

## Kapasitet og tilgjengelighet for oljefyring

Utarbeidet på oppdrag for OED

# Innhold

|                                                                    |    |
|--------------------------------------------------------------------|----|
| Innledning .....                                                   | 2  |
| Både oljeforbruket og det utkoblbare elforbruket er redusert ..... | 3  |
| Høy installert effekt i oljekjeler .....                           | 4  |
| Oljekjeler kan repareres i løpet av 1-6 uker .....                 | 6  |
| Oljefyring kan være lønnsomt i enkelte tilfeller .....             | 7  |
| Referanser .....                                                   | 12 |

## Innledning

*Oljeforbruket i stasjonær forbrenning er kraftig redusert siden det nivåene vi så på 70-tallet. De fleste installerte oljekjeler er gamle, og det har trolig skjedd en nedgang også i antall oljekjeler som er i bruk. Nedgangen i bruk av oljefyring er et resultat av en villet politikk. Bruk av olje til oppvarming har imidlertid fungert som en fleksibilitet i kraftsystemet ved at høye kraftpriser i enkelte år med presset kraftsituasjon. Spørsmålet er om en reduksjon i oljeforbruket og samlet installert effekt i oljekjeler reduserer denne fleksibiliteten. Vi har vurdert at den samlede installerte effekten i oljekjeler fortsatt er høy, særlig i alminnelig forsyning. Samlet installert effekt i oljekjeler er estimert til over 10 GW, men det er stor usikkerhet knyttet til tallet. Fleksibiliteten mot kraftsystemet vil være på et betydelig lavere nivå enn dette, fordi det er samlet installert effekt i fyrrom som har installert både olje og elkjeler som bestemmer fleksibiliteten. Et nedre nivå for fleksibiliteten er derfor definert av samlet effekt i elkjeler på fleksibelt forbruk som i 2011 var på 1,8 GW.*

*For aktører som har installert både olje- og elkjele, vil det relative kostnadsbildet bestemme hvilken energibærer som blir brukt. Med dagens kostnadsbilde på olje og el (inkludert nettleie), vil olje og parafin ikke være konkurransedyktig for husholdninger. For kunder med jevnt forbruk og uten spesielle avtaler på olje og el, vil elkjeler normalt være å foretrekke. For energibruk til oppvarming, det vil si med varierende last, kan oljefyring være økonomisk attraktivt dersom brukstiden er lav og man ikke har tilgang til nettariff for fleksibelt forbruk. Bruk av olje som spisslast vil redusere effektleddet i nettleien betydelig og dette vil ofte være det mest attraktive alternativet for f.eks større bygg med oppvarmingsbehov.*

### Bakgrunn og problemstilling

På oppdrag fra Olje- og energidepartementet har vi gjennomført en kartlegging av kapasitet for og forbruk av fyringsolje/parafin innenfor alminnelig forsyning og industri. En god del av kapasiteten er faset ut i de senere årene, men det er begrenset kunnskap om omfang av og kostnader ved den gjenværende kapasiteten. Følgende problemstillinger var utgangspunktet for analysen:

- Hva er den samlede kapasiteten for bruk av fyringsoljer og parafin i Norge?

- I hvilken grad er den eksisterende kapasiteten tilgjengelig for bruk i dag? Hvor lang tid kreves for å ta i bruk anlegg som ikke har vært i drift på en stund, og hvor mye koster det?
- Hva er det økonomiske grunnlaget for fortsatt bruk av eksisterende utstyr for oljefyring fram mot 2020?

Vi har tatt utgangspunkt i eksisterende data og statistikker, men har i tillegg snakket med noen aktører i bransjen for å få mer utfyllende informasjon.

# Både oljeforbruket og det utkoblbare elforbruket er redusert

Se vedlegg I for en kort orientering om varmeinstallasjoner.

## Nedgang i oljeforbruket etter 80-tallet

På 70-tallet var det stasjonære forbruket av fyringsolje på over 4000 millioner liter per år. Etter dette har det årlige forbruket falt kraftig, særlig gjennom 80-tallet. I 2011 gikk det med 632 millioner liter petroleumsbaserte produkter til stasjonære formål. Utviklingen er vist i Figur 1. Figuren viser også temperaturkorrigert forbruk, hvilket gir en noe jevnere kurve.

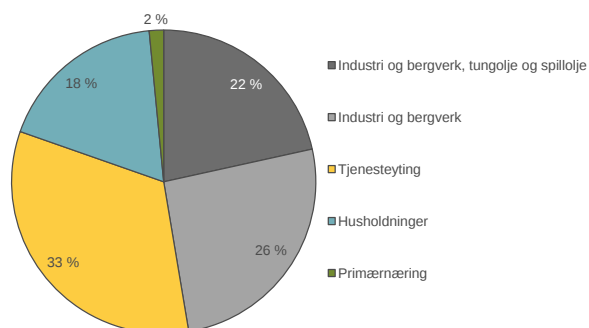
Figur 1: Forbruk av fyringsolje og parafin



Kilde: Norsk Petroleumsinstitutt (2013)

Figur 2 fordeler forbruket etter næringsgruppe, noe som viser at industri-, gruve- og landbasert petroleumsvirksomhet utgjør nesten halvparten av det årlige forbruket.

Figur 2: Fordeling av stasjonært petroleumsforbruk i 2009



Kilde: SSB (2009)<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Den numeriske summen av kommunalt forbruk i 2009 er 2 TWh høyere i disse tallene enn i Figur 1. Det eneste avviket i dataomfanget skal være spillolje.

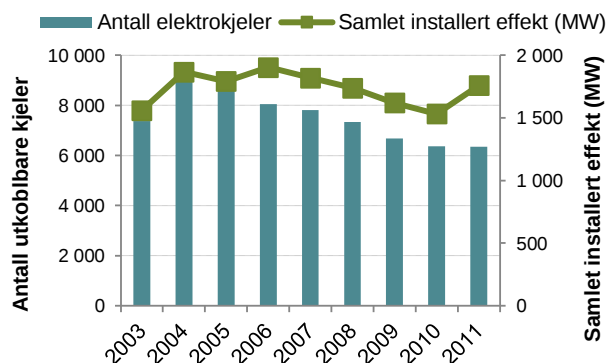
## Nedgang i utkoblbart elforbruk

Som nevnt tidligere vil installert effekt på elkjelen gi et bilde av fleksibiliteten oljekjelen representerer mot kraftsystemet. Vi har ikke en oversikt over installert effekt i elkjeler, men vi har fått tilgang til samlet abonnert effekt i kjeler med fleksible tariff. Det vil si at de har en lav nettleie mot at forbruket kan kobles ut ved behov. Dermed vil det i de aller fleste tilfellene være installert oljekjeler som reserve dersom elkjelen kobles ut, men også elkjeler på normal nettleie vil utgjøre en fleksibilitet sammen med oljekjeler.

Elkjeler med tariff for utkoblbart forbruk vil dermed angi et minimumsnivå på samlet effekt på installerte oljekjeler. Som figuren under viser, var det i 2011 litt over 6000 kjeler med utkoblbart forbruk. Det har vært en nedgang i antall utkoblbare elkjeler fra nesten 9000 kjeler i 2004. Tariffen for utkoblbart forbruk er, etter forskriftsending som trådte endelig i kraft 1. juli 2012, kun tilgjengelig for kunder i nettområder med forventet knapphet på overføringskapasitet. Normalt er det også kun større kunder som tilbys tariff for utkoblbart forbruk.

Figur 3 viser samlet installert effekt i elkjeler på landsbasis som har avtale om fleksibel tariff. I 2011 utgjorde dette 1800 MW.

Figur 3: Elkjeler på utkoblbar/ fleksibel tariff. 2003-2011



Kilde: NVE (2013)

## Hele det utkoblare elforbruket er ikke tilgjengelig i topplast

Det er imidlertid kun i korte perioder at maksimal effekt i elkjelen utnyttes. Dette er særlig relevant for elkjeler til oppvarming der effektuttaket i elkjelen tilpasses behovet for oppvarming. Men også i kjeler som er installert til industriformål, med jevnt energiforbruk hele året, vil ha varierende last. I tillegg kan elkjelen bli koblet ut og erstattet av oljekjeler som følge av det samlede prisbildet på energibærerne.

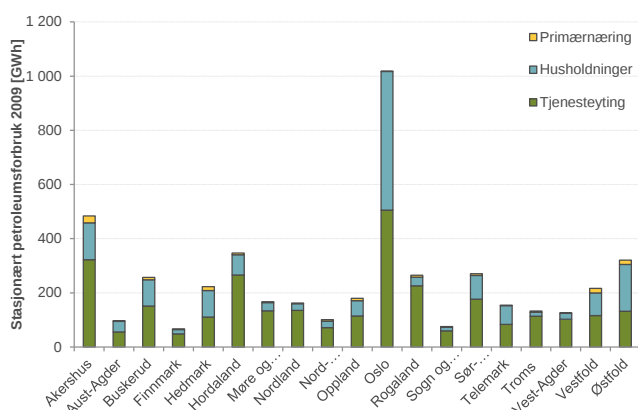
Tall fra Statnett viste at andelen av det fleksible elforbruket som var tilgjengelig i topplasttiden i 2011 var rundt 70 prosent av den samlede abonnerte effekten. Dermed kan man ikke forvente å kunne koble ut en effekt tilsvarende den abonnerte effekten i topplasttiden. Samtidig er dette elforbruket allerede koblet ut og det har dermed bidratt til å redusere lasten i topplasttiden.

## Høy installert effekt i oljekjeler

### Det meste av kapasiteten finnes i alminnelig forsyning

Alminnelig forsyning utgjør husholdninger, offentlig forvaltning og næringsliv utenom industri. Enkelte statistikker gir tall på dette nivået og ikke brutt ned på de enkelte undergruppene. Figur 4 viser det stasjonære petroleumforbruket innen alminnelig forsyning per fylke. Som vi ser, er tjenesteytende sektor den største forbrukeren av olje i alminnelig forsyning. I Østlandsfylkene utgjør også husholdninger en høy andel.

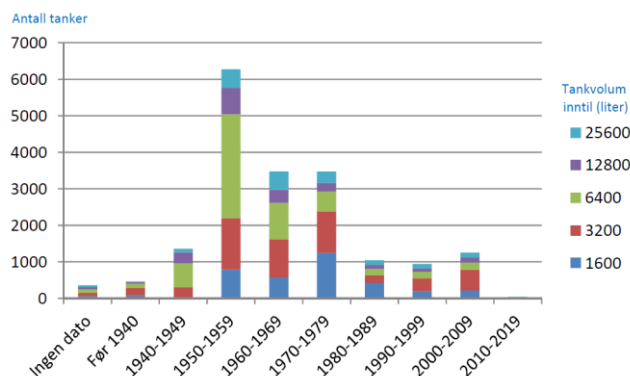
**Figur 4: Fordeling av oljeforbruk til alminnelig forsyning per fylke**



Kilde: SSB (2009)

Vi har ikke funnet data for alder på installerte oljekjeler på landsbasis eller per næringskategori. I Oslo er de fleste oljetanker installert mellom 1950 og 1979, se Figur 5. Kun 12 prosent av oljetankene i Oslo er installert etter 1990 (Xrgia, 2012). Det er naturlig å anta at oljekjelene er installert samtidig med oljetankene. En svært stor andel av oljekjelene i Oslo vil i så fall være over 30 år. Disse tallene, sammen med Figur 1 som viser utvikling i forbruket av fyringsolje, tilsier at en stor andel av oljekjelene i Norge er installert før 1980.

**Figur 5: Alder på oljetanker i Oslo**



Kilde: Xrgia (2012)

### Eneboliger med oljekjeler

Ifølge en undersøkelse som er gjennomført av Enova, finnes det omtrent 50-60.000 oljekjeler i norske eneboliger (Enova 2013). Oljetankene som er tilknyttet disse tankene har normalt en størrelse på under 3000 liter. Ifølge samtaler med flere leverandører har oljekjeler i eneboliger som regel en størrelse innenfor 20-30 kW. Varmen fra oljekjelen distribueres via et vannbåret eller luftbåret system.

Basert på opplysninger om antall oljekjeler og installert effekt, har vi estimert installert effekt i oljekjeler i eneboliger til 1 – 1,8 GW på landsbasis.

### Eneboliger og leiligheter med parafinkamin

Parafinkaminer er punktoppvarming, det vil si at de er installert i boligen og gir direkte oppvarming uten et vannbåret system. Enovas undersøkelse som er nevnt over, har også estimert antall parafinkaminer til ca 50 prosent høyere enn antall oljekjeler, det vil si 70-90.000. Den installerte effekten i parafinkaminer er normalt betydelig lavere enn for oljekjeler, og er anslått til 5-6 kW av Energihuset (2013). Parafintanker er normalt noe mindre enn oljetanker til privathus, og er av Xrgia (2012) estimert til mindre enn 1600 liter.

Basert på tallene over har vi estimert samlet installert effekt i parafinkaminer til en del lavere enn for oljekjeler i eneboliger - i underkant av 0,5 GW.

### Boligblokker og næringsbygg

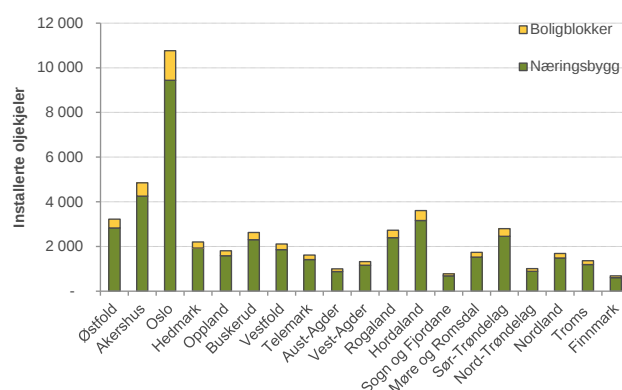
Vi har estimert antall oljekjeler og installert effekt per fylke for boligblokker og næringsbygg. Utfallsrommet i beregningene for større bygg er stort, og det er generelt stor usikkerhet knyttet til disse tallene. Hovedårsakene til dette er sprik i tallene mellom ulike kilder:

- Vi har ikke tilgang til noen gjennomsnittstall for installert effekt i næringsbygg og boligblokker, og de innspillene vi har fått spriker mellom 100 og 400 kW
- SSB (2011c) oppgir at 15 prosent av landets boligblokker har sentralfyring uten fjernvarme. Vi har antatt at alle disse har oljekjel enten som grunnlast eller spisslast. SSB (2012) oppgir at 25 prosent av næringsbygg som har vannbåren varme (70 prosent) også har oljekjel, basert på en utvalgsundersøkelse. I undersøkelsen av næringsbygg er det en overvekt av store bygg, og vi er usikre på hvor mye dette påvirker tallene (SSB, 2012). NVEs tall fra Energimerkeordningen representerer en stor andel kontorbygg, og indikerer at andelen kontorbygg med oljekjeler ligger på rundt 11 prosent, altså noe lavere enn det SSB oppgir for næringsbygg generelt.
- Vi ønsker å finne installert kapasitet i oljekjeler, uavhengig av om kjelene har vært i bruk de siste årene. Hvordan spørsmålene er presentert, vil ha stor betydning for om alle installerte oljekjeler fanges opp i undersøkelsene.
- Spesifikke tall fra Bergen brannvesen om antall oljekjeler og installert kapasitet i Bergen kommune er vesentlig lavere enn de tallene vi beregner på basis av SSBs statistikker.
- Spesifikke tall fra Oslo kommune på antall oljetanker er høyere enn våre beregnede tall for antall oljekjeler i kommunen.

Basert på tall som er oppgitt i de to første av ovennevnte punkter, kombinert med SSBs statistikk for eksisterende bygningsmasse (SSB, 2012a, 2012b), får vi en samlet installert effekt i oljekjeler på 0,6-2,4 GW i boligblokker og 4,2 – 16,8 GW i næringsbygg.

Kombinerer vi dette med forbruksfordelingen for olje fra SSB (2009), får vi et estimat på antall oljekjeler per fylke som vist i figuren under.

**Figur 6: Estimert antall oljekjeler i boligblokker og næringsbygg per fylke**

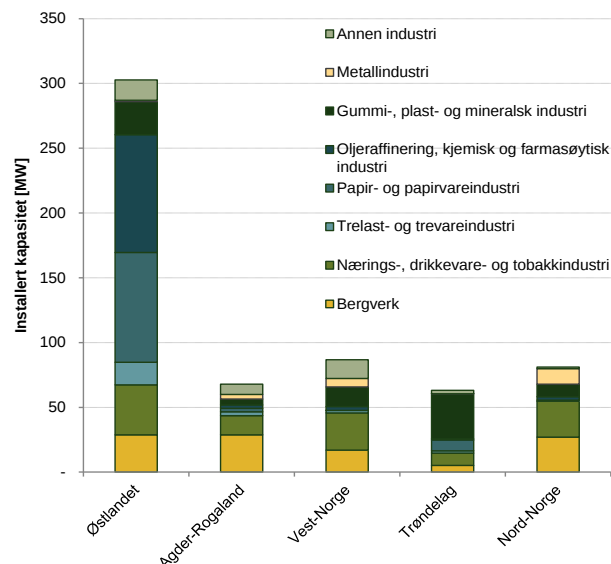


Kilde: THEMA Consulting Group basert på tall fra SSB

### Estimert installert kapasitet i industrien

Det har vært enklere å estimere installert effekt i oljekjeler i industrien fordi vi her har et bedre datagrunnlag. Multiconsult m.fl. (2012) har kartlagt brukstider for varmebehovet i ulike industrier, som vi sammen med forbrukstall fordelt på landsdeler fra SSB (2013b) har benyttet til å estimere installert kapasitet. Samlet blir summen for industrien da 0,6 GW. Disse estimatene er vist under i Figur 7.

**Figur 7: Estimert installert effekt per industri og region**



Kilde: THEMA Consulting Group basert på data fra SSB og Multiconsult m.fl. (2012)

Selv om datagrunnlaget for industrien er vurdert til å være relativt godt, finnes det også en mulig feilkilde her. De benyttede brukstidene er ganske høye, med et vektet snitt på over 7000 timer. Dersom denne brukstiden er for høy, vil installert kapasitet være høyere enn det vi har estimert.

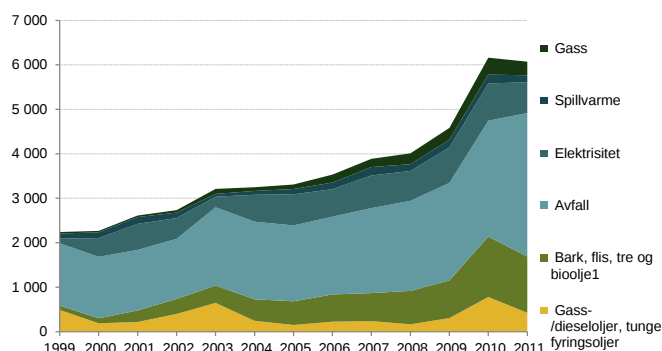
Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap, DSB, fører et register for kjeler over 0,5 MW, med unntak av de som sorterer under Petroleumsstilsynet (Kårstø, Mongstad, Kollsnes, etc.). DSB har dog nylig gått over til et nytt elektronisk system, og det nye registeret er ikke på langt nær fulltallig med 158 oljefyrte anlegg. Dette registeret vil da også omfatte fjernvarmekjelene.

### Estimert installert kapasitet i fjernvarme

Det har vært en betydelig vekst i fjernvarmeproduksjon fra 1999 til 2011. Grunnlast er avfallsforbrenning, varmepumper, spillvarme og bioenergi. Maksimal levert effekt i fjernvarme er ca 2,5 GW (Norsk Fjernvarme, 2013). Oljekjeler er normalt reservelast i fjernvarmeanlegg, og installert effekt i oljekjeler er dermed også estimert til 2500 MW.

Installert effekt i oljekjeler er imidlertid ofte betydelig lavere enn effekten i både oljekjelen og grunnlasten, slik at fleksibiliteten mot kraftsystemet ikke vil være på størrelse med installert kapasitet i oljekjeler i fjernvarmeanlegg.

**Figur 8: Utvikling i varmeproduksjon fra ulike energikilder i fjernvarme. GWh.**

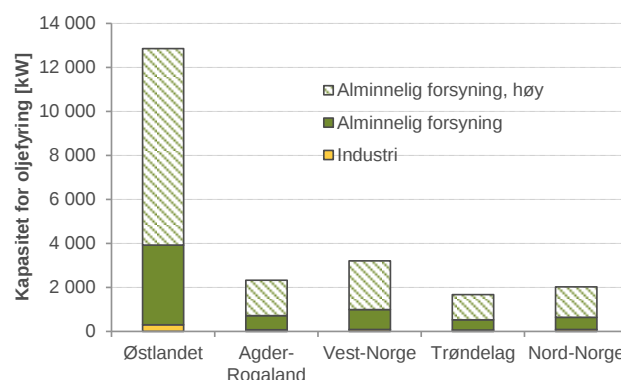


Kilde: SSB

### Samlet installert effekt i oljekjeler og parafinkaminer

En oppsummering av samlet installert effekt i oljekjeler og parafinkaminer er gitt i Figur 9. Kapasiteten er størst i større bygg – boligblokker og næringsbygg, men usikkerheten i tallene er også størst for denne kategorien. En stor overvekt av den installerte kapasiteten finnes på Østlandet.

**Figur 9: Samlet installert kapasitet i oljekjeler per region og næring**



Kilde: THEMA Consulting Group

Installert kapasitet i oljekjeler er ikke inkludert i tallene over fordi vi ikke har hatt tilgang på data for levert fjernvarme per fylke eller region. Men vi vet at mange, og noen av de største, fjernvarmeanleggene ligger i Oslo og eller på Østlandet. I tillegg er det fjernvarme i de største byene utenfor Østlandet, som Trondheim, Bergen og Stavanger.

## Oljekjeler kan repareres i løpet av 1-6 uker

### Fleksibilitet i installerte oljekjeler

Et oljekjelanlegg består av flere deler, og de viktigste delene er oljetanken og oljebrenneren.

Oljen lagres i oljetanken som enten er gravd ned i bakken eller er plassert inne eller ute på bakkenplan (i så fall i kar eller med dobbel vegg). Lekkasje fra gamle oljetanker kan forårsake forurensning i grunn og i grunnvann. Risiko for forurensning er årsaken til at vann- og avløpsetatene i kommunene har fått ansvar for å føre tilsyn med nedgravde oljetanker. En ståltank som har stått ubrukt lenge og/eller har en høy alder bør derfor kontrolleres for lekkasjer før den eventuelt fylles med olje på ny. Ved skader på tanken må den graves opp og erstattes med en ny tank. Oljetanker er "hyllevare", og det vil sjelden ta mer enn en måned å erstatte en eksisterende tank.

Glassfibertanker har nærmest ubegrenset levetid. Ifølge Xrgia (2012) er 30-40 prosent av de minste oljetankene i Oslo kommune (dvs tanker mindre enn 3200 liter) glassfibertanker. De resterende tankene er laget i stål, og har en estimert levetid på ca 30 år.

Selve oljekjelen består av en brenner og et styringssystem. Teknisk levetid for en oljekjel er rundt 30 år, men mange oljekjeler

er fullt operative også etter 40-50 år. Brenneren inkluderer flere mekaniske deler: brennervifte, dyse, oljepumpe, og har en estimert levetid på 15 år (alfaoils.no).

Generelt bør en oljekjel kjøres en gang per år for å sikre at de mekaniske delene i brenneren er operative. Det har lett for å oppstå feil på de mekaniske delene ved oppstart av kjelen dersom den har stått lenge uten bruk. Slike feil kan for eksempel være et kulelager i en av komponentene i brenneren som ødelegges eller at styringssystemet har sluttet å virke. De fleste feil på brenneren og styringssystemet kan rettes opp i løpet av en uke. Feilretting kan ta inntil 6 uker dersom deler til kjelen ikke lenger er er hyllevare, men må spesialbestilles.

### Fleksibilitet i parafinkaminer

Parafinkaminer står innendørs og det er i følge leverandører lite som kan ødelegges selv om kaminen har stått ubrukt lenge. Det kan imidlertid være nødvendig med service for rengjøring og fjerning av sot etc for å unngå lav virkningsgrad.

For parafinkaminer med nedgravd parafintank, vil det på samme måte som for nedgravde oljetanker være behov for å kontrollere tilstanden før man fyller en tank som har stått tom lenge. En del parafinkaminer har også direkte påfylling på en mindre tank på selve kaminen. Da vil det være en lagringstank ute på bakken eller innendørs – tilstanden på denne må være god for sikre at det ikke skjer lekkasjer.

For parafinkaminer i eneboliger eller blokker, vil også tilstanden på skorsteinen være viktig for om man kan starte opp en parafinkamin (dette gjelder også for fyring med ved) for å sikre seg mot pipebrann. Dersom pipen må utbedres, er dette en større rehabilitering der man som regel setter inn et stålrør inne i den eksisterende skorsteinen. I eneboliger kan man i mange tilfeller relativt enkelt sette inn et stålrør fra en parafinkamin relativt enkelt separat fra skorsteinen.

## Oljefyring kan være lønnsomt i enkelte tilfeller

Ved sammenligning av kostnader mellom fyring med strøm eller olje, er det flere forhold som er viktige:

- *Brenselsprisene* – det vil si pris på fyringsolje og spotprisen (pluss avgifter og påslag) på strøm
- *Nettleie* – den vil variere mellom nettselskap og avhenge av den faktiske brukstiden
- *Virkningsgrader* – Hvor mye brensel man bruker i forhold til hvor mye levert varme man oppnår.

- Eventuelle kostnader ved å *sette oljekjelen i stand*

Formålet med våre kostnadsammenligninger er å vurdere hvilken energikilde som økonomisk sett bør velges av el og olje når dette er de reelle valgene brukeren står overfor. Vi har derfor antatt at det står både en olje- og en elkjel i fyrrummet som begge har kapasitet til å dekke hele oppvarmingsbehovet. Vi har derfor ikke tatt med faste kostnader eller kapitalkostnader (utenom ved behov for særlig vedlikehold) i våre beregninger. Våre beregninger er dermed ikke relevante for vurderinger av nyinvesteringer i olje- og eller elkjeler.

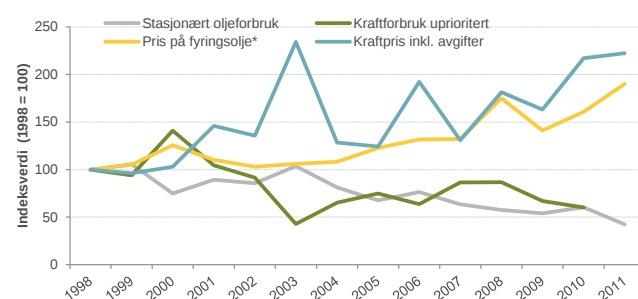
### Kostnadselementer

#### Brenselskostnad

Prisen på både fyringsolje og strøm har økt etter 1998, se Figur 10. Foruten toppen i 2008, har prisen på fyringsolje steget relativt jevnt etter 2002/2003. Prisen på fyringsolje er mindre sesongavhengig enn strømprisen. Strømprisen er mer enn doblet siden 1998, men prisen har variert mye fra år til år. Merk at strømprisen som er oppgitt i figuren ikke inkluderer nettleie og dermed kun utgjør en andel av kostnaden ved strømfyring.

Indeksert forbruk av fyringsolje og kraft på fleksibel tariff er også vist i figuren, og begge deler er redusert etter 1998. Fleksible tariffen er delvis faset ut, dette forklarer den generelle nedgangen i fleksibelt elforbruk. Og som vi har vist innledningsvis i notatet, har forbruket av fyringsolje blitt gradvis redusert.

**Figur 10: Indeksert forbruk av olje/ fleksibelt elforbruk, olje- og strømprisen (ekskl. nettleie). 1998=100**



Kilde: Norsk Petroleumsinstitutt (2013), SSB (2011b), SSB (2012)

For enkelte år viser figuren over at forbruket av olje og fleksibel kraft påvirkes av den relative prisutviklingen mellom energibærerne. I 2003 ser vi at oljeforbruket øker og det fleksible elforbruket reduseres som følge av strømprisen var betydelig høyere enn normalen. Også i 2006 kan man se noe av den samme effekten.

## Nettleie

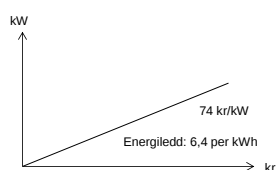
Nettleien kommer på toppen av strømprisen. En utfordring ved beregninger av samlet kostnad til strømfyring på landsbasis, er at *nivået* på nettleien varierer betydelig mellom ulike nettselskaper.

For mindre forbrukere med forbruk under 100 000 kWh per år, er *strukturen* på nettleien relativt lik for alle nettselskapene. Nettleien for mindre kunder er basert på forbruket av strøm<sup>2</sup>, og er oppgitt i øre/kWh, et såkalt energiledd.

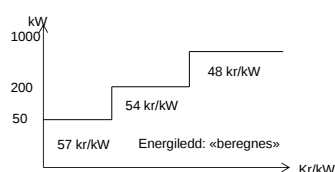
Større forbrukere forholder seg som regel til både et energiledd og et effektledd i nettleien. Det vil si at man ikke bare betaler per energienhet som er overført via nettet, men også for effekten man bruker. Oppbyggingen av effektleddet varierer betydelig mellom nettselskapene, men også hvordan den samlede nettleien fordeler seg på energiledd og nettleie. Iht. kontrollforskriften skal effekttariffer baseres på kundenes uttak i definerte perioder. Kundene det er snakk om her, har timesmåling og det vil (som regel) være maksimalt målt effektuttak som ligger til grunn for tariffen.

Oppbyggingen fra to nettselskaper, Hafslund og BKK, er vist under. Andre nettselskaper har helt andre oppbygginger av netttariffen. Ofte vil nettleien også være avhengig av hvilken spenning kunden er koblet til, slik at man har lavere nettleie dersom man er tilknyttet på høyere spenningsnivå enn det som er vanlig for husholdninger. I tillegg varierer nettleien som regel mellom sommer og vinter, der både energileddet og effektleddet er lavest på sommerstid som et resultat av de underliggende nettkostnadene som skal legges til grunn ved utforming av nettleie.

**Figur 11: Hafslund**



**Figur 12: BKK**



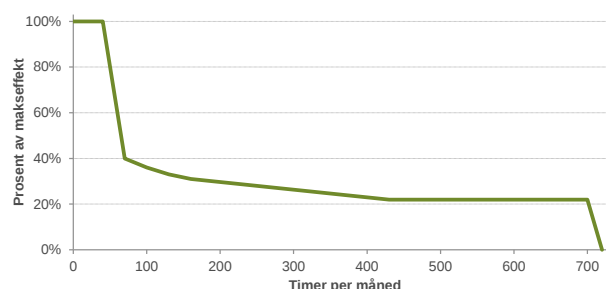
Kilde: Hafslund.no og bkk.no

Nivået på nettleien er også avhengig av om den er basert på normal leveranse, *såkalt prioritert overføring, eller om forbruket kan kobles ut* av nettselskapet ved behov. Dersom forbruket kan kobles ut, vil kunden få en lavere tariff for fleksibelt forbruk (også kalt utkoblbart forbruk eller kjelkraft). Fleksibel tariff kan kun tilbys der det er forhold i strømmettet som gir behov for utkoblinger for å sikre tilstrekkelig nettkapasitet i området i kritiske situasjoner. Dermed er dette en tariff som ikke tilbys av alle nettselskaper.

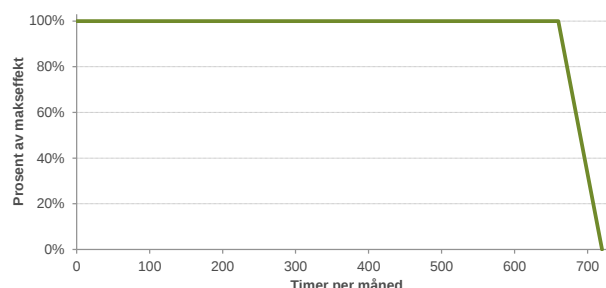
<sup>2</sup> Nettleien består også av et årlig fastledd, men dette er uavhengig av bruk og er dermed ikke inkludert her.

I tillegg til at nivå og struktur på nettleien varierer betydelig mellom nettselskaper, vil *bruksprofilen til forbrukeren* også ha stor betydning på den faktiske nettleien. Brukstiden har stor betydning, slik at et forbruker med jevnt effektforbruk, typisk prosessforbruk i industrien, vil ha en lavere nettleie pr. kWh enn forbrukere med stor variasjon, typisk til oppvarming. Disse to ytterpunktene er illustrert med varighetsdiagram i figurene under, og vil utgjøre en basis for våre beregninger av nettleie.

**Figur 13: Eksempel på et varighetsdiagram for et bygg med oppvarmingsbehov**



**Figur 14: Eksempel på et varighetsdiagram for et bygg med jevnt behov for høy varmelast**



## Virkningsgrader i ulike oppvarmingssystemer

Virkningsgraden i et oppvarmingssystem oppgir hvor stor andel av energien i brenselet som gir varme der man ønsker den. Systemvirkningsgraden over året for oppvarmingssystem inkluderer virkningsgraden til valgt kjel, hvor mye tap det er i distribusjonen av energien og hvor god reguleringssevne oppvarmingsløsningen har. Tabell 1 viser samlet systemvirkningsgrad for ulike energikilder og et vannbåret distribusjonssystem med radiatorer. Eksempelvis vil 1 kWh strøm inn på en elektrokjel gi 0,88 kWh varme i rommet der behovet er i nye anlegg.

Som vi ser av tabellen, har nyere anlegg generelt sett noe bedre virkningsgrader enn anlegg fra før 1990. Elkjeler har samlet sett bedre virkningsgrad enn oljekjeler, noe som vil påvirke prisbildet i og med at en mindre andel av energien går tapt.

**Tabell 1: Virkningsgrader for ulike energisystemer**

| Vannbårne systemer med radiatorer | Nyere anlegg | Anlegg fra før 1990 |
|-----------------------------------|--------------|---------------------|
| Biokjel                           | 0,77         | 0,72                |
| Varmepumpe (vann-vann)            | 2,26         | 2,16                |
| Fjernvarme                        | 0,88         | 0,86                |
| Gasskjel                          | 0,81         | 0,77                |
| Olje/ parafinkjel                 | 0,77         | 0,72                |
| Elektrokjel                       | 0,88         | 0,86                |

Kilde: NS 3031 (2007)

Løsninger med punktoppvarming (for eksempel panelovner og parafinkamner) i bygg, har ikke noe tap igennem distribusjonssystemet, noe som bidrar til økt virkningsgrad. Reguleringsevnen spiller imidlertid inn også for løsninger med punktoppvarming. Panelovner med termostatstyring har en svært høy virkningsgrad som vist i tabellen.

**Tabell 2: Virkningsgrader for punktoppvarming**

| Punktoppvarming             | Nyere anlegg | Anlegg fra før 1990 |
|-----------------------------|--------------|---------------------|
| Panelovner (termostatstyrt) | 0,98         | 0,98                |
| Parafinkamin                | 0,77         | 0,72                |

Kilde: NS 3031 (2007)

## Kostnader ved utskiftning av tank eller brenner

En oversikt over kostnadsnivåer for utskiftning av hele brennere, bytte oljekjel (nedgravd) og årlig service for oljekjeler av ulike størrelser vil være relevant i en vurdering om det vil lønne seg å sette i stand en eldre oljekjel.

Vi har vært i kontakt med flere leverandører, og basert på innspill fra dem har vi estimater på kostnader knyttet til vedlikehold og oppgradering av oljekjeler som vist i tabellen under. Det kan i praksis være store kostnadsforskjeller avhengig av type oljekjel og oljetankens plassering.

**Figur 15: Kostnadsnivåer ved utskiftninger i oljekjeler. NOK inkl. mva.**

|                | Enebolig (20-30 kW) | Stort bygg (100-400 kW) | Industri (600-5000 kW) |
|----------------|---------------------|-------------------------|------------------------|
| Skitte brenner | 12-25.000           | 25-125.000              | 75-250.000             |
| Bytte oljetank | 30-40.000           | 150-195.000             | 150-195.000            |
| Service        | 3750                | 3750                    | 3750                   |

Kilde: Leverandører

## Sammenligninger av kostnader til bruk av el- og olje

Basert på forutsetningene og kostnadselementene som er beskrevet over, har vi sammenlignet og kommentert kostnader ved å fyre med el og olje i eneboliger, større bygg og industri som eksempler.

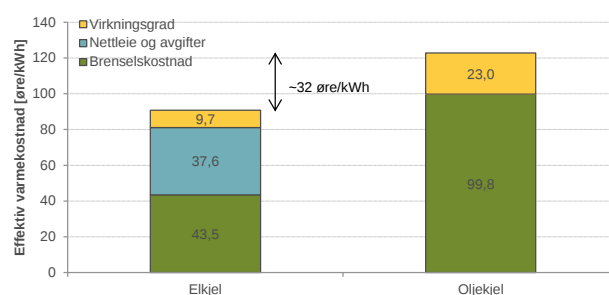
I våre beregninger har vi tatt utgangspunkt i dagens nivå på kraftpriser for Hafslunds kunder på deres maksprisgaranti og fyringsolje som et snitt av listepriser<sup>3</sup> per 14. januar 2013. Alle priser er inkludert avgifter og mva. Dermed har vi benyttet en kraftpris (eksklusive nettleie) på 43,5 øre/kWh og brenselkostnad på fyringsolje på 99,8 øre/kWh.

### Oljekjel i enebolig

Det enkleste regneeksemplet sammenligner kostnader ved el- og oljefyring i en enebolig med standard nettariff. I dette tilfellet vil det med dagens prisnivåer koste 32 øre mindre per kWh å fyre med elkjelen framfor oljekjelen. Samlet årlig kostnadsforskjell blir da 9.600 kroner hvis eneboligen har et forbruk på 30 000 kWh. Bruk av panelovner i stedet for elkjel vil øke forskjellen til over 40 øre/kWh.

Ekstraordinære vedlikeholdskostnader, f.eks 25.000 kroner til å bytte ut brenneren, vil øke kostnaden til oljefyring med 7 øre/kWh<sup>4</sup> og forskjellen mellom el- og oljefyring til 38 øre/kWh.

**Figur 16: Kostnader ved bruk av installerte olje- og elkjeler i en stor enebolig (uten effekttariff på nettleien)**



Kilde: THEMA Consulting Group

Forskjellen mellom bruk av panelovner og parafin være enda større enn forskjellen mellom bruk av elkjele og oljekjel – i panelovnenes favør. Brenselkostnaden til parafin ligger noe høyere enn fyringsolje<sup>5</sup>, samtidig som virkningsgraden tilsvarer oljekjel

<sup>3</sup> Rimeligste oljetype fra Energi1Olje, Shell, Statoil og Uno-X. Uten frakttilllegg eller volumrabatt.

<sup>4</sup> Gitt 15 års levetid og 3 % diskonteringsrente

<sup>5</sup> 14.01.2013 var parafinprisen 4 % høyere enn rimeligste fyringsolje hos alle de tre aktørene med listepriser.

tilknyttet radiatorer. I tillegg vil parafinkaminer konkurrere direkte med panelovner som har høyere virkningsgrad enn en elkjel tilknyttet radiatorer.

## Industri

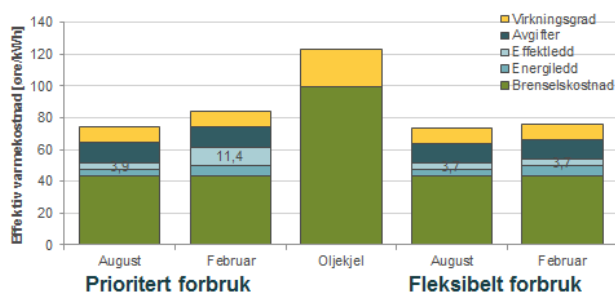
For industrikunder må vi beregne både energiledd og effektledd på nettleien før vi sammenligner med kostnaden til oljefyring. Nettleien varierer som nevnt mellom sommer og vinter, vi har derfor inkludert en sommerpris og en vinterpris i sammenligningene. Videre har vi sammenlignet nettleien for fleksibelt og normalt (prioritert) forbruk. Vi har lagt til grunn en høy brukstid på 648 timer per måned (dvs 90 prosent av tiden på maksimal effekt).

Som Figur 17 viser, vil elkjeler være et rimeligere alternativ enn oljefyring, uansett hvilken nettariff vi sammenligner med. Merk at enkelte industriaktører kan ha lavere avgifter og storkunderabatter på oljeinnkjøpet, slik at det ikke er gitt at elkjeler er det rimeligste alternativet under alle omstendigheter.

Det er også verdt å merke seg at forskjellen mellom prioritert nettariff og fleksibelt forbruk ikke er særlig stort i dette eksempelet. Årsaken til dette er at tariffene<sup>6</sup> vi har brukt har like energiledd, mens forskjellen i effektledd jo vil ha mindre betydning ettersom brukstiden er så høy. Vi har benyttet nettleie på et lavt spenningsnivå. Ved uttak på høyere spenningsnivå, noe som vil være naturlig for større industribedrifter, vil nettleien være lavere enn det som er oppgitt i figuren.

Dersom man må bytte ut brenneren på eksempelvis 2 MW for å komme igang, til en kostnad på 150.000 kroner, vil dette føre til nærmest ubetydelige 0,1 øre/kWh med nevnte brukstid.<sup>7</sup>

**Figur 17: Kostnader ved bruk av installerte olje- og elkjeler med høy brukstid – f.eks prosessvarme i industrien**



Kilde: THEMA Consulting Group

<sup>6</sup> Hafslunds tariff for lavspenning og lavspenning med utkoblingsklausul, klasse II. Gjeldende fra 1.januar 2013.

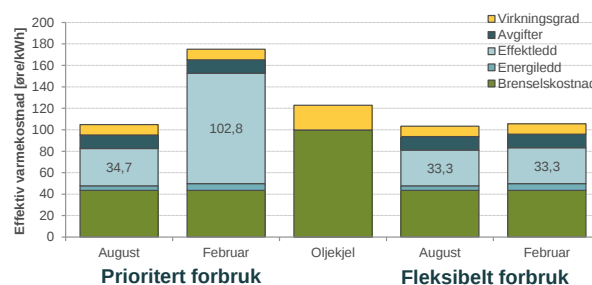
<sup>7</sup> Gitt 15 års levetid og 3 % diskonteringsrente

## Store bygg

For forbrukere med lav brukstid, typisk større bygg, vil effektleddet i nettariffen ha stor betydning for den samlede energikostnaden ved fyring med elkjele. Som eksempelet i Figur 18 viser, vil oljefyring være rimeligere enn elfyring på vinterstid dersom man legger normale nettariffer til grunn. På sommerstid, eller med nettariff for fleksibelt forbruk, vil fyring med elkjel være rimeligere enn oljefyring i vårt regneeksempel. På sommerstid, og for forbrukere med nettariff for fleksibelt forbruk, vil den relative utviklingen mellom prisen på fyringsolje og spotprisen ha betydning for hva slags brensel som velges til enhver tid.

For aktører med lav brukstid vil også potensielle kostnader for å komme igang med oljefyringen ha mer å si. Eksempelvis vil det å måtte bytte en 100 kW brenner til 40.000 kr, gi en effektiv merkostnad på 4 øre/kWh.<sup>6</sup>

**Figur 18: Kostnader ved bruk av installerte olje- og elkjeler med lav brukstid – f.eks oppvarming i større bygg**

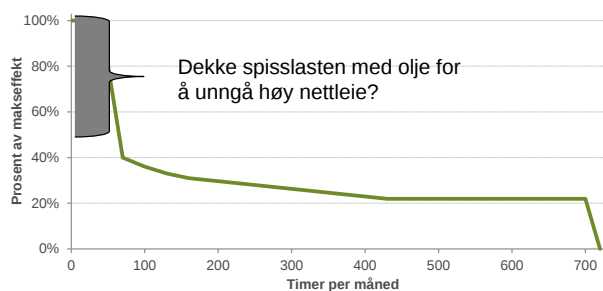


Kilde: THEMA Consulting Group

Åsaken til at oljefyring kan være rimeligere enn elfyring på vinterstid, er at effektbehovet varierer betydelig over måneden i vårt regneeksempel, der brukstiden er kun 72 timer per måned (dvs kun 10 prosent av tiden på maksimal effekt).

Vi vil se litt nærmere på hvordan kostnadene endrer seg dersom oljekjelen brukes som spisslast. I dette regneeksempel har vi lagt til grunn av 50 prosent av maksimaleffekten og 10 prosent av energiforbruket dekkes av oljeforbruket i løpet av en vintermåned, se Figur 19.

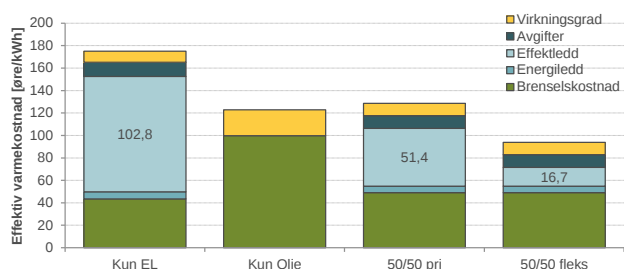
**Figur 19: En mulig effektfordeling mellom el og olje**



I Figur 20 har vi inkludert kostnadstallene for elfyring med normal nettariff i februar og kostnaden ved oljefyring fra Figur 18. Den tredje stolpen i figuren viser kostnaden ved kombinert bruk av oljekjele og elkjele på prioritert overføring. Vi ser her at effektleddet i nettleien er halvvert sammenlignet med ren elfyring på prioritert nettleie, mens brenselkostnaden har økt noe. I dette regneeksempelet er oljefyring fortsatt marginalt rimeligere enn kombinert el og oljefyring med normal nettleie. Forskjellene er imidlertid så små at forskjeller i nivå og struktur i nettleien mellom ulike nettselskaper kan gi ulike resultater ulike steder i landet.

Den fjerde stolpen viser tilsvarende kombinasjon av el- og oljefyring, men med en fleksibel nettariff. Også her er effektleddet i nettleien halvvert, og brenselkostnaden er noe økt. Dette alternativet styrker også sin konkurranseevne mot ren oljefyring sammenlignet med beregningene for ren elfyring som vist i Figur 18.

**Figur 20: Kostnader ved fleksibel bruk av el- og oljekjeler**



Kilde: THEMA Consulting Group

Oppsummert kan vi si at oljekjeler i mange tilfeller vil være konkurransedyktig på vinterstid for forbrukere med lav brukstid, og at effektleddet i nettleien som regel vil være årsaken til dette. I områder der nettselskapene tilbyr tariff for fleksibelt forbruk, vil elkjeler komme bedre ut og lettere kunne konkurrere ut oljefyring. For bygg med lav brukstid, vil imidlertid en kombinasjon av el- og oljefyring ofte være et godt alternativ. Struktur og nivå på nettleien vil være avgjørende for hvor mye de relative prisene på olje og el må endres for å endre konkurranseflaten mellom alternativene.

## Referanser

Xrgia (2012): Potensialer for utfasing av oljekjeler i Oslo. STREK 2020- delrapport 3b.

Enova (2013): Telefonsamtale med Sverre Heimdal i Enova

Norsk Fjernvarme (2013): telefonsamtale med Heidi Juhler, daglig leder

Hole m.fl (2001): Bioenergi – miljø, teknikk og marked

Leverandører: møte/ epost/ telefonsamtaler med Bioenergi, Jarotech, SGP Varmeteknikk, Energihuset og ArneBergli

Multiconsult m.fl.(2012): Mulighetsstudie - Bioenergi i Industrien, for Enova SF med Analyse & Strategi og Erik Trømborg ved UMB.

Norsk Petroleumsinstitutt (2013): Salgs- og prisstatistikk fra [www.np.no](http://www.np.no)

SSB (2009): Statistikkbanken, Tabell 06926: Energibruk, etter kilde og forbruksgruppe (K)

SSB (2011): Energibruk i bygninger innenfor tjenesteytende næringer. Foreløpige tall, 2011

SSB (2011b): Statistikkbanken, Tabell 08311 - Nettoforbruk av elektrisk kraft, etter type og forbrukargruppe (GWh)

SSB (2011c): Husholdninger med ulike typer av oppvarmingsbehov.

SSB (2012a): Statistikkbanken, Tabell 03175 - Eksisterende bygningsmasse. Boligbygg, etter bygningstype (F). 2012-tall.

SSB (2012b): Statistikkbanken, Tabell 03173 - Eksisterende bygningsmasse. Andre bygg enn boligbygg, etter bygningstype (F)

SSB (2012): Statistikkbanken, Tabell 08927 - Priser på elektrisk kraft til husholdningene

SSB (2013): Forbruk av petroleumsprodukter i industri og bergverk, etter næring og landsdel, målt i GWh. Foreløpige tall 2011. Tilsendte data.

Statnett (2012): *Norsk effektbalanse – maksimallast vinteren 2012/2013*. Notat.

Statnett (2013): Oversendte tall, epostutvekslinger og telefonsamtaler i januar 2013

NVE (2013): Oversendte data 10. januar 2013 og oppfølging på telefon

## Vedlegg I: Kort om varmeteknikk

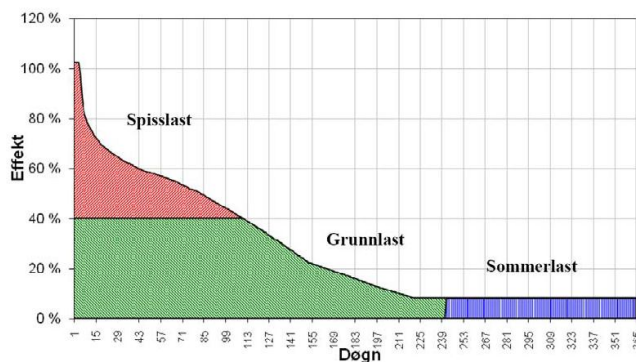
For å forstå fleksibiliteten i et varmesystem er det viktig å forstå hvordan et fyrrom eller en varmesentral er bygget opp. Hvilke typer kjeler og effektnivåer som er installert, avhenger av profilen i varmebehovet.

Brukstiden illustrerer hvor mye varmebehovet varierer over året, og er definert som energibruken over året delt på installert effekt. Høy brukstid innebærer at man bruker mye energi relatert til installert effekt, det vil si at kapasitetsutnyttelsen jevnt over er høy. Lav brukstid tilsier at full effekt kun utnyttes en kort periode over året, og at lasten på kjelen normalt er langt under maksimal installert effekt.

Normalt vil en industrikunde ha et relativt jevnt forbruk over året og døgnet. I bygninger vil energiforbruket være avhengig av ute-temperaturen og variere mye over året. Dermed utnyttes sjelden den installerte effekten og brukstiden blir lav. Figur 21 viser en typisk forbruksprofil for et byggs oppvarmingsbehov. I et varighetsdiagram er døgnene over året sortert etter maksimalt behov for varmeeffekt, og gir dermed et bilde på varmebehovet som skal dekkes over året.

Både olje- og elkjeler er relativt rimelige å installere, og kostbare i bruk. Tilfellet er motsatt for eksempelvis biokjeler og varmepumper, der størrelsen på installert effekt har stor betydning for investeringskostnaden. Samtidig er biobrensel og bruk av varmepumper relativt sett rimeligere å fyre med enn el og olje. Dermed kan man sette samme ulike typer av kjeler for å dekke oppvarmingsbehovet mest mulig kostnadseffektivt. Som figuren viser, kan man dele energibehovet inn i grunnlast, spisslast og sommerlast.

Figur 21: Varighetsdiagram for varmeforbruk

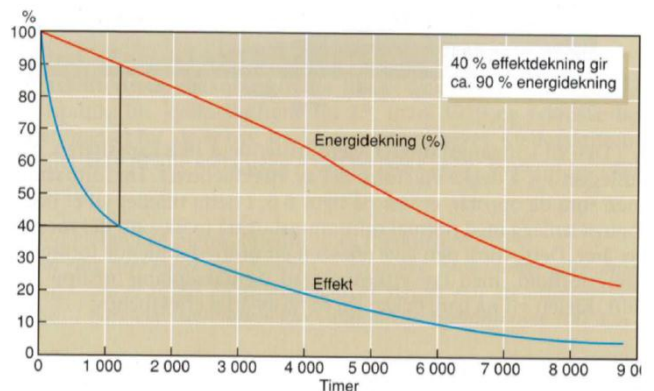


Kilde: Fossekall.no

Grunnlastkjelen dekker som regel det meste av energibehovet. For et varmebehov (effekt) som vist med blå linje i Figur 22 under, vil man kunne dekke inn 90 prosent av energibehovet med en

kjelkapasitet som tilsvarer 40 prosent av det maksimale effekt-behovet. Dermed kan man unngå unødvendig høye investeringskostnader ved å installere en grunnlast med lav installert effekt og samtidig dekke en stor del av energiforbruket med det rimeligste brenselet. I slike tilfeller er det vanlig å benytte olje eller el som spisslast når varmebehovet overstiger det som er installert i grunnlastkjelen.

Figur 22: Sammenhengen mellom et spesifikt anleggs varighetsdiagram og energidekning



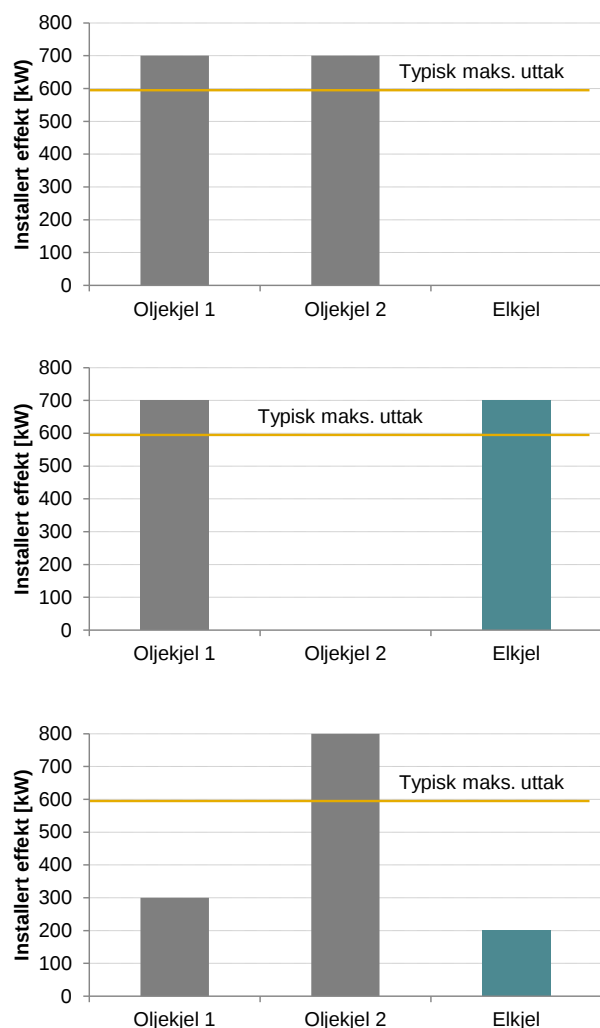
Kilde: Hole m.fl (2001)

En annen grunn til å installere flere kjeler i et fyrrom, særlig for å dekke oppvarmingsbehov som varierer betydelig over året, er å unngå at kjelene må gå med svært lave laster utenom vinter-sesongen. Kjeler vil ha en lavere virkningsgrad på lavlast enn når den går på full effekt.

For at oljekjeler skal utgjøre en fleksibilitet mot kraftmarkedet, må det også være installert elkjeler av en tilsvarende størrelse. I det første eksemplet i Figur 23 er det installert to oljekjeler på 700 kW for å dekke opp maksimalbehovet på ca 600 kW. Da vil disse to kjelene representere en reserve for hverandre, men ikke gi noen mulighet til å bytte mellom el og olje. Det neste eksempelet representerer derimot en full fleksibilitet mellom olje- og elfyring i og med at begge kjelene er tilstrekkelig store til å dekke hele forbruket.

Det siste eksempelet er imidlertid en mer normal kombinasjon av kjeler. Her er det installert to oljekjeler av ulik størrelse, noe som gir en mulighet til å benytte den som best tilsvarer forbruket med god virkningsgrad som resultat. Installert kapasitet i elkjelen er betydelig lavere enn maksimalbehovet i bygget. Dermed er fleksibiliteten mot kraftsystemet kun en andel av den installerte effekten i oljekjelen. I og med at installert kapasitet i elkjelene ofte er lavere enn i oljekjelene, vil ikke installert effekt i oljekjeler gi et fullt bilde av hvilken fleksibilitet den representerer mot kraftsystemet.

**Figur 23: Eksempler på ulike kombinasjoner av installert effekt i olje- og elkjeler i et større bygg**



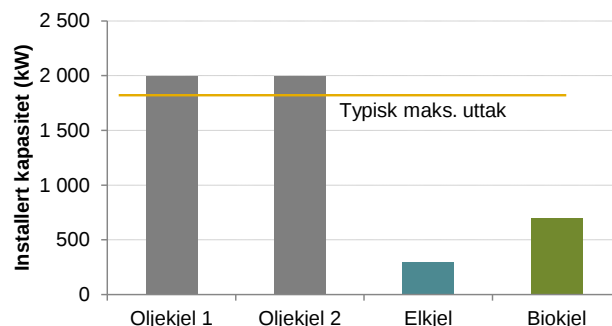
Kilde: THEMA Consulting Group

Eksempelene over gjelder for fyrrom der det kun er installert olje- og elkjeler. I nær- og fjernvarmeanlegg, og også i større bygg og industrianlegg, kan det ofte være installert varmepumper, biokjeler, spillvarme eller andre oppvarmingskilder. Et eksempel på en installasjon for å dekke oppvarmingsbehov er vist i Figur 24. Her kan oljekjelene dekke hele oppvarmingsbehovet, og fungerer som både spiss- og reservelast (dersom biokjelen faller ut). Samtidig vil rundt 90 prosent av oppvarmingsbehovet dekkes av biokjelen som er valgt som grunnlast.

Størrelsen på elkjelen kan være valgt utifra begrensninger i det lokale strømmettet eller utifra effektkostnader i nettleien (som vi vil komme tilbake til). Hvor mye energi som faktisk produseres fra el og oljekjeler, vil være avhengig av om man får langvarig, streng kulde i løpet av vinteren eller ikke, og om biokjelen faktisk

fungerer gjennom hele året. Elkjelen benyttes framfor olje så langt den samlet sett er rimeligere, og så langt effekten i elkjelen rekker.

**Figur 24: Eksempler på installasjon av effekter på ulike kjeler i et fjernvarmesystem med biokjel**



Kilde: THEMA Consulting Group