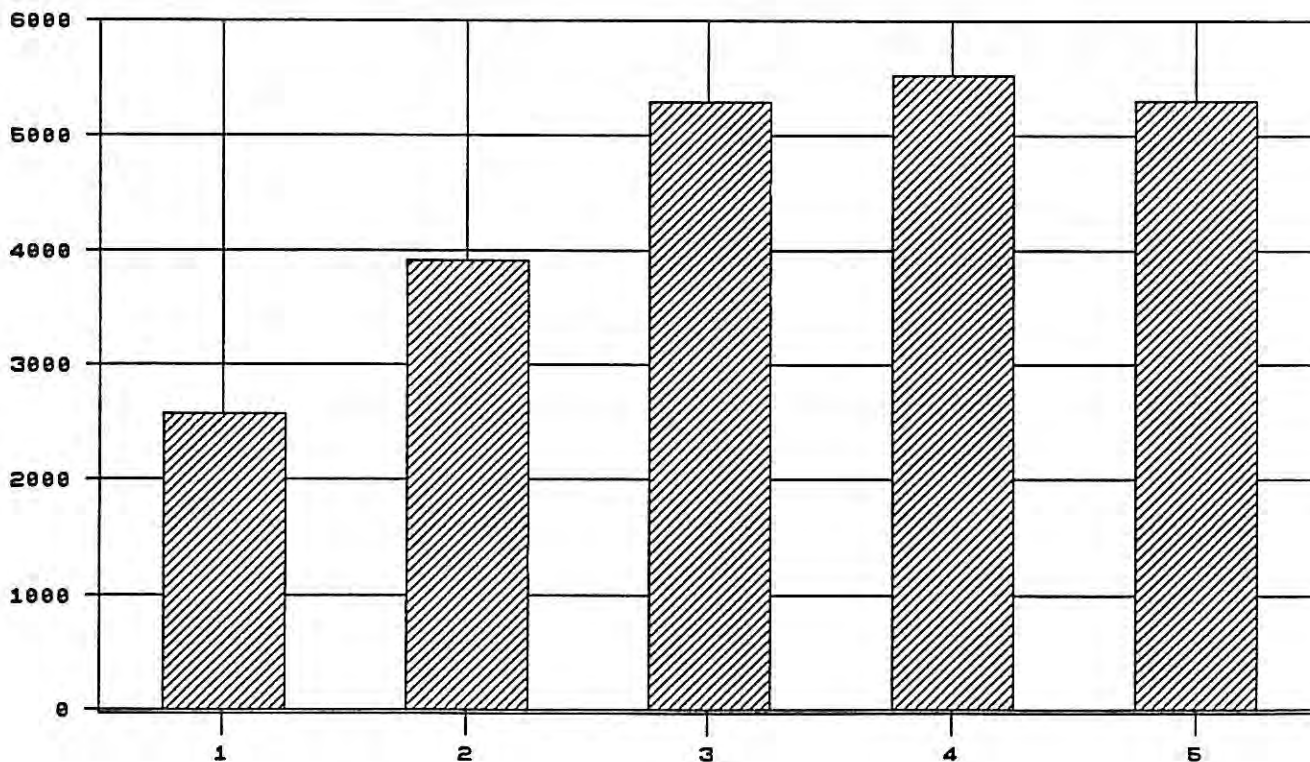
4.6 Bruk av bygningen

Forbruket av energi i en bolig stiger med antall beboere. Det er spesielt forbruket av varmt tappevann som øker, men også forbruket av husholdningsel øker noe. Familier med mange små barn og hyppig bruk av egen vaskemaskin vil nok ha et betydelig forbruk av elenergi sammenlignet med enslige.

I anlegg hvor elforbruket kun dekker husholdningsforbruket (B02, B05, B06 OG B07) er det en tydelig tendens til større forbruk med økende antall beboere.

Økningen er imidlertid ikke proporsjonal med antall beboere, men er størst fra en til to personer. Figur 65 viser husholdningsforbruket pr. leilighet i relasjon til antall beboere.

kWh/leil år

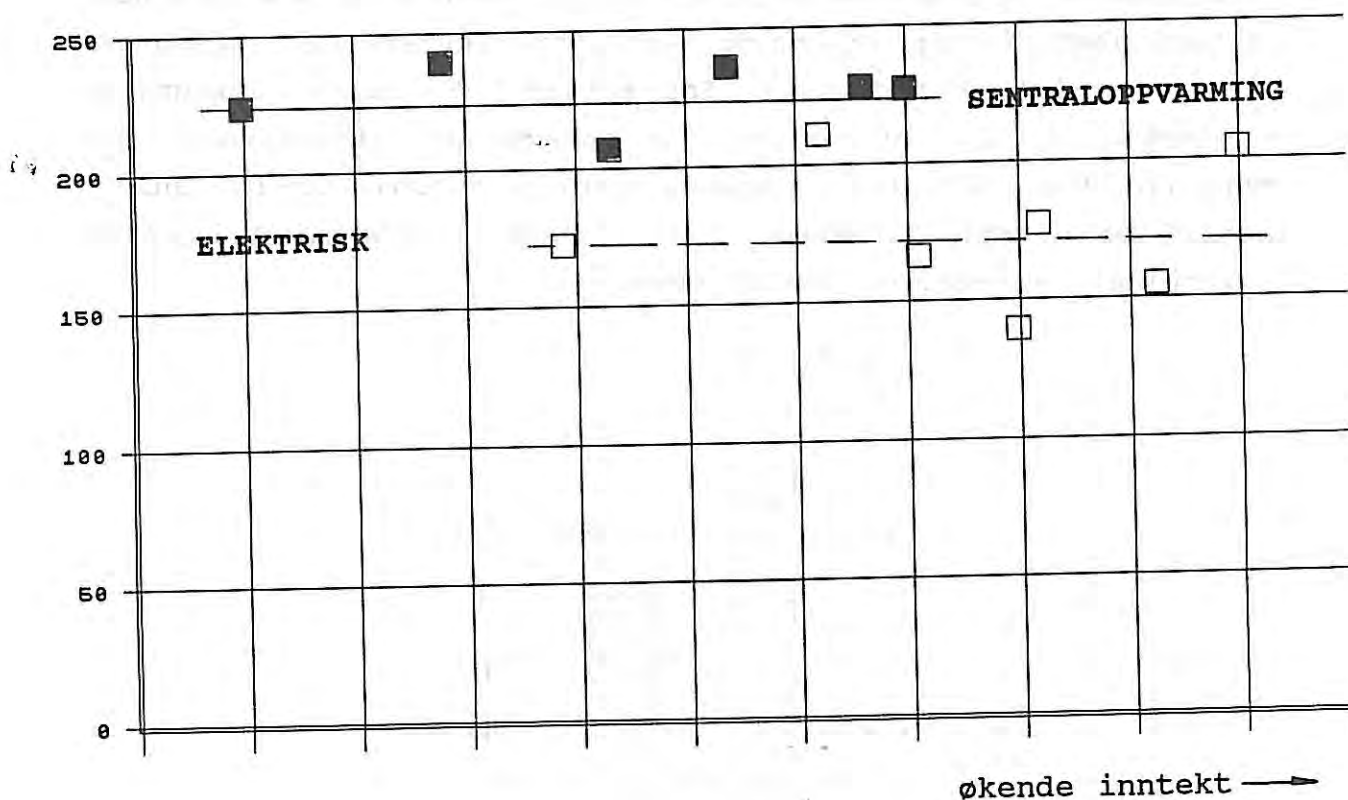


FIGUR 65. Forbruk til husholdning og antall beboere

4.61 Økonomiske forhold

Denne undersøkelsen viser ingen signifikant forskjell i spesi-
fikk totalenergiforbruk (kWh/m^2 år) for beboere med høy inntekt
sammenlignet med de som har lav inntekt. Figur 66 viser plottede
verdier for inntekt/energiforbruk, med økende inntekt mot høyre.
Det er ingen forskjell på direkte elektrisk oppvarming eller
sentraloppvarming. Forbruket er, som vist tidligere, bare høyere
for sentraloppvarming.

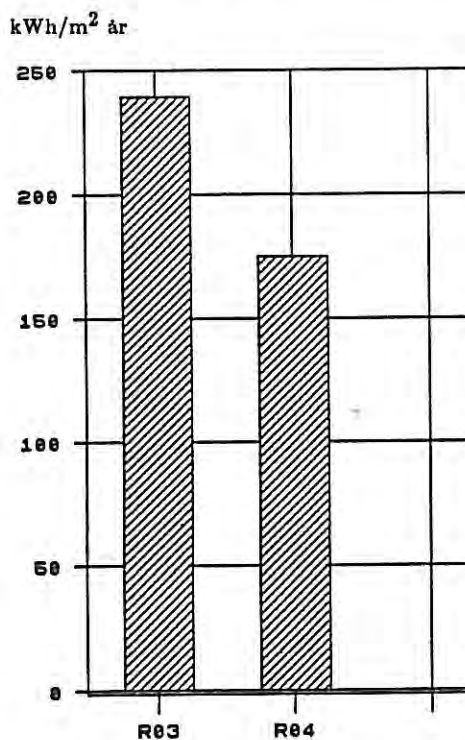
kWh/m^2 år



FIGUR 66. Energiforbruk og gjennomsnittsinntekt

4.62 Debiteringsform

Under avsnitt 4.41 Boligtype og leilighetskategori er det vist en sammenheng mellom totalenergiforbruk og debiteringsform vist. Individuell avregning har en viss betydning på forbruket av energi. Ved å sammenligne anlegg R03 og R04 viser det seg at anlegg R04 har et lavere spesifikt energiforbruk enn R03. Disse anleggene består av relative like rekkehus og ligger i samme område. Begge er tilknyttet Oslo Lysverkers fjernvarmeanlegg. Anlegg R04 har individuell avregning på både oppvarming, varmt forbruksvann og husholdningsel. Anlegg R03 har felles avregning på forbruket til oppvarming og varmt forbruksvann og individuell avregning på husholdningsel. For anlegg R03 (felles avregning) er forbruket 37% høyere enn for anlegg R04 (individuell avregning). Tidligere undersøkelser viser at energiforbruk i anlegg med felles avregning ligger betydelig over tilsvarende anlegg med individuell avregning, 20-25% høyere.



FIGUR 67. Energiforbruk i sentralvarmeanlegg med felles (R03) og individuell avregning (R04)

4.63 Energiøkonomisering

I denne undersøkelsen er det ett anlegg (B05) som har gjennomført enøk-tiltak. I 1985 ble det utført tilleggsisolering av fasader og endevegger, og vinduer og balkongdører ble skiftet ut. Rent teoretisk ble det spesifikke varmetap for hele anlegget (6 blokker) redusert fra 6,773 kW/°C til 4,066 kW/°C. Disse tiltakene burde derfor ha redusert oppvarmingsbehovet med 40%. Samtidig ble også anlegget bygd om fra oljefyrt sentralvarme til fjernvarme.

Regner en at årene 1982 - 1985 ligger før enøk-tiltakene og årene 1986 - 1988 etter, er det en reduksjon i energiforbruket til oppvarming på bare ca. 7%. Dette er mindre enn hva en kunne forvente. En forklaring kan være at energiforbruket til luftskifte er mye større enn transmisjonstapet. Er dette tilfellet utgjør transmisjonstapet bare 18% av energiforbruket til oppvarming.

Hvis så er tilfelle burde enøk-tiltakene heller vært rettet mot varmegjennvinning på ventilasjonsluften istedenfor etterisolering.

5.0 VARMEKOSTNADER

5.1 Energipriser

Energiprisene, (øre/kWh) inklusiv m.v.a. og elavgift til staten, er vist i tabell 47, og er basert på følgende forutsetninger.

Lett fyringsolje nr 2 Nedre brennverdi = 9.9 kWh/liter
Virkningsgrad oljefyrte anlegg = 75%

Merverdiavgiften varierer fra år til år og fra ett energiverk til et annet og er tenkt som en prisutjevne faktor. Oljeprisen endrer seg flere ganger årlig, men det er her regnet en midlere oljepris pr. år og for levering innenfor 0-sone for et kvantum på 4000 liter.

Elavgiften til staten var i 1981 2,2 øre/kWh og er i dag (1989) kommet opp i 3,7 øre/kWh.

Prisen på fjernvarme har stort sett fulgt prisen på elenergi, men fra 1987 er den blitt tilpasset oljeprisen .

TABELL 47. Energipriser

		1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989
Oslo Lettolje	øre/kWh	29.90	32.32	33.62	34.26	35.23	25.86	23.92	24.24	25.86
Oslo Fjernvarme	øre/kWh		20.04	23.64	26.76	27.76	29.70	23.71	25.05	26.25
Oslo Fastavg	kr/år	202.1	202.1	200.4	240.0	300.0	360.0	480.0	480.0	476.0
Oslo El. energi	øre/kWh	15.7	20.2	23.6	26.8	30.8	33.0	35.0	39.6	40.9
Harstad Fastavgift	kr/år						600.0	725.0	900.0	980.0
Harstad El. energi	øre/kWh						34.6	37.0	39.5	40.6
Hønefoss Fastavgift	kr/år		517.5	522.0	535.5	549.0	540.0	535.5	571.2	590.0
Hønefoss El. energi	øre/kWh		23.8	28.4	29.4	32.8	34.3	38.0	40.6	41.8
Klepp Fastavgift	kr/år				300.0	302.5	302.5	363.0	420.0	420.0
Klepp El. energi	øre/kWh				29.6	32.2	34.6	37.8	40.3	42.0
Bergen Fastavgift	kr/år							612.0	648.0	672.0
Bergen El. energi	øre/kWh							34.9	36.7	38.2
Fredrikstad Fastavgift	kr/år							834.5	834.5	820.8
Fredrikstad El. energi	øre/kWh							32.3	36.1	37.2

5.2 Anleggskostnader

Investeringskostnadene for sentralvarmeanlegg er i dag store sammenlignet med installasjon av elektriske panelovner. Dette gjelder spesielt eneboliger.

For å få en oversikt over disse kostnadene er det innhentet priser fra to leverandører av sentralvarmeanlegg og to leverandører av elektriske anlegg. Prisene gjelder for et komplett anlegg, montasje inkludert, til en enebolig, et rekkehus og en boligblokk.

Uten at prisene er spesifisert i detalj har en følgende forhold: (Alle priser er med m.v.a.)

TABELL 48. Investeringskostnader oppvarmingssystemer

Forutsetninger		ENEBOLIG	REKKEHUS	BOLIGBLOKK
Størrelse	m ²	150	125	90
Antall leil.	stk.	1	5	30
Maks effekt	kW	15	60	250
Antall radiatorer	stk.	10	50	240
Sentralvarmeanlegg.				
Leverandør 1	kr.	82.800.-	336.000.-	1.332.000.-
Leverandør 2	kr.	76.200.-	233.400.-	915.600.-
Midlere pris.	kr.	79.500.-	284.700.-	1.123.800.-
Elektrisk oppv.				
Leverandør 1	kr.	25.740.-	85.800.-	411.800.-
Leverandør 2	kr.	27.000.-	90.000.-	432.000.-
Midlere pris.	kr.	26.370.-	87.900.-	421.900.-

I prisen på sentralvarmeanlegg inngår oljetank, kjele, brenner, automatikk, ekspansjonsanlegg, røranlegg, radiatorer og montasje. I prisen på det elektriske systemet er det med panelovner, tilleggskostnader på sikringsskap og montasje. Bygningsmessige arbeider er ikke med i prisen.

Undersøkelser i begynnelsen av 80 -årene viser at de bygnings-

messige kostnader den gang utgjorde 10 - 13% av varmeanleggets kostnader ved elektrisk oppvarming og tilsvarende 30 - 35% for sentraloppvarming.

Det finnes ingen statistikk over oppvarmingsanleggenes levetid. Kortest levetid har oljebrennere, kjeler, automatikk, motorer o.l. dernest kommer radiatorer elovner og elledningsnett. Midlere avskrivningstid vil være noe kortere for sentralvarmeanlegg enn for elvarmeanlegg.

Her er det valgt å regne en avskrivningstid på 20 år på utstyret til begge systemene og en rentefot på 12%.

TABELL 49. Årlige avskrivningskostnader pr. leilighet

	ENEBOLIG	REKKEHUS	BOLIGBLOKK
Sentraloppvarming	10.600.-	9.000.-	5.000.-
Elvarmeanlegg	3.500.-	2.350.-	1.900.-

For et nytt anlegg vil en kunne forvente følgende årlige kostnader til boliger/leiligheter med energipriser for Oslo.

TABELL 50. Årlige totalkostnader pr. leilighet for oppvarming, varmt forbruksvann og husholdningsel.
M.v.a. inkludert

		ENEBOLIG	REKKEHUS	BOLIGBLOKK
Fast avgift	kr/år	476.-	476.-	476.-
Energipris el.	øre/kWh	40,9	40,9	40,9
Energipris olje	øre/kWh	28,0	28,0	28,0
Forbruk hushold.	kWh/leil	5850	5375	4950
Forbruk oppv+v.vann	kWh/leil	19050	17000	13050
Energikostn. Sentraloppv.	kr/år	8207.-	7439.-	6158.-
Energikostn. Elvarmeanlegg	kr/år	10669.-	9635.-	7844.-
Årlige kostn. Sentraloppv.	kr/år	18807.-	16439.-	11158.-
Årlige kostn. Elvarmeanlegg	kr/år	14169.-	11985.-	9744.-

5.3 Årlige varmekostnader

Under hvert enkelt anlegg er de årlige energikostnader beregnet uavhengig av graddagtallet.

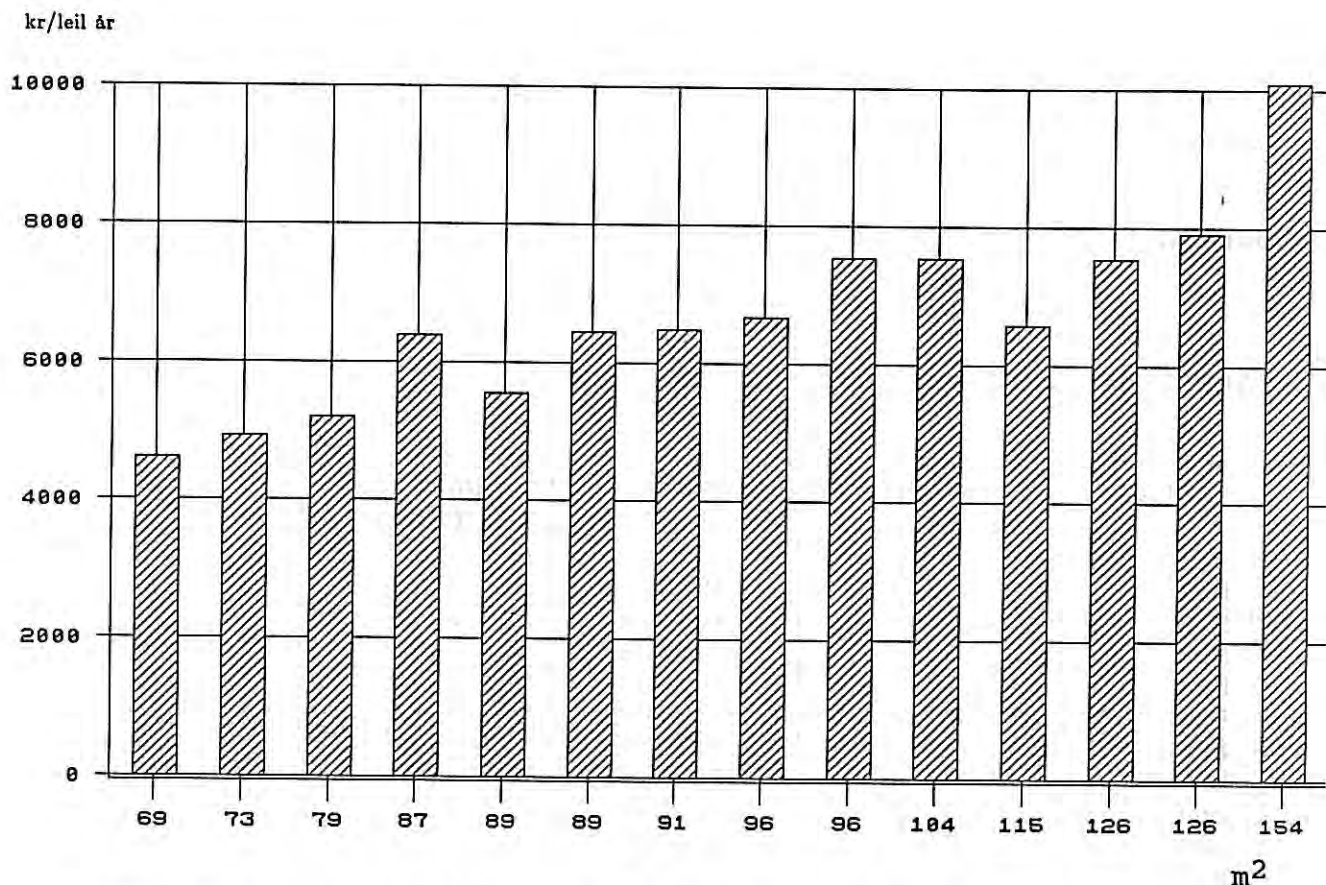
I tabell 51 er midlere energikostnader for årene 1986 - 1988 beregnet til et normalårs graddagtall på de aktuelle steder.

TABELL 51. Totalenergi-kostnader normalår

ANLEGG	ÅRLIGE KOSTNADER		GRADDAGER NORMALÅR
	kr/m ² år	kr/leil år	
B01	63.-	5560.-	3774
B02	73.-	6440.-	3774
B03	62.-	4560.-	3774
B04	67.-	4610.-	3774
B05	66.-	5190.-	3774
B06	71.-	6480.-	3774
B07	73.-	7530.-	3774
E01	67.-	10260.-	4073
R01	60.-	7600.-	4132
R02	63.-	7960.-	3000
R03	74.-	6380.-	3774
R04	57.-	6560.-	3774
T01	71.-	6830.-	2882
T02	78.-	7500.-	3779
Gj.sn.	68.-	6675.-	

Energi-kostnadene er fremstilt grafisk i figur 68 som kostnader pr. leilighet og år. Tallene under stolpediagrammet viser størrelsen på boligen.

Med unntak av R01 (89 m²) og R04 (115 m²) øker totalenergi-kostnadene med boligflaten.



FIGUR 68. Totalenergikostnader for alle anlegg

5.31 Energikostnader for oppvarming

Anlegg E01 (eneboliger) har den høyeste utgiften til oppvarming med kr. 5600.- pr. år. Den laveste oppvarmingskostnaden har anlegg B01 (blokk, elektrisk oppvarmet) med kr. 2620.- pr. år. Utgiftene til oppvarming utgjør i gjennomsnitt kr. 3600.- pr. år for alle anlegg.

Tabell 52 viser oppvarmingskostnadene. Disse er basert på de forutsetninger som er gjort under avsnitt 3.2 'De enkelte anlegg' med hensyn til energifordeling mellom oppvarming, varmt tappevann og husholdningsel. I gjennomsnitt utgjør energiforbruket til oppvarming ca. 56% av totalenergiforbruket.

TABELL 52. Årlige energikostnader til oppvarming

ANLEGG	ÅRLIGE KOSTNADER OPPVARMING		GRADDAGER NORMALÅR	SYSTEM
	kr/m ² år	kr/leil år		
B01	30.-	2620.-	3774	El
B02	50.-	4460.-	3774	Olje
B03	39.-	2820.-	3774	F.V.
B04	46.-	3180.-	3774	El
B05	48.-	3790.-	3774	F.V.
B06	32.-	2880.-	3774	F.V.
B07	35.-	3660.-	3774	F.V.
E01	36.-	5600.-	4073	El
R01	32.-	4030.-	4132	El
R02	32.-	4080.-	3000	El
R03	35.-	3050.-	3774	F.V.
R04	23.-	2620.-	3774	F.V.
T01	37.-	3560.-	2882	El
T02	38.-	3640.-	3779	El
Gj.sn.	37.-	3570.-		

De anleggene som er tilknyttet fjernvarmenettet kommer gunstig ut på grunn av lav energipris. Disse anleggene har et forbruk på 122 kWh/m² år og en kostnad på 35 kr/m² år, mens de anleggene som bruker elektrisitet forbruker 97 kWh/m² år og har en kostnad på 36 kr/m² år til oppvarming.

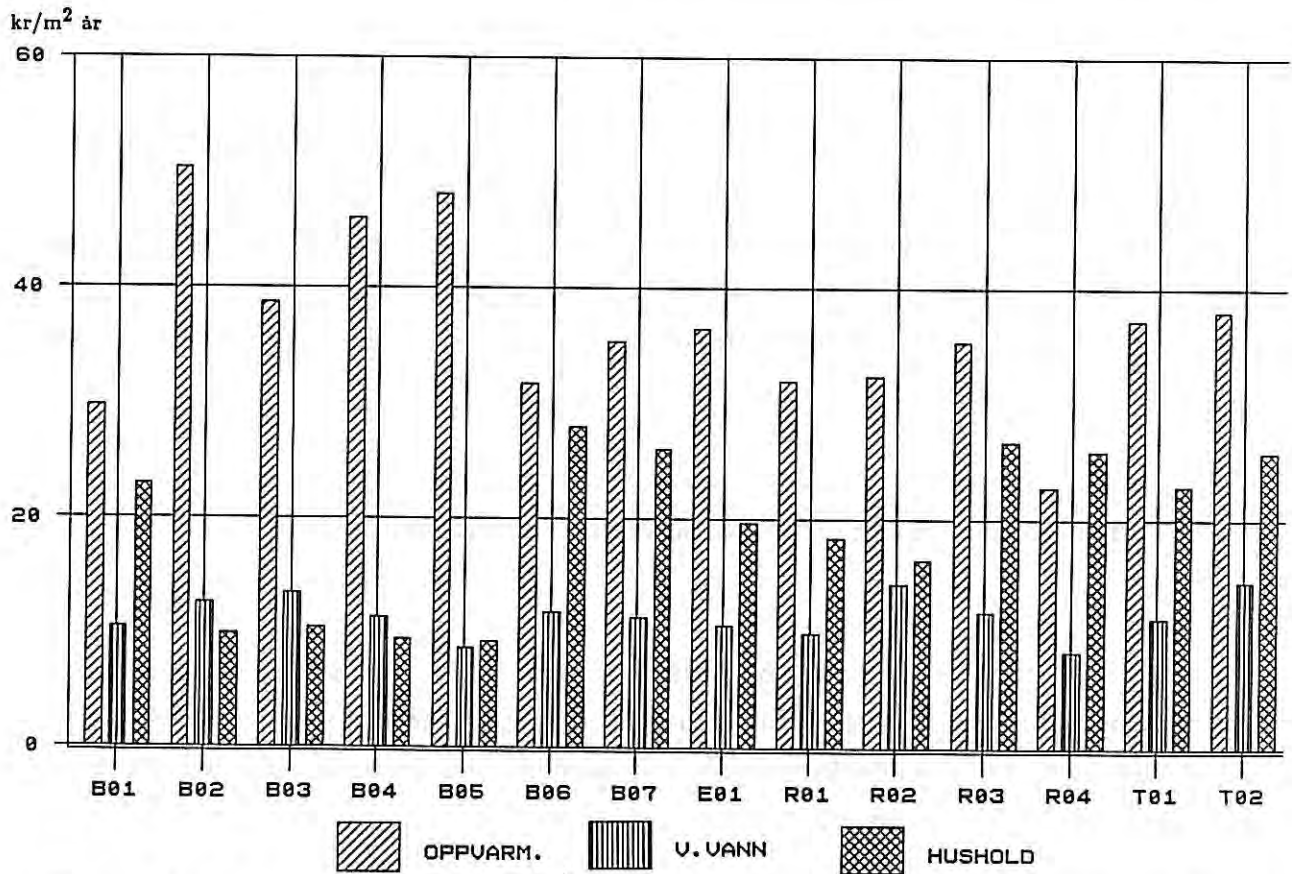
5.32 Energifkostnader for varmtvannsberedning

Kostnadene til varmtvannsberedning er vist i tabell 53. Også her er det blokkleilighetene som har de laveste kostnadene. I tillegg er husholdningskostnadene vist. Begge disse kostnadene er regnet uavhengig av graddagtallet.

I figur 69 er alle kostnadene vist grafisk.

TABELL 53. Årlige energikostnader varmt tappevann og husholdning

ANLEGG	ÅRLIGE KOSTNADER TAPPEV.		ÅRLIGE KOSTNADER HUSHOLD	
	kr/m ² år	kr/leil år	kr/m ² år	kr/leil år
B01	10.-	920.-	23.-	2020.-
B02	13.-	1110.-	10.-	870.-
B03	13.-	980.-	10.-	760.-
B04	11.-	780.-	9.-	650.-
B05	9.-	680.-	9.-	720.-
B06	12.-	1070.-	28.-	2530.-
B07	11.-	1170.-	26.-	2700.-
E01	11.-	1640.-	20.-	3020.-
R01	10.-	1260.-	18.-	2310.-
R02	14.-	1800.-	16.-	2080.-
R03	12.-	1030.-	27.-	2300.-
R04	8.-	970.-	26.-	2970.-
T01	11.-	1080.-	23.-	2190.-
T02	15.-	1390.-	26.-	2470.-
Gj.sn.	11.-	1135.-	19.-	1970.-



FIGUR 69. Årlige kostnader oppvarming, varmt tappevann og husholdningsel

6.0 SLUTTBEMERKNINGER OG KONKLUSJON

6.1 Teoretisk energiforbruk - varmeforbrukstall

For en del av anleggene hvor det forelå opplysninger om isoleringsgraden er det gjort teoretiske beregninger av forbruket til oppvarming. Det er programmet til Norges Byggstandardiseringsråd som er benyttet og som er basert på NS 3031, NS 3032 og NS 3201. Disse beregningene er gjort for et normalår på det aktuelle sted eller nærmeste sted det foreligger meteorologiske data for.

I tillegg er det gjort en enklere beregning basert på årsmiddeltemperaturen som beskrevet i Byggforskserien under blad G 472.308 "Oppvarming av småhus. Forenklet beregning av årlig energiforbruk".

I tabell 54 er målt energiforbruk og teoretisk beregnet energiforbruk til oppvarming vist. Beregningene viser at teoretisk energibehov etter NS 3031 gir 20 - 25% høyere verdier enn forenklet metode etter G 474.308.

TABELL 54. Målt og teoretisk energibehov til oppvarming

ANLEGG	MÅLT I	G 474.308 II	NS 3031 III	I/II	I/III	SYSTEM
B01	294856	320502	401580	0.92	0.73	EL
B02	475836	320502	401580	1.48	1.18	OLJE
B05	1091834	383394	533366	2.85	2.05	F.V.
E01	16643	13505	15120	1.23	1.10	EL
R01	12310	10409	15337	1.18	0.80	EL
R02	10921	8694	11859	1.26	0.92	EL
T01	10614	8228	9587	1.29	1.11	EL
T02	12637	9908	12348	1.28	1.02	EL

Til å karakterisere de forskjellige oppvarmingssystemer brukes

begrepet varmeforbrukstall.

Varmeforbrukstallet er forholdet mellom målt og teoretisk beregnet forbruk til oppvarming. Tidligere undersøkelser viser at varmeforbrukstallet for individuell elektrisk oppvarming ligger i nærheten av 1, mens det for sentralvarmeanlegg er betydelig høyere med verdier mellom 1,25 og 2.

6.2 Undersøkelser i Sverige og Danmark

I de øvrige Skandinaviske land gjennomføres det med jevne mellomrom tilsvarende undersøkelser. For å få en sammenligning mellom energiforbruket i våre naboland er det i tabell 55 vist verdier fra undersøkelser i Sverige og Danmark.

TABELL 55. Energiforbruk til oppvarming og varmt forbruksvann. Norge, Sverige og Danmark

	Varmesystem	Eneboliger kWh/m ² år	Rekkehus kWh/m ² år	Blokker kWh/m ² år
Norge	El	116	138	123
	Fjernvarme	-	156	163
	Olje	-	-	189
Sverige	El	111	-	100
	Fjernvarme	130	-	156
	Olje	200	-	194
Danmark	El	92	98	91
	Fjernvarme	134	125	166
	Olje	156	154	178

Forskjellen er størst for elektrisk oppvarmede hus, hvor forbruket i våre naboland ligger tildels betydelig under vårt forbruk. Her er det imidlertid behov for noe grundigere undersøkelser for å se på årsakene til forskjellene.

6.3 Konklusjon

Det totale energiforbruket til boliger har hatt en vekst i perioden 1984 - 1987 som nå ser ut til å ha stoppet opp.

I liket med tidligere undersøkelser viser også denne at det er en markert forskjell på energiforbruket til boliger som har sentralvarmeanlegg og boliger som er oppvarmet direkte med elektriske panelovner.

Årsakene til dette er flere og de som nevnes her vil variere fra anlegg til anlegg. For det første har sentralvarmeanlegg ofte fellesavregning som gjør at enkelte med høyt forbruk ikke 'straffes' fordi de øvrige er med å betale 'overforbruket'.

For det andre er det slik at de fleste og særlig eldre sentralvarmeanlegg gir en jevn og høy temperatur i alle rom i boligen. For å senke romtemperaturen luftes det ut gjennom vinduer.

Sentralvarmeanlegg har fordelingstap, som er et tap til omgivelsene i forbindelse med fordelingen fra varmesentral til forbrukerstedet.

Det ligger en betydelig energireserve her, hvis en klarer å få forbruket fra sentralvarmeanlegg ned på nivå med direkte elektrisk oppvarming.

De fleste eneboliger og rekkehus i denne undersøkelsen holder ikke kravene til byggeforskriftene når det gjelder tetthet. Selv om det er uenighet om hvorvidt boligene bør være tette eller ikke, med hensyn til inneklimate, ligger det et sparepotensiale på energisiden her sammen med varmegjenvinning på ventilasjonsluften. Infiltrasjon og ventilasjon utgjør kanskje 30 - 50% av energibehovet til oppvarming.

Energiforbruket til varmt forbruksvann øker med antall beboere. Øningen er størst fra en til to personer for så å avta noe. Spredningen i varmtvannsforbruket mellom de forskjellige husstander med samme antall beboere er i størrelsesorden 1 : 3.

Normalt vil bruk av dusj i stedet for karbad føre til lavere energiforbruk. Dette er under betingelse av at bruk av dusj ikke øker vesentlig. Badehyppighet og fordelingen dusj/karbad fremgår av tabell 37. Tallene er omtrentlige og oppgitt av beboerne. Om en regner at et karbad representerer 870 Wh og dusj 480 Wh og dette multipliseres med gjennomsnittlig bruk av karbad og dusj pr. uke, viser resultatet at det for de fleste anlegg er en klar sammenheng mellom stor badehyppighet og høyt energiforbruk til varmt tappevann. Det er også visse indikasjoner på at et høyt forbruk har sammenheng med større bruk av karbad. Gjennomsnittsforbruket for en bolig er 3500 - 4000 kWh/år.

Forbruket av energi til husholdning øker med antall beboere, men økningen er ikke proporsjonal. I likhet med forbruket av varmt tappevann er den størst fra en til to beboere. Gjennomsnittsforbruk pr. bolig 4500 - 5500 kWh/år.

Det som nå er viktig i fremtidige undersøkelser er en videre kartlegging av energifordelingen innefor boligen, mellom oppvarming, varmt tappevann og husholdningsel. Energiforbruket til oppvarming fordeler seg på transmisjonstap og ventilasjon. En betydelig del av enøktiltakene har bestått i å etterisolere eldre bygninger. Det er derfor viktig å få fastlagt hvor stor del av oppvarmingen selve ventilasjonen utgjør slik at enøktiltakene settes inn der hvor behovet er størst.

7.0 LITTERATUR

- /1/ Bjørn Grinden 1988: Analyse av energiforbruket 1976-1986 i boligsektor. Enøk og reelle forklaringsfaktorer.
EFI Teknisk rapport nr. TR 3534
- /2/ Hans Granum 1988: Internt varmetilskudd i bygninger.
SINTEF rapport nr. STF62 A880088
- /3/ T. Wolleng, S. E. Sørensen. 1980: Energiforbruk og energikostnader i boligblokker. NBI-rapport nr. 32
- /4/ Byggforskningsrådet 1989: Unika resultat från sex energisnåla hus.
Statens råd för bygnadsforskning, Stockholm
- /5/ Halvard Hagen. 1958: Virkningsgrader ved oljefyrte kjeler.
NBI-særtrykk
- /6/ Halvard Hagen. 1972. Virkningsgradsmåling på oljefyrte småkjeler.
NBI-notat
- /7/ Halvard Hagen. 1977: Elektrisitet eller olje til oppvarming. Ekvivalenstill, energiforbruk og økonomi.
NBI Oppdrag nr. 04725
- /8/ Norsk Petroleumsinstitutt. 1979: Fyrhusundersøkelse 1978/79
- /9/ Norsk Petroleumsinstitutt. 1989: Totalvirkningsgrader for oppvarmingssystem.
Foreløpig notat
- /10/ Roar Grønnesby 1988: Energisentraler i store bygg.
Kostnader/økonomi.
Norsk Energi
- /11/ Roar Grønnesby 1984: Virkningsgrad for oljefyrte kjeler.
Norsk Dampkjelforening
- /12/ Jørgen Budde & Dan Ove Pedersen 1986: Energiforbrug til oppvarming af bygninger.
SBI-rapport 174
- /13/ Jørgen Budde 1988: Energi- og boligforbrug i forskellige husstande.
SBI-rapport 195

- /14/ Henrik Lawaetz 1985: Varmtvannsforbrug i boliger.
Teknologisk Institut Danmark
- /15/ Statistisk Sentralbyrå: Energibruk i husholdninger 1976-1988
- /16/ Svein E. Sørensen 1985: Boligers energiforbrug og energikostnader.
NBI Forprosjekt
- /17/ Rosemary D. Rawlings 1988: Statistikk om energibruk i bygninger.
NBI Rapport
- /18/ Lee Schipper et al. 1989: A long-term perspective on Norwegian energy use.
Lawrence Berkeley Laboratory
- /19/ Christer Harryson 1988: Det er inte sant att vi sparar en massa energi i våra småhus.
Energimagasinet nr 6
- /20/ Arne Elmroth 1989: Energianvendig i nya bostadshus.
Bygg & teknik nr 2. 1989
- /21/ Tord Isaksson 1988: Elvärme i småhus.
Utredning från Vattenfalls projekt 'Uppdrag 2000'
- /22/ Erik Larsen 1989: Energiforbruget til boligopvarming.
Dansk VVS
- /23/ Lenart Berndtsson 1989: Så används fastighetselen i flerbostadshus.
VVS & Energi 1/89
- /24/ Lars-Göran Carlson 1989: Energianvändning och struktur-omvandling i byggnader 1970 - 1985.
Byggeforskningsrådet R22:1989
- /25/ Urban Norlén 1987: Energiförbrukning i byggnader.
Statens Institut för Byggnadsforskning. M85:7
- /26/ Programmer som regner etter NS 3031, NS 3032 og NS 3201.
Norges Byggstandardiseringsråd.
Versjon 89.II
- /27/ Meteorologisk Institutt : Temperaturnormaler 1931-1960.
Klimaavdelingen 1989

TABELLER

Tabell 1. Anleggsoversikt.	14
Tabell 2. Boligmasse og befolkning i Norge 1969 - 1988.	19
Tabell 3. Årlig totalforbruk av energi til boliger.	22
Tabell 4. Brennverdier for forskjellige typer brensel.	24
Tabell 5. Årsvirkningsgrader.	24
Tabell 6. Spesifikt varmetap for anlegg B01 og B02.	32
Tabell 7. Energiforbruket for anlegg B01 for årene 1981 - 1988. Individuell elektrisk	33
Tabell 8. Energifordeling og månedsforbruk i anlegg B01.	36
Tabell 9. Energiforbruket i anlegg B02 for årene 1981 - 1988.	37
Tabell 10. Månedsforbruk i anlegg B02.	41
Tabell 11. Energiforbruket i anlegg B03 for årene 1984 - 1988. Sentraloppvarming.	43
Tabell 12. Energiforbruket i anlegg B04 for årene 1984 - 1988. Individuell elektrisk oppvarming.	47
Tabell 13. Månedsforbruk i anlegg B04.	50
Tabell 14. Spesifikt varmetap for anlegg B05.	52
Tabell 15. Energiforbruket i anlegg B05 for årene 1983 - 1988. Sentraloppvarming.	53
Tabell 16. Månedsforbruk av elektrisitet i anlegg B05.	56
Tabell 17. Energiforbruket i anlegg B06 for årene 1983 - 1988. Sentraloppvarming.	58
Tabell 18. Energifordeling og månedsforbruk av fjernvarme og el. i anlegg B06.	61
Tabell 19. Energiforbruket i anlegg B07 for årene 1983 - 1988. Sentraloppvarming.	63
Tabell 20. Månedsforbruk av elektrisitet i anlegg B07.	66
Tabell 21. Spesifikt varmetap for enebolig E01.	69
Tabell 22. Energiforbruket i enebolig E01 for årene 1986 - 1988. Individuell elektrisk.	69
Tabell 23. Energifordeling for anlegg E01.	72
Tabell 24. Spesifikt varmetap for anlegg R01.	75
Tabell 25. Energiforbruket i anlegg R01 for årene 1982 - 1988. Individuell elektrisk.	75
Tabell 26. Energifordeling i anlegg R01.	79
Tabell 27. Spesifikt varmetap for anlegg R02.	81
Tabell 28. Energiforbruket i anlegg R02 for årene 1982 - 1988. Individuell elektrisk.	81
Tabell 29. Månedsforbruk i anlegg R02.	85
Tabell 30. Energiforbruket i anlegg R03 for årene 1983 - 1988. Sentraloppvarming.	87
Tabell 31. Energi-forbruk, -fordeling og -kostnader for anlegg R04. Sentraloppvarming.	92
Tabell 32. Spesifikt varmetap for anlegg T01.	96
Tabell 33. Energiforbruket i anlegg T01 for året 1987. Individuell elektrisk.	98
Tabell 34. Spesifikt varmetap for anlegg T02.	101
Tabell 35. Energiforbruket i anlegg T02 for årene 1987 - 1988. Individuell elektrisk.	101
Tabell 36. Energifordeling i anlegg T02.	104
Tabell 37. Resultater fra intervju/spørreskjema.	107
Tabell 38. Totalt energiforbruk normalår (Oslo,Blindern).	109
Tabell 39. Energifordeling innenfor forskjellige boligkategorier og målt energiforbruk til oppv.	111
Tabell 40. Energiforbruk til varmt tappevann.	112
Tabell 41. Årlig husholdning og fellesforbruk i boligblokker og rekkehus.	114
Tabell 42. Spredningen i elforbruket til husholdning målt over treårsperioden 1986 - 1988.	115
Tabell 43. Energiforbruk til oppvarming og isolasjonsgrad.	119
Tabell 44. Tetthetsmålinger.	120

Tabell 45. Anlegg med elektrisk oppvarming.	124
Tabell 46. Anlegg med sentraloppvarming.	125
Tabell 47. Tilstandsrapport oljefyrte sentralvarmeanlegg fyringssesongen 88-89.	133
Tabell 47. Energipriser.	139
Tabell 48. Investeringskostnader oppvarmingssystemer.	140
Tabell 49. Årlige avskrivningskostnader pr. leilighet.	141
Tabell 50. Årlige totalkostnader pr. leilighet for oppvarming, varmt forbruksvann og husholdningsel.	141
Tabell 51. Totalenergikostnader normalår.	142
Tabell 52. Årlige energikostnader til oppvarming.	144
Tabell 53. Årlige energikostnader varmt tappevann og husholdning.	145
Tabell 54. Målt og teoretisk energibehov til oppvarming.	146
Tabell 55. Energiforbruk til oppvarming og varmt forbruksvann. Norge, Sverige og Danmark.	147

FIGURER

Fig. 1. Geografisk fordeling av de ulike anlegg.	15
Fig. 2. Boligutviklingen i Norge.	20
Fig. 3. Norges befolkning.	21
Fig. 4. Tilført- og nyttiggjort energi i norske boliger.	25
Fig. 5. Olje og elektrisitetens bidrag til romoppvarming.	26
Fig. 6. Spesifikt energiforbruk i norske boliger.	27
Fig. 7. Typisk leilighet for anlegg B01 og B02.	32
Fig. 8. Energiforbruk i anlegg B01. Individuell elektrisk.	34
Fig. 9. Midlere forbruk i ende- og midtleiligheter 1981-1988. Individuell elektrisk.	35
Fig. 10. Energiforbruket i anlegg B02. Sentraloppvarming.	38
Fig. 11. Maks - min energiforbruk i alle leiligheter for anleggene B01 og B02 for årene 1981-1988.. . .	39
Fig. 12. Energikostnader for anleggene B01 og B02.	40
Fig. 13. Energiforbruket i anlegg B03. Sentraloppvarming.	44
Fig. 14. Maks - min forbruk for leiligheter i anlegg B03 for årene 1984 til 1988. Sentraloppvarming. . .	45
Fig. 15. Energiforbruket i anlegg B04. Individuell elektrisk oppvarming, varmt vann sentralt.	48
Fig. 16. Maks - min forbruk for leiligheter i anlegg B04 for årene 1984-1988. Individuell elektrisk. . .	49
Fig. 17. Energikostnader for anleggene B03 og B04. Individuell elektrisk oppvarming.	50
Fig. 18. Energiforbruket i anlegg B05. Sentraloppvarming.	54
Fig. 19. Maks - min forbruk for leiligheter i anlegg B05 for årene 1982 til 1988. Sentraloppvarming. . .	55
Fig. 20. Energikostnader for anlegg B05. Sentraloppvarming.	56
Fig. 21. Typisk leilighet for anlegg B06.	58
Fig. 22. Energiforbruket i anlegg B06 for årene 1985-1988. Sentraloppvarming.	59
Fig. 23. Maks - min forbruk for leiligheter i anlegg B06 for årene 1985 - 1988. Sentraloppvarming. . .	60
Fig. 24. Energikostnader for anlegg B06. Sentraloppvarming.	61
Fig. 25. Typiske leiligheter for anlegg B07.	63
Fig. 26. Energiforbruket i anlegg B07 for årene 1984 - 1988. Sentraloppvarming.	64
Fig. 27. Maks - min forbruk for leiligheter i anlegg B07 for årene 1984 - 1988. Sentraloppvarming. . .	65
Fig. 28. Energikostnader for anlegg B07. Sentraloppvarming.	66
Fig. 29. Typisk enebolig for anlegg E01.	68
Fig. 30. Energiforbruket i anlegg E01 for årene 1986 - 1988. Individuell elektrisk.	70
Fig. 31. Maks - min forbruk for leiligheter i anlegg E01 for årene 1986-1988. Individuell elektrisk. . .	71
Fig. 32. Energikostnader for anlegg E01. Individuell elektrisk.	72
Fig. 33. Typisk leilighet for anlegg R01.	74
Fig. 34. Energiforbruket i anlegg R01 for årene 1982 - 1988. Individuell elektrisk.	76
Fig. 35. Maks - min forbruk for leiligheter i anlegg R01 for årene 1986-1988. Individuell elektrisk. . .	77
Fig. 36. Midlere forbruk i midt- og endeleiligheter anlegg R01 for årene 1983-1988. Individuell el.. . .	78
Fig. 37. Energikostnader for anlegg R01. Individuell elektrisk.	79
Fig. 38. Energiforbruket i anlegg R02 for årene 1984 - 1988. Individuell elektrisk.	82
Fig. 39. Maks - min forbruk for leiligheter i anlegg R01 for årene 1986-1988. Individuell elektrisk. . .	83
Fig. 40. Midlere forbruk i midt- og endeleilighet i anlegg R02. Individuell elektrisk.	84
Fig. 41. Energikostnader i anlegg R02. Individuell elektrisk.	85
Fig. 42. Typisk leilighet for anlegg R03.	87
Fig. 43. Energiforbruket i anlegg R03 for årene 1983 - 1988. Sentraloppvarming.	88
Fig. 44. Maks - min forbruk for leiligheter i anlegg R03 for årene 1986 - 1988. Sentraloppvarming. . .	89

Fig. 45. Energikostnader for anlegg R03. Sentraloppvarming.	90
Fig. 46. Energiforbruket pr. mnd. for anlegg R04 i 1989. Sentraloppvarming.	92
Fig. 47. Energifordeling mellom leilighetene i anlegg R04 for 1989. Sentraloppvarming.	93
Fig. 48. Energikostnader for anlegg R04. Sentraloppvarming.	94
Fig. 49. Typisk leilighet anlegg T01.	96
Fig. 50. Energifordeling mellom leilighetene i anlegg T01 for året 1987. Individuell elektrisk.	99
Fig. 51. Energiforbruket i anleggene T01 og T02 for årene 1987 - 1988. Individuell elektrisk.	102
Fig. 52. Maks - min forbruk for leiligheter i anlegg T02 for årene 1987-1988. Individuell elektrisk.	103
Fig. 53. Energikostnader for anlegg T01 og T02. Individuell elektrisk.	104
Fig. 54. Målt/beregnet energiforbruk for et normalår, alle anlegg.	110
Fig. 55. Forbruk av varmt tappevann og antall beboere i leilighetene.	113
Fig. 56. Variasjon i forbruk av husholdningsel (min - maks).	115
Fig. 57. Totalforbruk	118
Fig. 58. Isolasjonsgrad og energiforbruk.	119
Fig. 59. Energiforbruk til oppvarming samt lekkasjetall.	121
Fig. 60. Termogrammer.	123
Fig. 61. Energiforbruk til oppvarming.	126
Fig. 62. Maksimalvirkningsgrad.	128
Fig. 63. Årsvirkningsgrad.	130
Fig. 64. Årsvirkningsgrad og maksimalvirkningsgrad oljefyrte sentralvarmeanlegg.	134
Fig. 65. Forbruk til husholdning og antall beboere.	135
Fig. 66. Energiforbruk og gjennomsnittsinntekt.	136
Fig. 67. Energiforbruk i sentralvarmeanlegg med felles (R03) og individuell avregning (R04).	137
Fig. 68. Totalenergikostnader for alle anlegg.	143
Fig. 69. Årlige kostnader oppvarming, varmt tappevann og hus holdningsel.	145

Energiforbruk og varmekostnader i boliger

Byggforsk har undersøkt energiforbruket og varmekostnadene i ca. 850 boliger fra Harstad i nord til Stavanger i sør. For et begrenset antall boliger er energifordelingen mellom oppvarming, varmt tappevann og strøm til husholdningen målt. Den gjennomsnittlige fordelingen har i prosent vist seg å bli den samme for eneboliger, rekkehus og blokker: 56% går til oppvarming, 18% til varmt tappevann og 26% av totalforbruket til husholdningsstrøm.

Resultatene viser for øvrig at totalforbruket er størst i anlegg med sentraloppvarming, mens det er minst i anlegg med individuell eloppvarming. Med andre ord: energiforbruket er 239 kWh/m² i blokker mot 139 kWh/m² pr. år i rekkehus.

Et utvalgt av boligene ble målt med hensyn til tetthet. Bare 20% av disse boligene klarte kravet til tetthet som byggeforskriftene stiller.

Norges byggforskningsinstitutt
Forskningsveien 3B
Postboks 123 Blindern
0314 Oslo 3