



Konkurransflate mellom fjernvarme og gass



Sluttrapport for prosjekt SID: 06/499

Utarbeidet for Enova SF

22.1.2007

www.xrgia.no / post@xrgia.no



Innhold

1	Sammendrag og konklusjoner	4
1.1	Innledning.....	4
1.2	Prinsipiell analyse.....	4
1.3	Kvantitativ analyse	5
1.4	Konklusjon.....	8
1.5	Videre arbeid.....	10
2	Bakgrunn	11
2.1	Videreutvikling av det norske energisystemet	11
2.2	Komplementære eller konkurrerende løsninger	12
2.3	Rammebetingelser for fjernvarme og naturgass.....	14
2.4	Andre rapporter	14
3	Analytisk innfallsvinkel til rapporten	16
3.1	Prinsipielt om naturlige monopoler	16
3.2	Avgrensning av markedet for fjernvarme og naturgass	19
3.2.1	Produktmarkedet.....	19
3.2.2	Det geografiske markedet	20
3.3	Konkurransesituasjonen for fjernvarme og naturgass	21
4	Fra teori til operasjonell analyse.....	22
4.1	Modellkonsept	22
4.2	Det relevante produktmarkedet	22
4.3	Det geografiske markedet (soneinndeling).....	23
4.4	Kostnadsdrivere og konkurransesituasjon.....	25
4.5	Konkurranseindikatorne	27
4.5.1	K1 – den mest kostnadseffektive løsningen	27
4.5.2	K2 – kritisk masse	28
4.5.3	K3 – indikator for konkurranse mellom gass og varme	29
5	Modelldesign og datagrunnlag	31
5.1	X-Base: Beregning av teknisk potensial	32
5.2	X-varme: Kostnadsmodellering	33
5.2.1	Distribusjonskostnader og lokale produksjonskostnader.....	33
5.2.2	Energikostnader	36



5.2.3	Konverteringskostnader for kunder	38
5.3	Oppsummering – hva tas hensyn til i beregningene?.....	39
6	Resultater – landsoversikt	41
6.1	Teknisk potensial.....	41
6.2	Konkurransflate	46
6.2.1	Kostnadsstruktur	46
6.2.2	Kritisk masse.....	48
6.2.3	Konkurransindikatorer	49
6.2.4	Kostnadssynergier mellom industri og tjenesteyting/husholdninger	54
6.3	Case - Beskrivelse av utvalgte geografiske områder	56
6.3.1	Fredrikstad (0106).....	56
6.3.2	Bærum (0219).....	59
6.3.3	Tønsberg (0704)	61
6.3.4	Skien (0806).....	65
6.3.5	Elverum (0427).....	68
6.3.6	Bodø (1804)	70
7	Konklusjoner – konkurransflate mellom fornybar varme og naturgass	75
7.1	Offentlige virkemidler.....	76
7.1.1	Hva bør Enova prioritere?	76
7.1.2	Hvordan utforme virkemidler	77
7.2	Videre arbeid.....	78
	Vedlegg: Datagrunnlag for analysene.....	80
	Vedlegg: Fremgangsmåte ved beregning av teknisk potensial.....	82

Xrgia AS (2006) www.xrgia.no

Rådmann Halmrasts vei 16, 1337 Sandvika

Forfattere: Monica Havskjold mha@xrgia.no

Kjetil Ingeberg kin@xrgia.no

Arve Halseth aha@xrgia.no



1 Sammendrag og konklusjoner

1.1 Innledning

Det er en politisk målsetting¹ at det skal skje en effektivisering og omlegging av energiproduksjon og energibruk i Norge. Målet er økt effektivisering og diversifisering både i forbruket og el- og varmeproduksjonen, noe som blant annet innebærer redusert bruk av direkte elektrisk oppvarming og konvertering fra fossile til fornybare energibærere. Enova SF ble etablert i 2001 for å bidra til å styrke arbeidet med en miljøvennlig omlegging av energibruk og energiproduksjon i Norge.

Naturgass og fornybar varme kan være både konkurrerende og komplementære løsninger. Det er viktig å sikre at Enovas støtteordninger for naturgass i minst mulig grad undergraver mulighet for fjernvarme, der fjernvarme er å foretrekke rent samfunnsøkonomisk. På den annen side er det uheldig om konvertering fra tung og lett fyringsolje til naturgass, med tilhørende effektivisering og reduserte utslipp, stopper opp også der fornybar varme ikke er et reelt alternativ. Dette vil spesielt være aktuelt i ulike industrielle anvendelser.

Prosjektet tar utgangspunkt i at Enova står overfor en krevende situasjon med en kompleks konkurranseflate, og hvor Enovas virkemiddelapparat er begrenset i forhold til øvrige myndighetsgitte reguleringer. I vurderingene om konkurranseflate må begge disse forholdene inngå.

Målsettingen med prosjektet har vært å etablere et fakta- og analysegrunnlag som gjør det mulig for Enova å etablere en strategi for å utvikle støtteordninger som styrker det komplementære forholdet mellom naturgass og fornybar varme i stedet for å gjøre dette til konkurrerende løsninger.

Den samlede vurderingen av forholdet mellom fjernvarme og naturgass er gjennomført med basis i prinsipielle og kvantitative analyser.

1.2 Prinsipiell analyse

I den prinsipielle delen av prosjektet har vi vurdert konkurranseflaten mellom biobasert varme og naturgass. Konkurranseflaten dreier seg både om konkurranse mellom etablerte og potensielle aktører i markedet ("konkurranse om markedet") og konkurranse om leveranser til varmekunder fra ulike etablerte aktører ("konkurranse i markedet"). Vi har valgt å ta utgangspunkt i teori om naturlige monopoler, og konkurransesituasjonene som oppstår der slike enten allerede er etablert eller kan bli etablert. Når det gjelder karakterisering av (det relevante) markedet for fjernvarme og naturgass har vi tatt utgangspunkt i tradisjonell konkurranseanalyse.

Vi kan ikke på generelt grunnlag konkludere med at fjernvarme eller gass er et naturlig monopol, men vi kan konkludere med at de har egenskaper som tilsier at de i en del tilfeller kan være det. Med dette menes at i praksis vil betingelsene kunne være oppfylt i noen tilfeller og ikke oppfylt i andre. For å kunne vurdere om det finnes det spesielle geografiske områder hvor fjernvarme og/eller gass er spesielt konkurransedyktig sammenlignet med andre energibærere i oppvarmingsmarkedet,

¹ St meld nr 29 (1998-99), "Om energipolitikken"

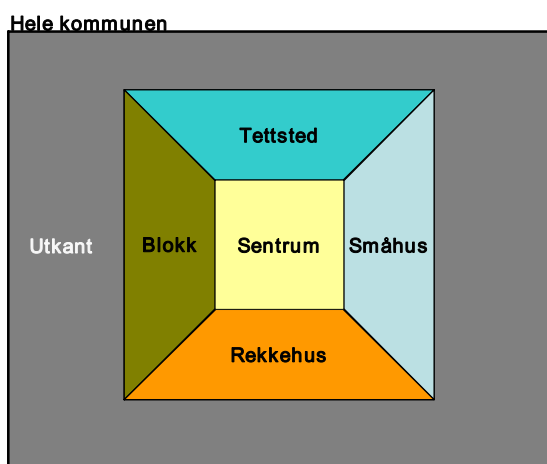
er det derfor etablert et modellapparat som gjør det mulig å gjennomføre en kvantitativ analyse.

1.3 Kvantitativ analyse

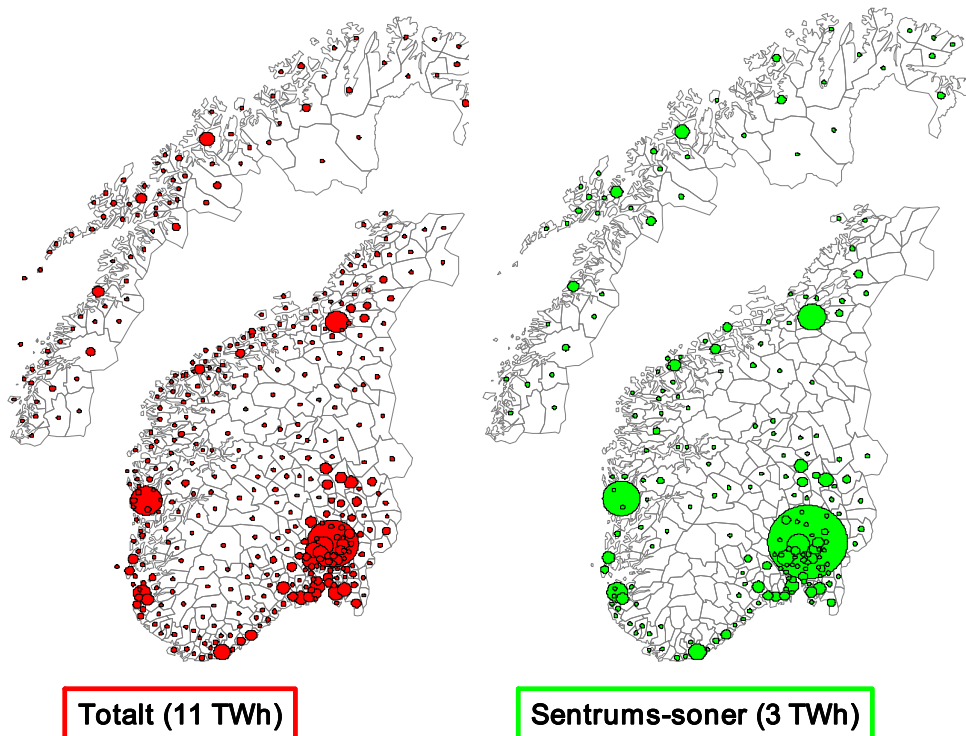
For å kunne gjennomføre en vurdering av konkurranseforholdet mellom naturgass og fornybar varme, er det nødvendig å definere på hvilket marked konkurransen foregår. Dette har både en teknisk dimensjon (produktmarkedet) og en geografisk dimensjon (geografisk marked).

I anslaget for *produktmarkedet* (det tekniske potensialet) har vi tatt utgangspunkt i at fremtidige leveranser av fornybar varme og naturgass må erstatte deler av dagens leveranser av elektrisitet, samt faste og flytende brensler til oppvarming. På oppvarmingsmarkedet har vi forutsatt at fornybar varme og naturgass er substitutter for dagens bruk av lett og tung fyringsolje, samt elektrisitet med uprioritert overføring (el-kjeler). Naturgass er i tillegg et substitutt for dagens bruk av el og olje som spisslast i eksisterende fjernvarmeanlegg samt til ulike prosessformål. Det er ikke tatt hensyn til vekst i fremtidig energiforbruk, som følge av befolkningsøkning, nybygging etc.

På generelt grunnlag kan vi slå fast at det vil være forskjeller i markedsgrunnlaget innenfor kommuner, samtidig som kostnadene for å etablere et rørbasert distribusjonssystem er nært knyttet til energiforbruk per kvadratkilometer (varmetetthet). Innen et *geografisk marked* er det en forutsetning at konkurranseforholdene er relativt likeartede. Implikasjonen av dette er at vi er nødt til å ta hensyn til lokale variasjoner i markedsforholdene, og vi har derfor valgt å dele kommunene inn i 6 soner: Sentrum, småhus, rekkehus, blokk, øvrig tettsted, utkant. Dette er vist i figuren under.



En soneinndeling av hver enkelt kommune gjør det mulig å isolere områder som kan være attraktive for kollektive varmeløsninger.



Teknisk potensial for fjernvarme

For alle soner i samtlige kommuner er det gjennomført en vurdering av konkurranseforholdet mellom naturgass og fjernvarme, avhengig av geografisk utbredelse (*dekningsgrad*) og kapasitetsutnyttelse (*penetrasjonsrate*) for de to alternativene.

Konkurranseforholdet er (for hver enkelt sone) beskrevet ved hjelp av tre indikatorer:

1. K1 – den mest kostnadseffektive løsningen
2. K2 – kritisk masse for konkurranseevne mot etablerte energisystemer
3. K3 – indikator for konkurranse mellom gass og varme



De kvantitative beregningene gir grunnlag for følgende hovedkonklusjoner:

- Det er et betydelig potensial for omstilling. Av et teknisk potensial på 11 TWh (oppvarming) er markedspotensialet for fjernvarme og naturgass på ca. 7 TWh. For å realisere dette er de totale investeringene beregnet til om lag 8 mrd NOK, forutsatt at det er den mest kostnadseffektive løsningen som etableres på hvert sted.

(GWh)	Gass	FV	EI	LV
Sentrum	87	2659	41	18
Tettsted	1995	720	106	63
Blokk	344	0	44	0
Rekkehus	189	0	119	40
Småhus	975	0	580	264
Sum	3590	3379	890	385

- Fra et *planleggingssynspunkt* er gass og fjernvarme komplementære, det vil si at det totalt sett er billigere å bygge begge typer infrastrukturer enn å bygge bare den ene (samdriftsfordeler). Fjernvarme er primært aktuelt i sentrumssoner mens naturgass har et fortrinn for leveranser til tjenesteyting i tettsted og til husholdninger i større byer. Industri-leveranser bidrar noen steder til å realisere kritisk masse for naturgass. Det er kun myndigheter (via konsesjonsordninger) eller aktører som har full kontroll over infrastrukturbygging i sine områder (el/gass/fjernvarme) og derved internaliserer samordningsgevinster, som har incentiver til en slik helhetlig vurdering.
- Det er en klar konkurranseflate mellom gass og fjernvarme i sentrumsområder. I et uregulert marked vil varme og gass konkurrere om leveranser til oppvarming av bygninger og tappevann. For å få lønnsomhet i en infrastrukturbygging, er det nødvendig å levere mer enn det som utgjør en minimum kapasitetsutnyttelse (kritisk masse). Det å kunne oppnå en tilstrekkelig høy kapasitetsutnyttelse er sannsynligvis en sentral etableringshindring for begge infrastrukturløsninger, og barrieren er størst og for fjernvarme. I noen større kommuner vil tidlig etablering av et naturgasstilbud hvor enkelte nøkkelkunder bindes til bruk av gass utgjøre en særlig trussel mot utbygging fjernvarme ("first mover advantage").

EI er den klart mest konkurransedyktige energiløsningen regnet i antall kommuner. I rundt regnet halvparten av landets kommuner vil naturgass eller fornybar varme ikke være kostnadsmessig konkurransedyktig. For husholdningsleveranser (sonene blokk, rekkehus og småhus) er elektrisitet klart dominerende. Naturgass er et kostnadseffektivt alternativ for husholdningene i 20-30 kommuner.

Fjernvarme fremstår som billigst i sentrumssonen i 135 kommuner. Det er bare 3 sentrumssoner hvor gass fremstår som billigere enn fjernvarme.



I tettstedssonen finner vi at både gass og fjernvarme kan være det mest kostnadseffektive alternativet (billigst i hhv 60 og 119 kommuner). Dette kan i utgangspunktet indikere at det er en vesentlig konkurranseflate mellom naturgass og fornybar varme til næringsliv (i hovedsak tjenesteyting) i tettsteder.

For å konkretisere og belyse konkurranseforholdene ytterligere, er det gjennomført enkle case-studier av et utvalg kommuner med ulike karakteristika. Kommunene som er studert er Fredrikstad, Bærum, Tønsberg, Skien, Elverum og Bodø.

1.4 Konklusjon

Hovedkonklusjonen i denne rapporten er at både naturgass og fornybar fjernvarme har en plass i fremtidens energisystem. Vi finner at i mange kommuner kan begge løsningene levere varme til en lavere kostnad enn de etablerte energisystemene. Det er særlig i tett befolkede deler av landet at fjernvarme og gass representerer et alternativ. De to energibærerne utfyller hverandre klart. Fjernvarme har et kostnadmessig konkurransefortrinn i sentrumssoner, mens naturgass har et fortrinn for leveranser til tettbebygde boligområder og til næringsliv i tettsted.

Utløsning av komplementaritet mellom fjernvarme og gass vil i praksis forutsette samordnet planlegging. Uten en eksplisitt koordinering er det sannsynlig at det er mange andre faktorer i tillegg til kostnadsnivå og struktur som vil påvirke hvilken løsning som blir realisert. I et helt uregulert marked vil tilbydere av både gass og varme stå overfor betydelige etableringshindringer, og mange steder er det en klar konkurranseflate mellom gass og varme. Dersom det etableres regionalt orienterte energiselskaper som tar mål av seg til å kunne levere både elektrisitet, varme og gass, vil sannsynligheten for at strategiske spill gir suboptimale løsninger i et samfunnsøkonomisk perspektiv bli redusert da slike aktører kan internalisere koordineringsgevinstene. Det er få, om noen, aktører som har implementert en slik strategi, med unntak av Lyse Energi. Snarere er markedet karakterisert ved at aktørene promoterer én spesiell energibærer.

Leveranser av både naturgass og fornybar varme er kjennetegnet ved en høy andel faste kostnader. For begge alternativene forutsetter vellykket etablering at man klarer å realisere en minimums markedspenetrasjon (kritisk masse). Kritisk masse representerer i seg selv en vesentlig etableringshindring. I områder hvor både naturgass og fornybar varme er konkurransedyktig i forhold til etablerte systemer, vil det alternativet som etableres først oppnå en konkurransefordel. Dette kalles en "first mover advantage".

Et annet viktig funn i denne analysen er at den klare forskjellen i andelen faste kostnader mellom naturgass og fjernvarme leder til en asymmetri i kritisk masse for de to infrastrukturløsningene. Dette innebærer at naturgass vil kunne etableres lønnsomt med en lavere markedspenetrasjon enn fjernvarme. Denne egenskapen gir en strategisk fordel i den forstand at en tilbyder av naturgass kan oppfatte at han står overfor en lavere risiko enn en tilbyder av fjernvarme.

Mange steder i Norge vil det kunne utvikle seg betydelige elementer av strategiske spill mellom tilbydere av gass og varme. Her vil aktørenes gjennomføringsevne, i tillegg til kostnadmessige forhold, kunne bli avgjørende for hvilket alternativ som etableres. I særdeleshet vil aktører med høy grad av kontroll med leveringskjeden



(stor vertikal integrasjon) og muligheten til å realisere synergier ved leveranser i større områder og til mange kundegrupper kunne ha et fortrinn. Aktører som har vært tidlig ute, og som allerede har bearbeidet markedet i flere år, vil også ha et fortrinn.

Ut fra drøftingene i rapporten kan en trekke flere konklusjoner med hensyn til behov for offentlige virkemidler. Høy kritisk masse kan tilsi at risikoen blir for høy til at en kan forvente at markedsaktører skal etablere et tilbud av naturgass eller fornybar varme i særlig skala. Mulighetene for strategiske spillsituasjoner mellom etablerte og nye energisystemer og mellom naturgass og fornybar varme tilsier at et helt uregulert marked kan realisere samfunnsøkonomisk suboptimale løsninger.

Vi tror det er flere grunner til at fornybar varme trenger ekstra oppmerksomhet. Naturgass har konkurransefordeler både i form av synergier mot leveranser til industri og til mindre utfordringer knyttet til kritisk masse. De store regionale forskjellene i konkurranseevnen til varme tilsier at virkemiddelbruken bør være selektiv og spesielt rettet inn mot områder hvor fjernvarme kan være kostnadmessig konkurransedyktig. Det er, ut i fra våre beregninger, dermed spesielt viktig å fokusere på sentrumssoner i større byer der planer om å bygge fjernvarme er kommet kort i forhold til konkurrerende tilbud av naturgass. Dette gjelder særlig i kommuner hvor det er et potensial for å utnytte synergier mellom industrielle leveranser og leveranser til husholdninger og tjenesteyting i sentrum og tettsteder.

I kommuner hvor fjernvarme allerede er etablert, er behovet for offentlige virkemidler sannsynligvis mindre. På samme måte er det mindre behov for oppmerksomhet mot områder hvor det eventuelt finnes eller utvikles større aktører som tar et helhetlig perspektiv på å utvikle regionale energisystemer.

Siden Enova har som en av sine oppgaver å støtte introduksjon av naturgass, er det viktig at en slik støtte ikke hindrer etablering av fjernvarmeløsninger i områder hvor fjernvarme er samfunnsøkonomisk mer gunstig. Tiltak for å støtte naturgass bør derfor fortrinnsvis rette seg mot andre sektorer enn romoppvarming for husholdninger/tjenesteyting og mot områder hvor fjernvarmepotensialet er lavt. Det er imidlertid viktig å innse at støtte til gass i et område i praksis ikke kan avgrenses til leveranser til enkelte sektorer eller soner. Straks gass er etablert og kritisk masse er passert, vil gass utkonkurrere fjernvarme også i soner hvor fjernvarme ville vært et billigere alternativ.

Rekkefølgen for etablering av de to løsningene er viktig, da det er den løsningen som først passerer kritisk masse vil blokkere for den andre løsningen. I og med at gass generelt har lavere kritisk masse enn fjernvarme, vil gass ha en konkurransefordel. Er derimot fjernvarme allerede etablert, vil konkurransesituasjonen være snudd. Enova bør derfor være restriktiv i forholdt til å støtte gass der fjernvarme er den billigste løsningen og ikke allerede er etablert. Dette tilsier at støtte til gass bør prioriteres i områder der fjernvarme allerede er etablert, og det er et betydelig konverteringspotensial i industri og tettsteder som fjernvarme ikke kan dekke.

Det er videre viktig å prioritere konkrete prosjekter som bidrar til å utvikle en hensiktsmessig aktørstruktur. For å oppnå dette må det vurderes om tiltak for å støtte varme bør være proaktive i den forstand at statlige foretak slik som Enova er med på



å ta initiativet til å identifisere konkrete prosjekter fremfor å avvente at potensielle utbyggere har igangsatt utredninger og konkretisert utbyggingsplaner.

Ut i fra analysen over bør virkemidler for å promotere fjernvarme innrettes mot følgende utfordringer:

- Unngå at kritisk masse blir en etableringshindring
- Unngå at naturgass oppnår en "first mover" fordel i områder der fjernvarme er mer ønskelig ut i fra samfunnsøkonomiske kriterier

Begge momentene taler i retning av at virkemiddelapparatet med fordel kan rettes mot å redusere risiko for nye aktører som ønsker å etablere fjernvarme. I følge våre beregninger er det ikke behov for varige støtteordninger for sikre drift i nye anlegg. Dersom penetrasjonen blir tilstrekkelig høy, vil investeringene kaste godt av seg uten støtte. Imidlertid vil usikkerhet om kritisk masse kan realiseres skape en betydelig risiko for utbygger (dvs. at kritisk masse innebærer en etableringshindring). Støttebehovet er med andre ord primært rettet mot å redusere risiko ved etablering og ikke mot en systematisk lav lønnsomhet over tid.

1.5 Videre arbeid

Et videre utviklingsløp er å lage fremskrivninger for det tekniske potensialet. Det er flere tunge trender som vil ha betydning og som det sannsynligvis er meningsfullt å etablere modeller på. Basert på SSBs fremskrivninger av befolkningen vet vi at over de neste 20 årene vil veksten komme i sentrale strøk. I tillegg vil EUs byggdirektiv også bidra til at andelen vannbåren varme øker fremover. Dette innebærer at det tekniske potensialet for fjernvarme og naturgass vil stige over tid.

I tillegg til å utvikle et kvantitativt modellapparat er det viktig å utarbeide dypere analyser av konkurransesituasjonen og et mulig virkemiddelapparat for å stimulere til etablering av nye energisystemer.

Det er viktig å understreke at det sjelden finnes fasitsvar for utfall av strategiske spill mellom etablerte og potensielle tilbydere av et produkt. I denne rapporten er analysen holdt på et overordnet nivå basert på problemstillinger knyttet til kritisk masse. For å etablere en dypere innsikt vil det blant annet være behov for en mer systematisk kartlegging av aktørstruktur og planlagte prosjekter.

Det vil åpenbart være behov for å gjøre mer detaljerte analyser av et fremtidig virkemiddelapparat enn hva som er presentert i dette prosjektet. Det vil sannsynligvis ha særlig interesse å se nærmere på om det er hensiktsmessig for Enova eller andre offentlige aktører å engasjere seg på eiersiden i nye prosjekter. Videre er det viktig å se på behov og potensial for bedre samordning av virkemiddelbruk innenfor større områder, for eksempel hvordan lokale myndigheter kan benytte lokale energiutredninger og reguleringsplaner til å legge forholdene til rette for energiomstilling.



2 Bakgrunn

Det er en politisk målsetting² at det skal skje en effektivisering og omlegging av energiproduksjon og energibruk i Norge. Målet er økt effektivisering og diversifisering både i forbruket og el- og varmeproduksjonen i Norge, noe som blant annet innebærer redusert bruk av direkte elektrisk oppvarming og konvertering fra fossile til fornybare energibærere. Enova SF ble etablert i 2001 for å bidra til å styrke arbeidet med en miljøvennlig omlegging av energibruk og energiproduksjon i Norge.

2.1 Videreutvikling av det norske energisystemet

Ved utvikling av energisystemet tas det hensyn til sentrale kriterier som effektivitet, leveringssikkerhet og miljøkonsekvenser. Det er en betydelig utfordring å finne løsninger som tilfredsstillende alle kriteriene. Samtidig satsning på flere til dels konkurrerende løsninger skaper dessuten betydelige samordningsutfordringer. For å redusere risikoen for suboptimale løsninger, må myndighetene aktivt ta stilling til hvilken samordning som er samfunnsøkonomisk viktig, og la dette få konsekvenser for virkemiddelbruken. Dette gjelder både bruk av økonomiske virkemidler slik som investeringsstøtte, og direkte reguleringer slik som konsesjonsvilkår.

Det er særlig det potensielle motsetningsforholdet mellom distribusjonsløsninger for fjernvarme og naturgass som er i fokus i denne rapporten.

Fjernvarmesystemer er karakterisert ved en vesentlig fordel, nemlig utnyttelse av lavverdi varmeressurser, og en vesentlig ulempe, nemlig en dyr distribusjonsløsning med lav brukstid. Fjernvarme er også en energibærer med et relativt snevert anvendelsesområde (hovedvekt på bygningsoppvarming). Naturgass er karakterisert ved nærmest de motsatte egenskapene: Ressursen er verdifull, mens distribusjonsløsningene kan være relativt rimelige og fleksible (båt-, bil- eller rørtransport). Naturgass har dessuten et langt bredere anvendelsesområde, både i forhold til høytemperatur varme eller damp, og annen industriell anvendelse. Naturgassens rolle i omleggingen av energisystemet er noe uklar, da det er en ikke-fornybar ressurs samt at bruken resulterer i utslipp av CO₂³. Sammenlignet med de øvrige fossile energibærerne (lett og tung fyringsolje, samt ulike former for kull) har naturgass mange gode miljømessige egenskaper. Ved bruk av naturgass oppnås for eksempel høye virkningsgrader for el- og varmeproduksjon, med til dels betydelig lavere utslipp pr kWh enn for de andre fossile energibærerne. En omfattende substitusjon fra kull og olje til naturgass vil derfor gi betydelige miljøgevinster.

Ingen energiløsning er entydig best i alle situasjoner. I Tabell 2-1 listes et utvalg sterke og svake sider henholdsvis naturgass, fjernvarme og lokale biobaserte varmesentraler har i forhold til diversifisering, effektivitet og miljø.

² St meld nr 29 (1998-99), "Om energipolitikken"

³ Arbeidet med utvikling av CO₂-rensing kan på sikt medføre at naturgass kan tas i bruk uten utslipp av klimagasser.



Tabell 2-1 Sammenstilling av egenskaper ved alternative løsninger

	Diversifisering	Effektivitet	Miljø
Naturgass	<ul style="list-style-type: none"> + Bred substitusjonsflate mot el + Stor geografisk utbredelse + CHP pluss storskala CCGT 	<ul style="list-style-type: none"> + Prosessforbedring i industri + God utnyttelse av infrastruktur + Lave konverteringskostnader + Fleksible utbygging (rør/bil) 	<ul style="list-style-type: none"> + Prosessforbedring i industri + Konvertering av tungolje + lettolje + Forberedelse for H2-samfunnet ÷ <i>Gir utslipp av CO2</i>
Fjernvarmedistribusjon	<ul style="list-style-type: none"> + Dekker oppvarmingsbehov + Gir varmegrunnlag for CHP ÷ <i>Ikke industriell anvendelse</i> ÷ <i>Begrenset geografisk utbredelse</i> 	<ul style="list-style-type: none"> + Utnytter lavenergi ressurs ÷ <i>Dårlig kapasitetsutnyttelse (liten brukstid)</i> ÷ <i>Dyr infrastruktur</i> 	
Fjernvarmeproduksjon			<ul style="list-style-type: none"> + Løse avfallsproblemer + Bruker fornybar ressurs ÷ <i>Gir lokale utslipp</i>
Lokale varmesentraler	<ul style="list-style-type: none"> + Ubegrenset geografisk utbredelse + Kan dekke ind. behov ÷ <i>Uthuler storskala løsninger</i> 	<ul style="list-style-type: none"> + Lave/ingen distr.kostn. + Tilpasses beste valg av energiresurs (småskala distr.kjede) ÷ <i>Kan ha noe lav regulerbarhet enn sentrale anlegg</i> 	<ul style="list-style-type: none"> + Kan bruke fornybart brensel ÷ <i>Gir lokale utslipp</i> ÷ <i>Større utslipp enn sentrale anlegg</i>

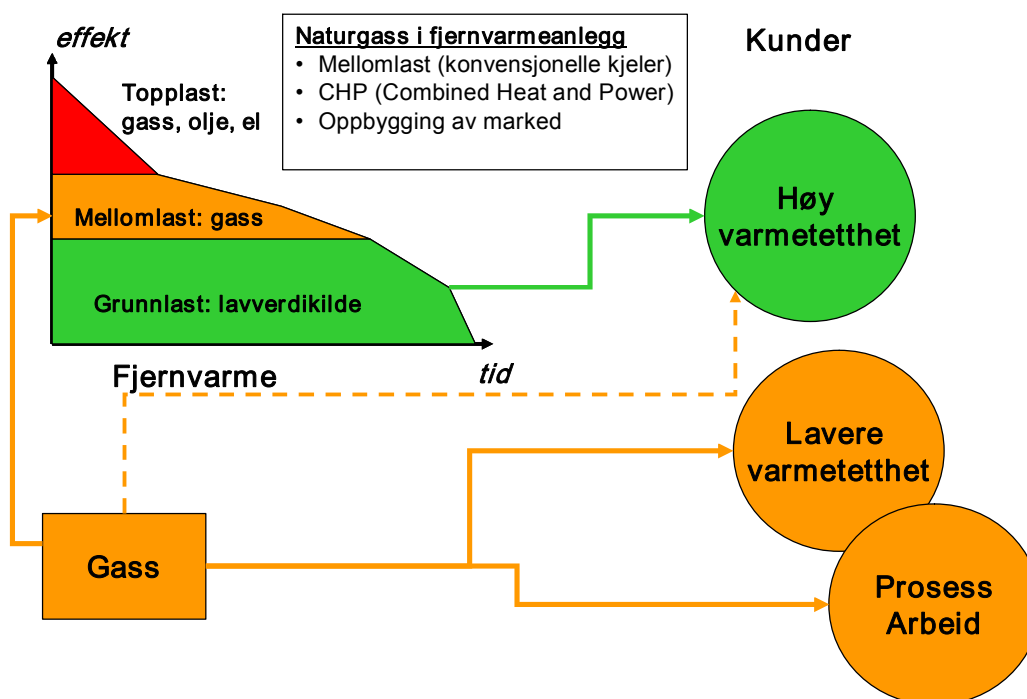
Diversifisering av forbruket er en langsiktig prosess som krever oppbygging av ny infrastruktur. Som Tabell 2-1 viser, har de aktuelle alternativene både fordeler og ulemper. Utfordringen for sentrale og lokale myndigheter, samt aktørene i energibransjen, er å finne så gode løsninger som mulig. Alt for stor fokus på lokale løsninger kan fort undergrave muligheten for å realisere regionale systemer som er mer effektive, har lavere kostnader og bedre miljøeffekt.

2.2 Komplementære eller konkurrerende løsninger

Forskjellene i karakteristika mellom fjernvarme og naturgass gir grunnlag for samfunnsmessig rasjonell utbygging av energisystemet, hvor gass og fjernvarme kan eksistere side om side. Sammensetningen av kundegrunnlaget vil imidlertid kunne ha stor betydning for hvorvidt fjernvarme og gass er komplementære eller konkurrerende løsninger.

Effektivitets- og miljømessig bør fjernvarmeproduksjonen dimensjoneres slik at lavverdi varmeresurser utnyttes fullt ut, med et distribusjonsnett som er tilpasset dette volumet. For å unngå omfattende behov for tilleggsløsninger hos kundene, må systemet også kunne levere spisslast. Denne kan gjerne være gassbasert, i stedet for olje- eller elbasert som tilfellet ofte er i dag. Bygging av gassfyrte kogenereringsanlegg, som produserer el i tillegg til varme, kan også være en aktuell løsning. Bruk av naturgass i lokale varmesentraler kan være gunstig i en oppbyggingsperiode for fjernvarme inntil det er stort nok varmeavtak til å forsvare investering i for eksempel et avfallsforbrenningsanlegg.

Fjernvarme og naturgass konkurrerer om mye av det samme kundegrunnet, spesielt innen bygningsoppvarming. Naturgass har i tillegg et betydelig potensial til prosessformål. Samspill og konkurranseforhold er forenklet illustrert i Figur 2.1.



Figur 2.1 Samspill og konkurranseforhold mellom naturgass og fjernvarme

Fjernvarmedistribusjon er for kostbart til at det kan dekke områder med lav varmetetthet. Gassrør er både billigere å legge, og er mindre avhengig av vannbåren varme siden anvendelsesområdet er bredere enn for fjernvarme. Derfor vil et regionalt nett for naturgassdistribusjon kunne erstatte langt større volumer tung og lett fyringsolje enn enkeltstående lokale fjernvarmeanlegg. Dette vil kunne gi store reduksjoner i utslipp, ikke minst som følge av effektiviseringsgevinster knyttet til konvertering fra olje til naturgass.

Der det ikke allerede er etablert fjernvarme, vil naturgass være en konkurrent i forhold til å etablere en infrastruktur for energi, jfr. St.meld. nr. 9 (2002-2003) "Om innenlands bruk av naturgass mv.":

"Fjernvarme har i dag konkurranse fra flere energibærere, og gass vil kunne være en ny konkurrent som er mer miljøvennlig enn andre fossile brenslere. Dersom tilgangen på fornybar energi skulle være en knapphetsfaktor i fjernvarmeanleggene vil direkte bruk av gass kunne være like miljøvennlig som fjernvarme basert på gass. Investeringskostnadene må tas med i betraktningen, og det vil da være et spørsmål om å velge den infrastrukturen som er billigst. Etter Regjeringens syn bør gassforetakene kunne konkurrere i de lokale markedene om kunder dersom gass først er gjort tilgjengelig. Dette vil være avgjørende for lønnsomheten. Fjernvarme vil uansett ha et fortrinn i og med at det alltid vil være lønnsomt å utnytte kapasiteten i de etablerte anleggene."



En hovedmålsetning med denne rapporten er å beskrive hvilke forhold som legger til rette for at fjernvarme og gass kan være komplementære, og når de er konkurrenter.

2.3 Rammebetingelser for fjernvarme og naturgass

Dagens offentlige regulering av fjernvarmesektoren består for det første av en *konsesjonsplikt*. Fjernvarmeanlegg som har en samlet ytelse på mer enn 10 MW, og som har eksterne kunder, må ha fjernvarmekonsesjon. Den offentlige reguleringen består for det andre av at pris for fjernvarme ikke skal overstige pris for elektrisk oppvarming. Dette fremgår av § 5-5 i energiloven. Pris på elektrisitet vil fungere som et *pristak* for fjernvarme. *Tilknytningsplikt* for nye bygg til et fjernvarmeanlegg har til hensikt å sikre et kundegrunnlag som er tilstrekkelig til å gi en forsvarlig økonomi for utbygger av fjernvarmeanlegg. Tilknytningsplikt kan pålegges alle nye bygg innen området som er omfattet av fjernvarmekonsesjon, samt bygg innen konsesjonsområdet som gjennomgår omfattende renovering og ombygging. Kunder som pålegges tilknytningsplikt må installere et vannbårent varmeanlegg som kan tilkobles fjernvarme. De er dessuten pålagt å betale anleggsbidrag og faste årlige kostnader uavhengig av om fjernvarme benyttes eller ikke. Det er ingen formell bruksplikt for fjernvarme.

Etablering av større overføringsanlegg for gass til andre regioner (eksempelvis fra Kårstø til Grenland) krever konsesjon etter Naturgassforskriften. Konsesjonsmyndighet i slike saker er delegert til NVE. Formålet med konsesjonsplikten er å sikre et samfunnsmessig rasjonelt energisystem og å oppnå miljømessig gode løsninger. Distribusjonsrør og mindre overføringsrør innen en region vil ikke være konsesjonspliktige. Tillatelse til etablering for slike gis av den enkelte kommune. Gassrør over land med trasé for rørgrøft og andre anlegg krever behandling av den enkelte kommune gjennom plan- og bygningsloven. Disse kan for eksempel kreve utarbeiding av reguleringsplaner for anleggene. Røranlegg gjennom flere kommuner krever samordning mellom de berørte kommunene.

Det er altså betydelige forskjeller i den offentlige reguleringen av henholdsvis fjernvarme og naturgass. Dette er av betydning når vi analyserer konkurranseforholdet mellom de to energibærerne.

2.4 Andre rapporter

Det finnes en rekke rapporter som omhandler omstilling av energisystemet, jfr. vedlegg om datagrunnlag. Den brede litteraturen illustrerer at problemstillingen kan belyses fra mange forskjellige innfallsvinkler. En kan derfor ikke sammenligne resultater fra ulike rapporter, uten å være bevisst på forskjellene. Slik sett mener vi at våre resultater primært er komplementære og utdypende til andre rapporter. For å klargjøre dette skal vi kort klargjøre forholdet mellom vår rapport og en rapport fra Marintek ("Framtidsbilde for norsk naturgassdistribusjon, 2015-2025").

Siden temaet er relativt bredt har vi gjort viktige avgrensinger ut fra hva som er vektlagt i analysen. Mandatet har vært å se på konkurranseforholdet mellom naturgass og fjernvarme. Siden gass og fjernvarme ikke kan substituere hverandre på alle områder, har vi lagt fokus på markedssegmenter hvor gass og varme har overlappende anvendelser. Som vi skal gjøre rede for videre i rapporten, er det



følgelig lagt mye vekt på markedet for energi til romoppvarming innen husholdninger og tjenesteyting, og mindre vekt på industrielle anvendelser. Industrimarkedet er derfor omhandlet primært ut i fra at konkurransen mellom gass og fjernvarme kan påvirkes, for eksempel i form av kostnadssynergier mellom leveringskjedene for gass til industri, tjenesteyting og husholdninger. I Marintek-rapporten oppfatter vi at vektleggingen er omvendt, dvs. at denne rapporten har en sterkere vektlegging av leveringskjeder av gass til industrielle anvendelser, med mindre fokus på anvendelse i andre sektorer.

En annen konsekvens er at vårt fokus i stor grad har vært å beregne leveringskostnader for distribusjon. Vi har særlig konsentrert oss om lokal produksjon av varme og lokale mottak av gass. Videre har vi konsentrert analysen om kostnadene for rørbasert distribusjon av gass og varme. Vi har lagt vekt på å utarbeide modellverktøy hvor beregningen av både gass- og varmevolumer, der leveringskostnadene er brutt ned til hver enkelt av landets kommuner og differensiert mellom ulike soner i de enkelte kommunene. I Marintek-rapporten er det lagt mer vekt på å beregne leveringskostnader lenger opp i verdikjeden, for eksempel logistikkostnader for transport av gass med skip ilandført i ulike regioner langs kysten. Marinteks resultater har derfor vært en viktig input i våre analyser.



3 Analytisk innfallsvinkel til rapporten

Myndighetenes politikk legger opp til at utbygging av fjernvarme og naturgass skal skje i regi av kommersielle aktører, og ikke som offentlig eiet infrastruktur. Det er derfor en sentral utfordring for energimyndighetene å utforme økonomiske incentiver og andre virkemidler som utløser ønsket investering i infrastruktur, samtidig som en sikrer en effektiv utnyttelse av den infrastruktur som allerede er, og vil bli, etablert.

I dette kapitlet ønsker vi å drøfte følgende problemstillinger fra et mer prinsipielt synspunkt:

- Hva karakteriserer konkurransesituasjonen for fjernvarme og naturgass?
- Hva karakteriserer markedene for fjernvarme og naturgass?

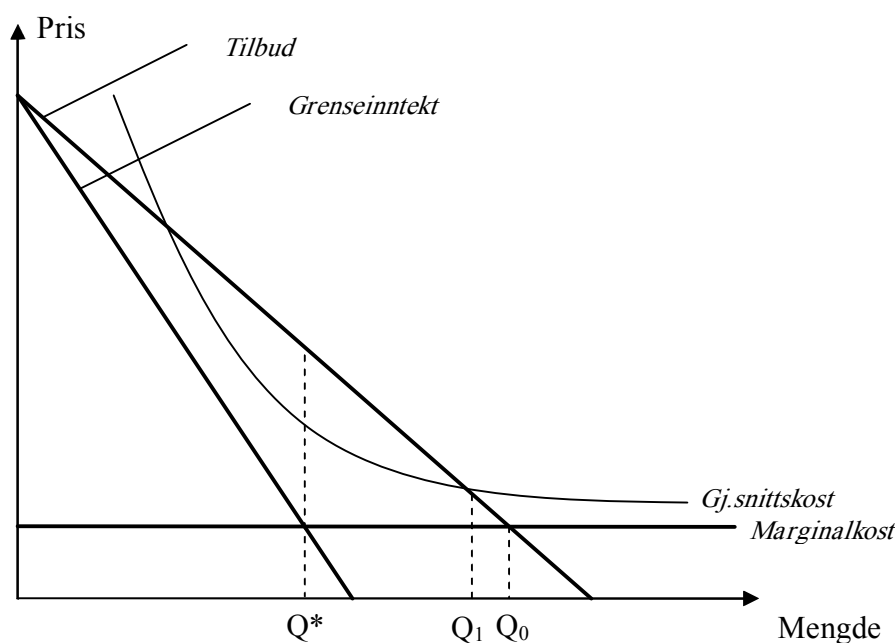
Vi har valgt å ta utgangspunkt i teori om naturlige monopoler, og konkurransesituasjonene som oppstår der slike enten allerede er etablert eller kan bli etablert. Når det gjelder karakterisering av (det relevante) markedet for fjernvarme og naturgass har vi tatt utgangspunkt i tradisjonell konkurranseanalyse.

3.1 Prinsipielt om naturlige monopoler

Et naturlig monopol kan defineres ved at én enkelt aktør kan tilfredsstillere hele markedets etterspørsel etter en vare eller tjeneste til en lavere samlet kostnad enn noen annen kombinasjon av aktører. I denne definisjonen er det to sentrale begreper *markedets etterspørsel* og en *lavere samlet kostnad*. For å fastslå om fjernvarme eller naturgass er et naturlig monopol ut i fra den generelle definisjonen må vi derfor konkretisere hva som er det relevante markedet for varme og gass og hvilke kostnader som påløper for levering til kunde. En stor del av denne rapporten handler nettopp om dette, men før vi kommer så langt drøfter vi kort prinsipielle karakteristika ved konkurransesituasjonen i markeder hvor tilbudssiden er karakterisert ved naturlig monopol.

Eksistensen av et naturlig monopol har tradisjonelt blitt fremhevet som et argument for at virksomheten bør drives av det offentlige. Bakgrunnen for dette er at det offentlige, via sin beskatningsmyndighet, kan finansiere de faste kostnadene til lavere samfunnsøkonomisk kostnad enn en privat monopolist. Dette er imidlertid kun et argument for at det offentlige har et finansieringsansvar, men ikke nødvendigvis at det offentlige bør stå for produksjonen.⁴

⁴ "Økonomisk politikk og samfunnsøkonomisk lønnsomhet", Kåre P. Hagen, ISBN 82-02-19661-2



Figur 3.1 Tilpasninger ved naturlig monopol

Et karakteristisk trekk ved naturlige monopoler, er at gjennomsnittskostnaden reduseres ved økende produksjonsvolum (skalafordel), slik det er illustrert i Figur 3.1. En aktør som ikke trenger å ta hensyn til potensielle eller eksisterende konkurrenter vil kunne maksimere sin profitt ved å tilpasse sin produksjon slik at grenseinntekten tilsvarer marginalkostnaden (pkt Q^* i Figur 3.1). Eksistensen av ulike barrierer for nyetableringer, kan gi opphav til høyere priser og produksjon i for liten skala fra et samfunnsøkonomisk synspunkt. Det kan da være aktuelt med offentlig regulering av virksomheten for å korrigere for denne markedssvikten.

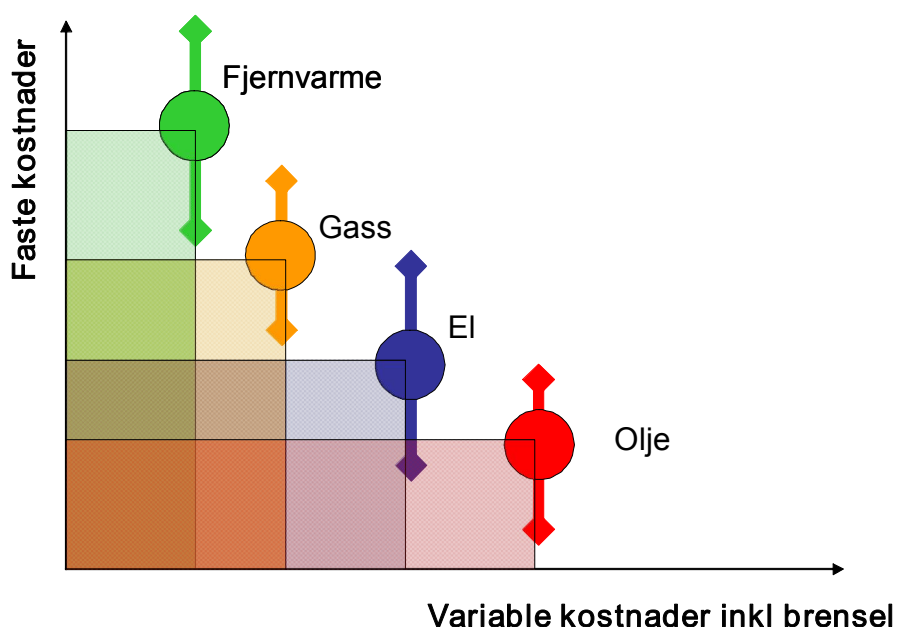
Gitt at alle investeringer er reversible, og at det finnes reell mulighet for inntreden av konkurrenter, vil monopolisten tilpasse seg ved å produsere det kvantum der pris tilsvarer gjennomsnittskostnad (Q_1 i Figur 3.1). Dersom han øker prisen over dette nivået, vil en ny aktør kunne underby den etablerte. Naturlig monopol trenger derfor ikke å bety at monopolisten kan misbruke sin monopolmakt og øke prisene i forhold til hva situasjonen hadde vært under frikonkurransen.

Dersom investeringene i stedet er irreversible vil konkurransesituasjonen for et naturlig monopol endres. Irreversible kostnader er investeringer som ikke lar seg gjenvinne dersom bedriften ønsker å tre ut av markedet. Eksempler på denne type kostnader kan være etablering av en infrastruktur som er spesialtilpasset formålet, og som ikke lar seg omsette i et marked. En bedrift som ønsker å etablere seg der det allerede eksisterer en aktør, vil måtte ta hensyn til hvordan den etablerte bedriften vil reagere på eventuell nyetablering. Den etablerte aktøren har allerede gjort sine investeringer, og vil kunne ha mye å tape på at en ny aktør etablerer seg. For å hindre dette, vil den etablerte kunne redusere prisen ned mot marginalkostnad.

Muligheten for at den etablerte aktøren reagerer ved å sette ned prisen, gjør at det er beheftet med betydelig risiko for den nye bedriften å gå inn i markedet. Den nye bedriften må også påta seg irreversible investeringer, uten sikkerhet for å kunne holde en relativt høy pris for å tjene inn disse. Dette reduserer muligheten for nyetablering.

Uansett om investeringene er reversible eller ikke, ser vi av drøftingen over at det er en asymmetri mellom etablerte aktører og aktører som vurderer å etablere seg. Etablerte aktører har en fordel (ofte kalt First mover advantage) i den forstand at potensielle aktører står overfor en risiko for ikke å lykkes i med et etableringsforsøk i markedet. Slik potensiell konkurranse er viktig for å forstå prissettingen med et naturlig monopol, men uansett prisingsstrategier skal det mye til at etablerte tilbydere drives ut av markedet gjennom at det etableres nye tilbud.

Spørsmålet er hva som skjer dersom to aktører vurderer å etablere et tilbud og uten at det finnes etablerte løsninger. Det er en lang rekke forhold som vil påvirke et slikt spill, blant annet forskjeller i informasjon mellom aktørene, grad av usikkerhet, egenskaper ved produktet sett med kundenes øyne, etc. I tillegg vil selvsagt first mover effekter være viktig. Dersom en aktør oppdager at konkurrerende aktører er kommet langt i løypa, kan det være tilstrekkelig til å avgjøre spillet til førstemanns fordel. Dette er et viktig poeng å ha i minne utover i denne rapporten. Før vi kommer så langt trenger vi å lage en analyseramme for å vurdere om fjernvarme og gass faktisk er naturlige monopoler.



Figur 3.2 Illustrasjon av forholdet mellom faste og variable kostnader for ulike løsninger

For å besvare dette trenger vi som nevnt over å definere det relevante markedet og å se nærmere på kostnadsstrukturen for fjernvarme og gass. Som Figur 3.2 viser, har fjernvarme generelt et større innslag av faste kostnader enn gass, som igjen har



større faste kostnader enn el- og olje (kjeler). Kostnadstall som er brukt i rapporten er nærmere presentert i kapittel 5.2.

Basert på de kostnadstall som danner grunnlaget for analysene i denne rapporten, og diskusjonen over, kan vi slå fast at både fjernvarme og gass har stort innslag av irreversible kostnader. Dette tilsier at det kan eksistere betydelige "first mover" fordeler for begge infrastrukturene.

3.2 Avgrensning av markedet for fjernvarme og naturgass

En avgrensning av markedet som skal studeres gjøres dels gjennom å bestemme produktmarkedet og dels gjennom å avgrense det geografiske marked.

3.2.1 Produktmarkedet

Drøftingen tar utgangspunkt i tradisjonell konkurranseanalyse. Det første trinnet i en slik analyse er vanligvis å avklare om ulike produkter er direkte substitutter sett med brukernes øyne. I trinn to rettes fokus på å avklare om produktene potensielt kan komme i konkurranse med hverandre, selv om de ikke kan karakteriseres som direkte substituerbare.

Definisjonen av produktmarkedet består av de produkter kundene anser som substituerbare, det vil si at de har omtrent samme funksjon, pris og andre egenskaper som tilfredsstiller kjøperens behov. For å bestemme produktmarkedet tas det ofte utgangspunkt om brukerne av ett produkt vil bytte til andre produkter dersom det skjer en liten, men vesentlig, og varig prisøkning. Dersom brukerne velger å bytte, vurderes produktene som substituerbare, dersom prisøkningen kun medfører lavere forbruk foreligger det ulike former for innelåsning.

Med kundenes øyne har i utgangspunktet gass og fornybar varme overlappende anvendelser i den forstand at begge deler kan benyttes som energibærer for oppvarming av hus og næringsbygg. Fornybar varme kan produseres i sentrale varmesentraler og distribueres via fjernvarmenett. Sluttbrukerne kan knytte seg til dette nettet og ta ut varme innendørs via vannbårne varmesystemer eller ventilasjonsanlegg. Tilsvarende kan naturgass distribueres via lokale rørrnett, og sluttbrukerne kan bruke gass som en varmekilde distribuert i bygninger via vannbåren varme eller ventilasjon. Gass og fjernvarme kan derfor i utgangspunktet utgjøre et felles produktmarked. Med en slik markedsdefinisjon vil i tillegg alt annet energiforbruk som benyttes til oppvarming inngå i det samme relevante markedet.

Et viktig begrep i den kvantitative analysen er derfor *teknisk potensial*, dvs. hvor stor andel av det totale energiforbruket som faktisk kan substitueres med fornybar varme og naturgass. Definisjonen av det tekniske potensialet tar nettopp utgangspunkt en identifikasjon av anvendelser der gass og varme er substitutter, mot hverandre og mot etablerte energisystemer.

Det foreligger mange ulike produkter på oppvarmingsmarkedet, men en del av alternativene forutsetter spesielle installasjoner hos kunden. Dette kan gi opphav til at å definere all energi til oppvarming blir en for vid markedsavgrensning. Fjernvarme, oljekjeler, gasskjeler, biokjeler, el-kjeler o.l. forutsetter vannbårne varmesystemer.



Brukerne som benytter panelovner til oppvarming, må foreta betydelige investeringer for å kunne benytte fjernvarme og gass i og med at de må installere nye varmesystemer, og er derfor til dels "innelåst". På den annen side vil brukere som allerede har et vannbårent system stå overfor et bredt utvalg alternativer, gitt at de tilbys i det aktuelle geografiske området. Et eksempel er kunder som installerer både oljekjel og elkjel, og som benytter den til enhver tid billigste løsningen. For disse er elektrisitet og olje direkte substituerbare og både naturgass og fjernvarme kan være en alternativ energikilde.

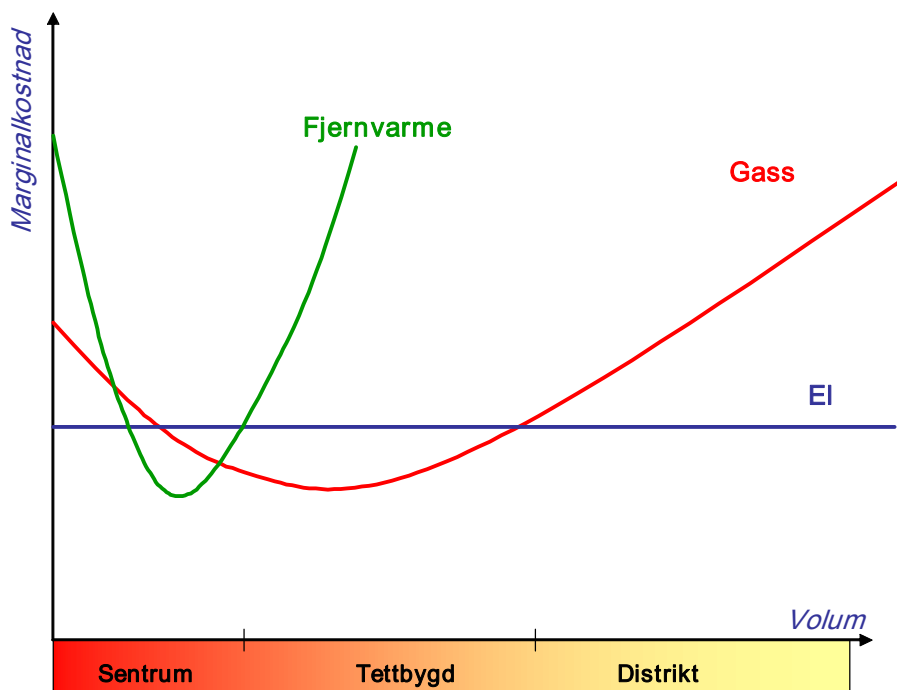
Det er altså ikke uten videre gitt hva som er en korrekt markedsavgrensning. Siden det i tillegg også er et problem at markedsavgrensningen uansett vil gå på tvers av hva som er tilgjengelig av offentlig statistikk vil vi ikke drøfte markedsavgrensningen i ytterligere detalj her, men tar opp tråden igjen i kapittel 4 som beskriver vår operasjonalisering i den kvantitative analysen.

3.2.2 Det geografiske markedet

Det geografiske markedet omfatter det området som de ulike produktene tilbys i, og der konkurranseforholdene er tilstrekkelig likeartede. For fjernvarme og naturgass er det naturlig å la det geografiske området være begrenset til omfanget av distribusjonssystemet, samt eventuelt av konsesjonsforhold eller andre bestemmelser som er styrende for tilgjengelighet av ulike varmforsyningsalternativer. Dette innebærer at det neppe finnes ett nasjonalt fjernvarme- og gassmarked i Norge. Mange steder vil det ikke være regningssvarende å distribuere verken gass eller fjernvarme. Andre steder vil gass og fornybar varme kostnadmessig kunne være konkurransedyktig, men ikke klart billigere enn andre energibærere til oppvarming.

Implikasjonen er at i den videre analysen er vi nødt til å ta hensyn til lokale variasjoner i markedsforholdene. På generelt grunnlag kan vi sannsynligvis uten videre slå fast at det vil være forskjeller i markedsgrunnlaget innenfor kommuner. Uten å foregripe den videre analysen for mye, er det rimelig åpenbart at kostnadene for å etablere et rørbasert distribusjonssystem vil avhenge av varmetetthet, dvs. energiforbruk per kvadratkilometer. Slik sett vil det være innenfor de mest tettbygde delene av en kommune hvor fjernvarme og naturgass er kostnadmessig konkurransedyktig. I den videre analysen har vi derfor behov for å dele kommunene inn i soner (se kapittel 4.3).

3.3 Konkurransesituasjonen for fjernvarme og naturgass



Figur 3.3 Konkurransesituasjonen for ulike løsninger avhengig av varmetetthet

Naturlige monopoler har vi på områder med lave driftskostnader og betydelige faste og driftsavhengige kostnader. Eksempler på slik virksomhet er jernbane og el-distribusjon. Mesteparten av kostnaden ligger her i nettes infrastruktur. Dette er i stor grad også tilfelle for distribusjonssystemer for fjernvarme og naturgass. Som vi har illustrert i Figur 3.3, vil konkurranseforholdene kunne variere avhengig av blant annet varmetetthet og geografisk utstrekning (på figuren representert ved tre ulike soner med forskjellig varmetetthet).

Vi kan ikke på generelt grunnlag konkludere med at fjernvarme eller gass er et naturlig monopol, men vi kan konkludere med at de har egenskaper som tilsier at de i en del tilfeller kan være det. Med dette menes at i praksis vil betingelsene kunne være oppfylt i noen tilfeller og ikke oppfylt i andre. For å gjøre en kvantitativ analyse har vi med andre ord behov for å etablere et modellapparat som gjør oss i stand til å vurdere om:

- **Finnes det spesielle geografiske områder hvor fjernvarme og/eller gass er spesielt konkurransedyktig sammenlignet med andre energibærere i oppvarmingsmarkedet?**

I kapittel 4 skisserer vi et modellkonsept som vi har etablert i forbindelse med denne rapporten. I modellen har vi gjort beregninger av markedspotensialet innenfor ulike soner på kommunenivå i ulike deler av landet og beregnet leveringskostnadene for å tilby fjernvarme og naturgass innenfor disse sonene.



4 Fra teori til operasjonell analyse

4.1 Modellkonsept

Før vi gjør nærmere rede for hvordan vi har kvantifisert det relevante markedet, vil vi skissere de ulike trinnene i den kvantitative analysen

- a. Definere det relevante markedet for fjernvarme og gass i GWh (for hele landet) ut i fra SSBs energistatistikk
- b. Bruke statistikk fra SSB som utgangspunkt for å beregne markedsstørrelsen i norske kommuner fordelt på ulike soner innenfor hver kommune
- c. Definere verdikjeden og beregne leveringskostnadene for fjernvarme og gass innenfor hver enkelt sone
- d. Oppsummere kostnadsberegningene for hver sone innenfor hver kommune for å kartlegge hvor fjernvarme og gass kan leveres til lavere kostnader enn elektrisitet (prioritert overføring). I disse områdene oppsummeres også beregningene mht om det er gass eller fjernvarme som er mest konkurransedyktig forutsatt at hele sonen og hvor robust konklusjonene er mht ulike forutsetninger om markedspenetrasjon

4.2 Det relevante produktmarkedet

I den prinsipielle drøftingen av produktmarkedet (se kapittel 3.2.1) tok vi utgangspunkt i spørsmålet om fornybar varme og naturgass er substituerbart, enten direkte eller potensielt. I utgangspunktet kan en slå fast at substitusjon potensielt er mulig i den grad de to produktene har samme anvendelsesområde. Det mest nærliggende formålet å anslå markedspotensialet for naturgass og fornybar varme (i det videre omtalt som teknisk potensial) er knyttet til energileveranser til oppvarmingsformål.

Vårt anslag for det tekniske potensialet tar utgangspunkt i at fremtidige leveranser av fornybar varme og naturgass må erstatte deler av dagens leveranser av elektrisitet, samt faste og flytende brensler til oppvarming. I anslaget på teknisk potensial er det ikke tatt hensyn til vekst i fremtidig energiforbruk, som følge av befolkningsøkning, nybygging etc.

Det finnes ingen statistikk som direkte viser dagens energileveranser fordelt etter formål. Energistatistikken fra SSB og NVE gir imidlertid indirekte indikasjoner for hva som kan ansees å være det tekniske potensialet.

- For det første skiller SSB mellom energiforbruk til hhv. stasjonære og mobile anvendelser. Fjernvarme vil utelukkende kunne dekke stasjonære anvendelser. Naturgass vil i tillegg kunne benyttes til transportformål, men dette ligger imidlertid utenfor mandatet i denne rapporten. Dermed avgrenser vi det tekniske potensialet til å gjelde stasjonære formål.
- Leveranser av fjernvarme har primært romoppvarming som anvendelsesområde. Vi har anslått størrelsen på dette markedssegmentet ut i

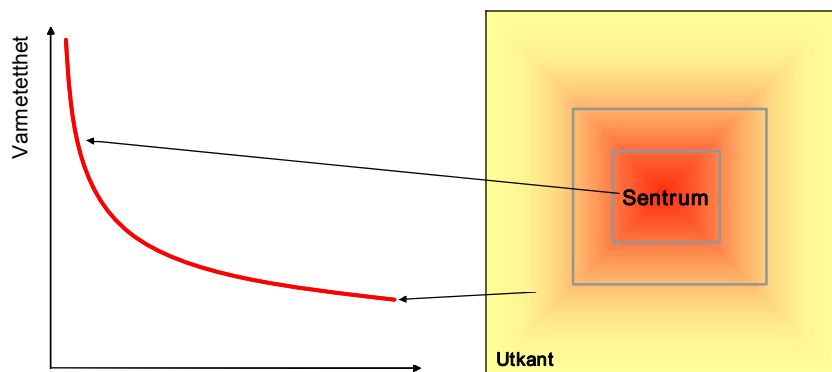


fra opplysninger om energiforbruket utenom elektrisitet innenfor husholdninger og tjenesteytende sektor. For å søke å best mulig anslå forbruk til oppvarming gjennom vannbårne systemer og ventilasjon er faste brenslere ikke inkludert i markedsdefinisjonen.

- I statistikken fra NVE er elektrisitetsforbruket delt inn i prioriterte og uprioriterte leveranser. Uprioritert elektrisitet benyttes vanligvis til oppvarming (elkjeler) hvor brukerne har alternative oppvarmingsmuligheter slik at elforbruket kan kobles helt ut. Dermed vil leveranser av uprioritert elektrisitet kunne ansees som en del av oppvarmingsmarkedet. En betydelig andel av det prioriterte elektrisitetsforbruket går sannsynligvis også til oppvarming. I den grad oppvarmingen skjer via vannbåren varme eller ventilasjon ville det kunne være relevant å inkludere forbruket i det tekniske potensialet. Imidlertid skjer sannsynligvis en betydelig andel av eloppvarming ved hjelp av panelovner, dvs. at brukerne vil måtte påregne vesentlige omstillingskostnader for å kunne nyttegjøre seg naturgass eller fjernvarme. I tillegg kommer det at en vesentlig andel av elforbruket ikke er oppvarmingsrelatert. Av forsiktighetshensyn har vi derfor valgt å ikke anse prioritert elektrisitet som en del av det tekniske potensialet.
- Naturgass vil i tillegg til romoppvarming kunne benyttes til prosessvarme i industri og som primærenergi i varmesentraler tilknyttet fjernvarmenettet. Naturgass som underlag til fjernvarme vil trolig primært være aktuelt som spisslast. Energistatistikken fra SSB inneholder rimelig detaljert informasjon, både om fjernvarmeproduksjon og industriens energiforbruk.
 - I det tekniske potensialet for fjernvarme har vi ekskludert primær innsats av energi til fjernvarmeproduksjon og all energiforbruk i industri.
 - I det tekniske potensialet for naturgass har vi inkludert energiforbruk i industri (unntatt prioritert elektrisitet) samt 25 % av energiforbruket til fjernvarmeleveranser. Statistikken er korrigert for bruk av metallurgisk kull og for bruk av gass i petrokjemiske anlegg, raffinerier og ved landingsanlegg for gass. LPG er inkludert som substituerbart med naturgass.

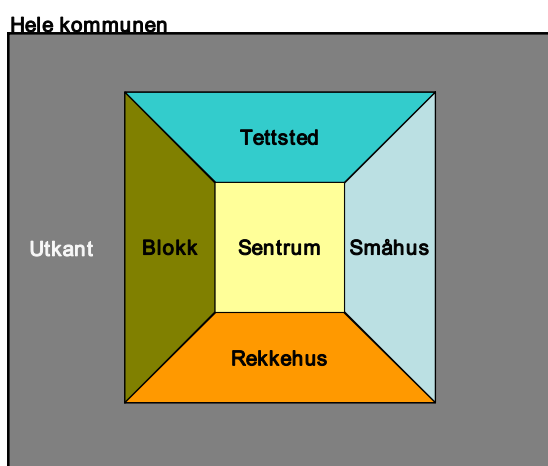
4.3 Det geografiske markedet (soneinndeling)

Som nevnt i kapittel 3.2.2 tror vi at hele kommuner blir en for stor enhet i forhold til å vurdere leveringskostnadene for fjernvarme og gass. Vår hypotese er at det er i områder med størst forbruk per kvadratkilometer (høy varmetetthet) som er mest aktuelle for etablering av rørbasert distribusjon av gass og varme. Figur 4.1 illustrerer hvordan varmetetthet kan forventes å fordele seg i en kommune, avhengig av sone.



Figur 4.1 Illustrasjon av hvordan varmetetthet kan variere i ulike soner

Vi har i denne studien derfor valgt å dele inn kommunene i soner, som antas å ha en relativt likeartet sammensetning av energiforbruket. Videre har vi etablert fordelingsnøkler som bryter energiforbruket på kommunebasis ned på hver enkelt sone.



Figur 4.2 Soneinndeling av kommunene

Valg av soner er i stor grad gitt av den informasjon som foreligger blant annet fra SSB om bebyggelse, sysselsetting og befolkning i ulike soner. Som Figur 4.2 viser, er hver kommune delt inn i 6 soner. I tettstedet er sentrumssonen skilt ut for seg. Resterende forbruk er fordelt på sonene småhus, blokk, rekkehus, samt øvrig tettsted⁵ som utgjøres av det gjenstående volumet. Dette er selvsagt en betydelig forenkling, men vi mener det gir mer informasjon enn om en skulle sett hele tettstedet under ett. I de fleste tettsteder ville da varmetettheten blitt så lav at kollektive distribusjonsløsninger ikke ville bli realisert. En vil da miste områder som er tilstrekkelig tettbygde til å forsvare slike varmeløsninger. Summen av det tekniske

⁵ For enkelthets skyld vil vi i fortsettelsen omtale "Øvrig tettsted" som "Tettsted".

potensialet i alle soner tilsvarer kommunens samlede tekniske potensial, dvs at sonene ikke er overlappende.

SSB publiserer ikke energistatistikk som på et så detaljert nivå som soner. Vi har derfor definert et sett fordelingsnøkler basert på statistikk for bosatte og sysselsatte for å gjøre et grovt anslag for energiforbruket innenfor hver sone (se Figur 4.3).

Sentrum	Tettsted	Blokk	Rekkehus	Småhus	Utkant		
						Fordelingsnøkler	
Husholdninger						Bosatte	
Tjenester							Sysselsatte
				Landbr.		Hele sektoren	
Industri			Industri			Sysselsatte	

Figur 4.3 Fordelingsnøkler for sonene

Figur 4.3 illustrerer at vi har benyttet statistikk for antall bosatte for å fordele energiforbruket i husholdningene. Vi har direkte tall for bosatte i alle sonene, og har valgt å fordele energiforbruket pro rata for hver sone.

For tjenesteyting benytter vi sysselsettingsstatistikk for å fordele energiforbruket. Vi har valgt som konvensjon at hele forbruket er lagt til sentrum og øvrig tettsted, dvs. utenom rene boligstrøk. Vi har videre antatt at forbruket er likt fordelt mellom sentrumssoner og øvrig tettsted.

Hele landbrukssektoren er antatt lokalisert i utkantområdet

For industri har vi også benyttet sysselsettingen som fordelingsnøkkel. Som konvensjon har vi antatt at industrien primært er lokalisert i utkant. I områder hvor vi ser at den samlede industrisysselsettingen er større enn antall ansatte i utkant (fratrasket landbruk), så har vi allokert resten av industriforbruket i tettsted (utenom boligstrøk).

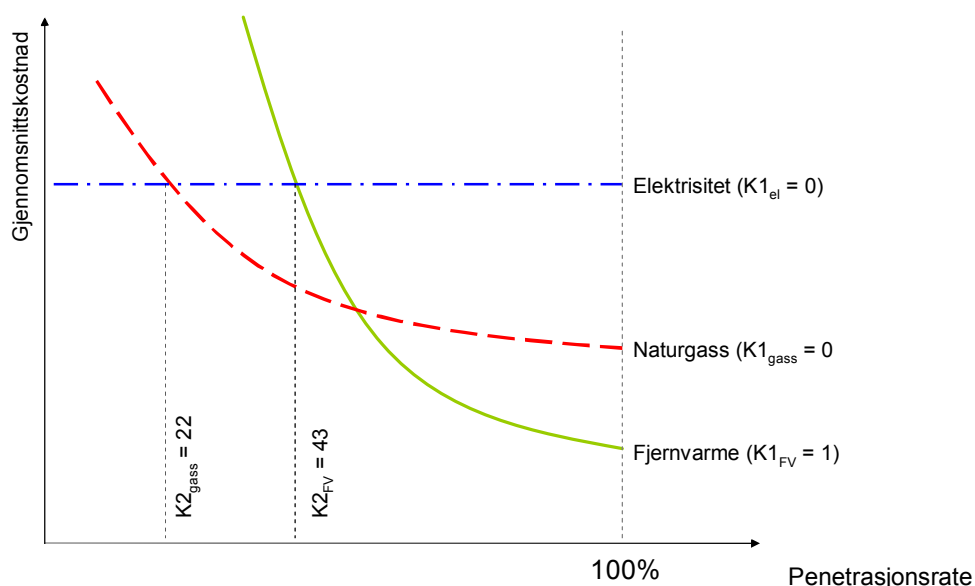
Denne tilnærmingen er naturligvis beheftet med usikkerhet. Det gjelder særlig at det nok ikke er trivielt å anta at energiforbruket per bosatt og per sysselsatt er helt lik mellom ulike soner.

4.4 Kostnadsdrivere og konkurransesituasjon

Etter å ha operasjonalisert det relevante markedet har vi i tillegg behov for å beskrive konkurransesituasjonen med utgangspunkt i leveringskostnadene.

Selv om et anlegg bygges og dimensjoneres for full forsyning av et geografisk område (begrenset av nettets utstrekning) er det ikke gitt at en oppnår full kapasitetsutnyttelse. Dette ivaretas av variabelen *penetrasjonsrate*. Ved en

penetrasjonsrate på 100 % dekker for eksempel fjernvarme hele det tekniske potensialet (varmemarkedet) det er geografisk mulig å nå. En lavere penetrasjonsrate indikerer at en del forbrukere ikke konverterer til fjernvarme. Dette vil selvfølgelig påvirke i hvilken grad fjernvarme (eller gass) faktisk er konkurransedyktig i den studerte sonen (se Figur 4.4).



Figur 4.4 Eksempel på konkurranseforhold

Som Figur 4.4 illustrerer, kan konkurranseforholdet i et marked variere med penetrasjonsraten for de ulike varmeløsningene. I dette eksempelet vil fjernvarme være et naturlig monopol gitt at fjernvarmeleveransen tilsvarer hele varmemarkedet i den geografiske sonen som studeres. Dette tilsvarer en penetrasjonsrate for fjernvarme på 100 %. Det er ikke mulig å definere noen av løsningene som naturlige monopoler som sådan, det er nødvendig å studere hvert enkelt marked (sone) for seg.

For å definere dimensjoneringskriteriet (effekt) for det som anlegget som skal realiseres, benyttes variabelen *dekningsgrad*. Dette er en størrelse som er relatert til det tekniske potensialet i en sone. Begrunnelsen for å gjøre dette, er at det ikke nødvendigvis er realistisk å etablere en infrastruktur som skal dekke hele sonen, og dimensjoneres deretter. Dekningsgraden er derfor et mål på hvor stor geografisk dekning distribusjonssystemet har i sonen. En dekningsgrad på 50 % vil bety at det etableres en infrastruktur i halve sonen som analyseres. Anlegget dimensjoneres for en kapasitet som kan dekke hele potensialet i den delen av sonen der det forutsettes bygging av et distribusjonsnett. Også i et reelt prosjekt vil en utbygger vurdere om det er hensiktsmessig å etablere et anlegg som dekker hele det geografiske området i en sone, eller om det er mer lønnsomt å dekke deler av den.

Som omtalt i kapittel 3.1 oppstår det naturlige monopoler dersom enhetskostnaden er fallende med økende produksjon innenfor hele produksjonsområdet. Dette er tilfelle der det er store faste og driftsuavhengige kostnader og små driftskostnader. I et slikt

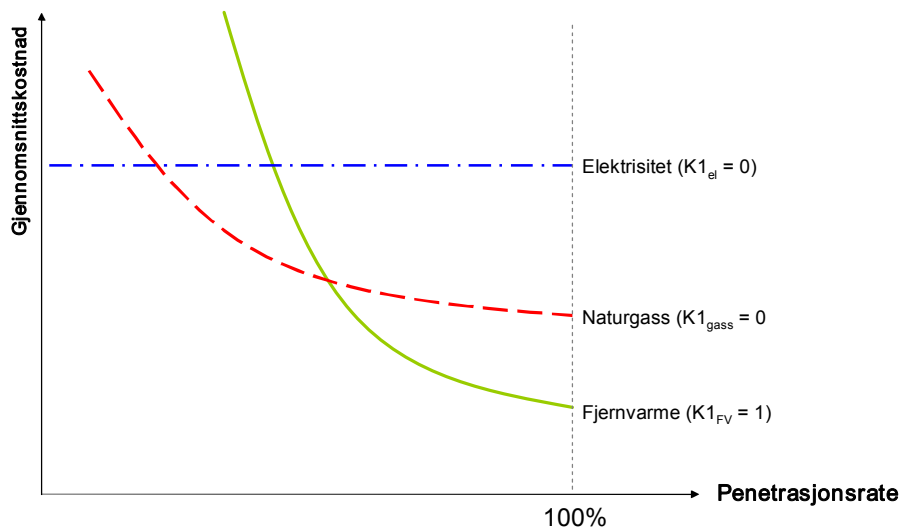
tilfelle vil én bedrift kunne produsere billigere enn to eller flere bedrifter, og regulert konkurranse vil resultere i en monopolsituasjon.

4.5 Konkurransendikatorene

I denne rapporten studerer vi konkurranseflaten mellom fjernvarme og gass ved hjelp av tre konkurranseindikatorer. Disse indikatorene gir et oversiktsbilde både av hvor konkurransedyktig fjernvarme og gass er mot den etablerte infrastrukturen for el, og den innbyrdes konkurranseflaten.

4.5.1 K1 – den mest kostnadseffektive løsningen

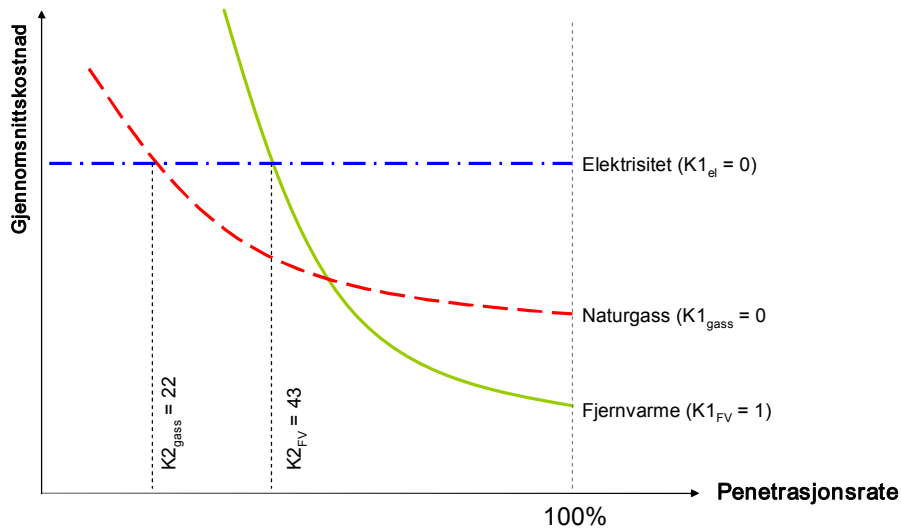
Konkurransendikator 1 identifiserer hvilken energibærer som er den mest kostnadseffektive innenfor en sone i en kommune med 100 % dekningsgrad og 100 % penetrasjonsrate (se kapittel 4.4 for nærmere beskrivelse av disse variablene). For situasjonen om er illustrert i Figur 4.4 vil $K1=1$ for fjernvarme og $K1=0$ for gass. Fjernvarme er i dette eksempelet den billigste løsningen dersom alle kunder hadde valgt dette, det vil si at en hadde fått realisert hele det tekniske potensialet.



⁶ Note: Markedspenetrasjon for varme leses fra venstre mot høyre langs x-aksen, mens penetrasjon for gass er "snudd" og leses fra høyre mot venstre.

4.5.2 K2 – kritisk masse

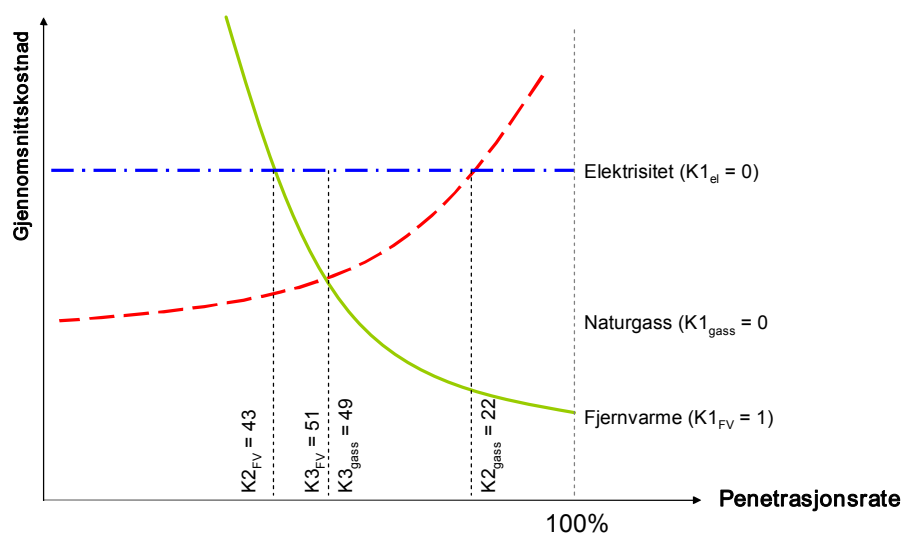
K2 er en indikator som indikerer konkurransen mellom etablerte og nye energisystemer. Tallverdien på indikatoren uttrykker en hvor lav dekningsgrad og penetrasjonsrate fjernvarme/gass "tåler" uten at enhetskostnadene blir høyere enn prisen på elektrisitet. En lav tallverdi på indikatoren (på en skala fra 0-100 %) viser at fjernvarme/gass er kostnadmessig konkurransedyktig selv med lav dekning og penetrasjon (lav kritisk masse).



Figur 4.6 K2 - Kritisk masse

4.5.3 K3 – indikator for konkurranse mellom gass og varme

Ut fra en mulig etablering av både fjernvarme og gassdistribusjon i en sone, er det av interesse å vurdere hva som skjer de konkurrer om de samme kundene. Dette har vi forsøkt å reflektere i indikator K3.



Figur 4.7 K3 - Deling av markedet⁷

I likhet med K2, uttrykker også K3 kritisk masse. I motsetning til K2, som beregner kritisk masse for gass eller fjernvarme mot den etablerte løsningen, så uttrykker K3 for fjernvarme kritisk masse i konkurranse mot *både* gass og den etablerte energibæreren. For å operasjonalisere K3-indikatoren må vi gjøre forutsetninger om markedspenetrasjon for både gass og fjernvarme, dersom begge alternativene etableres. Her er det mange muligheter, men vi har for enkelthets skyld antatt følgende:

- $mp_{gass} = 1 - mp_{fjernvarme}$, der "mp" er markedspenetrasjon
- For fjernvarme beregnes K3 (kritisk masse) som den markedspenetrasjonen som er nødvendig for å være konkurransedyktig mot både det etablerte alternativet og mot gass. I figuren tilsvarer det avstanden fra origo til den stiplede streken.
- For gass beregnes K3 tilsvarende som den markedspenetrasjonen som er nødvendig for å være konkurransedyktig mot fjernvarme og den etablerte løsningen. Siden markedsandelen til gass er antatt å være lik 1-mp for fjernvarme, finner vi K3-verdien regnet fra høyre mot venstre i diagrammet.

Slik kurvene er tegnet, vil $K3_{fjernvarme}$ være lik $K3_{gass}$. Slik vil det imidlertid ikke alltid være. Dersom vi i figuren parallellforskyver den stiplede blå linjen nedover, vil den

⁷ Note: Markedspenetrasjon for varme leses fra venstre mot høyre langs x-aksen, mens penetrasjon for gass er "snudd" og leses fra høyre mot venstre.



kritiske massen mot det etablerte alternativet øke, men så lenge linjen ligger over skjæringspunktet mellom kostnadskurvene for fjernvarme og gass, vil ikke K3 endres. Dersom kostnadene for det etablerte alternativet kommer lavere enn dette skjæringspunktet, vil K3-verdien reduseres for både gass og fjernvarme. Dersom den etablerte løsningen er mest kostnadseffektiv når fjernvarme og gass deler markedet likt, vil K3 og K2 verdien bli like. Med dette menes at fjernvarme og gass primært konkurrer mot den etablerte løsningen, og ikke mot hverandre.

Utgangspunktet for beregningen er dersom både gass og fjernvarme blir tilgjengelig i et område, vil utfallet kunne bli at det alternativet som først realiserer kritisk masse overlever ("Vinneren tar alt"). Det er derfor av interesse å identifisere hvor lav penetrasjonsrate den mest kostnadseffektive teknologien tåler før den andre alternative teknologien blir kostnadmessig konkurransedyktig.

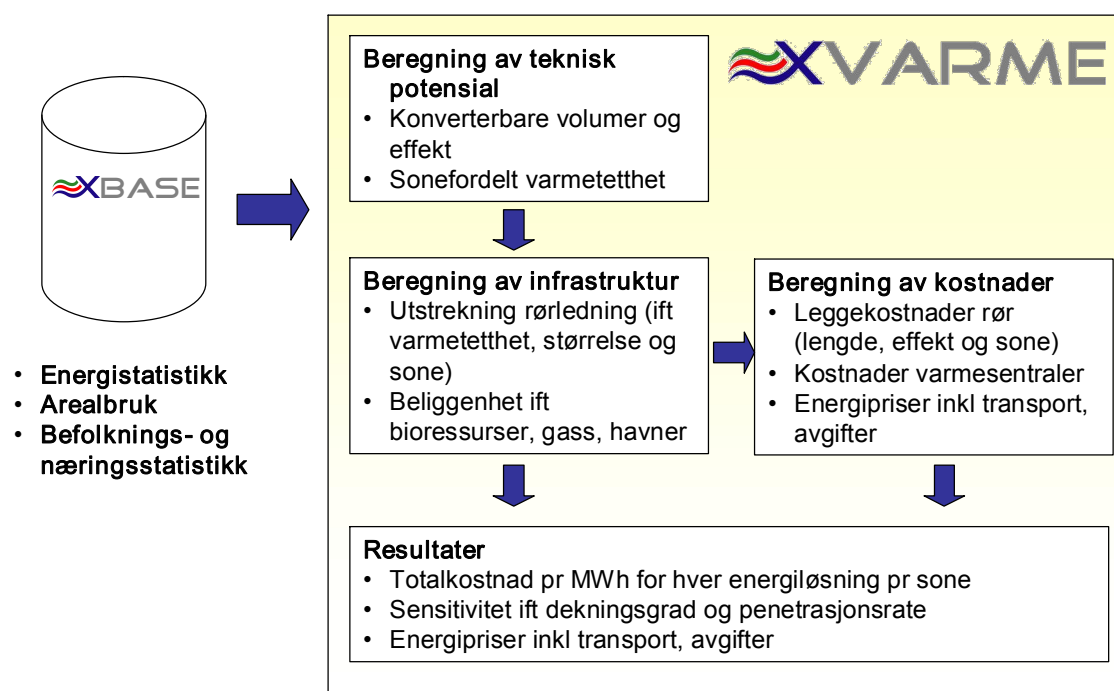
Det kan selvsagt tenkes en rekke utfall i situasjon der fjernvarme og gass konkurrerer om de samme kundene, men vi tror det er av særlig interesse å belyse i hvilken grad det alternativet som har lavest kritisk masse vil ha et fortrinn. I Figur 4.7 kan dette utfallet illustreres med at naturgass etableres selv om fjernvarme ville være billigere ved full markedspenetrasjon. Dersom tilbyderer av gass klarer å realisere en penetrasjon lik K3 først, vil en fjernvarme tilbyder oppleve en større etableringshindring enn med konkurranse kun mot elektrisitet. Dette forsøker vi å fange opp med K3 indikatoren. Dersom K3 indikatoren for fjernvarme er lav, innebærer det at gass har et konkurransefortrinn som følge av lavere kritisk masse enn fjernvarme. Dersom $K3=K2$ innebærer det at høy kritisk masse for naturgass eller varme favoriserer det etablerte alternativet slik at konkurransen mellom gass og varme er begrenset.

5 Modelldesign og datagrunnlag

I dette kapitlet presenterer vi nærmere hvordan vi har designet den kvantitative analysen av konkurranseflaten mellom naturgass og fornybar varme. Utfordringen i analysen er at det er store lokale variasjoner i både markedspotensial og konkurranseflate mellom fornybar varme og naturgass. Modellberegningene har som formål å kvantifisere kostnadsforskjeller mellom ulike energiløsninger på kommunenivå. For å gjennomføre slike beregninger er det påkrevd å gjøre en systematisk tilnærming til beregning av kostnadene. De to viktigste områdene å kvantifisere er i) hvilke volumer det er tale om å forsyne, og ii) hva slags fysisk anlegg som må bygges for å forestå forsyningen, avhengig av teknologivalg.

Analysen er gjort ved hjelp av to moduler i Xrgias modellapparat, X-Base og X-Varme.

- **X-Base** er en database for norsk energiforbruk. Det unike ved basen er den gir en helhetlig beskrivelse av energiforbruket på et detaljert nivå sammen med grunnleggende drivere for energiforbruket, slik som demografi, arealbruk og næringsstruktur.
- **X-Varme** er en modell som kalkulerer leveringskostnader for fornybar varme og naturgass i ulike deler av landet basert på informasjon fra X-Base om lokalt energiforbruk



Avsnittene under beskriver hovedelementene i disse modellene. De sentrale grunnlagsdataene er vist i vedlegg.



5.1 X-Base: Beregning av teknisk potensial

Prinsippet for definisjon av det tekniske potensialet er nærmere forklart i kapittel 4.2. I dette kapitlet viser vi justeringer i tallgrunnlaget for beregningene. Detaljene i tilretteleggingen av statistikken er vist i vedlegget. Grunnlaget for det tekniske potensialet etableres i fire trinn:

- Trinn 1: Etablere en oversikt over alt forbruk av energivarer i en kommune for ett år. Datakildene er energibrukstatistikk fra SSB og elektrisitetsstatistikk som tilrettelegges av NVE
- Trinn 2: Etablere en oversikt over alt stasjonært forbruk av energivarer i en kommune for ett år. Alt mobilt forbruk trekkes dermed ut av tallgrunnlaget
- Trinn 3: Identifisere forbruk av energivarer som kan substitueres med naturgass. Dette omfatter energigruppene uprioritert el, olje, gass (LPG), kull/koks samt 25 % av energiforbruket i fjernvarmeanlegg (spisslast). Det er justert for industrielle prosessvarmeanlegg som kan bruke avfall eller bioressurser for hele volumet. Det er også justert for bruk av metallurgisk kull og gass i raffinier og petrokjemiske anlegg (se under)
- Trinn 4: Identifisere forbruk av energivarer som kan substitueres med fjernvarme. Det er antatt at fjernvarme ikke kan leveres til industri.

I SSBs statistikk inngår også gassforbruk i petrokjemisk industri mv. og kull til metallurgisk bruk som ikke kan substitueres med naturgass. For å korrigere volumtallene for dette, har vi trukket ut forbruket av henholdsvis gass og kull i en del kommuner fra tallgrunnlaget. Disse kommunene er vist i Tabell 5-1.

Tabell 5-1 Industrielt forbruk som er trukket ut av SSBs energistatistikk i tallgrunnlaget

Kommune	Kull/koks (GWh)	Kommune	Gass (GWh)
Moss	63,7	Tonsberg	1 721
Fredrikstad	62,7	Porsgrunn	1 566
Rælingen	51,7	Bamble	3 176
Porsgrunn	817,3	Tysvær	4 857
Bamble	0,1	Karmoy	461
Nome	0,1	Oygarden	128
Arendal	2,3	Lindås	4 815
Årdal	0,1	Årdal	316
Trondheim	39,8	Aure	1 649
Rana	28,4		
Tysfjord	410,9		
Sum	1 477	Sum	18 689



5.2 X-varme: Kostnadsmodellering

X-Varme beregner kostnader for fire ulike infrastrukturer for hver sone⁸. De studerte infrastrukturene er:

- Fjernvarme: Omfatter bygging og drift av varmesentral, rørledningsnett og mottaksanlegg hos kunde. Det regnes kun på biofyrte sentraler
- Gass: Omfatter bygging og drift av mottaksanlegg for LNG og lavtrykks rørledningsnett
- Lokale varmesentraler: Omfatter bygging og drift av lokale biofyrte varmesentraler for enkeltbygg
- El-nett: faktisk nettariff for den aktuelle kommunen for 2004

Kostnadene gjennom verdikjeden kan deles i tre hovedgrupper; i) distribusjonskostnader og lokale produksjonskostnader, ii) energikostnader inkludert foredling og transport, og iii) Konverteringskostnader for kunder. Avsnittene under beskriver disse kostnadene og hvordan de er behandlet i X-Varme.

Kostnadsestimatene regnes uten støtte fra Enova. Resultatene gir dermed også direkte informasjon om hvilke områder støtte er påkrevet for å utløse nye varmeprosjekter, og hvilken størrelsesorden støtten må ha for å kunne være konkurransedyktig.

5.2.1 Distribusjonskostnader og lokale produksjonskostnader

Den lokale utbyggingen består av etablering av distribusjonssystemet (rør) og henholdsvis varmesentral (for fjernvarme) og lager (for gass).

Utbyggingsbeslutningen for lager, rør og varmesentraler gjøres i praksis før investoren vet hva kundegrunnlaget vil bli. Beregningene tar hensyn til avveiningen mellom trinnvis utbygging og utnyttelse av skalafordeler i utbyggingen på følgende måte:

- De bygges anlegg på uavhengig basis for hver sone innenfor kommunen
- Hvis dekningsgraden (andel av sonens areal som bygges ut) er lavere enn 100 %, reduseres utstrekning og dimensjonering av anleggene tilsvarende. Det betyr at det ikke bygges anlegg dersom man ikke forventer å knytte til seg kunder der.
- For den delen av sonen som bygges ut, investeres det i full kapasitet for å forsyne det tekniske potensialet fra første stund. Det betyr bl.a. at når man graver grøfter, legger man rør som skal kunne forsyne hele kundepotensialet, selv om ikke alle potensielle kunder knytter seg til nettet med en gang

⁸ For nærmere beskrivelse av sone-begrepet, se kapittel 4.3



Spesifikke investerings- og driftskostnader er basert på data fra relevante rapporter (se vedlegg).

For fjernvarme og gass er det forutsatt rørbunden distribusjon lokalt. Det betyr at leveransekostnaden er bestemt av hvor mye rør som bygges, hvor de legges og dimensjonen på dem. Estimatenes for dimensjonering og bygging av rørene er basert på en del viktige forutsetninger. Det er forutsatt at lengden på rørsystemet er den samme for fjernvarme og for gass.

Varmetetthet pr sone bestemmer utstrekningen av rørledningsnett. Varmetettheten beregnes som forholdet mellom beregnet teknisk potensial for og sonens areal. Beregning av utstrekningen kan gjøres på flere forskjellige måter. Det mest realistiske vil selvsagt være å forholde seg til faktiske traséer og oppmåling i kart. På grunn av det store antallet aktuelle kommuner og tilhørende soner er dette imidlertid ikke mulig å gjøre innenfor dette prosjektet. Det er derfor benyttet erfaringstall som knytter linjelengde til varmetetthet for å beregne rørtraséenes lengde.

Sammenhengen mellom størrelse på nettet, energitetthet og type sone er basert på svenske og norske erfaringstall⁹. Datagrunnlaget som er benyttet i X-Varme er vist i Tabell 5-2.

Tabell 5-2 Nøkkeltall for energi pr km rør pr sone

Sone	GWh/km rør
Sentrum	7,0
Tettsted	4,0
Utkant	0,1
Rekkehus	1,0
Småhus	1,0
Blokk	2,0

For gass er utkantsonen spesielt behandlet hva rørlengder angår. Årsaken til dette er at en del kommuner har store industripunkter beliggende i utkantsonen. I beregningene er det aktuelle volumet i utkantsonen kun knyttet til industriforbruk, og det er forutsatt at dette volumet forsynes med bil, og ikke med rør. Rørlengden i utkantsone for gass er derfor satt lik null, og distribusjonstariffen dekker lagertank og kundespesifikt anlegg.

Effekt pr sone er beregnet på grunnlag av energibruk pr sektor (husholdning, tjenesteyting, fjernvarme, industri m.v.) og pr sone, med tilhørende estimer på brukstid for hver sektor. Brukstidene er satt skjematisk, og lik for alle kommuner for hver sektor. De brukstidene som er brukt i beregningene er vist i Tabell 5-3.

⁹ Se Sven Werner: Fjärrvärme: Teori, teknik och funktion



Tabell 5-3 Brukstid pr sone¹⁰

Brukstid (timer/år)	Fjernvarme	Gass
Fjernvarme	1000	1000
Husholdninger	1500	1500
Industri	5000	7000
Offentlig tjenesteyting	1500	1500
Primærnærings	3000	3000
Privat tjenesteyting	1500	1500

Dimensjonerende effekt er gitt ved maksimal effekt (sum av effektbehov) dividert med en samtidighetsfaktor og justert for at ikke hele rørnettet bygges med samme kapasitet, se Tabell 5-4.

Tabell 5-4 Samtidighetsfaktorer

	Verdi
Samtidighetsfaktor gass	0,67
Samtidighetsfaktor FV	0,80
Rørdimensjonering	0,25

Eksempelvis vil rørdimensjoneringen for fjernvarme i en sone være gitt ved maksimal beregnet effekt, multiplisert med samtidighetsfaktoren, og multiplisert med rørdimensjoneringsfaktoren.

Tabell 5.5 Leggekostnader for fjernvarme- og gassrør som funksjon av dimensjonerende effekt og leggefaktor (kr/m)

MW	Fjernvarmerør			Gassrør 4 bar	
	Bygater	Lett terreng	Påslag sentrum	Bygater	Lett terreng
0,42	3 129	2100	49 %		
0,64	3 505	2368	48 %		
1,2	3 679	2520	46 %		
2,3	4 156	2990	39 %		
3,7	4 629	3330	39 %		
7,6	5 206	3800	37 %	1700	1300
13	6 679	4875	37 %	1900	1600
21	7 140	5250	36 %	1900	1600
50	7 140	5250	36 %	2200	1800
68				2500	2000
106				2900	2000
200				2900	2000

Dimensjonerende effekt danner grunnlaget for valg av størrelsen på fjernvarmesentraler, for tankanlegg for LNG, og for dimensjoner for fjernvarme- og

¹⁰ Xrgias forutsetninger

gassrør. Det er lagt til grunn at LNG-tanker skal dekke behovet for 4 døgnns forbruk ved full dimensjonerende effekt.

Tabell 5-6 Investeringskostnader fjernvarmesentraler (flis)

	CAPEX (kr/kW)
anlegg < 500 kW	4000
500 kW < anlegg < 1 MW	3250
1 MW < anlegg < 3 MW	3500
5 MW < anlegg < 15 MW	2250
15 MW < anlegg < 30 MW	1750

Varmesentraler for fjernvarmeanlegg og lokale varmesentraler dimensjoneres forskjellig i forhold til underliggende behov. Ved dimensjonering av varmesentraler for fjernvarmeanlegg tas det hensyn til samtidighetsfaktoren. For lokale varmesentraler er det maksimal forventet effekt som er dimensjonerende, siden hvert enkelt anlegg vil måtte dekke den enkelte brukers maksimaleffekt. I tillegg tas det hensyn til forskjeller i virkningsgrad, inkludert tap i fjernvarmenettet. Investeringskostnader pr kW for fjernvarmesentraler synker med økende størrelse, se Tabell 5-6, mens det er forutsatt at lokale varmesentraler koster 3250 kr/kW for alle installasjoner. Det er forutsatt at fjernvarmesentraler fyres med flis uansett størrelse, mens lokale varmesentraler fyres med pellets. I praksis vil dette kunne variere for fjernvarmesentraler, særlig for mindre anlegg der fyring kan skje med tørket flis, briketter eller pellets. Dette innebærer at fyringskostnadene i enkelte mindre fjernvarmeanlegg kan være undervurdert i beregningene.

Netto virkningsgrad for fjernvarmesentraler (inkludert tap i nettet) er satt lik 75 %, mens virkningsgraden for lokale varmesentraler er satt lik 85 %. Driftskostnader (utenom energikostnader) er satt lik 8,5 % av investeringen for varmesentraler for fjernvarmeanlegg, og 10 % av investering for lokale varmesentraler.

For gass er det regnet kostnader for lager med 0,038 kr/m³ LNG¹¹. Dette er et tall som er representativt for forholdsvis små anlegg, dvs opp til ca 500 m³ LNG. Driftskostnadene for lageranlegg er satt lik 4 % av investeringskostnaden. Minimumsinvesteringen i et mottaksanlegg er satt lik 5 millioner kroner.

For både fjernvarme og gass er det regnet med kundetilknytningskostnader lik 250 kr/kW.

5.2.2 Energifkostnader

Brenselkostnadene består av engrospris for energien, særavgifter, foredlingskostnader, langtransport og lokal transport. Selve brenselkostnaden er basert på tilgjengelige markedsdata. Datagrunnlaget som er benyttet i X-Varme er vist i Tabell 5-7.

¹¹ Se Marintek-rapporten "Framtidsbilde for norsk naturgassdistribusjon, 2015-2025"



Tabell 5-7 Energipriser, avgifter og transportkostnader

kr/MWh	Engrospris	Avgift	Foredling	Lang-transport	Lokal transport	Sum
Gass	250	50	50	40	40	430
Uforedlet biobrensel (flis)	90		35	40	16	181
Foredlet biobrensel	100		115	30	20	265
Referansepris EI	350	100				450

Engrosprisnivåene er satt med følgende referanser:

- Gasspris levert tørrgasssystemet november 2007, og med ugunstig leveranseprofil (mye vintergass og lite sommergass) med antatt påslag på ca 20 % over vanlig gasspris. For industrileveranser med flat bruksprofil gjennom året (dvs industrileveranser) vil prisen være lavere enn for leveranser med store sesongvariasjoner. Markedsprisen på gass har sunket igjen etter november som følge av lavere oljepris.
- Biobrenselpris er referert til rapporten "Bioenergy logistics chain costs structure and development potential" utført for Enova
- Kraftprisen er referert NordPool terminpris 2007-2011.

I X-Varme er kommunene kategorisert etter beliggenhet i forhold til havner, lokalisering nær ilandføringsanlegg for gass, og nærhet til bioressurser. Kommuner som har egen kommersiell havn, antas å kunne ta LNG rett fra skip, mens kommuner som ligger ved ilandføringsanlegg for gass antas å kunne ta tørrgass direkte fra et eksisterende rørsystem. Kommuner som ligger nær avvirkningsområder for biobrensel, antas å ha mindre transportbehov for biobrensel. Grunnlaget for kategorisering av kommunene er informasjon om havner fra Kystdirektoratet, og offentlig statistikk om avvirkning av bioressurser.

For *gass* skiller det på både foredlings-, transport- og lagerkostnad avhengig av kommunenes beliggenhet. Kommuner som ligger nær et eksisterende eller besluttet ilandføringsanlegg for gass, kan ta tørrgass rett fra røret og belastes verken med foredlingskostnad (LNG-produksjon), langtransport (skip) eller lokaltransport (bil). Kommuner som har egen kommersiell havn belastes med LNG-produksjon, skipstransport og lagertanker, men ikke biltransport. Øvrige kommuner belastes med dobbelt lagerkapasitet (både ved landingssted for skipet og i egen kommune) samt for biltransport fra havn til egen kommune. Avgiften for gass er satt lik den vedtatte avgiften for 2007. Avgiften er antatt å gjelde all gassbruk utenom industri. Leveranser til industri belastes ikke med lokal transport, dvs betaler ikke for rørdistribusjon. Begrunnelse for dette er at industriforbruk ofte vil være så stort at de vil ha eget mottaksanlegg som forsynes direkte.

For *bioenergi* skiller det på kostnader for uforedlet og foredlet brensel (flis og pellets). I beregningene benyttes flis i alle fjernvarmesentraler, mens det benyttes pellets i lokale varmesentraler. Forskjellen i foredlingskostnad er knyttet til komprimering og pakking. Det er også gjort forskjell i transportkostnader avhengig av kommunenes beliggenhet. Kommuner som ligger nær avvirkningsområdene for bioressurser



belastes kun med lokaltransport (inntil 50 km) mens leveranser til øvrige kommuner også belastes med langtransport.

Lokale varmesentraler får levert pellets direkte til anlegget, og bærer dermed alltid fulle transportkostnader. Dimensjoneringen av anlegget er knyttet til maksimal effekt uten korreksjon for samtidighetsfaktor, siden det ikke er samkjøringsmuligheter mellom de ulike varmesentralene.

E/er kostnadssatt til forventet kraftpris¹² pluss faktisk gjennomsnittlig nettariff i 2004 for hver kommune. Det er ikke tatt hensyn til tariffstruktur, dvs størrelsen på fastleddet og dermed den faktiske alternativkostnaden kunden vil se ved å skifte fra el til alternativ forsyning. Det er ikke tatt hensyn til spesialordninger for mva og forbruksavgift for husholdninger i enkelte kommuner i Nord-Norge, eller støtteordningen for nettariffen som gjelder i de områdene som har høyest nettariff.

5.2.3 Konverteringskostnader for kunder

Konvertering fra direkte bruk av elektrisitet (panelovner og/eller elektriske varmekabler) er kostbart da det krever en del inngrep i bygget. Dette vil i hovedsak kun være aktuelt ved omfattende rehabilitering. Vi har i dette prosjektet valgt å se bort fra denne type forbrukere.

For kunder som allerede har et vannbårent varmeanlegg (radiator og/eller ventilasjon), vil kostnaden for omlegging til fjernvarme være avhengig av avtale med fjernvarmeleverandør. Det er relativt utbredt at fjernvarmeleverandører tilbyr å betale rørføring for fjernvarme frem til innside vegg, mens kunden betaler rørføring frem til egen varmesentral. Fjernvarmeleverandør investerer og drifter gjerne varmeveksleren. Kunden må bekoste evt. fjerning av eksisterende kjeler dersom det er nødvendig for å få plassert varmeveksler. Kunden får en gevinst at det frigjøres plass i varmesentralen. Dersom fjernvarme leveres med annen temperatur enn kunden tidligere har benyttet i sitt lokale sentralvarmeanlegg, kan det påløpe kostnader for ny innregulering samt eventuell investering i nytt utstyr for å tilpasse seg dette. Fjernvarmeleverandør eier måler- og reguleringsutrustning.

For konvertering fra el- eller oljekjel til gasskjel vil det for eldre kjeler kunne være nødvendig å installere en ny gassfyrt kjel, mens det for andre kun er nødvendig å skifte brenner. For rørføring er det forutsatt samme forhold som for fjernvarme. For drift av sentralvarmeanlegget vil det være mindre krevende å bytte til gass enn til fjernvarme, da kunden selv kontrollerer temperaturforhold ut fra kjelen.

Det vil, ut fra betraktningene over, være visse barrierer/innelåsingeffekter som til en viss grad hindrer at vannbåren varme basert på el eller olje er direkte substituerbart med fjernvarme eller gass. På den annen side har kunden en del driftsfordeler ved en substitusjon. Dette er knyttet til betydelig reduserte kostnader for drift og vedlikehold av varmesentralen, samt plassbesparelse, ved overgang til fjernvarme, samt økt effektivitet og lavere vedlikeholdskostnader ved overgang fra olje til gass. Vi mener det er rimelig å anta at fordelene ved en substitusjon omtrent oppveier ulempene, og at de derfor fremstår som substitutter for kunden.

¹² Engrospris, Nord Pool november 2006



I resultatene fra X-Varme er det ikke tatt hensyn til konverteringskostnader hos kunder. Med det etablerte analysegrunnlaget (teknisk potensial) er dette ingen vesentlig feilkilde, siden de kundegruppene som omfattes typisk allerede har vannbårent system og har lave konverteringskostnader.

5.3 Oppsummering – hva tas hensyn til i beregningene?

Metodikken som er beskrevet over gir grunnlag for sammenligninger mellom samtlige kommuner på en oversiktlig og enkel måte. X-Varme fanger opp en rekke lokale forhold som har betydning for hvilken energiløsning som er mest kostnadseffektiv, og gir dermed et godt grunnlag for sammenligninger og analyser av konkurranseflaten mellom dem. Blant annet blir kvantifisering av stordriftsfordeler godt ivaretatt.

Det er imidlertid viktig å være klar over noen av de *begrensningene* som ligger i beregningsmåten.

- Det tekniske potensialet tar ikke inn over seg nybygging og vekst i energiforbruket. Dette vil være klart beslutningsrelevant, og, avhengig av hva slags utbygging det er tale om, kan påvirke vurderingen av konkurranseflaten mellom fjernvarme og gass. I en videreutviklet versjon av X-Base vil det også være mulig å knytte befolkningsfremskrivninger til energiforbruket, og simulere betydningen av dette. Bl.a. vil allokering av veksten (til sone) være meget viktig for resultatet, noe som innebærer at det er behov for dypere studier av sammenhengen mellom flytting mellom ulike kommuner, grad av sentralisering innad i kommunene og utviklingen av næringsliv lokalt.
- For gass, fjernvarme og lokale varmesentraler er kostnaden som beregnes en full gjennomsnittskostnad basert på nyinvesteringer. For el er det ikke åpenbart at gjennomsnittskostnaden for nye anlegg er reflektert i gjennomsnittlig nettariff, som benyttes i beregningene. Delvis er denne tariffen satt på grunnlag av historiske kostnader, og den omfatter også kostnader i overliggende nett som ikke nødvendigvis har investeringsbehov som følge av lokale lastøkninger. Sammenligningen med el-kostnaden fanger imidlertid opp de til dels store lokale og regionale forskjellene i nettariffer som finnes, og er dermed likevel et fornuftig mål for å illustrere geografiske variasjoner i å bygge nye nettanlegg.
- Konkurransesituasjonen for konverterbare volumer vil i praksis avhenge av kundenes alternativkostnad. For varmekunder som i dag bruker elkjeler forsynt med uprioritert el¹³, vil prisen for prioritert el (som vi bruker som benchmark i analysene) være høyere enn alternativkostnaden. Det betyr at for en kortsiktig beslutning, vil el kunne være mer konkurransedyktig enn det som fremkommer i modellresultatene. For kunder som bruker fyringsolje, vil fyringsoljeprisen være den korrekte alternativkostnaden. Mange under vil ha både olje- og elkjeler, og vil velge den til enhver tid billigste energibæreren, slik at både uprioritert el og fyringsolje er relevant alternativkostnad for den samme kunden..

¹³ Nettariff for uprioritert el er normalt satt lik de variable kostnadene, dvs tap i nettet. Vilkåret er at leveransen kan kuttes på kort varsel fra nettselskapets side, og at leveransen ikke skal virke dimensjonerende efor nettet – dvs ikke skal medføre investeringsbehov. Energikostnaden er den samme for prioriterte og uprioriterte leveranser.



Når vi likevel benytter prioritert el som referansepris i X-Varme, har det to begrunnelser. Prinsipielt mener vi at det er full gjennomsnittskostnad som best reflekterer den samfunnsøkonomiske avveiningen mellom ulike infrastrukturløsninger. Konkurransemessig og bedriftsøkonomisk vil aktørene kunne levere marginalprodukter (som uprioritert el) og gi rabatter (fyringsolje) for å beskytte sin posisjon. Nettselskapet kan også tilpasse sin tariffstruktur med høye fastledd for å beskytte sin posisjon for prioriterte elleveranser. Dette er tilpasninger som vi ikke tar mål av å ivareta her.

Modelleringen i X-Varme reflekterer dermed best hva potensialet minst vil være på noe sikt, dvs innenfor en horisont der for eksempel kundene likevel må foreta reinvesteringer i kjeler mv, eller nettselskapet må oppdimensjonere kapasiteten i nettet pga økt forbruk. På helt kort sikt vil det uansett ikke være mulig for ny infrastruktur å konkurrere med marginalkostnad.

- For industrikunder som i dag bruker olje vil konkurransesituasjonen være forskjellig fra varmekundene, både fordi de kan oppnå volumrabatter på oljeproduktene, og fordi de til dels har et annet avgiftsregime. Og vil a gunstigere brukstid i forhold til gass som kan gi lavere gasspris. De referanseprisene som er benyttet i X-Varme, er derfor i begrenset grad representative for konkurranseflaten for industri. I forhold til vurderingen av konkurranseflate mellom fjernvarme og gass, har dette liten betydning. Realismen i de store industrivolumene må vurderes individuelt. Eksistensen av industrileveranser vil kunne bidra til å utløse gassleveranser også til varme, fordi det muliggjør skipning av gass til et område. Det er imidlertid neppe realistisk at leveranser til industri vil avlaste de lokale infrastrukturkostnadene (lager og rør) for varmekunder.
- Tilknytningsplikten for fjernvarme gjelder bare for nybygg (og omfattende rehabiliteringer), og også her kan det finnes lokale forskjeller avhengig av hvilke krav kommunene har satt for tilknytningsplikten.



6 Resultater – landsoversikt

I dette kapitlet presenteres hovedtrekk i beregningsresultatene fra X-Base og X-Varme. Formålet er å illustrere noen hovedkonklusjoner mht konkurranseflaten mellom de etablerte energisystemene på den ene siden og fornybar varme og naturgass på den andre, samt mellom varme og gass.

Våre hovedkonklusjoner er:

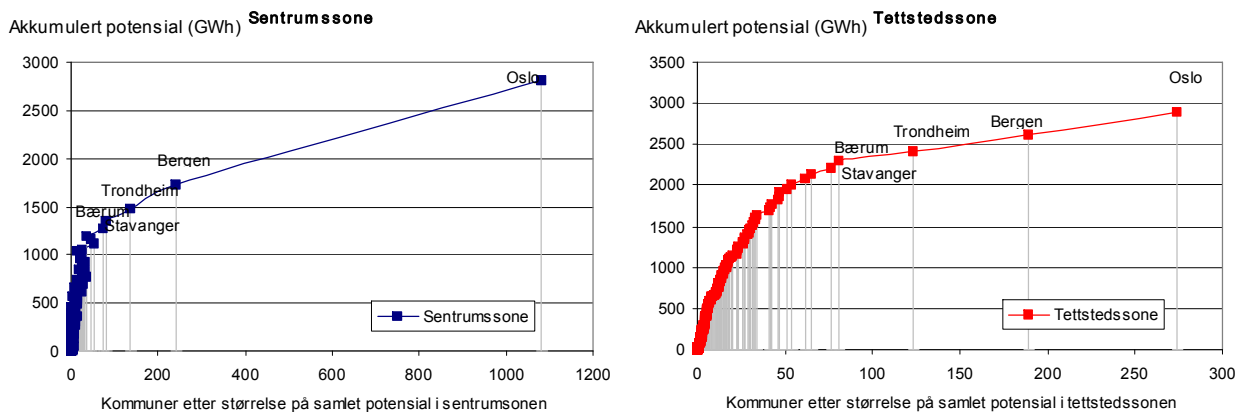
- Betydelig potensial for omstilling. Totalt markedspotensial tilsvarer ca 7 TWh og for å realisere dette er de totale investeringene beregnet til 8,7 mrd NOK.
- Gass og fjernvarme er komplementære sett fra et planleggingssynspunkt. Fjernvarme er primært aktuelt i sentrumssoner mens naturgass har et fortrinn for leveranser til tjenesteyting i tettsted og til husholdninger i større byer. Industrileveranser bidrar til å realisere kritisk masse for naturgass noen steder.
- En klar konkurranseflate mellom gass og fjernvarme i sentrumssoner. I et uregulert marked vil varme og gass konkurrere om leveranser til oppvarming av bygninger og tappevann. Kritisk masse er sannsynligvis en avgjørende etableringshindring og hindringen er sannsynligvis størst og for fjernvarme. I noen større kommuner vil tidlig etablering av et naturgasstilbud utgjøre en særlig trussel mot utbygging fjernvarme.

6.1 Teknisk potensial

Det samlede tekniske potensialet for fjernvarme og lokale varmesentraler fra konverterbart volum er ca 11 TWh for alle kommuner samlet sett. For gass er det tekniske potensialet ca 20 TWh. Begge forutsetter dekningsgrad og penetrasjonsrater lik 100 %, og volumene er ikke vurdert med hensyn til lønnsomhet. Det betyr at det faktisk realiserbare potensialet vil være lavere, noe vi drøfter senere i rapporten.

Differansen mellom potensialet for gass og fjernvarme er knyttet til industrielt bruk, samt til bruk som spisslast i eksisterende fjernvarmesentraler.

For fjernvarme er det potensialet i sentrums- og tettstedssonene som er økonomisk sett mest interessant. Samlet fjernvarme potensial i disse sonene er ca 5,7 TWh, hvorav ca 2,4 TWh ligger i de fire største byene og i Bærum (herav 1,1 TWh i Oslo). Potensialet i tettsted er samlet sett noe større enn i sentrum, se Figur 6.1.

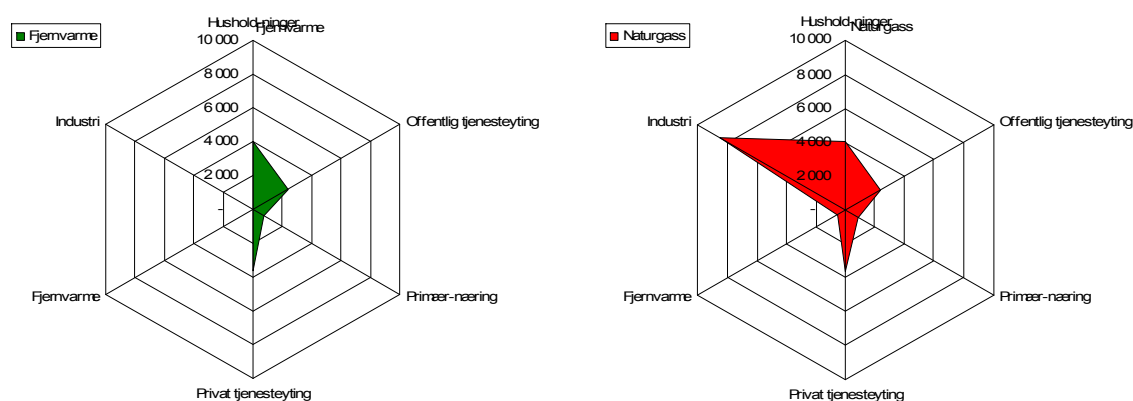


Figur 6.1 Samlet teknisk potensial for fjernvarme i sentrums- og tettstedssonene

Hvis vi ser bort fra disse fem kommunene, er det ingen kommuner som har samlet teknisk potensial for konverterbart volum som er høyere enn 100 GWh. Det er 45 kommuner som har konverterbart potensial på over 20 GWh. Samlet potensial i disse kommunene er ca 2 TWh. Dette betyr at for å realisere 4,3 TWh ny fjernvarme utenom Oslo, må det bygges eller utvides nærmere 50 fjernvarmeanlegg.

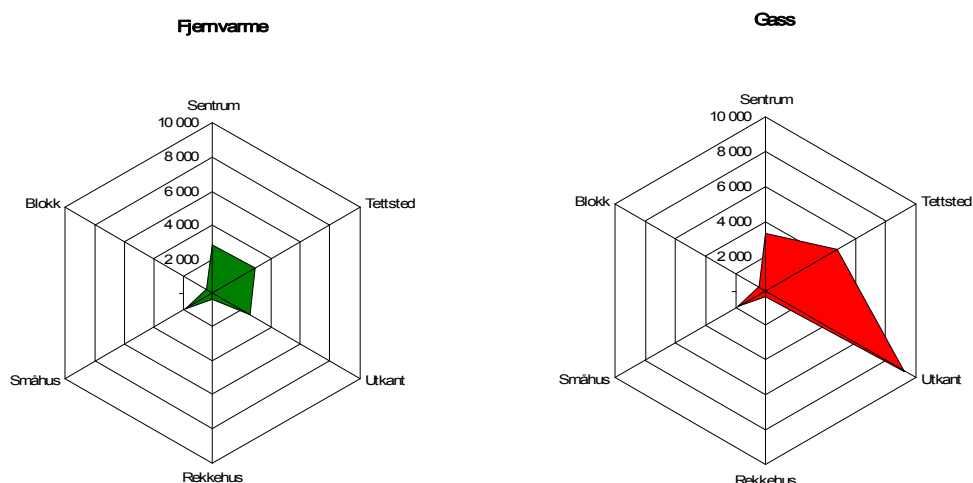
I forhold til vurderingen av konkurransesituasjonen mellom gass og fjernvarme er det interessant å merke seg at fjernvarme allerede er etablert på de stedene som har størst potensial, dvs Oslo, Trondheim, Bergen og Bærum. Stavanger har også et stort potensial for konvertering, men har allerede et omfattende gassdistribusjonsnett etablert.

For sektorene husholdninger, privat og offentlig tjenesteyting og primærnæring er det tekniske potensialet forutsatt å være like stort for fjernvarme og gass i alle kommuner. Tillegget i potensial for gass er knyttet til industri og spisslast i fjernvarme, til sammen ca 10 TWh. Fordelingen mellom ulike sektorer er vist i Figur 6.2.



Figur 6.2 Fordeling av teknisk potensial pr sektor (GWh, ved 100 % dekning)¹⁴

Fordelingen mellom ulike soner viser at potensialet for gassleveranser i stor grad er industrien i stor grad er lokalisert i utkantsonen. I de sonene der fjernvarme er mest aktuelt (sentrum og tettsted), er det liten forskjell på samlet potensial for fjernvarme og gass. I boligsonene er volumene identiske (se Figur 6.3).

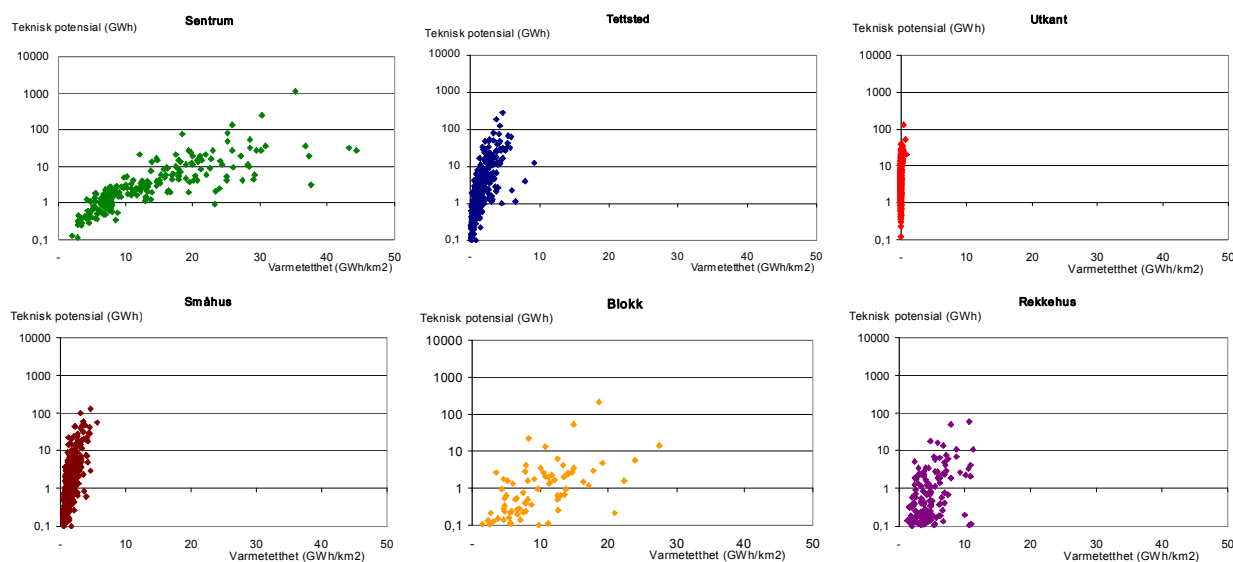


Figur 6.3 Fordeling av samlet teknisk potensial for alle kommuner pr sone (GWh)

¹⁴ Som figuren viser, er potensialet for naturgass og fjernvarme sammenfallende for alle andre sektorer enn industri og eksisterende fjernvarme (der gass kan komme inn som spisslast).

Lokaliseringen av det industrielle forbruket har direkte betydning for den overordnede vurderingen av konkurranseflaten mellom fjernvarme og gass. Fjernvarmeutbygging kan vi uten videre slå fast at ikke er aktuelt i utkantsoner, siden varmetettheten er lav og ikke kan forsvare oppbygging av rørbunden infrastruktur. Innenfor de øvrige sonene med tettere bebyggelse er det stor grad av overlapp mellom teknisk potensial for gass og fjernvarme – om lag 80 % av potensialet er overlappende. Som diskutert i kapittel 4, kan man godt tenke seg at både gass og fjernvarme er konkurransedyktig mot etablerte løsninger innenfor den samme sonen, men at deling av markedet kan føre til høyere infrastrukturkostnader samlet sett. Dette betyr at det generelle bildet tilsier i utgangspunktet at det vil være en konkurranseflate mellom fjernvarme og gass innenfor hver sone. Dette blir nærmere analysert under.

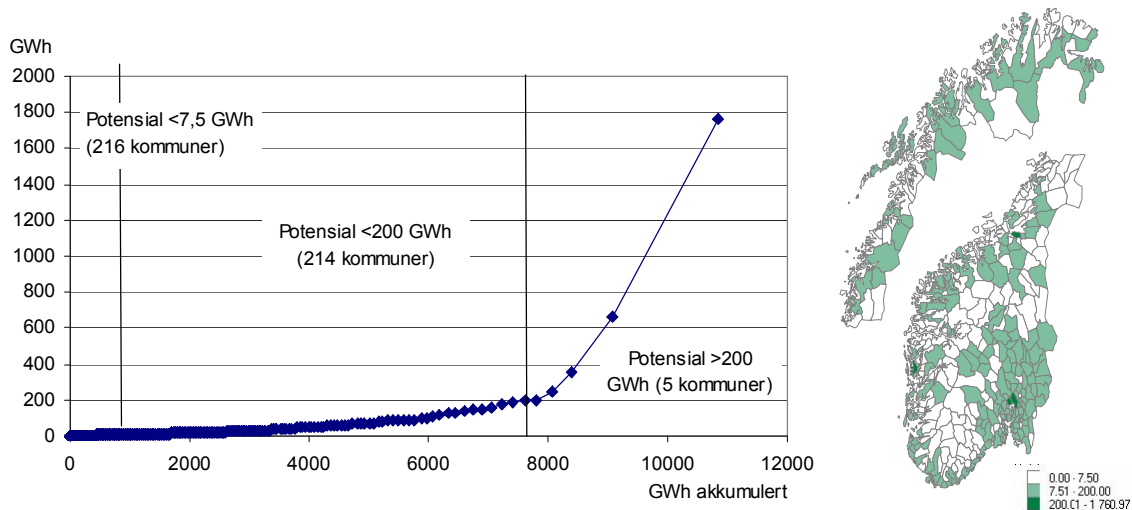
For fjernvarme er varmetetthet en vesentlig verdidriver. Lav varmetetthet gjør at infrastrukturkostnadene for rørledningsnett blir prohibitivt høye pr levert energienhet. Det er derfor interessant å danne seg et bilde av hvordan varmetettheten varierer mellom de enkelte sonene. Dette er vist for fire av sonene i Figur 6.4.



Figur 6.4 Varmetetthet pr sone, plott for alle kommuner (logaritmisk skala)

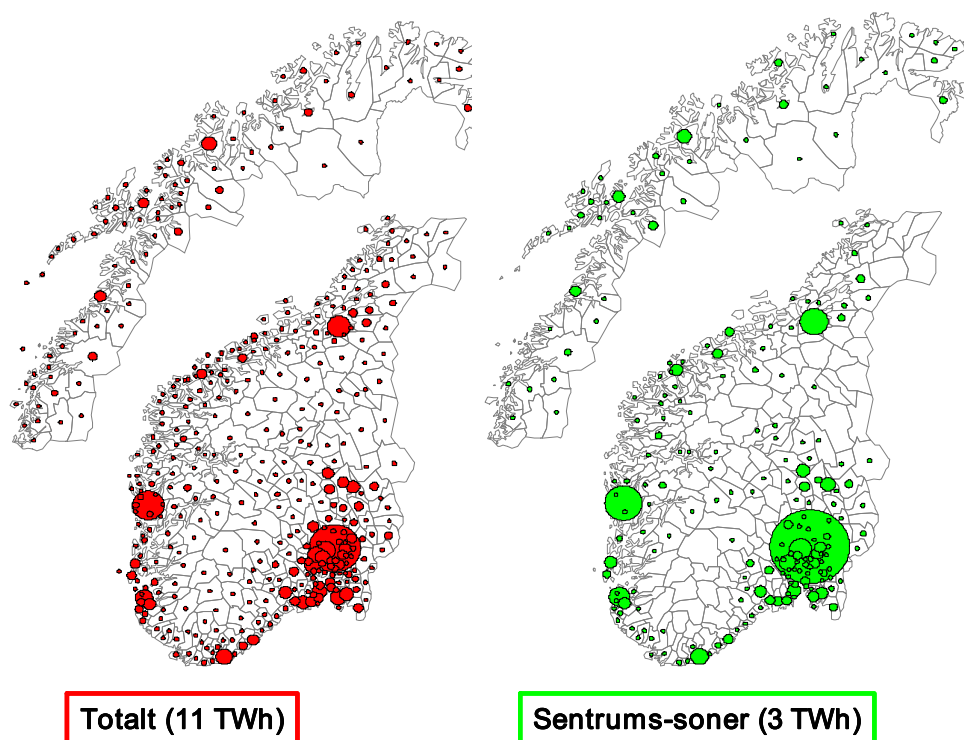
Det fremgår med all tydelighet at sentrumssonen har høyest varmetetthet, mens det også er en del kommuner som har høy varmetetthet i blokksonen. I tettstedssonen er det ingen kommuner som har varmetetthet over 10 GWh/km². Utkantsonen har, som man må forvente, meget lav varmetetthet. Sonene med småhus og rekkehus har også lav varmetetthet.

Forskjellen mellom kommunene er stor både mht samlet potensial og fordeling mellom rent varmepotensial og potensial for industriell bruk. Figur 6.5 viser teknisk potensial for fjernvarme pr kommune, sortert i stigende rekkefølge, med angivelse i kartet av hvilke kommuner som ligger i hver sektor.



Figur 6.5 Teknisk potensial for fjernvarme pr kommune, sortert etter stigende potensial

For nesten 50 % av kommunene er potensialet lavere enn 7,5 GWh (ca 5 MW), i ca 49 % av kommunene er potensialet mellom 7,5-200 GWh, og bare 1 % av kommunene (5 stk) har et teknisk potensial på over 200 GWh. For kommuner med teknisk potensial under 7,5 GWh er det erfaringsmessig neppe aktuelt å bygge fjernvarmeanlegg. De fire største bykommunene samt Bærum har et teknisk potensial som overstiger 200 GWh. Figuren under viser hvor i landet det tekniske potensialet er lokalisert, totalt sett og for sentrumssonene spesielt.



Figur 6.6 Teknisk potensial (TWh)

Det er betydelige variasjoner i hvor mye det tekniske potensialet for varme/gass utgjør av det samlede energiforbruket på kommunebasis. En viktig årsak til dette er at det er betydelige variasjoner skyldes forskjeller i hva slags oppvarmingsutstyr som benyttes.

6.2 Konkurransflate

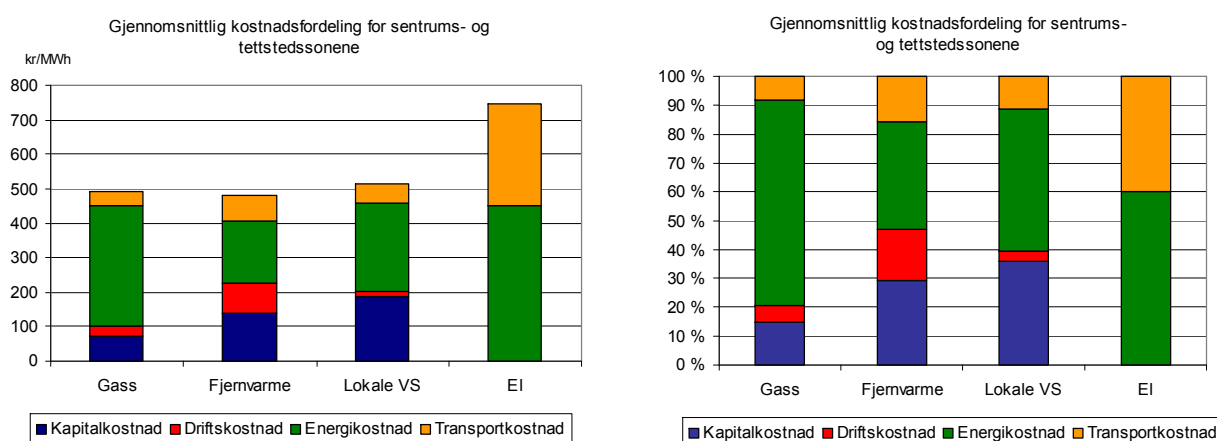
6.2.1 Kostnadsstruktur

Kostnadsbasen kan deles inn i fire hovedarter; kapitalkostnader, driftskostnader, energikostnader og transportkostnader.

- Kapitalkostnader omfatter investeringene i rør og kundetilknytning, samt varmesentral for fjernvarme og lokale varmesentraler, og lagertanker for LNG.
- Driftskostnader omfatter drift og vedlikehold for anleggene, eksklusiv brensel- og transportkostnader
- Energifkostnadene omfatter råvarekostnad inkludert eventuell avgift i engrosmarkedet for gass, bio og el
- Transportkostnader omfatter transport av energi fra referansepunkt for engrosmarkedsprisen frem til den lokale infrastrukturen

På grunn av lokale kostnadsvariasjoner vil kostnadsstrukturen være forskjellig mellom kommuner avhengig av geografisk beliggenhet. Forskjellene er knyttet til ulik transportkostnad for bio og gass, samt forskjeller i nettariff. Videre vil lokale forhold styre hvor omfattende rørledningsnett som må bygges, noe som vil påvirke størrelsen på kapitalkostnaden.

I Figur 6.7 vises den relative og absolutte kostnaden pr kostnadsart for en stor østlandskommune med egen havn, men uten nærliggende bioressurser.



Figur 6.7 Kostnadsstruktur i stor østlandskommune for sentrums- og tettstedssonene samlet sett

For gass er de faste kostnadene relativt lave, typisk under 20 % av totalkostnaden for energi levert til kunde. Selve gassprisen utgjør ca 60 % av totalkostnaden. For fjernvarme og lokale varmesentraler er kapitalkostnaden en betydelig del av totalkostnaden, rundt 35 %. Driftskostnadene er betydelig høyere for fjernvarme enn for lokale varmesentraler, men omfatter drift av både varmesentralen og rørsystemet. Ei er for vårt formål behandlet som en rent variabel kostnad, selv om elnett i realiteten også vil ha sprangvise faste kostnader avhengig av eksisterende kapasitet i nettet.

Det absolute kostnadsnivået vil variere en del mellom kommunene, avhengig av havneforhold, nærhet til bioressurser mv.

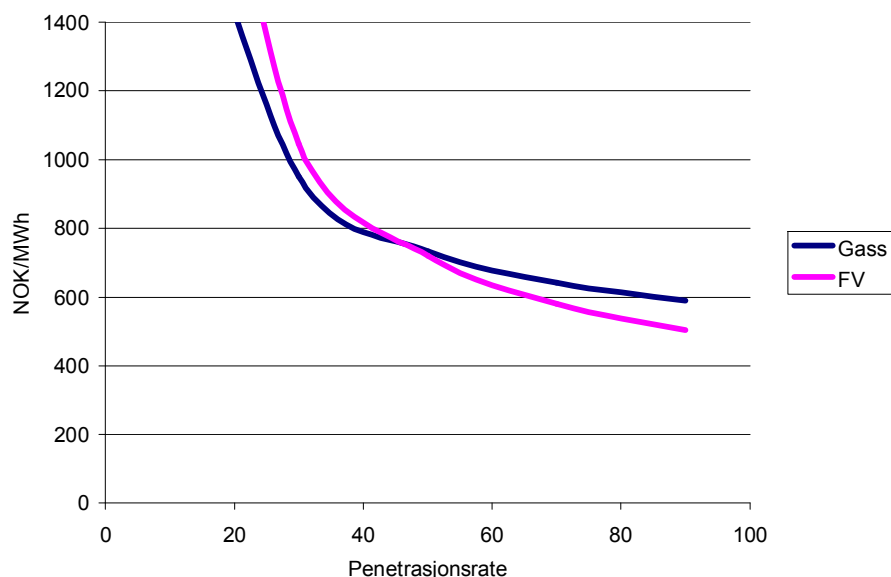
For kommuner med nærliggende bioressurser vil transportkostnaden være lavere enn vist i Figur 6.7. Det samme gjelder for kommuner med enkel tilgang på gass, med beliggenhet inntil et ilandførings- og prosesseringsanlegg for gass.

6.2.2 Kritisk masse

I den prinsipielle gjennomgangen har vi fremhevet at kritisk masse er et viktig begrep i vurderingen av konkurransesituasjonen mellom fornybar varme og naturgass. Figur 6.7 illustrerer indirekte at dette er en viktig problemstilling fordi en høy andel faste kostnader gjør at en energibærers konkurranseevne vil være avhengig av både høy dekningsgrad og høy markedspenetrasjon.

Markedspenetrasjon og dekningsgrad er assosiert med kritisk masse på litt ulike måter. Høy markedspenetrasjon vil bidra til en høy kapasitetsutnyttelse, mens høy dekningsgrad kan innebære lavere enhetskostnader pga. rene skalafordeler. Slike skalafordeler vil primært være knyttet til at det er en minimumsstørrelse (minimum effektiv skala) for flere av anleggskomponentene, for eksempel fjernvarme- og gassrør samt lagertanker for LNG.

Hva som i praksis vil være minste effektive skala er usikkert, og modellberegningene bør tolkes med varsomhet på dette punktet. Den videre drøftingen av kritisk masse vil derfor konsentreres mot betydningen av penetrasjonsrate. Figuren under viser en indeks for enhetskostnadene i tettsted- og sentrumssoner i de største byene utenom Oslo avhengig av markedspenetrasjonen og forutsatt full dekningsgrad.



Figur 6.8 Kostnader i bykommuner etter penetrasjonsrate, sentrumssoner

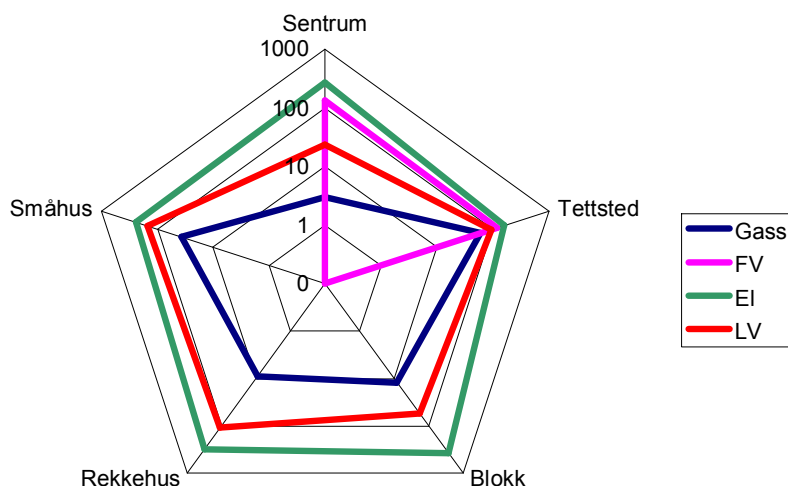
Figur 6.8 viser enhetskostnadene i sentrumssoner i de største byene utenom Oslo etter penetrasjonsrate, forutsatt full dekning. Figuren viser at enhetskostnadene er kraftig fallende i hele intervallet for både fjernvarme (FV) og gass. Det er særlig fjernvarme hvor konkurranseevnen er kritisk avhengig av en høy penetrasjonsrate. Dette antyder en viktig konklusjon, nemlig at gass kan ha et konkurransefortrinn fremfor fjernvarme i form av en lavere kritisk masse. Dette drøftes mer inngående i neste avsnitt.

6.2.3 Konkurransendikatorer

Som vi beskrev i kapittel 4.5, vurderer vi konkurranseflaten mellom fjernvarme og gass ved hjelp av tre konkurranseindikatorer. Disse indikatorene er beregnet for alle landets kommuner, og gir et oversiktsbilde både av hvor konkurransedyktig fjernvarme og gass er mot den etablerte infrastrukturen for el, og den innbyrdes konkurranseflaten.

K1 – den mest kostnadseffektive løsningen

Konkurransendikator 1 identifiserer hvilken energibærer som er den mest kostnadseffektive innenfor en sone i en kommune med full dekning og markedspenetrasjon. Figur 6.9. viser i hvor mange kommuner de enkelte energibærerne (fjernvarme, gass, elektrisitet og lokale varmesentraler) representerer den mest kostnadseffektive løsningen, gitt 100 % dekningsgrad og 100 % penetrasjonsrate.



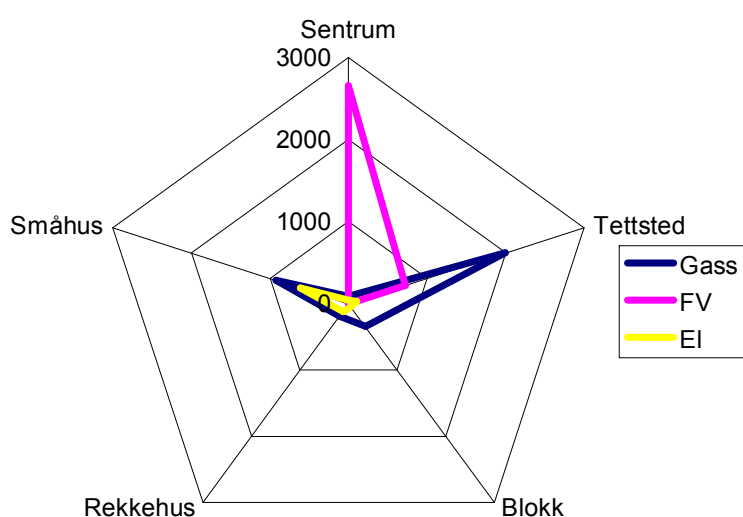
Figur 6.9 K1. Antall kommuner de ulike energibærerne er den mest kostnadseffektive løsningen forutsatt full dekning og penetrasjon. Logaritmisk skala

Figuren gir grunnlag for noen klare observasjoner.

- El er den klart dominerende energiløsningen regnet i antall kommuner. I rundt regnet halvparten av landets kommuner vil naturgass eller fornybar varme ikke være kostnadsmessig konkurransedyktig.
- For husholdningsleveranser (sonene blokk, rekkehus og småhus) er elektrisitet klart dominerende. Naturgass er et kostnadseffektivt alternativ for husholdningene i 20-30 kommuner.
- Fjernvarme fremstår som billigst i sentrumssonen i 135 kommuner. Det er bare 3 sentrumssoner hvor gass fremstår som billigere enn fjernvarme.

- I tettstedssonen finner vi at både gass og fjernvarme kan være det mest kostnadseffektive alternativet (billigst i hhv 60 og 119 kommuner). Dette kan i utgangspunktet indikere at det er en vesentlig konkurranseflate mellom naturgass og fornybar varme til næringsliv (i hovedsak tjenesteyting) i tettsteder.

En annen måte å fremstille disse resultatene er å se på hvor stor andel av det tekniske potensialet som er allokert til de enkelte energibærerne i de ulike sonene. I figuren og tabellen under har vi benyttet det tekniske potensialet for fjernvarme. I tillegg vil gass kunne leveres til industri og fjernvarme.



Figur 6.10 Teknisk potensial i GWh etter sone og mest kostnadseffektive energibærere (K1-indikator)

I Tabell 6-1 vises det tekniske potensialet i GWh etter sone og mest kostnadseffektive energibærere.

Tabell 6-1 Teknisk potensial i GWh etter sone og mest kostnadseffektive energibærere (K1-indikator)

	Gass	FV	EI	LV
Sentrum	87	2659	41	18
Tettsted	1995	720	106	63
Blokk	344	0	44	0
Rekkehus	189	0	119	40
Småhus	975	0	580	264
Sum	3590	3379	890	385

Tabellen viser flere interessante trekk. For det første er det tekniske potensialet knyttet til fjernvarme i tettsted relativt lavt i forhold gass, selv om fjernvarme er den

mest kostnadseffektive løsningen i like mange kommuner som gass. Med andre ord, gass har tilsynelatende et konkurransefortrinn i tettstedsområdene i de store kommunene. For det andre viser beregningene at gass er konkurransedyktig mot elektrisitet overfor husholdningssektoren kun i et fåtall kommuner. Imidlertid er det her snakk om betydelige volumer, til sammen over 1 TWh eller rundt regnet halvparten av det tekniske potensialet. Videre viser tabellen at alle sonene sett under ett kan gass og fornybar varme dekke 6,9 TWh av et samlet teknisk potensial utenom utkant på 8,2 TWh.

Tabell 6-2 viser de beregnede investeringskostnadene for varme og gass for å realisere det tekniske potensialet som er beregnet over

Tabell 6-2 Beregnede kapitalkostnader i mill NOK for å realisere teknisk potensial

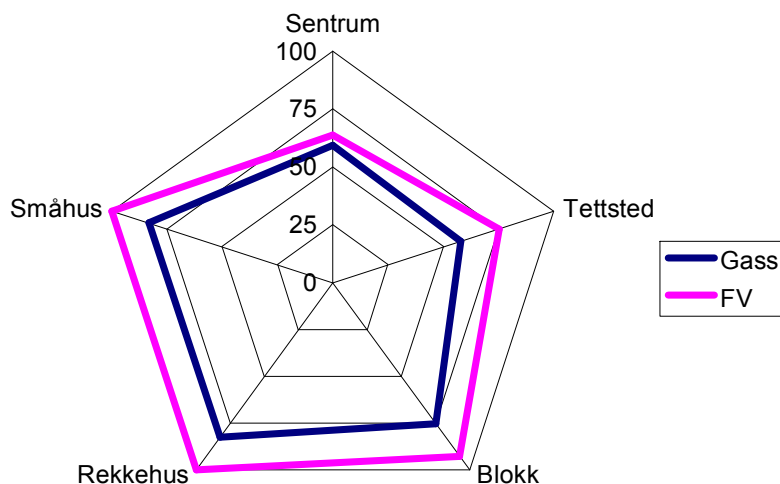
	Gass	FV
Sentrum	58	3563
Tettsted	1542	1202
Blokk	393	0
Rekkehus	313	0
Småhus	1664	0

En viktig problemstilling er at for å identifisere kommunene hvor fjernvarme og gass er konkurransedyktig, har vi forutsatt en høy dekningsgrad og penetrasjonsrate. Dette er ikke uten videre en realistisk forutsetning og konkurranseforholdet både mellom naturgass og fornybar varme og mellom nye og etablerte energisystemer vil kunne endres dersom vi benytter alternative forutsetninger. Sett med aktørenes øyne reflekterer derfor resultatene over kun potensialet og ikke risikoen ved etablering av alternative energisystemer. I neste avsnitt ser vi nærmere på denne problemstillingen.

K2 – kritisk masse for konkurranseevne mot etablerte energisystemer

I kapittel 4.5 har vi gjort rede for to indikatorer som illustrerer hvor robust konkurranseevnen til de alternative energibærerne er mht risikoen for å ikke klare å realisere kritisk masse. Den ene indikatoren, K2, sier noe om konkurransen mellom etablerte og nye energisystemer. Tallverdien på indikatoren uttrykker en hvor lav dekningsgrad og penetrasjonsrate fjernvarme og gass "tåler" uten at enhetskostnadene blir høyere enn prisen på elektrisitet. En lav tallverdi på indikatoren, på en skala fra 0-100, viser at fjernvarme/gass er kostnadmessig konkurransedyktig selv med lav dekning og penetrasjon (lav kritisk masse).

Figur 6.11 oppsummerer beregningene av kritisk masse for gass og fjernvarme i de ulike sonene. Skalaen viser den gjennomsnittlige K2 verdien i de kommunene hvor gass eller fjernvarme er den mest kostnadseffektive løsningen.



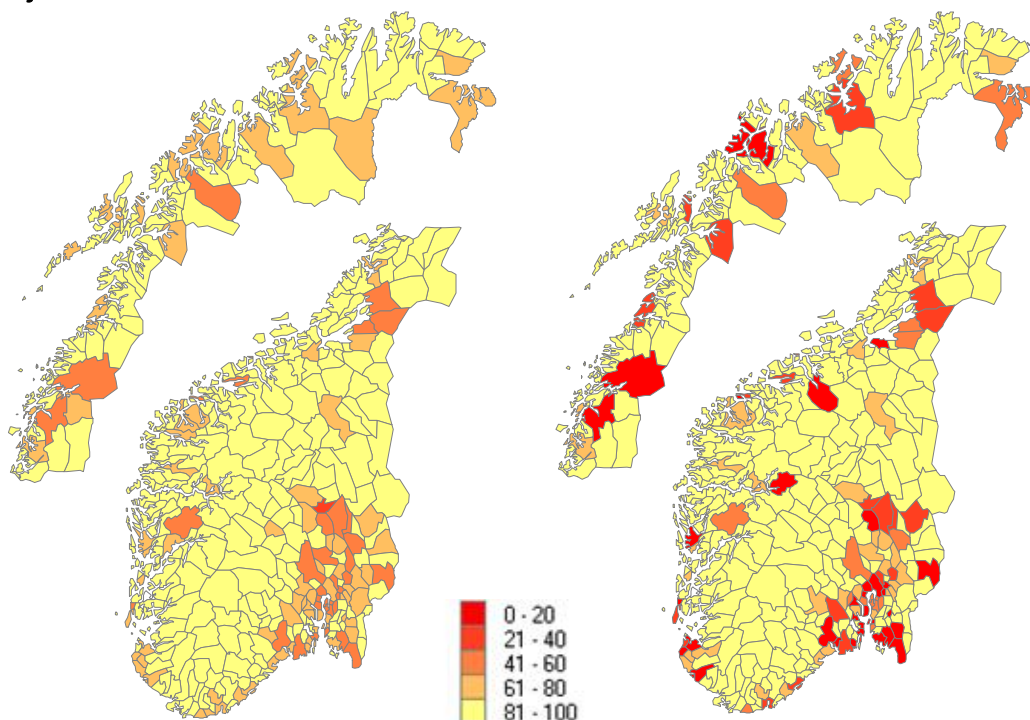
Figur 6.11 Konkurransenindikator 2 for alle kommuner

I alle soner er den kritiske massen for gass vesentlig lavere enn for fjernvarme. Årsaken til dette er at gass har en langt større andel variable kostnader i totalkostnaden enn fjernvarme, og dermed mindre sensitiv for kapasitetsutnyttelsen enn fjernvarme. Gass har i gjennomsnitt en kritisk masse rundt 60-70 % markedspenetrasjon av det tekniske potensialet i forhold til elprisen. I sentrumssonen har fjernvarme en relativt sett lav kritisk masse, dvs. ned mot 70 %. I tettstedssonen er fjernvarme avhengig av svært høy penetrasjon for å være konkurransedyktig.

Våre beregninger viser altså at det er en ikke ubetydelig forskjell mellom fjernvarme og gass mht. om konkurranseevnen mot de etablerte energisystemene er robust for lav dekning og markedspenetrasjon. Dette må antas å innebære en potensiell konkurransefordel for gass som ikke er reflektert i hvilken energibærer som kan dekke en hel sone mest kostnadseffektivt. På den annen side, selv tilbydere av naturgass vil i våre beregninger stå overfor at kritisk masse kan bli en reell og betydelig etableringshindring

Fjernvarme

Gass



Figur 6.12 Kritisk masse (K2 i %) i tettsteder for fornybar varme og naturgass

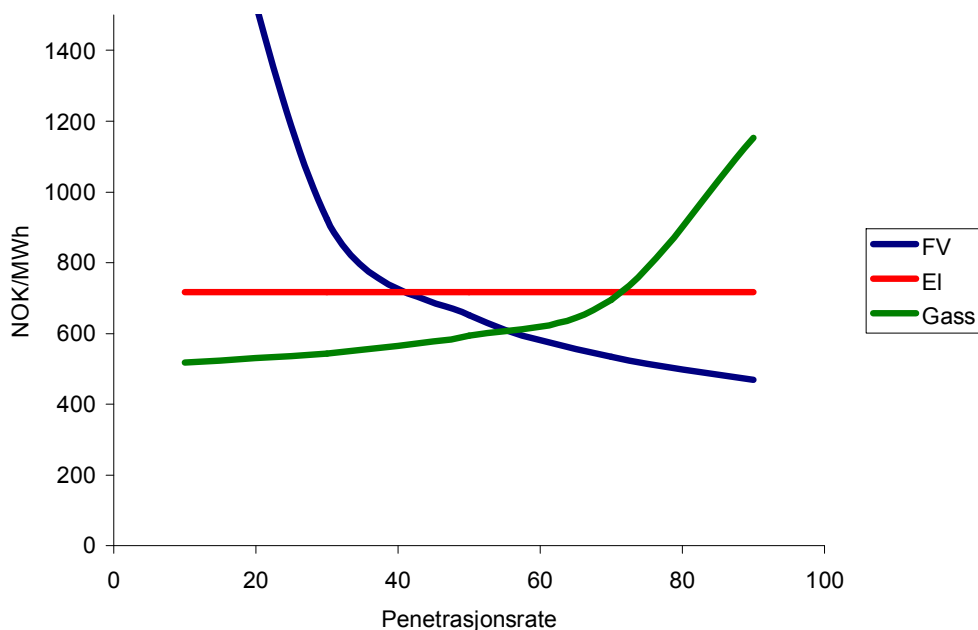
Figur 6.12 viser beregninger av kritisk masse for fornybar varme og naturgass i tettsted. Figuren viser to interessante trekk. For det første er kritisk masse gjennomgående høyere for fjernvarme (færre helt røde kommuner). Mens det finnes relativt mange kommuner hvor gass er konkurransedyktig med en markedspenetrasjon på mindre enn 20 % (34 kommuner) er det bare én kommune med en tilsvarende lav kritisk masse for varme. Det andre trekket ved figuren er at det markedsmessige potensialet for både varme og gass er sentrert i områder med høy befolkning.

K3 – indikator for konkurranse mellom gass og varme

K2-indikatoren viser om konkurranseevnen til varme og gass isolert sett er robust i forhold til elektrisitet. Det er imidlertid også av interesse å vurdere hva som skjer dersom naturgass og fornybar fjernvarme etableres og konkurrer mot de samme kundene. Dette har vi forsøkt å reflektere i vår siste indikator, K3.

Utgangspunktet for beregningen er dersom både gass og fjernvarme blir tilgjengelig i et område, så vil utfallet kunne bli at det alternativet som realiserer kritisk masse først overlever til slutt. Spørsmålet blir med andre ord hva som blir utfallet om markedet deles for eksempel 30:70 eller 40:60.

Våre beregninger viser at det i noen større kommuner som for eksempel Oslo, Trondheim, Fredrikstad og Bærum at det først og fremst er en direkte konkurranseflate mellom gass og fjernvarme. Dette er illustrert i Figur 6.13.



Figur 6.13 Kostnadskurver for utvalgte kommuner

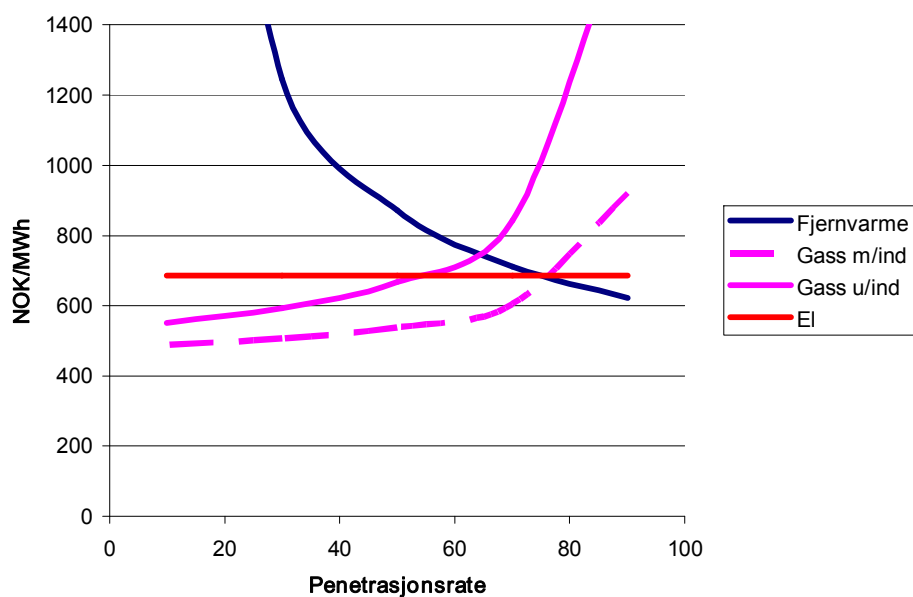
Tabell 6.10 viser hvordan kostnadene for fjernvarme og naturgass avhenger av penetrasjonsraten. I figuren har vi antatt at gass og varme deler markedet slik at penetrasjonsraten for gass blir lik 100 minus penetrasjonen for fjernvarme. Kostnadene for gass blir dermed en stigende funksjon av markedspenetrasjonen for varme.

Figuren illustrerer godt at den kritiske massen for gass i de aktuelle kommunene er lavere enn for varme. Gass er kostnadmessig konkurransedyktig mot elektrisitet allerede med en penetrasjon på 30 % og billigere enn fjernvarme med mindre varme tar mer enn 60 % av markedet. For en fjernvarmeutbygger er gass derfor en sterkere konkurrent enn elektrisitet og en relativt sett høy kritisk masse representerer et betydelig risikoelement ved en eventuell etablering.

6.2.4 Kostnadssynergier mellom industri og tjenesteyting/husholdninger

Som nevnt over er kritisk masse nært knyttet til faste kostnader. En viktig problemstilling for å vurdere konkurranseflaten mellom gass og varme er om gassleveranser til husholdninger og tjenesteyting kan nyte godt av felles infrastruktur, for eksempel mottaksanlegg og lagertanker for LNG.

I X-varme har vi gjort simuleringer som belyser denne problemstillingen. I beregningene har vi plukket ut kommuner hvor det tekniske potensialet for gassleveranser til industri er betydelig (dvs. større enn 1 GWh per år). Deretter har vi beregnet hvordan kostnadene for gassleveranser til tjenesteyting og husholdninger som et "stand alone" distribusjonssystem og med en (alternativ) forutsetning om at mottaksanlegg og lager er felles infrastruktur. Figur 6.14 illustrerer resultatet av denne simuleringen.



Figur 6.14 Leveringskostnader i industrikommuner. Illustrasjon av samdriftsfordeler mellom industri og husholdning/tjenesteyting

Figuren viser at kostnadene for gassleveranser til tjenesteyting og husholdninger reduseres betydelig dersom det er mulig å utnytte felles infrastruktur. Særlig for lave penetrasjonsrater for gass (dvs. til høye i figuren) er forskjellene betydelige. Grunnen til dette er at det er høy skala og kapasitetsutnyttelse i mottaksanleggene, uavhengig av markedspenetrasjonen innenfor husholdninger og tjenesteyting. I kommunene som er inkludert i beregningen reduseres kritisk masse i gjennomsnitt med 30 prosentpoeng, fra 50 til 80 %.



6.3 Case - Beskrivelse av utvalgte geografiske områder

6.3.1 Fredrikstad (0106)

Modellresultater og virkelighet¹⁵

Energisystemet i Fredrikstad er i dag dominert av elektrisitet samt fyringsolje. Det er siden 1984 etablert et avfallsforbrenningsanlegg (FREVAR) som leverer ca 185 GWh damp til industriformål.

Videre har Bio-El planlagt og startet utbygging av et avfallsforbrenningsanlegg på Øra, med produksjon av til sammen ca 140 GWh energi (varme og el). Anlegget skal bygges i tilknytning til FREVARs eksisterende anlegg, og skal driftes av FREVAR.

For å sikre varmeavtaket, er det under utbygging et fjernvarmeanlegg som eies og skal driftes av Fredrikstad Fjernvarme AS (FFAS). Antatt varmeleveranse er 40-50 GWh, og det skal bygges ca 11 km fjernvarmerør til aktuelle kunder.

X-Varme gir følgende resultater for Fredrikstad:

Tabell 6.3 Resultater fra X-Varme i Fredrikstad kommune (100 % dekningsgrad og penetrasjonsrate)

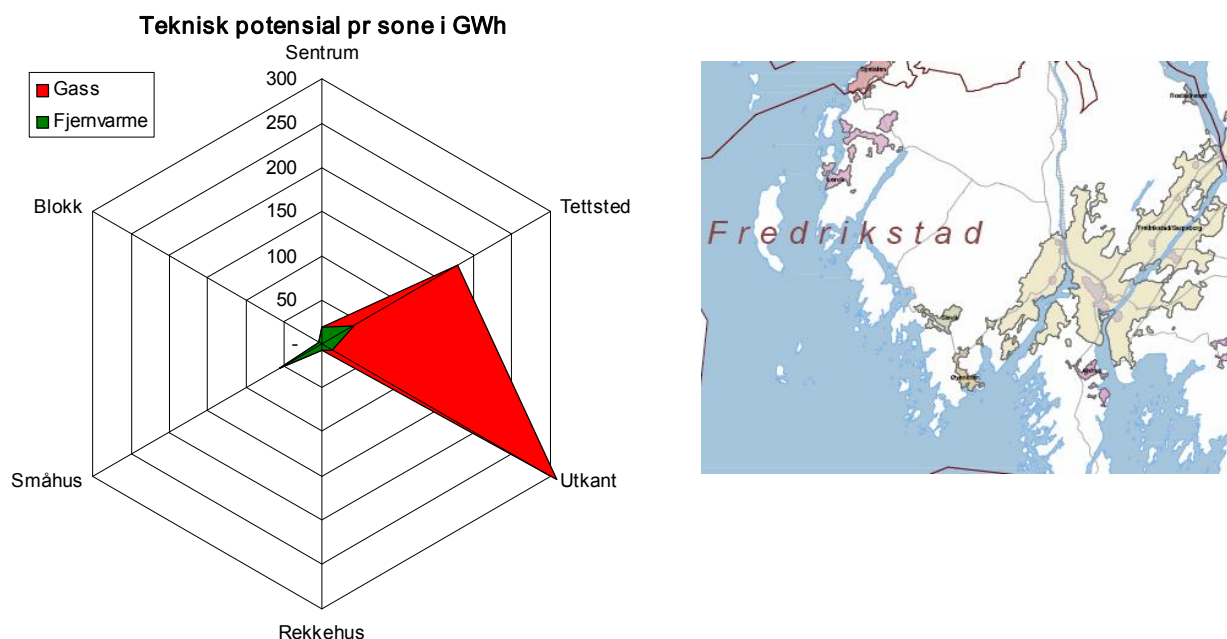
Hovedresultater X-Varme	Enhet	Sentrum	Tettsted	Utkant	Rekkehus	Småhus	Blokk
Fjernvarme - Teknisk potensial	GWh	21,3	46,4	14,5	7,9	59,7	4,2
Gass - Teknisk potensial	GWh	21,3	181,4	308,1	7,9	59,7	4,2
Fjernvarme - Varmetetthet	GWh/km ²	12,1	2,1	0,1	7,1	3,6	13,3
Gass - Varmetetthet	GWh/km ²	12,1	8,4	1,3	7,1	3,6	13,3
Rørledning	km	3,0	11,6	144,9	7,9	59,7	2,1
Lagerbehov gass	m ³ LNG	110	448	514	41	308	22

Lengden av fjernvarmerør i sentrums og tettstedssonene er beregnet til 15 km, noe som samsvarer godt med den planlagte rørlengden for FFAS. Teknisk potensial i de samme to sonene er ca 68 GWh, noe som også samsvarer godt med FFAS anslag på 40-50 GWh levert varme, dvs en penetrasjonsrate lik ca 70 %.

Konkurransesituasjon

Fredrikstad er karakterisert ved mye industriell aktivitet og dermed stor forskjell i teknisk potensial mellom fjernvarme og gass. Det tekniske potensialet er vist i Figur 6.15.

¹⁵ Informasjonen er hentet fra lokal energiutredning for Fredrikstad kommune (2005), samt hjemmesidene for FREVAR (www.frevar.no) og Fredrikstad Fjernvarme (www.ffas.no)



Figur 6.15 Teknisk potensial for fjernvarme og gass i Fredrikstad (GWh, ved 100 % dekningsgrad og penetrasjonsrate)¹⁶

Til forskjell fra mange andre kommuner, er en stor del av industriforbruket lokalisert i sentrums- og tettbygdsonene, og ikke bare i utkantsonen. Noe av forskjellen i disse sonene er knyttet til en modellmessig antatt gassleveranse til fjernvarme, som i Fredrikstads tilfelle vil være leveranser til FREVAR¹⁷. Gitt at dette er avfallsbasert forbrenning med grunnlastleveranser til industrien, kan det stilles spørsmålsteget om det er realistisk å se for seg gassleveranser til dette anlegget. Forskjellen i teknisk potensial mellom gass og fjernvarme er uansett meget stor i Fredrikstad, nesten 540 GWh.

Ved 100 % dekningsgrad og penetrasjonsrate er fjernvarme det billigste alternativet i sentrumssonen, mens gass er klart billigst i tettsted- og utkantsonene. Tabell 6.4 viser beregnet pris levert sluttbruker for hver av sonene.

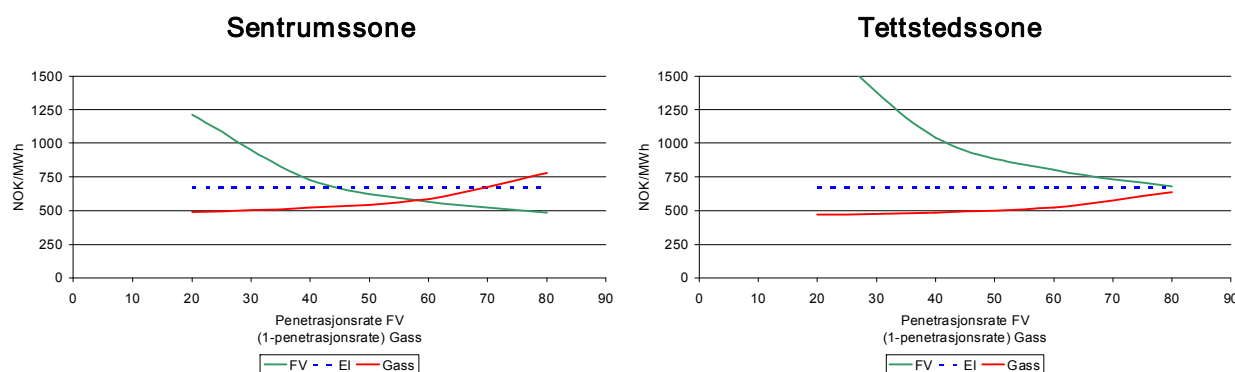
Tabell 6.4 Beregnet kostnad pr alternativ og sone i Fredrikstad ved 100 % dekningsgrad og penetrasjonsrate (kr/MWh)

Sammendrag resultater							
Sum kostnad til bruker kr/MWh	Penetrasjon	Sentrum	Tettsted	Utkant	Rekkehus	Småhus	Blokk
Gass	100 %	468	456	2 170	660	612	641
Fjernvarme	100 %	438	609	5 400	924	1 139	711
Lok varmesentr	100 %	714	714	635	714	714	714
El	100 %	669	669	669	669	669	669

¹⁶ Merk at gassvolumene og fjernvarmevolumene er identiske for blokk, småhus og rekkehus.

¹⁷ Modellberegningene er basert på at gass kan levere som innfrysing til spiss- og mellomlast til eksisterende fjernvarme med en energimengde tilsvarende 25% av levert fjernvarme

Konkurransendikatorene for sentrums- og tettstedssonene er vist i er vist i Figur 6.16



Figur 6.16 Konkurransendikatorer for Fredrikstad kommune

Den mest interessante observasjonen i Fredrikstad er at fjernvarme, til tross for et meget stort teknisk potensial for gassbruk i industrien, kommer ut som den mest kostnadseffektive løsningen i sentrumssonen. Konkurransedyktigheten er gjennomgående god for fjernvarme, som vil være billigere enn den etablerte løsningen ned til under 50 % penetrasjonsrate. Konkurransedyktigheten mot gass er dårligere, idet gass blir billigere enn fjernvarme og kan blokkere for fjernvarme ved å ta ca 40 % av kundegrunnet i sentrumssonen.

I tettstedssonen er gass meget konkurransedyktig både mot el og fjernvarme. Gass vil være konkurransedyktig helt ned mot 20 % penetrasjonsrate for den etablerte løsningen. Dette resultatet kan være noe for optimistisk, fordi alternativkostnaden for deler av industrien er til dels betydelig lavere enn elprisen som er benyttet som referanse her. Imidlertid vil gass være konkurransedyktig mot el også uten gassleveranser til industri med penetrasjon helt ned til 35 % i tettstedssonen.

I boligområder er gass forholdsvis lik kostnadmessig med etablert løsning med høy penetrasjon, men er lite konkurransedyktig med lavere penetrasjonsrater. Allerede ved penetrasjonsrater under 85 % vil gass være dyrere enn el.

Situasjonen i Fredrikstad kan dermed oppsummeres slik:

- Fjernvarme og gass er komplementære, og vil være billigste alternativ i hver sin sone.
- Gass kan forholdsvis enkelt blokkere for fjernvarme i sentrumssonen hvis gassleveranser etableres før fjernvarmeanlegget. Siden beslutning om fjernvarme allerede er tatt, fremstår det i praksis som en lav risiko.
- Fjernvarme vil uansett være svært konkurransedyktig i tettstedssonen i forhold til el og andre etablerte løsninger, slik at gass i realiteten ikke vil være en trussel mot fjernvarme i denne sonen.
- I øvrige soner er verken fjernvarme eller gass konkurransedyktige mot etablerte løsninger.



6.3.2 Bærum (0219)

Modellresultater og virkelighet¹⁸

Energisystemet i Bærum er i dag dominert av elektrisitet og fyringsolje samt en del fjernvarme basert på varmepumper. Elektrisitet står for ca 83 % av samlet stasjonært energiforbruk, som er ca 1880 GWh. Fjernvarmekapasiteten er bygget ut / planlagt bygget ut med ca 113 MW, hvorav 43 % er varmepumper, 54 % er oljekjeler og 3 % er elkjeler. Hovedanleggene er i Sandvika og på Fornebu. Anleggene har også en fjernkjølekapasitet på 36,5 MW. Samlet ledningslengde (inkludert planlagt utbygging på Fornebu) er ca 15 km. Av den planlagte kapasiteten på Fornebu gjenstår det å bygge 20 MW oljekjel, 20 MW varmepumpe og 4 MW elkjel. Det er ikke etablert gassanlegg i kommunen, utover begrenset distribusjon av LPG og et mindre avfallsanlegg på Isi hvor gassen i dag brennes av.

X-Varme gir følgende resultater for Bærum:

Tabell 6.5 Resultater fra X-Varme for Bærum kommune (100 % dekningsgrad og penetrasjonsrate)

Hovedresultater X-Varme	Enhet	Sentrum	Tettsted	Utkant	Rekkehus	Småhus	Blokk
Fjernvarme - Teknisk potensial	GWh	80,9	80,3	11,3	16,0	44,7	13,1
Gass - Teknisk potensial	GWh	85,5	91,8	13,2	16,0	44,7	13,1
Fjernvarme - Varmetetthet	GWh/km ²	25,2	3,3	0,1	5,9	2,4	10,8
Gass - Varmetetthet	GWh/km ²	26,6	3,8	0,1	5,9	2,4	10,8
Rørledning	km	11,6	20,1	112,8	16,0	44,7	6,5
Lagerbehov gass	m ³ LNG	904	863	72	165	460	135

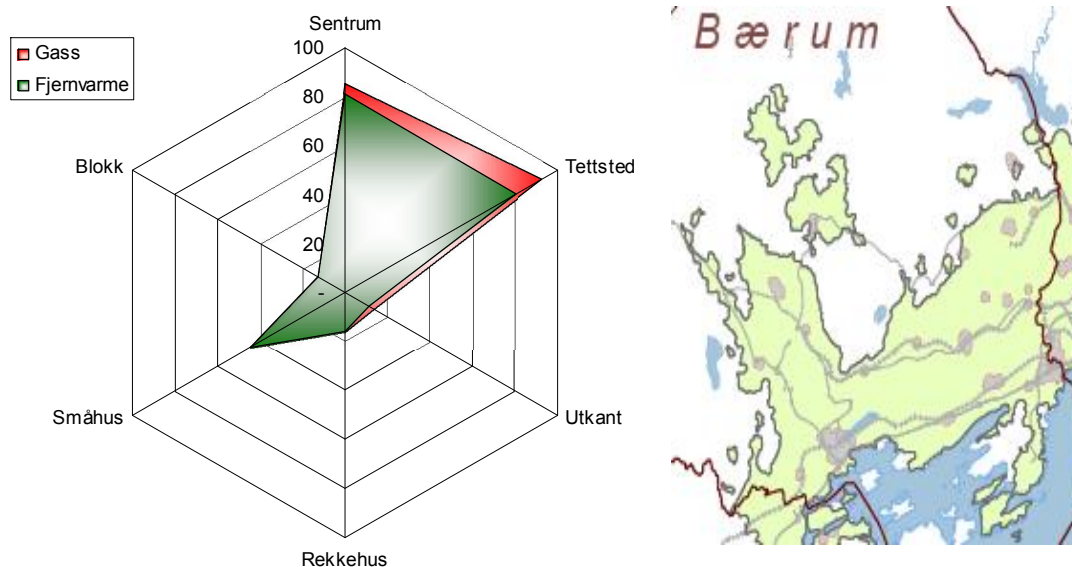
Lengden av fjernvarmerør i sentrums og tettstedssonene er beregnet til 32 km. De eksisterende anleggene har en lengde på ca 15 km, men dekker ikke alle sentrums- og tettstedssoner i kommunen. Samlet beregnet teknisk potensial er ca 250 GWh, som også virker rimelig i forhold til samlet energiforbruk i kommunen, dvs 13 % av samlet stasjonært forbruk.

For Bærum er det svært liten forskjell på beregnet teknisk potensial for fjernvarme og gass, under 20 GWh. Innslaget av energikrevende industri i Bærum er lite (ca 14 GWh), men potensialet for gassleveranser til fjernvarme er ca 5 GWh.

¹⁸ Informasjonen er hentet fra lokal energiutredning for Bærum (2005), og fra hjemmesidene til Bærum Fjernvarme (<http://www.barum-fjernvarme.no/>)

Konkurransesituasjon

Det tekniske potensialet i Bærum er vist i Figur 6.17



Figur 6.17 Teknisk potensial for fjernvarme og gass i Bærum (GWh, ved 100 % dekningsgrad og penetrasjonsrate)¹⁹

Det er meget stor grad av overlapp mellom gass og fjernvarme i hver sone. Sentrumssonene i Bærum er konsentrert rundt Sandvika i vest og Lysaker i øst. Det er også noen mindre lokale sentra som defineres som sentrumssone. Fornebu er tettstedssone.

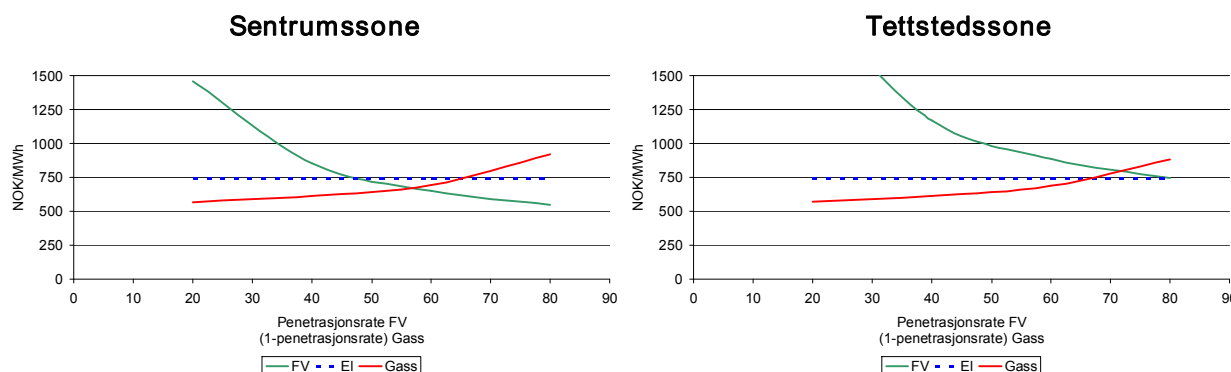
Tabell 6.6 Beregnet kostnad pr alternativ og sone i Bærum ved 100 % dekningsgrad og penetrasjonsrate (kr/MWh)

Sammendrag resultater								
Sum kostnad til bruker kr/MW	Penetrasjon	Sentrum	Tettsted	Utkant	Rekkehus	Småhus	Blokk	
Gass	100 %	542	544	2 251	683	683	595	
Fjernvarme	100 %	487	659	5 139	989	1 060	674	
Lok varmesentr	100 %	714	714	542	714	714	714	
El	100 %	747	747	747	747	747	747	

Fjernvarme kommer ut som klart billigste alternativ i sentrumssonen, mens gass er klart billigst i tettstedssonen. I utkantsonen er lokale varmesentraler det rimeligste alternativet, mens gass fremstår som noe rimeligere i boligområdene enn el.

¹⁹ Merk at gassvolumene og fjernvarmevolumene er identiske for blokk, småhus og rekkehus.

Konkurransendikatorene for sentrums- og tettstedssonene er vist i er vist i Figur 6.18



Figur 6.18 Konkurransendikatorer for Bærum kommune

Fjernvarme fremstår som robust konkurransemessig i sentrumssonen i Bærum. Fjernvarme er billigere enn el helt ned til en penetrasjonsrate lik ca 50 %, og er konkurransedyktig mot gass helt ned til en penetrasjonsrate lik 60 %. I tettstedssonen er fjernvarme imidlertid ikke konkurransedyktig mot etablerte løsninger, mens gass er konkurransedyktig helt ned til om lag 25 % penetrasjonsrate. I boligområdene og i utkantsone er fjernvarme ikke konkurransedyktig mot verken gass eller etablerte løsninger (el). Gass har også dårlig konkurransevne mot etablerte løsninger i boligområdene, selv om den ved 100 % penetrasjonsrate er billigste løsning.

Fjernvarme er også meget konkurransedyktig mot gass i sentrumssonen. Fjernvarme vil være billigere enn gass i denne sonen med ned til 60 % penetrasjonsrate.

Situasjonen i Bærum kan dermed oppsummeres slik:

- Fjernvarme og gass er komplementære, og vil være billigste alternativ i hver sin sone.
- Siden fjernvarme allerede er etablert, vil det være liten fare for at gass vil kunne fortrenge fjernvarme i sentrumssonen selv om det etableres gassforsyning i tettstedssonen

6.3.3 Tønsberg (0704)

Modellresultater og virkelighet²⁰

Energisystemet i Tønsberg er i dag dominert av elektrisitet og fyringsolje samt betydelig gassforbruk i industri. Det er ikke bygget fjernvarme i Tønsberg. Samlet stasjonært forbruk er om lag 2,7 TWh, hvorav 1,7 TWh er bruk av gass i industrien. Nesten hele dette volumet er forbruk på Slagentangen, som ikke ansees som

²⁰ Informasjonen er hentet fra lokal energiutredning for Tønsberg (2005), samt hjemmesiden til Naturgass Grenland (se www.naturgassgrenland.no)



relevant konverteringspotensial. Dette volumet er derfor trukket ut av beregningsgrunnlaget for Tønsberg.

Det er gitt konsesjon til fjernvarme i Tønsberg, men det er ikke foretatt noen vesentlig utbygging. Det etableres et mindre anlegg basert på el og LPG på Kaldnes, med om lag 15 GWh leveranse. Det er imidlertid inngått avtale om leveranse av gass (LNG) til sykehuset i byen med ca 16 GWh/år. Naturgass Grenland, som står for leveransen, skal også levere gass til Tine, Gilde og Farmannstredet kjøpesenter. Potensialet for gass i Tønsberg sentrum er anslått til ca 30 GWh.

X-Varme gir følgende resultater for Tønsberg:

Tabell 6.7 Resultater fra X-Varme for Tønsberg kommune (100 % dekningsgrad og penetrasjonsrate)

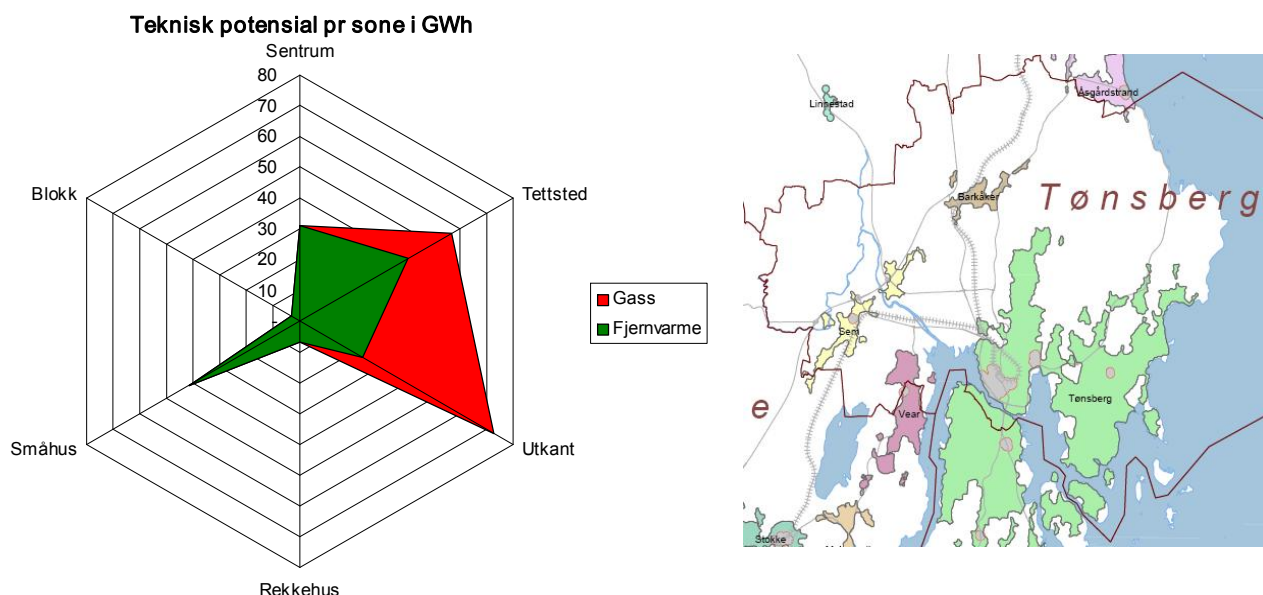
Hovedresultater X-Varme	Enhet	Sentrum	Tettsted	Utkant	Rekkehus	Småhus	Blokk
Fjernvarme - Teknisk potensial	GWh	30,8	40,7	23,8	6,8	41,5	3,0
Gass - Teknisk potensial	GWh	30,8	56,8	72,3	6,8	41,5	3,0
Fjernvarme - Varmetetthet	GWh/km ²	28,5	3,9	0,3	8,8	4,6	17,8
Gass - Varmetetthet	GWh/km ²	28,5	5,5	0,9	8,8	4,6	17,8
Rørledning	km	4,4	10,2	238,3	6,8	41,5	1,5
Lagerbehov gass	m ³ LNG	159	235	149	35	214	16

Lengden av fjernvarmerør i sentrums- og tettstedssonene er beregnet til 15 km. Det finnes ikke noe faktisk rørledningsnett å sammenligne med, men lengden virker rimelig i fht for eksempel lengden i Bærum. Samlet beregnet teknisk potensial er ca 150 GWh for varme, som også virker rimelig i forhold til samlet energiforbruk i kommunen, dvs. 15 % av samlet stasjonært forbruk utenom industri.

Når vi har justert for gassforbruket i industrien, er det tekniske potensialet for gass ca. 210 GWh eller 60 GWh høyere enn for fjernvarme. Anslaget for gass i sentrumssonen er 31 GWh, mens den lokale energiutredningen indikerer et potensial på over 32 GWh. Estimater i X-Varme virker dermed rimelig presist.

Konkurransesituasjon

Det tekniske potensialet i Tønsberg er vist i Figur 6.19



Figur 6.19 Teknisk potensial for fjernvarme og gass i Tønsberg (GWh, ved 100 % dekningsgrad og penetrasjonsrate)²¹

Det er meget stor grad av overlapp mellom gass og fjernvarme i sentrumssonen og i boligområdene, mens potensialet i tettsted og utkant er mer dominert av gass.

Resultatet av kostnadsberegningene for hver infrastruktur og sone er vist i Tabell 6.8.

Tabell 6.8 Beregnet kostnad pr alternativ og sone i Tønsberg ved 100 % dekningsgrad og penetrasjonsrate (kr/MWh)

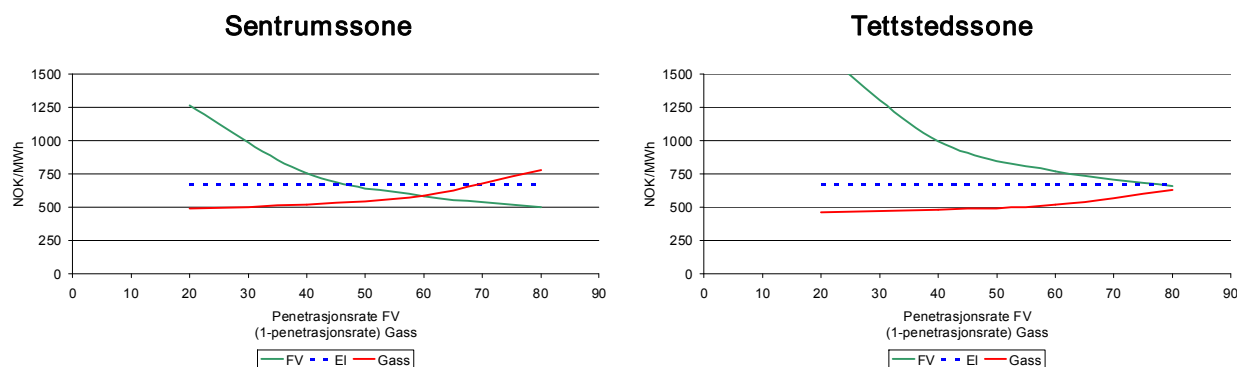
Sammendrag resultater							
Sum kostnad til bruker kr/MWh	Penetrasjon	Sentrum	Tettsted	Utkant	Rekkehus	Småhus	Blokk
Gass	100 %	468	471	2 174	674	612	700
Fjernvarme	100 %	447	589	6 027	901	1 060	742
Lok varmesentr	100 %	714	714	556	714	714	714
El	100 %	668	668	668	668	668	668

Fjernvarme kommer ut som billigste alternativ i sentrumssonen, men er ikke mye billigere enn gass. Gass er klart billigst i tettstedssonen, og er rimelig konkurransedyktig med el i boligområdene ved 100 % penetrasjon. Kostnaden for gass i utkantområdet er oppgitt uten industri, som begrunnet over.

²¹ Merk at gassvolumene og fjernvarmevolumene er identiske for blokk, småhus og rekkehus.

Gasspotensialet i X-Varme er fordelt mellom tettsteds- og utkantsonen etter industrisysselettingen, og det kan være at dette slår ut med et for høyt volum for tettstedssonen, slik at gass vurderes som for attraktivt i tettsted.

Konkurransendikatorerne for sentrums- og tettstedssonene er vist i er vist i Figur 6.20



Figur 6.20 Konkurransendikatorer for Tønsberg kommune

Selv om fjernvarme er billigere enn el helt ned til en penetrasjonsrate lik 48 %, fremstår dette alternativet som relativt lite robust konkurransemessig i sentrumssonen i Tønsberg. Grunnen er at det ikke er spesielt store kostnadsforskjeller mellom gass og fjernvarme med full markedsdekning, jfr. Tabell 6.8. Videre er gass konkurransedyktig mot fjernvarme forutsatt en penetrasjonsrate som er høyere enn 36 %. Dersom utbygging av fjernvarme og gass ikke koordineres fremstår fjernvarmealternativet som risikofyllt.

I tettstedssonen er fjernvarme imidlertid lite konkurransedyktig mot etablerte løsninger, mens gass er konkurransedyktig helt ned til om lag 20 % penetrasjonsrate. I boligområdene og i utkantsone er fjernvarme ikke konkurransedyktig mot verken gass eller etablerte løsninger (el). Gass har også dårlig konkurranseevne mot etablerte løsninger i boligområdene, selv om den ved 100 % penetrasjonsrate er billigste løsning for småhus.

Vi vet imidlertid at det allerede er inngått avtale om leveranse av gass til sykehuset med ca 16 GWh. Dette fjerner ca halvparten av det tekniske potensialet for fjernvarme i tettsted (sykehuset ligger rett på utsiden av sentrumssonen), men påvirker i teorien ikke potensialet i sentrum. Avstanden fra sentrumssonen er imidlertid liten – det er tale om noen få 100 meter – og det er nærliggende å akseptere at denne gassleveransen nettopp er nok til å blokkere for lønnsom fjernvarmeutbygging i sentrumssonen.

Situasjonen i Tønsberg kan dermed oppsummeres slik:

- Fjernvarme og gass er substitutter i sentrumssonen, og vil konkurrere om etablering. Gitt den avtalte gassleveransen til sykehuset, er det sannsynlig at terskelen for å etablere lønnsom fjernvarme er blitt meget høy.



- I boligområder utenfor sentrum har gass klare kostnadsfortrinn. Leveranser i utkant utenom industri er ikke konkurransedyktig, mens etablering av industrielt forbruk typisk vil vurderes som bilbaserte, stand-alone løsninger.

6.3.4 Skien (0806)

Modellresultater og virkelighet²²

Energisystemet i Skien er i dag dominert av elektrisitet og fyringsolje samt betydelig bio i industrien. Det er ikke bygget fjernvarme i Skien. Samlet stasjonært forbruk er om lag 1,8 TWh, hvorav 325 GWh er biomasseforbruk i industrien. Forbruket i Norske Skog er ikke med i disse tallene er bruk av gass i industrien.

Det er ikke fjernvarme i Skien, men det er en forholdsvis betydelig produksjon av biobrensel ved Løvenskiold-Fossum. Skien kommune eier og driver et lite deponiggass-anlegg som produserer både el og varme. Samlet effekt er ca 1 MW.

Gassleveranse til sykehuset i Skien er etablert i 2004. Sykehuset ligger i tettstedssonen, men svært nær sentrumssonen.

X-Varme gir følgende resultater for Skien:

Tabell 6.9 Resultater fra X-Varme for Skien kommune (100 % dekningsgrad og penetrasjonsrate)

Hovedresultater X-Varme	Enhet	Sentrum	Tettsted	Utkant	Rekkehus	Småhus	Blokk
Fjernvarme - Teknisk potensial	GWh	25,9	51,3	5,6	2,9	20,6	2,9
Gass - Teknisk potensial	GWh	25,9	76,4	42,5	2,9	20,6	2,9
Fjernvarme - Varmetetthet	GWh/km ²	29,5	3,4	0,0	3,9	1,7	7,9
Gass - Varmetetthet	GWh/km ²	29,5	5,0	0,1	3,9	1,7	7,9
Rørledning	km	3,7	12,8	55,7	2,9	20,6	1,5
Lagerbehov gass	m ³ LNG	134	303	81	15	106	15

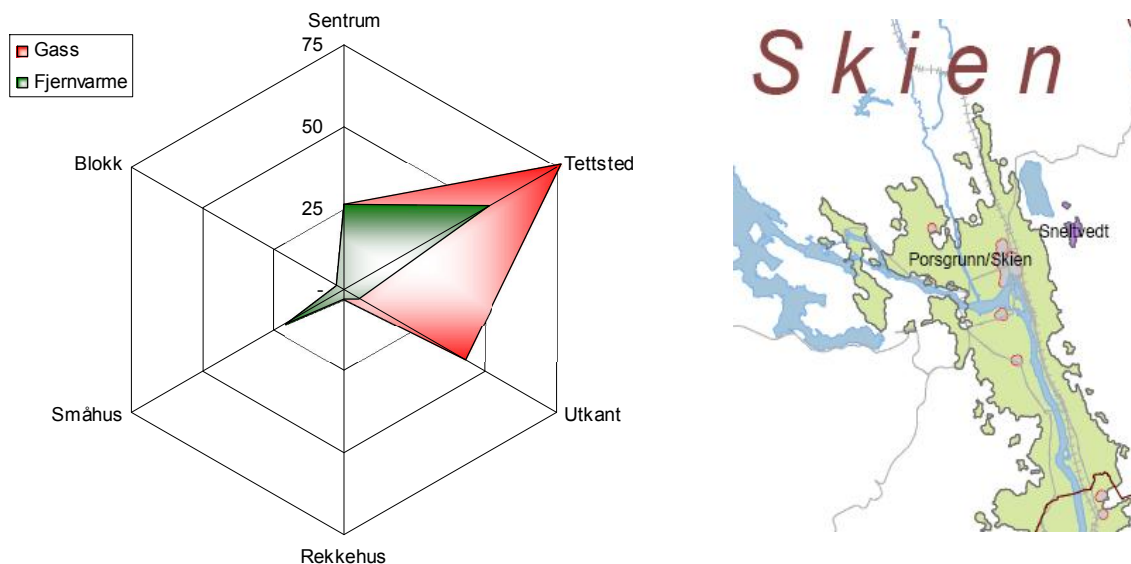
Lengden av fjernvarmerør i sentrums- og tettstedssonene er beregnet til 4 km. Det finnes ikke noe faktisk rørledningsnett å sammenligne med, men forholdet mellom lengde og energi indikerer et meget effektivt nett. Samlet beregnet teknisk potensial er ca 110 GWh, som også virker noe lavt i forhold til samlet energiforbruk i kommunen, dvs 8 % av samlet stasjonært forbruk utenom industri. Dette kan forklares ved høy andel av prioritert el i energiforsyningen i dag.

For Skien er det en forholdsvis moderat forskjell på beregnet teknisk potensial for fjernvarme og gass, ca 60 GWh. Dette potensialet ligger ganske likt fordelt mellom tettsteds- og utkantssonene.

²² Informasjonen er hentet fra lokal energiutredning for Skien (2005), samt hjemmesiden til Naturgass Grenland (se <http://www.naturgassgrenland.no/>)

Konkurransesituasjon

Det tekniske potensialet i Skien er vist i Figur 6.19



Figur 6.21 Teknisk potensial for fjernvarme og gass i Skien (GWh, ved 100 % dekningsgrad og penetrasjonsrate)²³

Det er meget stor grad av overlapp mellom gass og fjernvarme i sentrumssonen og i boligområdene, mens potensialet i tettsted og utkant blir mer dominert av gass.

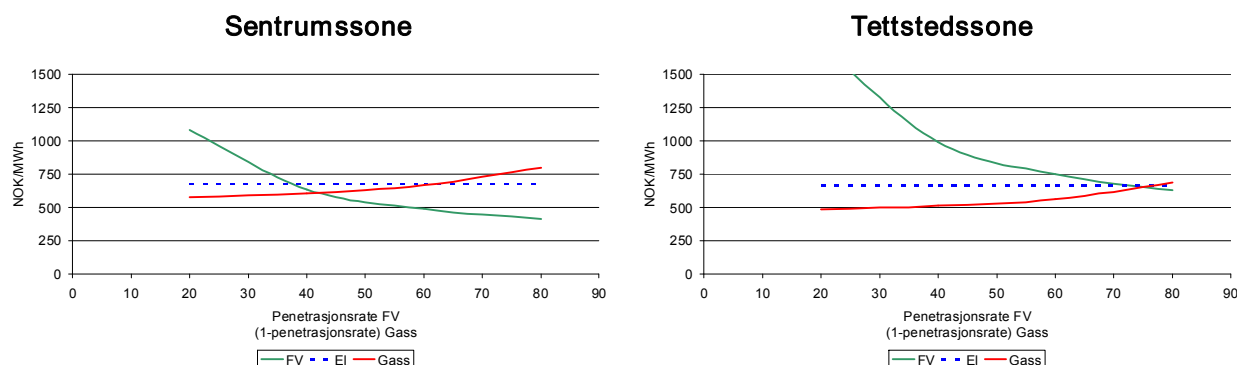
Tabell 6.10 Beregnet kostnad pr alternativ og sone i Skien ved 100 % dekningsgrad og penetrasjonsrate (kr/MWh)

Sammendrag resultater								
Sum kostnad til bruker kr/MW	Penetrasjon	Sentrum	Tettsted	Utkant	Rekkehus	Småhus	Blokk	
Gass	100 %	468	469	2 176	801	612	709	
Fjernvarme	100 %	394	555	5 144	913	943	697	
Lok varmesentr	100 %	679	679	617	679	679	679	
El	100 %	668	668	668	668	668	668	

Fjernvarme kommer ut som klart billigste alternativ i sentrumssonen, og er betydelig billigere enn gass. Gass er klart billigst i tettstedssonen, og er rimelig konkurransedyktig med el i boligområdene ved 100 % penetrasjon. Kostnaden for gass i utkantområdet er oppgitt uten industri.

²³ Merk at gassvolumene og fjernvarmevolumene er identiske for blokk, småhus og rekkehus.

Konkurransendikatorene for sentrums- og tettstedssonene er vist i er vist i Figur 6.22



Figur 6.22 Konkurransendikatorer for Skien kommune

Fjernvarme fremstår som relativt robust konkurransemessig i sentrumssonen i Skien. Fjernvarme er billigere enn el helt ned til en penetrasjonsrate lik ca 35 %, og er konkurransedyktig mot gass helt ned til en penetrasjonsrate lik 40 %. I tettstedssonen er fjernvarme imidlertid lite konkurransedyktig mot etablerte løsninger, mens gass er konkurransedyktig helt ned til om lag 20 % penetrasjonsrate. I boligområdene og i utkantsone er fjernvarme ikke konkurransedyktig mot verken gass eller etablerte løsninger (el). Gass har også dårlig konkurranseevne mot etablerte løsninger i boligområdene, selv om den ved 100 % penetrasjonsrate er billigste løsning for småhus.

Det er allerede etablert et LNG-mottaksanlegg i Skien, og det arbeides aktivt med planer om ytterligere leveranser av gass i byen. Naturgass Grenland har planer for å forlenge distribusjonsnett for naturgass fra Herøya og til Frednes bru, og senere videre mot Klyve, Kjørbekk, Moflata og Skien.

Det er tilstrekkelig for naturgass å sikre seg volumer i sentrum på ca 10 GWh for å blokkere for lønnsom fjernvarmeutbygging. Dette virker svært realistisk gitt det tilgjengelige potensialet. Risikoen ved å etablere fjernvarme i Skien fremstår dermed som svært høy, bortsett for aktører som kan samordne beslutningene for både fjernvarme og gass. Fjernvarme kan eventuelt også bli mer lønnsom dersom varmekilden er rimelig spillvarme og ikke biobrensel.

Situasjonen i Skien kan dermed oppsummeres slik:

- Fjernvarme og gass er substitutter i sentrumssonen, og vil konkurrere om etablering. Gitt at gass allerede er tilgjengelig nær sentrum og det jobbes med planer for distribusjonsrør for gass, er det sannsynlig at terskelen for å etablere lønnsom fjernvarme er blitt meget høy.
- Utenfor sentrum har gass klare kostnadsfortrinn til tjenesteyting og industri. I boligområder er verken fjernvarme eller gass særlig konkurransedyktige mot etablerte løsninger.



6.3.5 Elverum (0427)

Modellresultater og virkelighet²⁴

Energisystemet i Elverum er i dag dominert av elektrisitet, samt noe fyringsolje og vedfyring. Samlet forbruk er ca 400 GWh, hvorav el står for 70-75 % og vedfyring og olje i underkant av 15 % hver. Elverum fjernvarme har lagt ca. 16 kilometer med fjernvarmerør, og har inngått kontrakter om leveranser av fjernvarme til rundt 60 bygninger, vesentlig bedrifter, forretningsbygg, skoler og institusjoner, med et årlig forbruk på 24 GWh. På etterspørselsiden er usikkerheten knyttet til Forsvarets anlegg i kommunen en vesentlig faktor i fht beslutninger om videre utbygging av fjernvarmesystemet.

Elverum er en kommune med stort, eget uttak av bioressurser.

X-Varme gir følgende resultater for Elverum:

Tabell 6.11 Resultater fra X-Varme for Elverum kommune (100 % dekningsgrad og penetrasjonsrate)

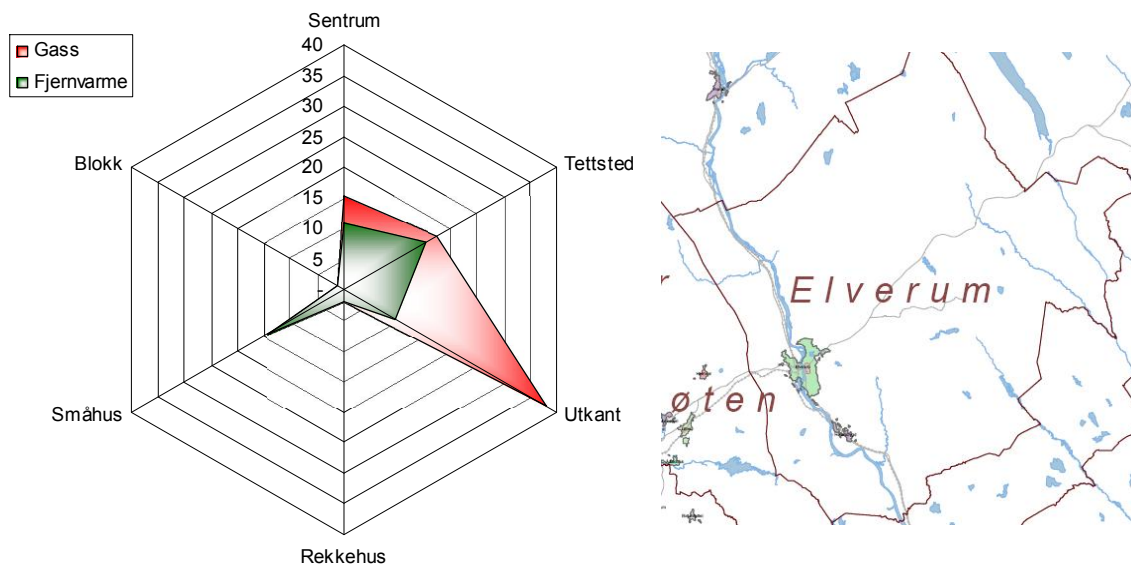
Hovedresultater X-Varme	Enhet	Sentrum	Tettsted	Utkant	Rekkehus	Småhus	Blokk
Fjernvarme - Teknisk potensial	GWh	11,0	15,3	9,5	1,9	14,4	1,2
Gass - Teknisk potensial	GWh	15,3	17,7	38,1	1,9	14,4	1,2
Fjernvarme - Varmetthet	GWh/km ²	24,4	2,0	0,0	7,9	3,1	17,2
Gass - Varmetthet	GWh/km ²	34,0	2,3	0,0	7,9	3,1	17,2
Rørledning	km	1,6	3,8	94,9	1,9	14,4	0,6
Lagerbehov gass	m ³ LNG	180	165	184	19	149	12

Lengden av fjernvarmerør i sentrums- og tettstedssonene er beregnet til 5,5 km. Dette kommer i tillegg til det etablerte røret på 16 km. Samlet fjernvarmepotensial i sentrums- og tettstedssonen er beregnet til ca 26 GWh, eller 6-7 % av samlet energiforbruk. Dette synes lavt, men reflekterer at det allerede er en del fjernvarmeforsyning i kommunen. For gass er potensialet noe høyere, men ikke mye.

²⁴ Informasjonen er hentet fra lokal energiutredning for Elverum (2005), samt hjemmesiden til Elverum Energiverk (<http://www.eev.no/>)

Konkurransesituasjon

Det tekniske potensialet i Elverum er vist i Figur 6.19



Figur 6.23 Teknisk potensial for fjernvarme og gass i Elverum (GWh, ved 100 % dekningsgrad og penetrasjonsrate)²⁵

Det er stor grad av overlapp mellom gass og fjernvarme i sentrumssonen og i boligområdene, mens potensialet i tettsted og utkant blir mer dominert av gass.

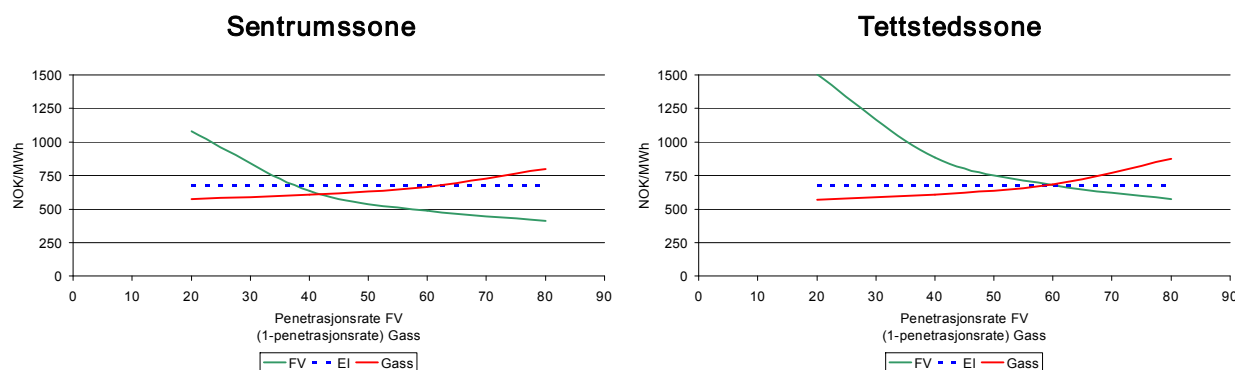
Tabell 6.12 Beregnet kostnad pr alternativ og sone i Elverum ved 100 % dekningsgrad og penetrasjonsrate (kr/MWh)

Sammendrag resultater									
Sum kostnad til bruker kr/MW	Penetrasjon	Sentrum	Tettsted	Utkant	Rekkehus	Småhus	Blokk		
Gass	100 %	550	543	2 231	954	683	1 056		
Fjernvarme	100 %	368	512	5 366	1 020	936	989		
Lok varmesentr	100 %	679	679	670	679	679	679		
Ei	100 %	675	675	675	675	675	675		

Fjernvarme kommer ut som klart billigste alternativ i sentrumssonen, og er betydelig billigere enn gass. Fjernvarme er også billigere enn gass i tettstedssonen. I utkantssonen og boligområdene er ei billigste alternativ.

²⁵ Merk at gassvolumene og fjernvarmevolumene er identiske for blokk, småhus og rekkehus.

Konkurransenindikatorene for sentrums- og tettstedssonene er vist i er vist i Figur 6.24



Figur 6.24 Konkurransenindikatorer for Elverum kommune

Fjernvarme fremstår som robust konkurransemessig både i sentrums- og tettstedssonen i Elverum. Fjernvarme er billigere enn både el og gass helt ned til en penetrationsrate lik ca 40-45 % i sentrumsssonen. I tettstedssonen er konkurransedyktigheten mot gass noe lavere, men stadig robust. Her er imidlertid varmetettheten lav, noe som kan indikere at dette potensialet er utsatt også for fjernvarme. Usikkerheten knyttet til Forsvarets anlegg (Terningmoen) kan svekke muligheten for å bygge fjernvarme i tettstedssonen. I boligområdene og i utkantsone er verken fjernvarme eller gass konkurransedyktig mot etablerte løsninger (el).

Situasjonen i Elverum kan dermed oppsummeres slik:

- Fjernvarme og gass er substitutter i sentrumsssonen, men fjernvarme er til dels betydelig billigere og er i tillegg allerede etablert. Det er derfor vanskelig å se at gass skal kunne representere noen reell konkurranse overfor fortsatt fjernvarmeutbygging.

6.3.6 Bodø (1804)

Modellresultater og virkelighet²⁶

Energisystemet i Bodø er i dag sammensatt av elektrisitet, fyringsolje, tre mindre fjernvarmeanlegg og ett varmepumpeanlegg, samt noe naturgass. Samlet stasjonært energiforbruk i 2003 var ca 900 GWh, hvorav ca 750 GWh var el.

Fjernvarmeanleggene leverer til sammen ca 23 GWh.

Barents Naturgass har nå etablert en mottaksterminal for naturgass på Burøya vest for Bodø sentrum. Anleggets kapasitet er på 127 m². Fra mottaksterminalen er det lagt rør til Løvolds industri som har inngått en langsiktig avtale om avtak av gass.

²⁶ Informasjonen er hentet fra lokal energiutredning for Bodø (2005), samt hjemmesiden til Bodø Energi (<http://www.bodoenergi.no>)



Barents Naturgass har til sammen tegnet intensjonsavtaler for levering av gass for ca 100 GWh/år i Bodø området.

Av infrastruktur er det nå under bygging gassledning fra Sjøgata opp Biskop Krogs gate til Parkveien og Nordlandssykehuset i Prinsens gate. Nordlandssykehuset er en potensiell kunde med ca 20 GWh per år i uttak²⁷.

Bodø Energi eier og driver både elnett og fjernvarme, og er medeier i det lokale naturgasselskapet.

X-Varme gir følgende resultater for Bodø:

Tabell 6.13 Resultater fra X-Varme for Bodø kommune (100 % dekningsgrad og penetrasjonsrate)

Hovedresultater X-Varme	Enhet	Sentrum	Tettsted	Utkant	Rekkehus	Småhus	Blokk
Fjernvarme - Teknisk potensial	GWh	21,3	41,7	11,4	3,6	10,3	1,8
Gass - Teknisk potensial	GWh	21,3	41,7	64,0	3,6	10,3	1,8
Fjernvarme - Varmetetthet	GWh/km ²	21,9	5,3	0,0	3,0	1,7	4,6
Gass - Varmetetthet	GWh/km ²	21,9	5,3	0,0	3,0	1,7	4,6
Rørledning	km	3,0	10,4	113,7	3,6	10,3	0,9
Lagerbehov gass	m ³ LNG	146	286	184	25	70	13

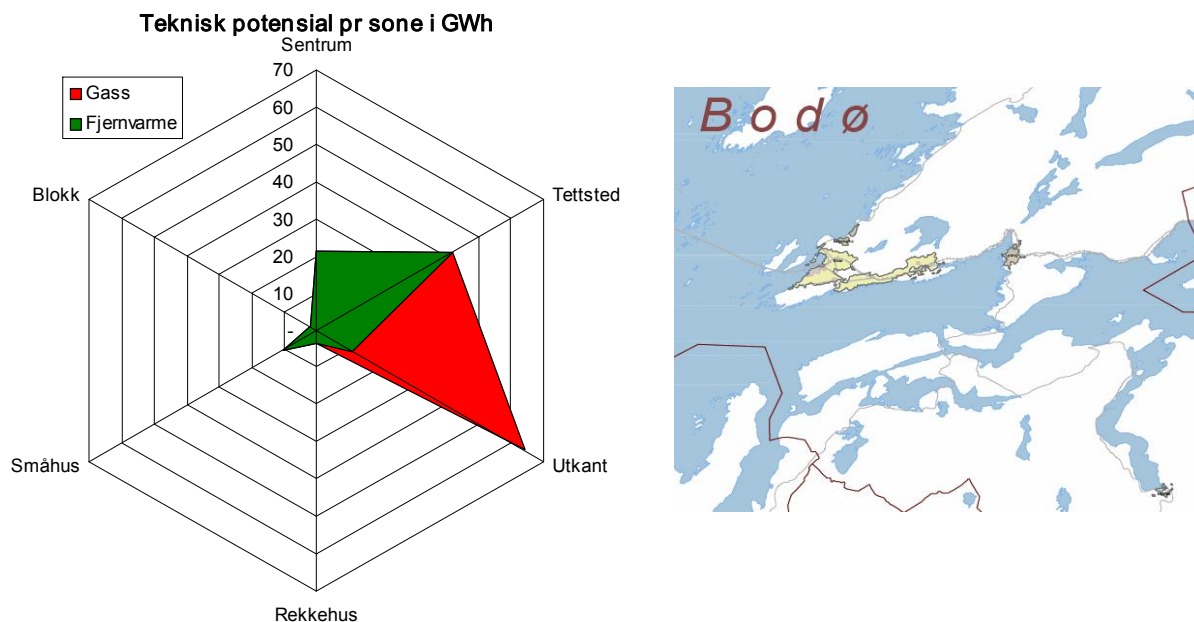
Lengden av fjernvarmerør i sentrums- og tettstedssonene er beregnet til 13 km. I sentrumssonen er varmetettheten høy, noe som indikerer godt potensial for både fjernvarme og gass. Samlet potensial for konverterbar varme er ca 90 TWh, eller ca 10 % av samlet stasjonært energiforbruk i Bodø.

For Bodø er det en forholdsvis moderat forskjell på beregnet teknisk potensial for fjernvarme og gass, ca 60 GWh. Dette potensialet ligger i utkantsonen.

²⁷ Tekst hentet fra Lokal energiutredning for Bodø (2006)

Konkurransesituasjon

Det tekniske potensialet i Bodø er vist i Figur 6.19



Figur 6.25 Teknisk potensial for fjernvarme og gass i Bodø (GWh, ved 100 % dekningsgrad og penetrasjonsrate)²⁸

Det er full overlapp mellom gass og fjernvarme i sentrumssonen og i boligområdene, mens potensialet utkant blir mer dominert av gass.

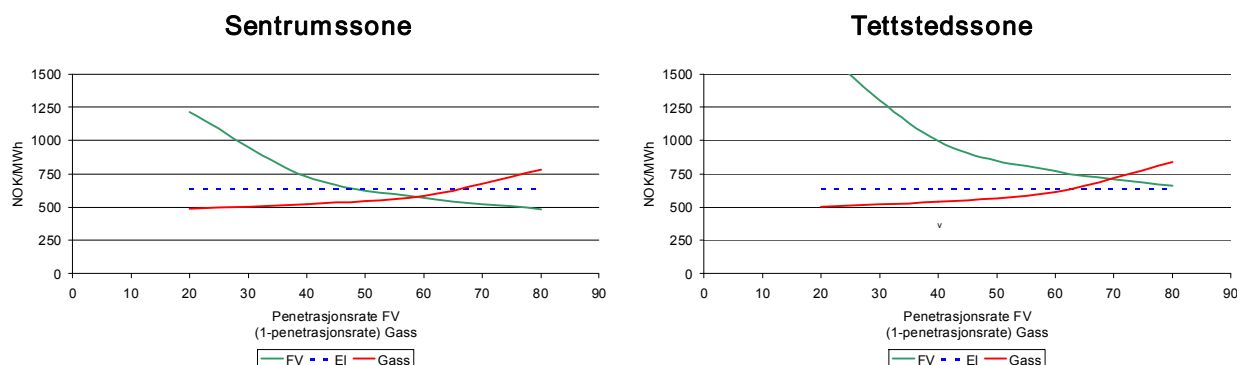
Tabell 6.14 Beregnet kostnad pr alternativ og sone i Bodø ved 100 % dekningsgrad og penetrasjonsrate (kr/MWh)

Sammendrag resultater							
Sum kostnad til bruker kr/MWh	Penetrasjon	Sentrum	Tettsted	Utkant	Rekkehus	Småhus	Blokk
Gass	100 %	468	480	2 175	752	641	831
Fjernvarme	100 %	438	589	5 417	920	924	866
Lok varmesentr	100 %	714	714	698	714	714	714
El	100 %	639	639	639	639	639	639

Fjernvarme kommer ut som billigste alternativ i sentrumssonen, men er ikke betydelig billigere enn gass. Gass er klart billigst i tettstedssonen, og er rimelig konkurransedyktig med el i boligområdene ved 100 % penetrasjon. Kostnaden for gass i utkantområdet er oppgitt uten industri.

²⁸ Merk at gassvolumene og fjernvarmevolumene er identiske for blokk, småhus og rekkehus.

Konkurransenindikatorene for sentrums- og tettstedssonene er vist i er vist i Figur 6.26



Figur 6.26 Konkurransenindikatorer for Bodø kommune

Fjernvarme fremstår, på samme måte som i Tønsberg, som relativt lite robust konkurransmessig i sentrumssonen i Bodø. Med full markedsdekning er kostnadsforskjellen mellom gass og fjernvarme liten (Tabell 6.14), og gass har en konkurransefordel i form av vesentlig lavere kritisk masse. Realisering av fjernvarme i Bodø forutsetter derfor trolig en koordinering av utbyggingsbeslutningene. Fjernvarme er imidlertid billigere enn el helt ned til en penetrasjonsrate lik ca 45 %.

I tettstedssonen er fjernvarme imidlertid lite konkurransedyktig mot etablerte løsninger, mens gass er konkurransedyktig helt ned til om lag 30 % penetrasjonsrate. I boligområdene og i utkantsone er fjernvarme ikke konkurransedyktig mot verken gass eller etablerte løsninger (el). Gass har også dårlig konkurranseevne mot etablerte løsninger i boligområdene, selv om den ved 100 % penetrasjonsrate er billigste løsning for småhus.

Det er allerede etablert et LNG-mottaksanlegg i Bodø, og det arbeides aktivt med planer om ytterligere leveranser av gass i byen.

X-Varme viser at det er tilstrekkelig for naturgass å sikre seg volumer i sentrum på ca 10 GWh for å blokkere for lønnsom fjernvarmeutbygging. Dette virker svært realistisk gitt det tilgjengelige potensialet. Nå er det imidlertid allerede etablert fjernvarme på tre steder i byen, med ca 25 GWh leveranse, hvorav halvparten er på Forsvarets område på flytstasjonen.

Det kritiske spørsmålet er i hvilken grad beslutninger for utbygging av fjernvarme og gass vil samordnes. Bodø Energi, som eier ett av fjernvarmeanleggene, eier også 25,5 % av Barents Naturgass. Hvorvidt dette er en posisjon som gjør at man bevisst optimaliserer utbygging av fjernvarme og naturgass, eller at det fattes uavhengige avgjørelser, er kritisk for hvorvidt ytterligere fjernvarmeutbygging vil kunne realiseres



Situasjonen i Bodø kan dermed oppsummeres slik:

- Fjernvarme og gass er substitutter i sentrumssonen, og vil konkurrere om etablering. Gitt at gass allerede er tilgjengelig nær sentrum og det er etablert gassforsyning, er det sannsynlig at terskelen for å etablere mer fjernvarme er høy dersom ikke aktørene foretar koordinerte beslutninger.
- Utenfor sentrum har gass klare kostnadsfortrinn til tjenesteyting og industri. I boligområder er verken fjernvarme eller gass konkurransedyktige mot etablerte løsninger.



7 Konklusjoner – konkurranseflate mellom fornybar varme og naturgass

Hovedkonklusjonen i denne rapporten er at både naturgass og fornybar fjernvarme har en mulig plass i fremtidens energisystem. Vi finner at begge teknologiene kan levere energi til en lavere kostnad enn i de etablerte energisystemene i mange kommuner. Det er særlig i tett befolkede deler av landet at varme og gass representerer et alternativ.

De to energibærerne utfyller hverandre klart. Fjernvarme har et kostnadsmessig konkurransefortrinn i sentrumssoner, mens naturgass har et fortrinn for leveranser til tettbebygde boligområder og til næringsliv i tettsted. Til sammen har vi beregnet at det markedsmessige potensialet er i underkant av 7 TWh.

Utløsning av komplementaritet mellom fjernvarme og gass vil i praksis forutsette samordnet planlegging. Uten en eksplisitt koordinering er det sannsynlig at det er mange andre faktorer i tillegg til kostnadsnivå og struktur som vil påvirke hvilken løsning som blir realisert. I et helt uregulert marked vil tilbydere av både gass og varme stå overfor betydelige etableringshindringer, og mange steder er det en klar konkurranseflate mellom gass og varme. Dersom det etableres regionalt orienterte energiselskaper som tar mål av seg til å kunne levere både elektrisitet, varme og gass, vil sannsynligheten for at strategiske spill gir suboptimale løsninger i et samfunnsøkonomisk perspektiv bli redusert. Det er få, om noen aktører som har implementert en lik strategi, med unntak av Lyse Energi. Snarere er markedet karakterisert ved at aktørene promoterer én spesiell energibærer.

Det er særlig grunn til å påpeke at eksistensen av nettselskap med naturlig monopol, kombinert med dagens reguleringsregime for disse selskapene, i seg selv innebærer en vesentlig etableringshindring for både gass og varme. For nettselskapene, som er underlagt inntektsregulering, kan det være klare økonomiske incentiver til å hindre at eksisterende eller nytt el-forbruk erstattes med fjernvarme eller gass. I forhold til konvertering fra fyringsolje har nettselskapene ingen direkte interesser. Foreløpig ser vi at det nettopp er nettselskapene som i mange tilfeller står for lokal fjernvarmeutbygging. Dette indikerer at utbyggingsbeslutninger for fjernvarme i praksis ikke blir gjenstand for strategiske vurderinger fra nettselskapenes side, eller at de ser på etablering av fjernvarme eller gass som en strategisk fordel i forhold til videreutvikling av sin kundebase.

Leveranser av både naturgass og fornybar varme er kjennetegnet ved en høy andel faste kostnader. For begge alternativene forutsetter vellykket etablering at man klarer å realisere en minimums markedspenetrasjon (kritisk masse). Kritisk masse representerer i seg selv en vesentlig etableringshindring. Kritisk masse innebærer at i områder hvor både naturgass og fornybar varme er konkurransedyktig i forhold til etablerte systemer, så vil det alternativet som etableres først oppnå en konkurransefordel. Dette kalles gjerne en "first mover advantage".

Et annet viktig funn i denne analysen er at den klare forskjellen i andelen faste kostnader mellom naturgass og fjernvarme leder til en asymmetri i kritisk masse for de to alternativene. Dette innebærer at naturgass vil kunne etableres lønnsomt med en lavere markedspenetrasjon enn fjernvarme. Dette kan gi opphav til en strategisk



fordel i den forstand at en tilbyder av naturgass kan oppfatte at han står overfor en lavere risiko enn en tilbyder av fjernvarme.

Dermed vil det mange steder kunne utvikle seg betydelige elementer av strategiske spill mellom tilbydere av gass og varme. Her vil aktørenes gjennomføringsevne, i tillegg til kostnadsmessige forhold, kunne bli avgjørende for hvilket alternativ som etableres. I særdeleshet vil aktører med høy grad av kontroll med leveringskjeden og muligheten til å realisere synergier ved leveranser i større områder og til mange kundegrupper kunne ha et fortrinn. Aktører som har vært tidlig ute og som allerede har bearbeidet markedet i flere år vil også ha et fortrinn.

7.1 Offentlige virkemidler

Ut i fra den korte drøftingen over kan en trekke flere konklusjoner med hensyn til behov for offentlige virkemidler. utfordringene er flere:

- Høy kritisk masse kan tilsa at risikoen blir for høy til at en kan vente at markedsaktører skal etablere et tilbud av naturgass eller fornybar varme i særlig skala
- Mulighetene for strategiske spillsituasjoner mellom etablerte og nye energisystemer og mellom naturgass og fornybar varme tilsier at et helt uregulert marked kan realisere samfunnsøkonomisk suboptimale løsninger

7.1.1 Hva bør Enova prioritere?

Vi tror det er flere grunner til at fornybar varme trenger ekstra oppmerksomhet. Naturgass har konkurransefordeler både i form av synergier mot leveranser til industri og i forhold til mindre utfordringer knyttet til realisering av kritisk masse. De store regionale forskjellene i konkurranseevnen til varme tilsier at virkemiddelbruken bør være selektiv og spesielt rettet inn mot områder hvor fjernvarme kan være kostnadsmessig konkurransedyktig. Det er ut i fra våre beregninger dermed spesielt viktig å fokusere på sentrumssoner i større byer og hvor planer om å bygge fjernvarme har kommet kort i forhold til konkurrerende tilbud av naturgass. Dette gjelder særlig i kommuner hvor det er et potensial for å utnytte synergier mellom industrielle leveranser og leveranser til husholdninger og tjenesteyting i sentrum og tettsteder.

I kommuner hvor fjernvarme allerede er etablert, er behovet for offentlige virkemidler sannsynligvis mindre. På samme måte er det mindre behov for oppmerksomhet mot områder hvor det eventuelt finnes eller utvikles større aktører som tar et helhetlig perspektiv på å utvikle regionale energisystemer.

Siden Enova har som en av sine oppgaver å støtte introduksjon av naturgass, er det viktig at en slik støtte ikke hindrer etablering av fjernvarmeløsninger i områder hvor fjernvarme er samfunnsøkonomisk mer gunstig. Tiltak for å støtte naturgass bør derfor fortrinnsvis rette seg mot andre sektorer enn romoppvarming for husholdninger/tjenesteyting, og mot områder hvor fjernvarmepotensialet er lavt. Det er imidlertid viktig å innse at støtte til gass i et område i praksis ikke kan avgrenses til



leveranser til enkelte sektorer eller soner. Straks gass er etablert og kritisk masse er passert, vil gass utkonkurrere fjernvarme også i soner hvor fjernvarme ville vært et billigere alternativ.

Rekkefølgen for etablering av de to løsningene er viktig, da løsningen som først passerer kritisk masse vil blokkere den andre løsningen. I og med at gass generelt har lavere kritisk masse enn fjernvarme, vil gass ha en konkurransefordel. Er derimot fjernvarme allerede etablert, vil konkurransesituasjonen være snudd. Enova bør derfor være restriktiv i forholdt til å støtte gass der fjernvarme er den billigste løsningen og ikke allerede er etablert. Dette tilsier at støtte til gass bør prioriteres i områder der fjernvarme allerede er etablert, og det er et betydelig konverteringspotensial i industri og tettsteder som fjernvarme ikke kan dekke.

Det er videre viktig å prioritere konkrete prosjekter som bidrar til å utvikle en hensiktsmessig aktørstruktur. For å oppnå dette må det vurderes om tiltak for å støtte varme bør være proaktive i den forstand at statlige foretak slik som Enova er med på å ta initiativet til å identifisere konkrete prosjekter fremfor å avvente at potensielle utbyggere har igangsatt utredninger og konkretisert utbyggingsplaner.

7.1.2 Hvordan utforme virkemidler

Ut i fra analysen over bør virkemidler for å promotere fjernvarme innrettes mot følgende utfordringer

- Unngå at kritisk masse blir en etableringshindring
- Unngå at naturgass oppnår en "first mover" fordel i områder hvor fjernvarme er mer ønskelig ut i fra samfunnsøkonomiske kriterier

Begge momentene taler i retning av at virkemiddelapparatet med fordel kan rettes mot å redusere risiko for nye aktører som ønsker å etablere fjernvarme. Dersom våre beregninger er riktige er det ikke behov for varige støtteordninger for å sikre drift i nye anlegg. Dersom penetrasjonen blir tilstrekkelig høy, vil sannsynligvis investeringene kaste godt av seg uten støtte. Imidlertid vil usikkerhet knyttet til om kritisk masse kan realiseres, skape en betydelig risiko for utbygger (dvs. at kritisk masse innebærer en etableringshindring). Støttebehovet er med andre ord primært rettet mot å redusere risiko ved etablering og ikke mot en systematisk lav lønnsomhet over tid.

Det er flere tiltak som er aktuelle:

- Lånegarantier, dvs. å avlaste ordinære långivere for risiko
- Direkte toppfinansiering, dvs. å yte direkte lån til utbygger i situasjoner hvor ordinære långivere uansett ikke ønsker å ta risiko med fullfinansiering
- Eierskap i oppstartsfasen, for eksempel gjennom tilsvarende ordninger som Innovasjon Norges Såkorn og Venturefond eller i direkte "joint venture" med mer etablerte aktører

For å sikre at tiltakene er kostnadseffektive er det sannsynligvis avgjørende at støtte gis i form av lån eller eierskap. På denne måten vil støtten kunne "resirkuleres", dvs.



at etter hvert som prosjekter kommer i ordinær drift og klarer seg økonomisk på egenhånd, frigjøres den offentlige støtten og blir tilgjengelig til andre prosjekter.

7.2 Videre arbeid

På tross av et omfattende arbeid med denne rapporten mener vi det er et betydelig potensial både for å videreutvikle modellapparatet, for mer inngående analyser av konkurransesituasjonen mellom etablerte og nye energisystemer og mellom fornybar varme og naturgass og for å utvikle et treffsikkert virkemiddelapparat.

Modellutvikling

Et videre utviklingsløp er å lage fremskrivninger for det tekniske potensialet. Det er flere tunge trender som vil ha betydning og som det sannsynligvis er meningsfullt å etablere modeller på. Basert på SSB fremskrivninger av befolkningen vet vi at over de neste 20 årene vil veksten vil komme i sentrale strøk. I tillegg vil EUs byggdirektiv bidra til at andelen vannbåren varme vil øke fremover. Dette innebærer at det tekniske potensialet vil øke over tid, både i husholdningene og innen tjenesteytende virksomhet.

Utviklingen i tjenestesektoren er sannsynligvis en viktig driver for økt teknisk potensial i seg selv. Etablering av kjøpesentre, kontorbygg, idrettsanlegg, etc. vil kunne øke etterspørselen etter oppvarming betydelig innenfor sentrums- og tettstedsoner. En del av disse etableringene vil måtte sees i sammenheng med endringer i bosettingsmønsteret i befolkningen.

Det er et potensial for videreutvikling av X-Base, dels for å gjøre mer presise anslag på formålsfordeling av energiforbruket, dels for å videreutvikle basen med viktige drivere som forklarer forskjellen i energibruk mellom kommuner og over tid samt for å forbedre fordelingen av energiforbruket mellom ulike soner innenfor hver kommune. Det kan dessuten være interessant å gjøre tilpasningen i modellen som gjør det mulig å simulere utbygging av fjernvarme og gass i større regioner og å ta hensyn til kostnadmessige synergier mellom å etablere rørnett innenfor flere soner i én kommune. Videre er det et potensial for å forbedre modellen med hensyn til å beregne utstrekningen av rørnett basert på mer detaljert informasjon om geografi og demografi i hver kommune.

I tillegg til å utvikle et kvantitativt modellapparat er det også viktig å utarbeide dypere analyser av konkurransesituasjon og et mulig virkemiddelapparat for å stimulere til etablering av nye energisystemer. Dette drøftes nærmere i neste avsnitt.

Analysebehov

Det er viktig å understreke at det sjelden finnes fasitsvar for utfall av strategiske spill mellom etablerte og potensielle tilbydere av et produkt. I denne rapporten er analysen holdt på et overordnet nivå basert på problemstillinger knyttet til kritisk masse. For å etablere en dypere innsikt vil det blant annet være behov for en mer systematisk kartlegging av aktørstruktur og planlagte prosjekter.

Det vil åpenbart være potensial for å gjøre mer detaljerte analyser av et fremtidig virkemiddelapparat enn hva som er presentert over. Det vil kanskje ha særlig



interesse å se nærmere på om det er hensiktsmessig for Enova eller andre offentlige aktører å engasjere seg på eiersiden i nye prosjekter. Videre er det viktig å se på behov og potensial for bedre samordning av virkemiddelbruk innenfor større områder, for eksempel hvordan lokale myndigheter kan benytte lokale energiutredninger og reguleringsplaner til å legge forholdene til rette for energiomstilling.

Vedlegg: Datagrunnlag for analysene

Offentlig statistikk og informasjon

Datasettet i X-Varme er bygget opp med data fra flere forskjellige offentlige datakilder. De viktigste av disse er vist i Tabell 0-1:

Tabell 0-1 Oversikt over mest vesentlige kilder for energibruk, arealbruk og befolkning

Rapport navn / datakilde	Kilde	Data benyttet
Befolkning og arealbruk i norske kommuner	SSB (01.01.20)	Areal pr sone pr kommune, befolkningstall, antall bedrifter og sysselsatte
Boligtellingsstatistikk		Boligtyper og oppvarmingssystemer
Energibruksstatistikk	SSB (01.03.10)	Kommunefordelt energibruk pr energibærer og sektor, eksklusiv elektrisitet
Elektrisitetsstatistikk	NVE	Kommunefordelt elektrisitetsbruk pr sektor

Ved bruk av datasettet i X-Varme settes det i utgangspunktet en del felles forutsetninger for alle kommuner. I de detaljerte analysene av enkeltkommuner har vi i tillegg til de generelle datasettene og – beregningene benyttet informasjon fra de lokale energiutredningene, samt faktisk oppmåling i kart for å verifisere de overordnede beregningene i X-Varme.

Kostnadsestimater for ulike infrastrukturer

Datagrunnlaget for X-Varme er hentet fra ulike rapporter som er enten offentlige eller gjort tilgjengelige fra Enovas side, fra Xrgias egne erfaringstall og fra erfaringstall vi har fått fra sentrale bransjeaktører. I tillegg er det hentet tall fra Xrgias modell X-nett for nettariffer (basert på tall publisert av NVE), og fra Nord Pool for kraftpriser. En detaljert oversikt over de forutsetninger som er brukt i beregningene er vist i vedlegg.

De viktigste kildene vi har benyttet for kostnadstall er vist i Tabell 0-2

Tabell 0-2 Oversikt over mest vesentlige kilder for kostnadstall

Rapport navn / datakilde	Forfatter/kilde	Data benyttet
Bioenergy logistics chain costs structure and development potential	TØI, KEMA, Energidata	Pris for biomasse
On the costs of bio heating concepts	KEMA	Driftskostnader fjernvarmeanlegg - hentet fra CHP i Nederland
Logistikkjeder og kostnadskomponenter for ulike typer av biobrensel	TØI	Transportkostnader, produksjonskostnader bio (flis og pellets).
Kostnader ved fjernvarmeutbygging, status 2003	Norsk fjernvarmeforening	Leggekostnader rør, kostnad for varmesentraler, kundetilknypning
Fjärrvärme: Teori, teknik och funktion	Sven Werner	Rørledning pr km ² ; varmetap og trykktap i FV-rør
Framtidsbilde for norsk naturgassdistribusjon, 2015-2025	Marintek	Prod.kostnader for LNG, transport og lagringskostnader for LNG
Kostnader biosentraler	Enercon 2004	CAPEX for biosentraler av forskjellig størrelse. Driftskostnader
Landbasert bruk av naturgass – distribusjonsløsninger	Marintek	
Erfaringstall gass	Lyse gass	Tetthet rør pr km ²
Leggekostnader gassrør	NVE	kr/m leggekostnader lavtrykksrør
Terminmarkedet for kraft	Nord Pool	Kraftpris i terminmarkedet FY 2007-2009
Nettariffer	Xrgia, NVE	Faktiske gjennomsnittlige nettariffer pr nettselskap - omgjort til nettariff pr kommune vha X-Nett
Brukstider varme og gass	Xrgia	Brukstider - egne erfaringstall fjernvarme og gass

Generelle forutsetninger

I beregningene er det benyttet følgende generelle forutsetninger:

- Kalkylerenten er satt til 7 % reelt før skatt på totalkapitalen
- Levetiden for anlegg er satt lik 25 år i de økonomiske kalkylene. Det er ikke regnet noen terminalverdi



Vedlegg: Fremgangsmåte ved beregning av teknisk potensial

I dette kapitlet beskrives hvordan en rent teknisk kommer frem til det teknisk potensialet for henholdsvis naturgass og fornybar varme er basert på den kommunefordelte statistikken som foreligger fra SSB og NVE.

Trinn 1: Etablere en oversikt over alt forbruk av energivarer i en kommune for ett år.
Et eksempel er vist i Tabell 0-1

Tabell 0-1 Totalt forbruk av energivarer i GWh (kun eksempel)

Vare	Fj. varme	Hush.	Ind	Off. tj.yt.	Prim. n.	Priv. tj.yt.	Vei- traf.	Fly	Skip	Annen mob. forbr.	Annet bruk
Avfall	308	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bensin, parafin	-	36	-	0	0	7	374	-	-	8	-
Diesel-, gass- og lett fyringsolje, spes.dest.	81	64	117	74	4	124	311	-	19	54	-
Gass	116	1	86	3	-	9	2	-	-	-	-
Kull, kullkoks, petrolkoks	-	1	40	-	-	-	-	-	-	-	-
Tungolje, spillolje	-	-	21	-	-	0	-	-	4	-	-
Ved, treavfall, avlut	26	120	-	-	-	2	-	-	-	-	-
Elektrisitet prioritert	3	1 035	61	215	2	735				25	13
Elektrisitet uprioritert	10	1	0	4	0	25				-	0



Trinn 2: Etablere en oversikt over alt stasjonært forbruk av energivarer i en kommune for ett år. Resultatet er vist i Tabell 0-2

Dette betyr i praksis å se bort fra energivarer brukt til veitrafikk, samt fly- og skipstrafikk.

Tabell 0-2 Forbruk av energivarer til stasjonært forbruk i GWh (kun eksempel)

Vare	Fj. varme	Hush.	Ind	Off. tj.yt.	Prim. n.	Priv. tj.yt.	Vei- traf.	Fly	Skip	Annen mob. forbr.	Annet bruk
Avfall	308	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bensin, parafin	-	36	-	0	0	7	374	-	-	8	-
Diesel-, gass- og lett fyringsolje, spes.dest.	81	64	117	74	4	124	311	-	19	54	-
Gass	116	1	86	3	-	9	2	-	-	-	-
Kull, kullkoks, petrolkoks	-	1	40	-	-	-	-	-	-	-	-
Tungolje, spillolje	-	-	21	-	-	0	-	-	4	-	-
Ved, treavfall, avlut	26	120	-	-	-	2	-	-	-	-	-
Elektrisitet prioritert	3	1 035	61	215	2	735				25	13
Elektrisitet uprioritert	10	1	0	4	0	25				-	0



Trinn 3: Identifisere forbruk av energivarer som kan substitueres med naturgass. Resultatet ("Teknisk potensial for naturgass") er vist i Tabell 0-3

a. El-forbruk

I statistikken fra NVE er elektrisitetsforbruket delt inn i prioriterte og uprioriterte leveranser. Uprioritert elektrisitet benyttes vanligvis til oppvarming (elkjeler) hvor brukerne har alternative oppvarmingsmuligheter (gass- eller oljekjel) slik at elforbruket kan kobles ut i en knapphetssituasjon. Leveranser av uprioritert elektrisitet er her derfor forutsatt benyttet til oppvarming. En betydelig andel av det prioriterte elektrisitetsforbruket går sannsynligvis også til oppvarming. I den grad oppvarmingen skjer via vannbåren varme eller ventilasjon ville det vært relevant å inkludere forbruket i det tekniske potensialet. Imidlertid skjer sannsynligvis en betydelig andel av eloppvarming ved hjelp av panelovner, dvs. at brukerne vil måtte påregne vesentlige omstillingskostnader for å kunne nyttegjøre seg naturgass eller fjernvarme. I tillegg kommer det at en vesentlig andel av elforbruket ikke er oppvarmingsrelatert. Av forsiktighetshensyn har vi derfor valgt å ikke anse prioritert elektrisitet som en del av det tekniske potensialet. Oppsummert betyr dette at forbruk av uprioritert elektrisitet inngår i det tekniske potensialet for naturgass, mens prioritert elektrisitet ikke inngår.

b. Forbruk av ved, treavfall og avlut

I husholdningene vil bruk av biobrensel stort sett være bruk av ved. Dette er punktoppvarming som ikke er direkte substituerbart med naturgass. Biobrensel benyttet i industri er i hovedsak avfall fra egen produksjon, og det er derfor neppe aktuelt å erstatte dette med innkjøpt brensel som naturgass. Biobrensel benyttet i fjernvarme vil i stor grad være grunnlast, og er neppe aktuelt for substitusjon. Vi har derfor valgt å holde all bruk av ved, treavfall og avlut utenfor det tekniske potensialet for naturgass.

c. Forbruk av energivarer i fjernvarme

Naturgass er aktuell som spisslast for fjernvarme. Vi har derfor forutsatt at 25 % av det samlede forbruket til fjernvarmeproduksjon kan substitueres med naturgass. I enkelte fjernvarmeanlegg benyttes avfall til 100 % av varmeproduksjonen. Dette er i første rekke anlegg som leverer til industriformål. For disse anleggene vil det være feil å forutsette at naturgass kommer inn som spisslast. I det tekniske potensialet for naturgass har vi derfor sett bort fra potensiell leveranse til fjernvarmeanlegg der mer enn 90 % av varmeproduksjonen er basert på biobrensel.



Tabell 0-3 Teknisk potensial, naturgass i GWh (kun eksempel)

Vare	Fj. varme	Hush.	Ind	Off. tj.yt.	Prim. n.	Priv. tj.yt.	Annet bruk
Avfall	308	-	-	-	-	-	-
Bensin, parafin	-	36	-	0	0	7	-
Diesel-, gass- og lett fyringsolje, spes.dest.	81	64	117	74	4	124	-
Gass	116	1	86	3	-	9	-
Kull, kullkoks, petrolkoks	-	1	40	-	-	-	-
Tungolje, spillolje	-	-	21	-	-	0	-
Ved, treavfall, avlut	26	120	-	-	-	2	-
Elektrisitet prioritert	3	1 035	61	215	2	735	13
Elektrisitet uprioritert	10	1	0	4	0	25	0



Trinn 4: Identifisere forbruk av energivarer som kan substitueres med fjernvarme. Resultatet ("Teknisk potensial for fjernvarme") er vist i Tabell 0-4

a. Utgangspunkt: Teknisk potensial for naturgass

b. Fjernvarme

Alt forbruk av energivarer til fjernvarme trekkes selvsagt ut av potensialet. Dette betyr at det tekniske potensialet for fornybar varme blir mindre enn for naturgass, der 25 % av fjernvarmeforbruket ansees som aktuelt for naturgass.

c. Industri

Vi forutsetter her at det er lite aktuelt å levere fjernvarme til industri, selv om det i dag leveres noe prosessvarme til denne sektoren. Alt forbruk til industri er derfor holdt utenfor for fornybar varme.

Tabell 0-4 Teknisk potensial, fornybar varme i GWh (kun eksempel)

Vare	Fj. varme	Hush.	Ind	Off. tj.yt.	Prim. n.	Priv. tj.yt.	Annet bruk
Avfall	308	-	-	-	-	-	-
Bensin, parafin	-	36	-	0	0	7	-
Diesel-, gass- og lett fyringsolje, spes.dest.	81	64	117	74	4	124	-
Gass	116	1	86	3	-	9	-
Kull, kullkoks, petrolkoks	-	1	40	-	-	-	-
Tungolje, spillolje	-	-	21	-	-	0	-
Ved, treavfall, avlut	26	120	-	-	-	2	-
Elektrisitet prioritert	3	1 035	61	215	2	735	13
Elektrisitet uprioritert	10	1	0	4	0	25	0

