



# Fungerende pelletsmarked

**Prinsipiell analyse**

Utarbeidet for Enova

September 2010



**Xrgia AS**

Rådmann Halmrasts vei 16

Postboks 329

1301 Sandvika

Telefon: (+47) 93 24 56 23

E-post: [post@xrgia.no](mailto:post@xrgia.no)

Internettadresse: [www.xrgia.no](http://www.xrgia.no)

Foretaksregisteret: NO 987 747 218 MVA

<p><b>TITTEL</b></p> <p>Scenarioanalyse – fungerende pelletsmarked</p> <p><b>A competitive market for green pellets</b></p>
<p><b>FORFATTERE</b></p> <p>Ole Lislebø</p> <p>Kjetil Ingeberg</p>
<p><b>OPPDRAGSGIVER</b></p> <p>Enova SF</p>

Report nr.	Dato	Rev.dato	Ant. sider	Ant.	Gradering	ISBN
	2010-09-15		56	1	Åpen	978-82-93010-05-0
<b>Prosjektleder:</b>						
Kjetil Ingeberg						

**Brief summary:**

This report is one of two reports for Enova in the project "Functional Green Pellet Market". The main focus of this report is to increase the knowledge of how the green pellet market in Norway adjusts to different policy instruments and discuss the terms for policy design for Enova.

Our findings suggest that the green pellet value chain is threefold because of low transportation costs, both for the raw material and the manufactured product. Hence, only a demand side subsidy scheme would increase the domestic consumption of green pellets. Small local integrated value chains could be profitable if they are based on particularly cheap local raw materials. However, such solutions will not be sufficient to establish a competitive market.

There will always be a risk that a subsidy scheme only for green pellets would displace other profitable bio energy, and thus have adverse impacts on market efficiency. In this case, a technology neutral subsidy scheme for bio energy would be preferable for market efficiency. The model developed in this project simulates all relevant heating technologies in order to reveal the effect of technology neutral as well as technology discriminating policy instruments. Nevertheless, actual market share rarely equals the economic market potential. Thus, the model allows for different scenarios for actual market penetration for green pellet.



<b>SAMMENDRAG .....</b>	<b>4</b>
<b>1 INNLEDNING .....</b>	<b>7</b>
1.1 BAKGRUNN .....	7
1.2 MÅLSETTING .....	7
<b>2 MARKEDSSTRUKTURER .....</b>	<b>9</b>
2.1 VERDIKJEDEN .....	9
2.2 TILBUDSSIDEN .....	10
2.1 ETTERSØRSEL .....	13
2.2 NORSK VIRKEMIDDELBRUK .....	16
2.3 ERFARINGER FRA SVERIGE – HVORFOR HAR PELLETS LYKKES? .....	19
<b>3 PRINSIPIELL DRØFTING .....</b>	<b>23</b>
3.1 RELEVANT MARKED .....	23
3.2 REGIONAL PRODUKSJON, IMPORT OG EKSPORT .....	26
3.3 KONKURRANSE MELLOM PELLETS OG ALTERNATIVER .....	29
3.4 DISTRIBUTJON AV PELLETS .....	36
3.5 BARRIERER OG VIRKEMIDDELBRUK .....	38
<b>4 KONKURRANSEANALYSEMODELLEN X-PELLETS .....</b>	<b>43</b>
4.1 INFORMASJONSFLYT I MODELLEN .....	44
4.2 FORMÅL OG SYSTEMGRENSER .....	45
4.3 REALOPSJONER I VERDIKJEDEN .....	47
<b>5 KONKLUSJON .....</b>	<b>48</b>
<b>6 REFERANSER .....</b>	<b>50</b>
<b>7 VEDLEGG .....</b>	<b>54</b>
7.1 PRODUKSJONSPROSESSEN .....	54
7.2 KVALITETER FOR PELLETS .....	55



## Sammendrag

Denne rapporten er én av to rapporter til Enova i prosjektet "Fungerende pelletsmarked". Formålet med rapporten er å gjennomgå faktagrunnlag og prinsipielle vurderinger knyttet til pelletsmarkedet. Videre presenterer den analyseverktøyet X-Pellets, som er en konkurranseanalysemodell for konkurranseflaten mellom pellets og alternative oppvarmingsløsninger. Den prinsipielle drøftingen og utviklingen av X-Pellets skal gi relevante resultater for Enova i deres arbeid med å stimulere til økt omlegging og bruk av fornybar energi. Enova forvalter to virkemidler, nemlig økonomisk støtte (investeringsstøtte) og kompetansebygging gjennom informasjonsarbeid. Selv om utviklingen i energipriser åpenbart er svært viktig for konkurransen mellom ulike energibærere, ligger dette utenfor de forhold Enova kan påvirke.

Det er nærliggende å anta at det er pris som er det viktigste hinderet for at pellets vinner høyere markedsandeler. Konkurranseflaten, både mot annen biobrensel og mot andre alternativer som el, olje og gass, er imidlertid ikke bare et spørsmål om pris. Andre forhold som påvirker sluttbrukernes valg er sluttbrukernes fleksibilitet i valg av oppvarmingsløsning (finnes det vannbåret system i bygget eller ikke), driftsmessige forhold, "plunder og heft", plass til lokalt lager, kapitaltilgang, og usikkerhet om hvor robuste og varige ulike løsninger er.

Pellets har liten anvendelse i Norge i dag, og står for bare om lag 200 GWh totalt sett. Til sammenligning er det totale forbruket av biobrensel i Norge ca 12 500 GWh (2008). Samtidig er pellets den type biobrensel som har høyest energitetthet og dermed er mest transporterbar, og den er forbrenningsmessig enklere enn flis og annen uforedlet biobrensel.

Verdikjeden for pellets går i utgangspunktet fra tilgang til virke (skog, skogsavfall og avfall fra skog- og treforedlingsindustri) frem til sluttbrukere innen husholdninger, tjenesteyting og industri. Pellets kan også brukes som brensel i energisentraler som leverer vannbåren varme til sluttbrukerne, og i industrien kan pellets både benyttes til byggoppvarming og til prosessformål.

Pellets er et relativt homogent og enkelt transporterbart produkt, og handles i dag over store avstander internasjonalt. For en pelletsprodusent i Norge er det kun et markeds- og prisspørsmål hvorvidt produksjonen selges i Norge eller eksporteres. Likeledes er en norsk sluttbruker ikke avhengig av at pellets er produsert i Norge, så lenge pellets kan importeres til en konkurransedyktig pris. Forskjellen på eksport- og importpris representeres av kostnader for skipstransport. Disse er gjennomgående lave, i størrelsesorden 3 øre/kWh avhengig av skipsstørrelser og transportstrekning. Vi mener dermed at det er irrelevant for utviklingen av markedet i Norge hvorvidt det finnes norske produsenter av pellets eller ikke, verdikjeden for pellets er altså tredelt: produksjon, import/eksport, og regional distribusjon og forbruk.

Enovas fokus er knyttet til energibruk i Norge. Ut fra argumentene om en tredelt verdikjede for pellets vil det kun være interessant for Enova å gi støtte til etterspørselssiden, ettersom en støtte til tilbudssiden kun vil gi økt eksport av norskprodusert pellets. Videre vil en støtteordning kun være interessant hvis markedet kan være konkurransedyktig på sikt. Premissene for å gi støtte til pellets spesielt fremfor bioenergi generelt, vil i hovedsak være at pellets substituerer fossile energibærere eller el og tar nye markeder for bioenergi, samt at pellets faktisk er den beste løsningen i disse

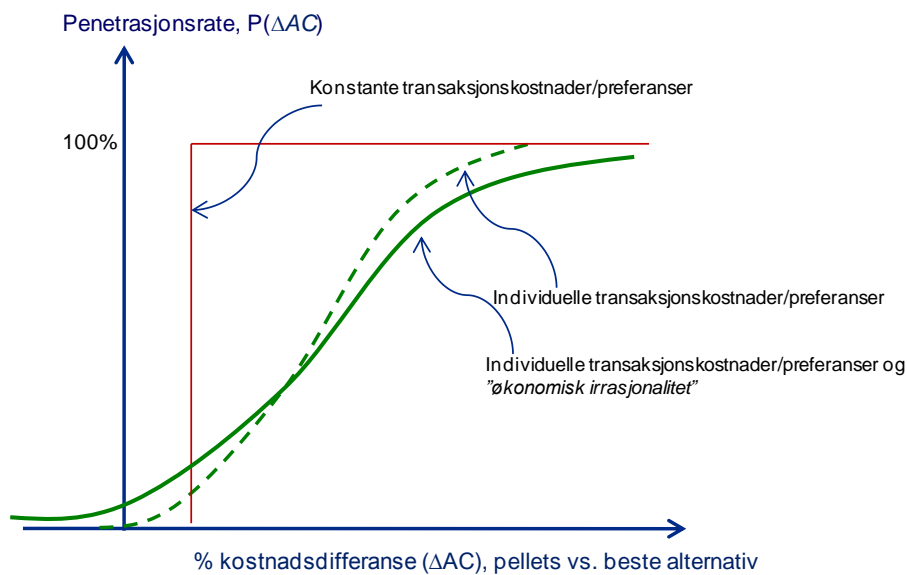


markedene. Utforming av slike spesielle virkemidler stiller store krav til regulators kunnskap om blant annet teknologikostnadene og konkurranseflatene i markedet.

Det relevante markedet for pellets – dvs der hvor pellets kan delta i konkurransen med andre løsninger – begrenses av tekniske forhold. I rapporten omtales dette som "teknisk potensial". Dette innebærer at det teknisk sett ligger til rette for bruk av pellets, men det er ikke foretatt noen vurdering av hvorvidt pellets er konkurransedyktig. For pellets er det relevante markedet avgrenset til eksisterende og nye boliger med vannbåren varme eller kamin, næringsbygg med vannbåren varme, industribygg, industrielle prosesser som i dag dekkes av fyringsolje, samt energisentraler i fjernvarmeanlegg som i dag fyres med olje, el eller gass, samt nye fjernvarmeanlegg. Det tekniske potensialet for byggoppvarming er meget detaljert behandlet i X-Pellets. Hver kommune brytes ned i fem geografiske soner, og hver av disse sonene ned i tre kundesegmenter (husholdning, tjenesteyting, industri), byggtipe (eksisterende eller nytt) og byggstørrelse (skala). Data for skala er basert på informasjon fra matrikkelen, som inneholder data for alle enkeltbygg i Norge.

Kostnaden for pellets og andre oppvarmingsløsninger består av fire hovedkomponenter, nemlig energipris, transport (distribusjon) av energien frem til sluttbruker, investeringskostnader hos sluttbruker og driftskostnader hos sluttbruker. Energipriser bestemmes av brukeren av X-Pellets. Vårt basisalternativ er representert ved dagens markedspriser. For pellets, flis og el er det beregnet kommunevise transportkostnader, basert på forutsetninger om transportmønster (pellets og flis) og faktiske nettariffer pr kommune for el. Et vesentlig poeng i tilknytning til el er hvorvidt effektledet for næringskunder skal oppfattes som fast eller variabelt, og om det dermed inngår som en del av alternativkostnaden for elbaserte løsninger eller ikke. Når det gjelder investeringskostnader, er disse spesifisert og kartlagt pr teknologi og skala for typiske kundegrupper.

Det *økonomiske* potensialet for pellets avhenger av konkurransen mot andre oppvarmingsløsninger. I en rent kostnadsbasert modell vil billigste alternativ ta hele markedet. I vår modell ville dette tilsvare markedet i en node, definert ved kommune, kundesegment, byggtipe og skala. Vi mener dette er en utilstrekkelig tilnærming, og har basert vurderingen av realisert markedspotensial (forventet realisert volum pellets) på penetrasjonsrater for hvert kundesegment. Figur 0.1 viser en prinsippskisse for sammenhengen mellom prisdifferanse og realisert volum.



Figur 0.1 Penetrasjonsrate som en funksjon av prisdifferansen mot billigste alternativ.

Penetrasjonsratene har følgende egenskaper:

- En penetrasjonsrate på 100 % betyr at pellets tar hele det relevante markedet
- Høyere prisdifferanse mellom pellets og billigste alternativ gir høyere penetrasjonsrate
- Selv ved moderat, *negativ* prisdifferanse kan pellets ta noe marked (idealister, innelåste volumer)
- Sluttbrukerne har ulike risikoaversjon. Dette gir en penetrasjonsrate som øker med økende prisdifferanse

Oppfatninger om formen på penetrasjonsraten er av natur subjektive, og vitenskapelige resultater på dette området mangler. Formen på penetrasjonsraten blir derfor bestemt av modellbrukeren i X-Pellets. Dette gir blant annet mulighet til å simulere effekten av informasjonstiltak fra Enovas side, som vil kunne påvirke penetrasjonsraten slik at pellets tar en høyere andel av det relevante markedet ved en lavere prisdifferanse.

I tillegg til X-Pellets, som er en Excel-basert analysemodell, er det utviklet en realopsjonsmodell (ROV) i prosjektet. ROV-modellen fokuserer på hvilken virkemiddelbruk som gir best utbytte for Enova, og viser utfall for forskjellige kombinasjoner av virkemiddelbruk (informasjonsarbeid og ulike støtteordninger) i kombinasjon med andre usikkerheter som er modellert i X-Pellets. ROV-modellen gir også grunnlag for å vurdere optimal strategi og beslutning om virkemiddelbruk for Enova sett i forhold til energimål pr støttekrone.



## 1 Innledning

### 1.1 Bakgrunn

I kjølvannet av klimaforhandlingene i København har Norge rapportert et mål om å bidra til globale utslippsreduksjoner tilsvarende 30 % av Norges utslipp i 1990. Klimakur 2020 viser at økt bruk av bioenergi vil være et viktig bidrag for å redusere Norges utslipp av klimagasser i bygg så vel som i industrien og energisektoren (KLIF, 2010). I Soria Moria ble det lansert et bioenergimål, som dog ikke er vedtatt, som representerer 14 TWh ny bioenergi innen 2020 (LMD, 2007). Pellets kan være en bidragsyter til å nå dette målet og har flere fortrinn som renslighet, høy brennverdi og dermed god transporterbarhet, lave partikkelutslipp og gode lagringsmuligheter.

I Sverige har forbruket av pellets doblet seg det siste tiåret, og er nå på over 2 millioner tonn, om lag 6-8 % av det totale bioenergi markedet (Svebio, 2010). Selv om salget av pellets i Norge også nesten har fordoblet seg i perioden 2004 til 2008, er volumet fremdeles svært tynt og utgjorde i 2008 om lag 1,5 % av det totale forbruket av bioenergi (SSB, 2009).

Pelletsproduksjonen i Norge har de siste årene fluktuert mellom 35 000 og 50 000 tonn, noe som er et svært lavt nivå, og flere markedsaktører uttrykker nå en frykt for at pelletsmarkedet skal bryte sammen. Med unntak av etableringen av Hafslunds pelletsfabrikk på Averøya, som er blant verdens største og primært er bygget med tanke på eksport, er det ingen vesentlige planer om etablering av ny produksjonskapasitet i Norge. Samtidig er flere av de eksisterende pelletsfabrikkene (blant annet Møre Biovarme AS) har gått konkurs de siste årene. Norges eneste fabrikk for pelletsovner varslet i desember 2009 permitteringer og mulig nedleggelse og erklærte markedet for pelletsovner for *ikke-eksisterende* (Grunder, 2009). På forbrukersiden er det blant enkelte en frykt for at man kan bli stående uten leveranser av pellets og nødvendig servicepersonell.

### 1.2 Målsetting

Hovedmålsettingen med prosjektet er å øke kunnskapen om pelletsmarkedet i Norge generelt og i Midt-Norge spesielt. Prosjektet skal vise hvordan ulike støtteordninger vil påvirke markedet for pellets, og under hvilke premisser Enova kan og bør arbeide for et fungerende pelletsmarked i Midt-Norge.

Enova har et ansvar for å bidra til økt energiomlegging, energieffektivisering og økt produksjon av fornybar energi. Selv om etablering av pelletsproduksjon i Norge kan være ønskelig ut fra et nærings- eller distriktpolitisk synspunkt, inngår ikke dette blant de oppgaver Enova er satt til å løse. Fokus for prosjektet er dermed knyttet til innenlands forbruk av pellets, og ikke innenlands produksjon. I dette prosjektet er særlig fokus på etterspørselssiden samt konkurransen mellom ulike teknologiløsninger for varmeproduksjon og -forsyning. Vi diskuterer også under hvilke premisser Enova kan og bør gi støtte til pellets spesielt i forhold til bioenergi generelt.

Prosjektet ble initielt definert som et verdikjedeprojekt, hvor verdikjeden gikk fra oppstrøms tilgang til virke for pelletsproduksjon, til nedstrøms sluttanvendelse av pellets. I dette lå en hypotese om at etablering av innenlands – eller endog regional – produksjon ville legge til rette for utvikling av



etterspørselssiden. Etableringen av Hafslunds pelletsfabrikk på Averøya satte imidlertid tidlig i prosjektet et spørsmålstegn ved denne hypotesen. Denne fabrikk skulle baseres på importerte råvarer og eksport av pellets. Ut fra en antakelse om at markedet har rett ble følgende hypoteser etablert:

- Hypotese 1: Verdikjeden er oppdelt. Virke, produksjon og nedstrøms forbruk er ikke avhengig av hverandre innenfor regionen
- Hypotese 2: Det er etterspørselssiden som må utvikles hvis vi skal nå kritisk masse for et velfungerende pelletsmarked
- Hypotese 3: Regional etterspørsel bestemmes hovedsakelig av konkurranseforholdet mot alternative oppvarmingsteknologier, og ikke tilgang til regionalt produsert pellets

Konkurranseflaten mellom alternativer er avhengig av både kostnader, kostnadsstruktur, energipriser, tekniske karakteristika ved ulike løsninger, og ikke minst brukernes oppfatning og vurdering av ulike løsninger. I dette prosjektet har vi inkludert disse faktorene delvis som endogene variabler i vårt modellapparat X-Pellets, og delvis som eksogene variabler som bestemmes utenfor modellen.

Enova kan gjennom sine virkemiddelprogrammer påvirke både kostnader ved ulike teknologivalg gjennom investeringsstøtte, og kunnskap om ulike teknologivalg ved informasjons- og opplysningsarbeid. Vi har derfor lagt stor vekt på å fokusere på forhold som påvirker teknologivalget utover energipriser. Dette gjelder særlig en detaljert beskrivelse av etterspørselsutviklingen i Midt-Norge, og skalaegenskaper ved ulike teknologivalg for ulike typer forbruk. Det er åpenbart at relative energipriser har stor betydning for konkurranseflaten mellom ulike alternativer. Sett fra Enovas side er dette imidlertid en ytre faktor og usikkerhet, som de ikke kan påvirke ved sine virkemidler. Kraftmarkedsanalyser for å si noe om utviklingen av fremtidige brenselpriser ligger utenfor dette prosjektets mandat, men modellverktøyet som bygges er tilrettelagt og godt egnet for simuleringer på ulike prisbaner.

Rene deterministiske regnemodeller gir gode muligheter for statiske og partielle analyser, men er mindre egnet til mer dynamiske analyser av usikkerhet. Dette er en svakhet i en situasjon der mange usikkerheter samtidig påvirker utviklingen, og hvor også usikkerhetene kan påvirkes av hverandre. Vi har derfor benyttet både en deterministisk modelleringsteknikk og en realopsjonsanalyse i arbeidet med X-Pellets.

Prosjektet har munnet ut i to rapporter;

- En prinsipiell vurdering av pelletsmarkedet inkludert en spesifisering av modellen X-Pellets
- En markedsrapport som drøfter potensialet for et fungerende pelletsmarked i Midt-Norge i 2020

Denne rapporten er den første leveransen i listen over. Kapittel 2 etablerer det nødvendige faktagrunnlaget for den prinsipielle analysen og modellutforming. Vi ser her på verdikjeden, produksjon og forbruk, dagens virkemiddelbruk i tillegg til en overordnet analyse av det svenske markedet. Kapittel 3 er den prinsipielle analysen som legger grunnlaget for å etablere en god



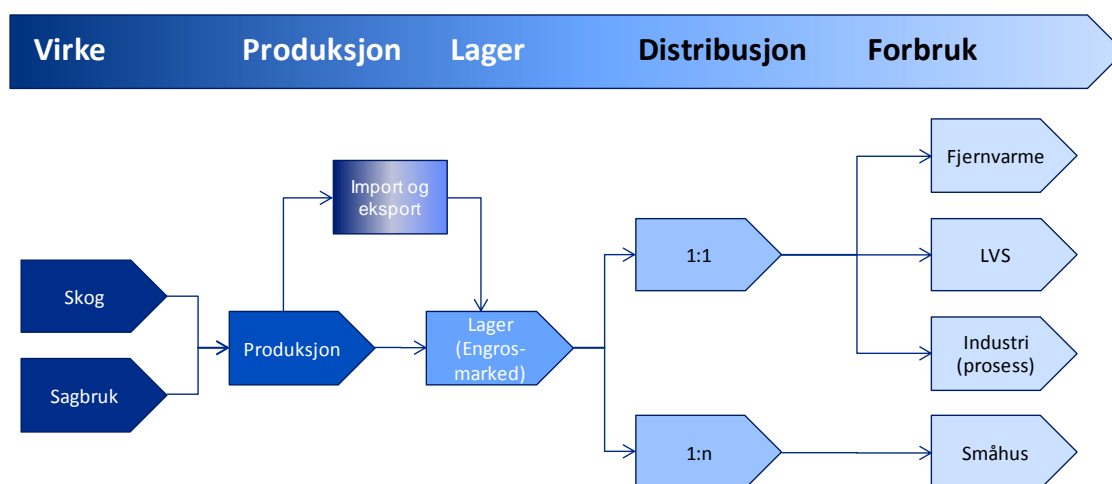
forståelse av markedet og skal bidra til en god modellspesifikasjon. Modelltilnærmingen er kort beskrevet i kapittel 4, og kapittel 5 oppsummerer og konkluderer. Kapittel 7.1 beskrives pellets-kvaliteter og produksjonsprosessen. Kapittel 7.2 gir en detaljert modellspesifikasjon.

Alle resultater fra modellkjøringene beskrives i markedsrapporten da dette er spesifikt for Midt-Norge, og er følgelig ikke en del av denne rapporten.

## 2 Markedsstrukturer

### 2.1 Verdikjeden

Hovedleddene i den fysiske verdikjeden består av virke (biomasse), produksjon av pellets, lager, distribusjon og forbruk som illustrert i figur 2.1.



2.1 Verdikjeden for pellets i Norge.

- **Virketilgangen** for pelletsproduksjon er primært skogsvirke og avfall fra sagbruk mv. Dette virket kan komme fra kilder innenfor den regionen som analyseres, eller ved import. I tillegg til kvalitetsforskjeller (Vedlegg, avsnitt 7.1) er transportkostnader samt konkurranseforholdet til andre anvendelser viktig for faktisk virketilgang for regional pelletsproduksjon.
- **Produksjon** av pellets kan i hovedsak skiller i to hovedakser. Den ene er skala, fra svært små anlegg (ned til 5.000 tonn/år) til svært store anlegg (flere 100.000 tonn/år); den andre er hvorvidt det anvendes vått eller tørt virke og dermed hvilket behov det er for tørking. Energi til tørking er en meget vesentlig andel av samlet produksjonskostnad.
- **Lager** (og import- og eksportfasiliteter, dvs havneanlegg) er en nødvendig node i verdikjeden, både for å muliggjøre import og eksport av pellets, samt å fange opp forskjeller mellom produksjonsmønster og forbruksmønster.
- **Distribusjon** fra lager til forbruker kan skje enten i bulk (tankbil) eller i småsekk (typisk 16 kg sekker på pall). Erfaringene fra Sverige (se avsnitt 2.3) tilsier at distribusjon i hovedsak vil skje i bulk direkte til kunde.



- **Forbruk** kan skje i fire hovedgrupper; fjernvarmeanlegg som videreselger varme til eksterne kunder, lokale energisentraler (LES) som kun leverer til eget forbruk i for eksempel borettslag, individuelle husholdningskunder (villaer) og industrielle kunder for prosessvarmeformål.

## 2.2 Tilbudssiden

### 2.2.1 Norske produsenter

Det er få norske produsenter av trepellets. Det dominerende anlegget er BioWoods nye fabrikk på Averøya, som er en av verdens største fabrikker med en forventet årsproduksjon på ca 450 000 tonn eller nærmere 2,5 TWh. Det finnes seks andre produksjonsanlegg av en viss størrelse. Samlet produksjon i disse anleggene (pluss fra anlegg som er gått konkurs i 2009 og 2010) var under 40 000 tonn. De seks anleggene er:

- Vi-Tre AS (Røros) som eies av Røros Elektrisitetsverk AS
- Pemco, som eier to anlegg i henholdsvis Brumunddal og Vestmarka
- Forforedling BA i Levanger
- Hallingdal Trepellets (Ål) som eies av flere aktører innen energi og skogbruk
- Rendalen biobrensel AS, som er gjenåpnet etter konkurs og eies nå i hovedsak av et investeringsselskap (Utsyn Invest AS / Metodika Holding AS)

Tidligere i 2010 gikk Møre BioVarme konkurs. Samlet produksjon av pellets i Norge var ca 46 000 tonn (NoBio, 2009).

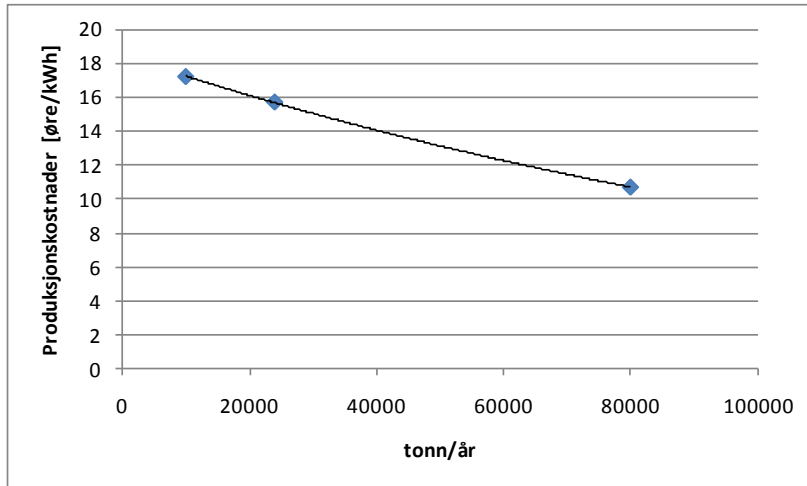
### 2.2.2 Kostnader ved pelletsproduksjon

Den norske produksjonen av pellets er i dag basert på anlegg med en gjennomsnittlig årlig produksjon på under 7 000 tonn, med unntak av anlegget på Averøya. I forhold til produksjonsanleggene i Sverige (avsnitt 2.3) er dette små anlegg - samtidig som det kan synes som om kapasitetsutnyttelsen er lav. Det er dermed interessant å se nærmere på hvilke skalaegenskaper som finnes i pelletsproduksjon, både hva skala på selve anlegget gjelder, og kapasitetsutnyttelse av anlegget. Vi har studert tre ulike rapporter om dette temaet.

I rapporten "Muligheter og barrierer for utvikling av et norsk trepelletmarked" (Pedersen, et al., 2004) beskrives totalkostnadene ved pelletsproduksjon<sup>1</sup> for tre pelletsfabrikker; en relativt stor produsent lokalisert i Sverige, en mellomstor produsent i Østerrike og en liten norsk produsent. En sammenligning av kostnadene til disse tre produsentene tyder på at det er skalafordeler i pelletsproduksjon. Dette er gjengitt i Figur 2.2 som viser produksjonskostnadene i de tre fabrikkene.

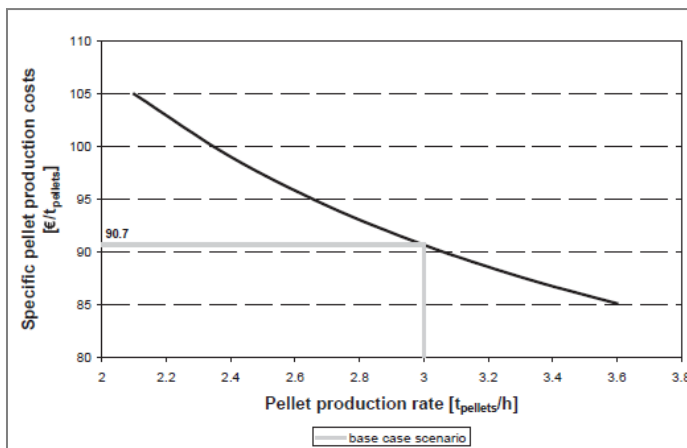
---

<sup>1</sup> Kilden nevner ikke noe om støtte og det antas her at evt støtte ikke er regnet med her



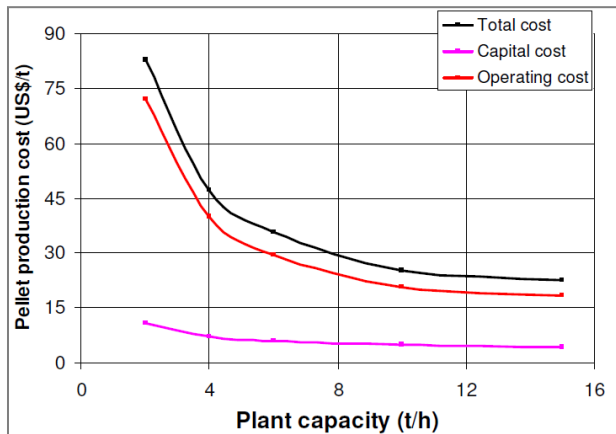
Figur 2.2 Produksjonskostnader for tre pelletsprodusenter. Kilde: (Pedersen, et al., 2004).

Figuren viser produksjonskostnadene i øre/kWh sett i forhold til årlig produksjonsmengde. Hos de tre produsentene som er omtalt i rapporten er det en klar trend at jo større produksjonsvolum produsenten har, jo lavere blir enhetskostnadene. Vi ser det samme mønsteret i Figur 2.3 (Thek, et al., 2003).



Figur 2.3 Skalaegenskaper ved pelletsproduksjon. Kilde: Hentet fra (Thek, et al., 2003).

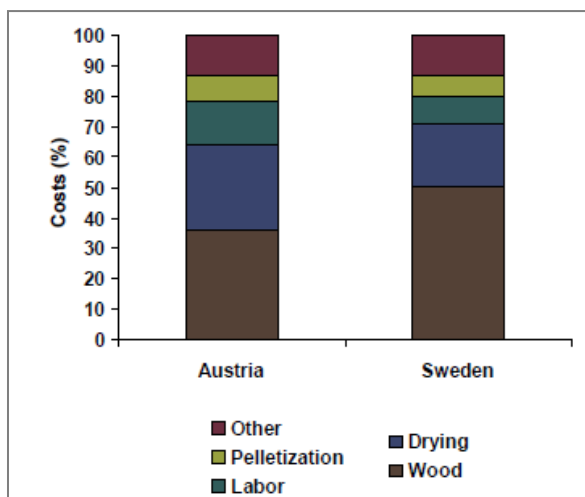
Figuren viser at jo mer pellets man produserer pr time, jo lavere blir produksjonskostnadene pr tonn. Her oppgis det at kostnadene for råstoff og evt. tørking av dette kan utgjøre opp til to tredeler av alle kostnadene knyttet til pelletsproduksjon. Det samme bildet av skalaegenskaper illustreres av University of British Columbia i Figur 2.4 (Mani, 2006).



Figur 2.4 Skalafordeler i pelletsproduksjon. Kilde: (Mani, 2006).

Her kommer det også fram at det er driftskostnadene som reduseres ved økt produksjonsvolum, mens kapitalkostnadene pr tonn produsert ikke endres så mye. Dette betyr at investeringskostnader pr tonn produksjon er omtrent det samme uavhengig av hvor stor produksjonskapasitet produsenten har. Store deler av driftskostnadene varierer med produsert mengde og produksjonskapasitet. Dette gjelder blant annet kostnadene ved kjøp og tørking av råstoff. I tillegg utgjør kostnader til personell en betydelig andel. Ut fra dette er det nærliggende å anta at man ikke vil ha behov for flere ansatte selv om man øker produksjonen (innenfor et visst volum).

I både Sverige og Østerrike er det gjort sammenlignende undersøkelser av hvordan kostnadene ved pelletsproduksjon fordeler seg på forskjellige utgiftsposter hos flere pelletsprodusenter. Figur 2.5 viser gjennomsnittlig kostnadssammensetning som ble funnet i de to undersøkelsene. (Spelter, et al., 2009).



Figur 2.5 Sammensetning av produksjonskostnader i Østerrike og Sverige. Kilde: (Spelter, et al., 2009).

Den prosentvise andelen av kostnadene som går til råvarer er større i Sverige enn i Østerrike, men i Østerrike går en større andel av kostnadene til tørking. Dette tyder på at man kjøper billigere råvarer

og gjør mer foredling av råvaren selv i Østerrike enn i Sverige. Til sammen utgjør kostnadene til virke og tørking av dette over to tredeler av de totale kostnadene ved pelletsproduksjon i begge landene. Andelen av kostnadene som går til arbeidskraft er større i Østerrike enn i Sverige.

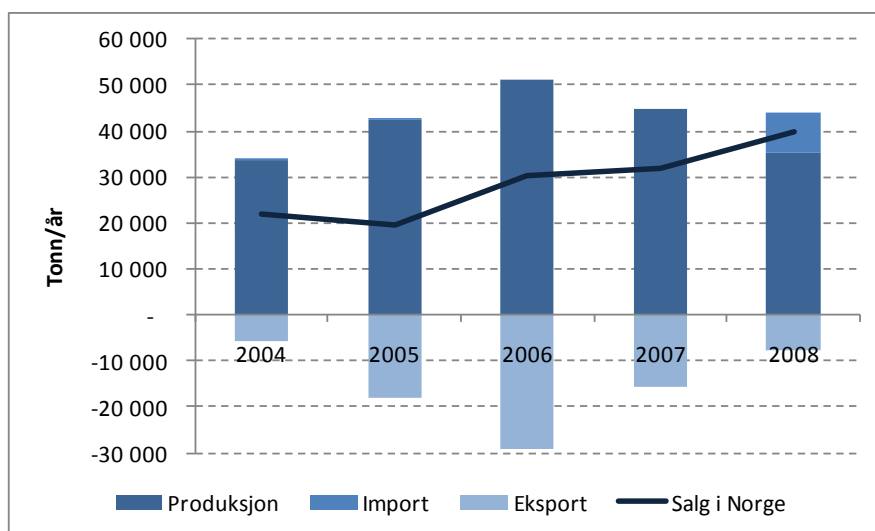
Samlet sett tyder rapportene på at det er skalafordeler i pelletsproduksjon, men at dette i begrenset grad er knyttet til kapitalkostnader ved selve utstyret for anlegg av en viss størrelse (fra 2 tonn/time, eller ca 15 000 tonn/år).

Vår konklusjon fra ovenstående er at kritisk størrelse for pelletsanlegg er i området 15-20-000 tonn/år. Dette er en nedre størrelse som samsvarer godt med faktisk struktur i Sverige, se avsnitt 2.3

## 2.1 Etterspørsel

### 2.1.1 Totalt forbruk

Figur 2.6 viser at forbruket av pellets i Norge har økt med om lag 50 % fra 2004 til 2008.

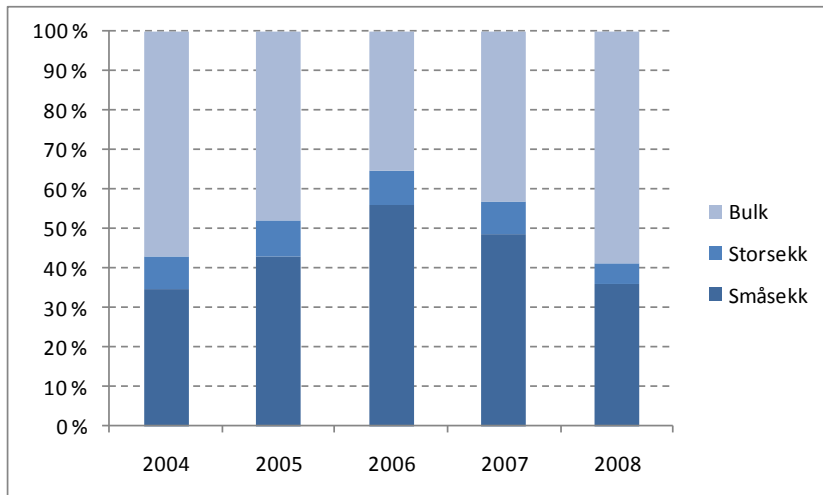


Figur 2.6 Produksjon og salg av pellets i Norge. Kilde: (NoBio, 2009).

I følge NoBios statistikk ble det solgt i underkant av 40 000 tonn pellets i Norge i 2008, en økning fra om lag 25 000 tonn i 2004 (NoBio, 2009). Norske produsenter har med unntak av 2008 produsert mer pellets enn det innenlandske forbruket, og har hatt netto eksport av pellets.

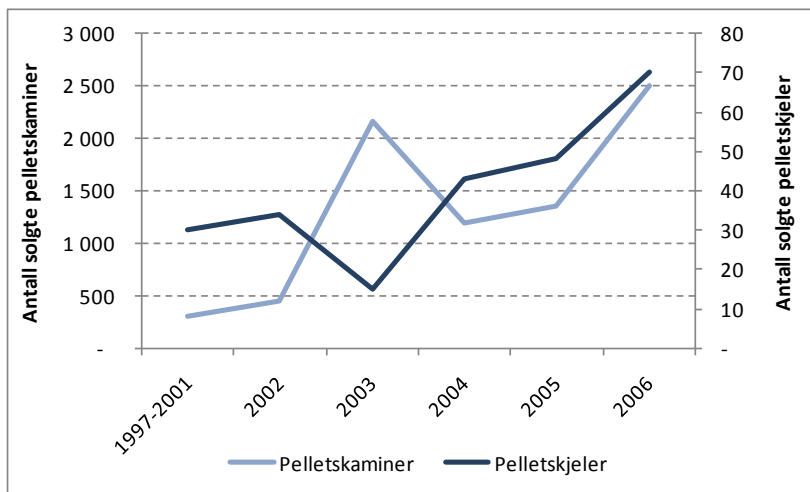
### 2.1.2 Forbruk i husholdninger

Vi har ikke kjennskap til statistikk som viser hvor mye pellets som brukes i de forskjellige segmentene eller fordelingen av pelletsforbruket er mellom kaminer og kjeler. Det nærmeste vi kommer informasjon om dette er NoBios statistikk (NoBio, 2009). Figur 2.7 viser at en stor andel av pellets som brukes i Norge selges i småsekker, mern denne andelen er synkende.



Figur 2.7 Fordeling på emballering. Kilde: (NoBio, 2009).

Det er rimelig å anta at det er husholdninger som kjøper småsekker og at det er større aktører og husholdninger med god lagerplass som kjøper i bulk. Felleskjøpet er en stor forhandler av pellets i Norge, og selger både småsekk, storsekk og bulk. Energihuset forhandler også pellets. Der får man kjøpt småsekker (16 kg), men de tar gjerne bestilling av et antall paller (52 småsekker, totalt 832 kg). Figur 2.8 illustrerer at blant de norske husholdninger som bruker pellets er det en overveiende andel som har pelletskamin, svært få bruker pelletskjel.

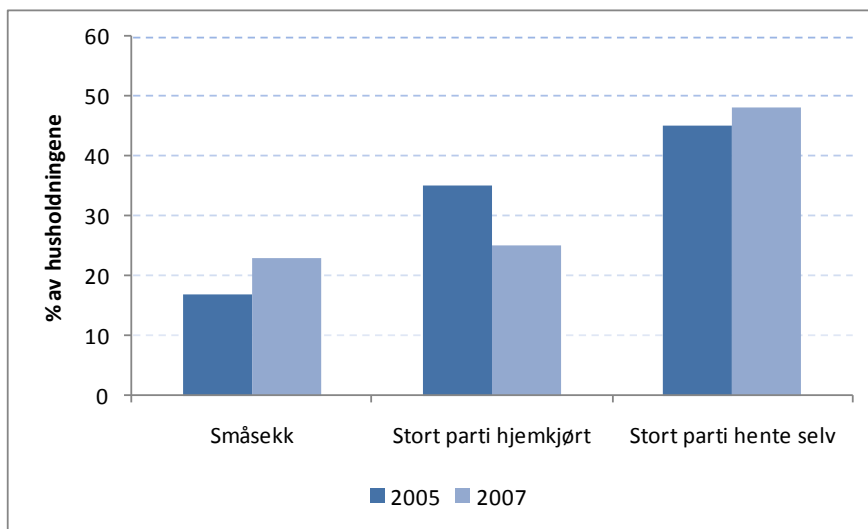


Figur 2.8 Salg av pelletskaminer og -kjeler i Norge. Kilde: (Trøndelag Forskning og Utvikling, 2007).

Totalt i perioden fra 1997 til 2006 ble det solgt 240 pelletskjeler og 7 959 pelletskaminer i Norge. Av dette er hele 2 164 kaminer som ble solgt i 2003 da husholdningene fikk støtte fra Enova til kjøpet. Figuren viser at salget av pelletskjeler gikk ned samme år. Forbruk av pellets i disse kjelene og kaminene er estimert til ca 15 000 tonn pr år (Trøndelag Forskning og Utvikling, 2007).

I etterkant av Enovas støtteprogram til kaminer i husholdninger i 2003<sup>2</sup> ble evaluering som blant annet undersøker hvilke brukererfaringer husholdningene har gjort (Nord-Trøndelagsforskning, 2005). Rapporten viser at de nye eierne av pelletskaminer stort sett er veldig fornøyd. Hele 97 % synes at oppvarming med pelletskamin gir god varmekomfort, og nesten like mange (92 %) synes bruk av pelletskaminen gjør det enkelt å holde jevn temperatur. Til tross for dette svarer nesten 70 % av de spurte at de har hatt så store driftsproblemer at de har måttet tilkalle reparatør.

90 % av husholdningene som har svart på denne undersøkelsen synes det er enkelt å anskaffe de nødvendige mengder pellets. Denne andelen holdt seg konstant til 2007, da en like stor andel av de som svarte på en oppfølgingsundersøkelse syntes det var enkelt å skaffe de nødvendige mengder pellets (Trøndelag Forskning og Utvikling, 2007). Som vist i Figur 2.9 oppgir bare 17 % av respondentene på spørreundersøkelsen at de kjøper pellets i småsekk.



Figur 2.9 Fordeling på anskaffelsesmåte. Kilde: (Trøndelag Forskning og Utvikling, 2007).

Vi ser også at 35 % får pellet levert hjemme i store parti, mens 45 % henter store parti selv. Dette bildet forandret seg noe til 2007, da noen flere (23 %) kjøpte pellets i småsekk og noen færre (25 %) kjøpte i stort parti og hentet selv. Andelen som får store parti hjemkjørt var lite endret.

### 2.1.3 Annet forbruk

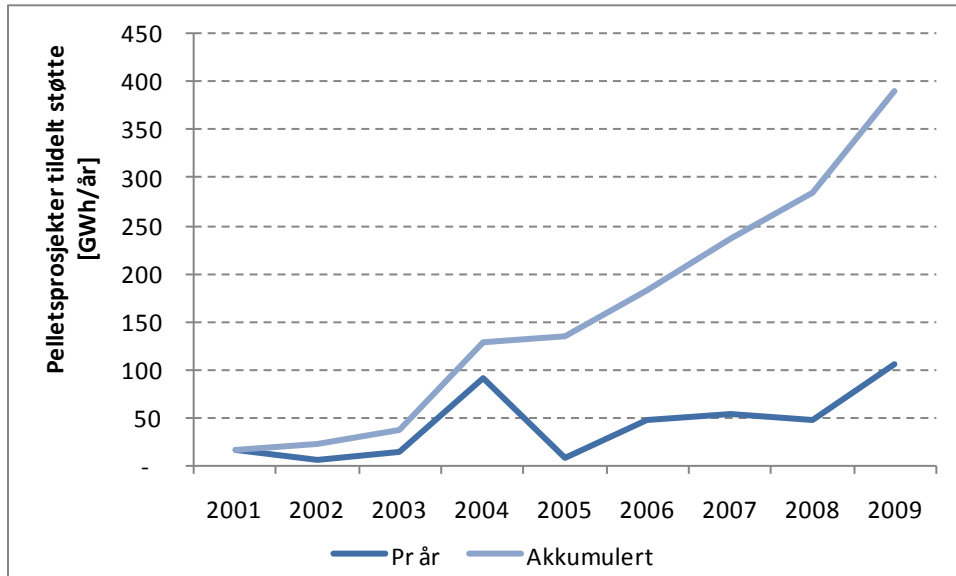
I perioden fra 2001 til januar 2010 har Enova med sitt varmeprogram gitt støtte til 126 prosjekter som skulle bruke pellets. 36 av disse prosjektene var planlagt ferdigstilt innen utgangen av 2007, det vil si at de etter planen skulle være i drift hele året i 2008. Disse anleggene har samlet estimert årlig varmeproduksjon basert på fornybar energi (i all hovedsak pellets) på 162 GWh, eller om lag 37 500 tonn pellets<sup>3</sup>. I tillegg brukte husholdningene som tidligere nevnt 15 000 tonn pellets, og dette blir

<sup>2</sup> Enova har også i dag et støtteprogram for pelletskaminer, se <https://www.tilskudd2006.enova.no/>

<sup>3</sup> Ved en antakelse om at pellets har energitetthet på 4,8 kWh/kg og en virkningsgrad i pelletskjeler på 90 % og at all den fornybare energien som brukes i prosjektet er pellets

mer enn de 40 000 tonnene som i følge Nobio ble brukt. Dette kan tyde på at rapporteringen til Enova kan være noe optimistisk med tanke på pelletsforbruk. Det kan også hende prosjekter ikke ble ferdigstilt til planlagt tid, og man må påberegne at noen av prosjektene også har blitt kansellert.

Figur 2.10 viser utviklingen i pelletsprosjekter som har fått støtte fra Enova i perioden 2001 til 2009.



Figur 2.10 Pelletsprosjekter som har fått støtte fra Enova. Kilde: (Enova, 2010)

Prosjektene som har fått støtte ved utgangen av 2009 har til sammen kontraktsfestet årlig varmeproduksjon på ca 390 GWh, eller 90 000 tonn pellets. Selv om man må regne med at dette er et optimistisk anslag på pelletsforbruk, viser disse tallene en kraftig utvikling i pelletsforbruket og potensial for mer produksjon innenlands.

## 2.2 Norsk virkemiddelbruk

### 2.2.1 Enovas støtteprogram

Enova SF er etablert for å fremme en miljøvennlig omlegging av energibruk og energiproduksjon i Norge, blant annet gjennom tildeling av støtte. Støtten skal altså være utløsende for gjennomføringen av prosjektet. Felles for alle Enovas støtteprogrammer er at søkerne må dokumentere behovet for støtte gjennom en investeringsanalyse. Støtten begrenses oppad til en reell avkastning på 8 % før skatt (Enova, 2010).

Enova har tre støtteprogram rettet mot næringsvirksomhet som kan bidra til økt pelletsbruk (Enova, 2010):

#### *Program for lokale energisentraler*

Programmet gir støtte til investeringer i energisentraler og distribusjonsanlegg mellom ulike bygg og anlegg, der det brukes fornybare energibærere som pellets. Dette inkludert nødvendig utstyr og



anlegg for energitilførsel og -distribusjon, spisslast, reserve, overføringsrør med mer. Typiske mottakere av støtte kan være flerbolighus, næringsbygg, offentlige bygg, idrettsanlegg og industribygg, samt mindre sammenslutninger av slike.

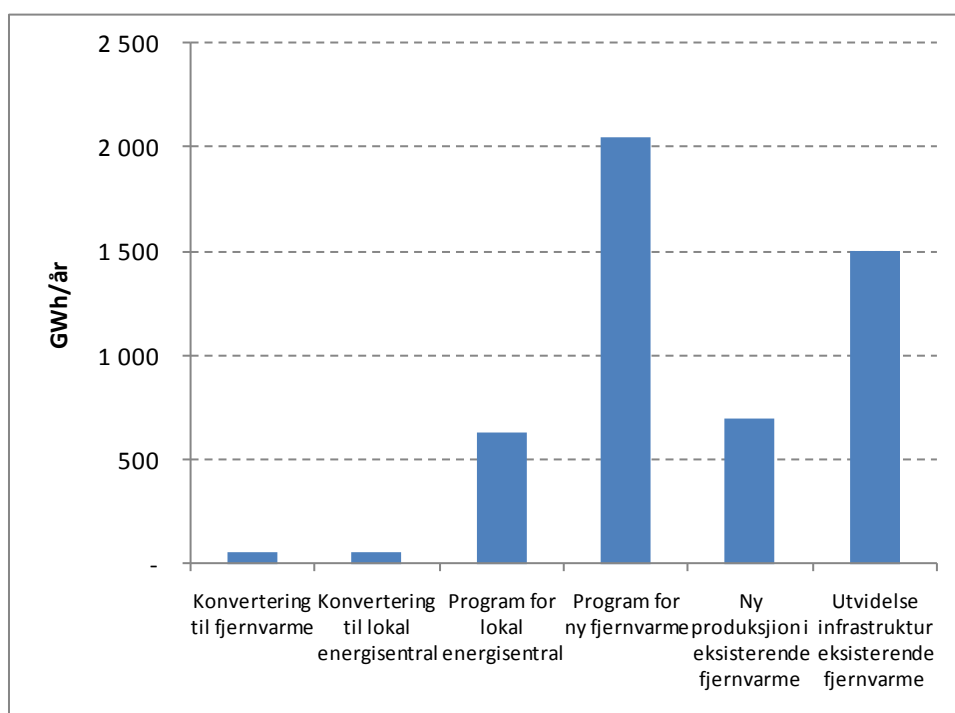
#### Program for fjernvarme infrastruktur

Her gis det støtte til aktører som ønsker å bygge ut infrastruktur for fjernvarme. Gjennom utbygging av fjernvarmerørsystemet vil man kunne nå flere kunder og der med selge mer fjernvarme som kan være basert på pellets.

#### Program for fjernvarme nyetablering

Gjennom dette programmet gis det støtte til fjernvarmeanlegg som baserer seg på fornybar energi. Det gis støtte til både energisentral og infrastruktur for fjernvarme og fjernkjøling. Konvertering av eksisterende energisentraler til fornybar grunnlastproduksjon i anlegg etablert før 1.1.2008 er også omfattet av programmet.

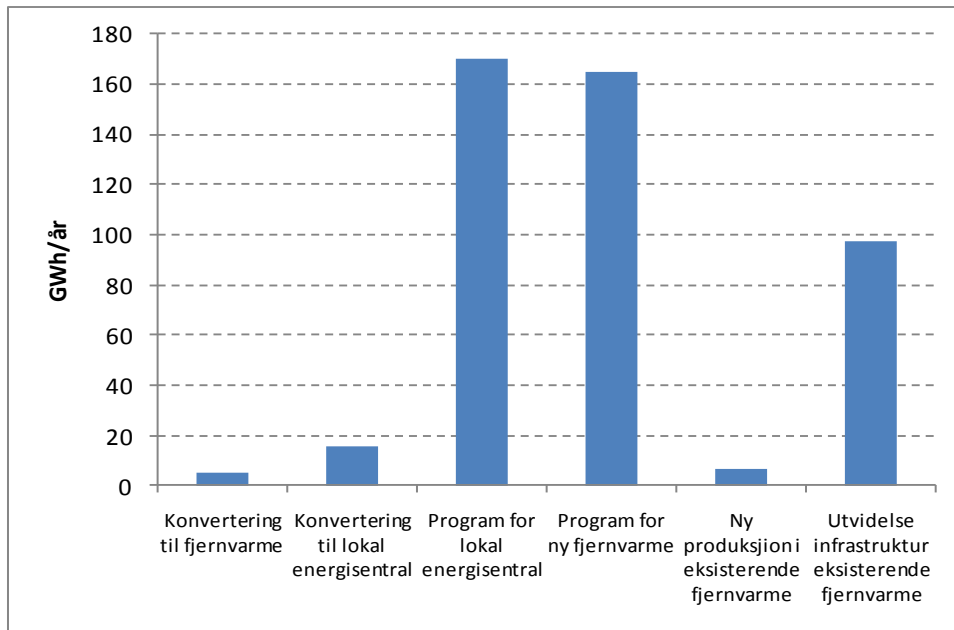
Aktører fra hele landet søker Enova om støtte, og Figur 2.11 viser hvordan tildelt støtte til varmeprosjekter i perioden 2001-2009 fordeler seg på de ulike programmene i Enova.



Figur 2.11 Støttede varmeprosjekter. Kilde: (Enova, 2010).

Til sammen er det gitt støtte til prosjekter med forventet produksjon på ca 5 TWh. Tallet omfatter full produksjon, ikke bare fornybarandelen.

Figur 2.12 viser hvordan støtten til pelletsprosjekter fordeler seg på de ulike programmene. I alt er det gitt støtte til prosjekter med en samlet forventet varmeproduksjon på ca 420 GWh, eller ca 8 % av samlet ny kapasitet. Igjen gjelder tallene samlet produksjon i anleggene, men hvor pellets er hovedenergibærer.



Figur 2.12 Støttede pelletsprosjekter. Kilde: (Enova, 2010).

Det største pelletsprosjektet som har fått støtte under dette programmet er på 65 GWh.

I tillegg gir Enova støtte til investeringer i pelletskjeler og pelletskaminer i private husholdninger (Enova, 2010). Ønsker man å installere pelletskamin kan man søke om støtte inntil 20 % av dokumenterte kostnader opp til 4 000 NOK. Her forutsettes blant annet det at kjelen har virkningsgrad på minst 0,8 og at den har styringssystem med mulighet for ukeprogram. Også pelletskjeler støttes med inn til 20 % av dokumenterte kostnader, begrenset oppad til 10 000 NOK. Kjelsystemet må være på minst 15 MW. Andre betingelser er kommer i tillegg for begge støtteordningene.

### 2.2.2 Andre relevante virkemidler

Energisektoren står overfor en lang rekke offentlige virkemidler utenom de som Enova forvalter. Noen av de mest sentrale er:

- De nye byggforskriftene forbyr installering av oljekjel som grunnlast i alle bygg. Samme forskrift krever at minimum 60 % av energiforbruket i nye og rehabiliterte bygg skal dekkes med andre løsninger enn fossile brenslere eller elektrisitet (KRD, 2010). Det finnes enkelte unntaksbestemmelser fra regelen.
- Gass er en viktig konkurrent til pellets både i husholdninger, tjenesteyting og industri. Den foreslåtte avgiften på gass ble ikke vedtatt våren 2010 av konkurransepolitiske hensyn. Det er ventet at denne kan bli introdusert igjen på et senere tidspunkt, men avgiften er ikke inkludert i våre beregninger.
- Avgifter på olje og gass. Disse er i stor grad differensiert mht næring, hvor særlig treforedlingsindustrien og sildeoljeindustrien har vesentlige avgiftslettelser.
- Eventuelle lokale støtteordninger til bioenergisprosjekter (som for eksempel Oslo kommunes tilskuddsordning for enøktiltak) er ikke inkludert i analysen.

- Energimerking av bygg<sup>4</sup> skal øke bevisstheten om energibruk og løsninger som kan gjøre boligen eller bygningen mer energieffektiv. Ordningen trådte i kraft 1. juli 2010.

## 2.3 Erfaringer fra Sverige – hvorfor har pellets lyktes?

### 2.3.1 Verdikjeden for pellets i Sverige

Pelletsmarkedet i Sverige er et av de største i verden. Samlet forbruk i Sverige var i 2009 om lag 1,6 millioner tonn. Dette representerer nesten 20 % av samlet pelletsvolum i Europa, som er estimert til ca 8,5 millioner tonn (European Communities, 2009). Forbruket dekkes hovedsakelig av innenlands produksjon, selv om Sverige i dag er betydelig netto importør av pellets med i størrelsesorden 300-400 000 tonn årlig (Riksförbund, 2010).

I motsetning til en del andre store pelletsmarkeder, brukes ikke pellets til samfyring<sup>5</sup> i Sverige. Dette gjør Sverige spesielt interessant for vårt formål, siden samfyring heller ikke er aktuelt i det norske energisystemet. Verdikjeden i Sverige kan kort oppsummeres som vist i Tabell 2.1.

Tabell 2.1 Verdikjeden for pellets i Sverige. *Kilder: (Riksförbund, 2010), (Svebio, 2010), (Pellets@tlas, 2009)*

Virke (bio)	Produksjon	Distribusjon	Forbruk
<p>Aktører:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Treforedlings-industrien</li> <li>• Skogbruk</li> </ul>	<p>Aktører:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ca 80 store produsenter (12 produsenter &gt; 50 000 tonn/år)</li> <li>• Ofte sterk tilknytning til skogs- og treforedlings-industrien</li> </ul>	<p>Aktører:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 10 havner (5 i Väneren)</li> <li>• Logistikk-selskap, inkl shipping</li> <li>• Vanlig med utkjøring til sluttbruker inkludert i pris</li> </ul>	<p>Aktører:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fjernvarme</li> <li>• CHP anlegg</li> <li>• Mellomstore varme-anlegg</li> <li>• Småkunder og husholdninger</li> </ul>
<p>Beskrivelse:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Biprodukter og avfallsprodukter fra tre</li> </ul>	<p>Beskrivelse:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mottak, pressing, tørking og pakking av Pellets</li> </ul>	<p>Beskrivelse:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bulk-distribusjon til store aktører</li> <li>• Småseksalg til husholdninger</li> </ul>	<p>Beskrivelse:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pellets brukes i alt fra store fjernvarme-anlegg, til små pelletsovner</li> </ul>

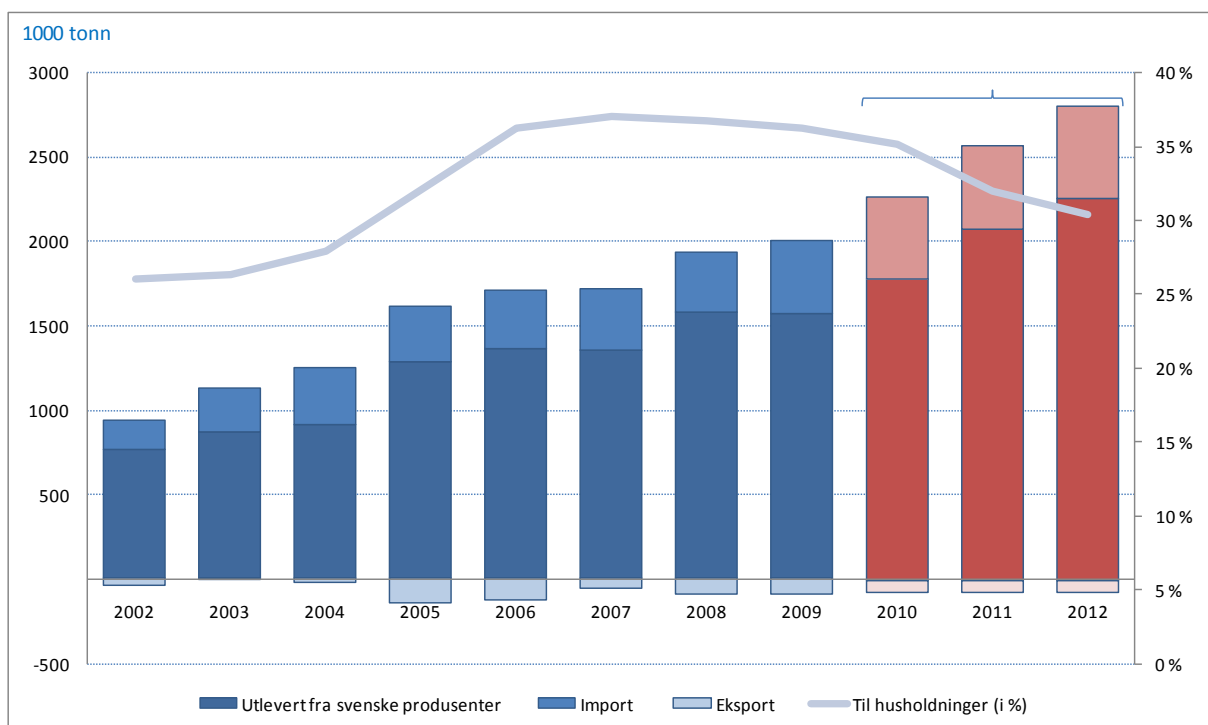
Koblingen mellom skogsindustrien og produksjonsanleggene er viktig i Sverige. Det brukes mange ulike typer råmaterialer til pelletsproduksjon, blant annet sagflis, hogstavfall (topper og grener), bark og andre biprodukter fra skogbruk. Dette råmaterialet kommer primært fra skogs- og treforedlingsindustrien. Sverige har de siste årene hatt en økning i etterspørsel av disse biproduktene både fra pelletsproduksjon og annen konkurrerende anvendelse. Veksten i produksjon har derimot ikke vært tilstrekkelig, noe som har ført til økt konkurranse og høyere priser for råvarer (Höglund,

<sup>4</sup> Les mer på [www.energimerking.no](http://www.energimerking.no)

<sup>5</sup> Med samfyring forstås forbrenning sammen med kull i kullkraftverk. Det finnes ikke kullkraftverk i Sverige.

2008). Pelletsprodusenter konkurrerer primært med papp- og papirindustrien om disse råvarene. Aktørene i denne delen av verdikjeden er primært sagbruk og skogbruk med deres biprodukter fra produksjon av materialer og andre treprodukter. Det er vanlig at leverandører av virke er lokalisert i nær tilknytning til produksjonsfasilitetene for pellets.

Sverige har per 1. januar 2010 80 produksjonsfasiliteter for pellets. Det siste året har noen små pelletsfabrikker blitt nedlagt, mens store pelletsprodusenter har økt sin kapasitet. Det finnes nesten ingen anlegg med årsproduksjon under 20.000 tonn. Total produksjon i Sverige i 2009 var omlag 1,59 millioner tonn pellets, tilsvarende ca.7,6 TWh. Produksjonsmålet i 2010 for bransjen som helhet viser en økning på ca 500 000 tonn (32 %), noe som vil tilsvare en energileveranse fra pellets på 10 TWh. De 12 største produksjonsanleggene står for 35 % av samlet produksjon, og denne andelen forventes å øke i takt med den siste tidens kapasitetsutbygging. I 2009 eksporterte svenske produsenter ca 90 000 tonn, og import fra utlandet utgjorde i samme periode ca 430 000 tonn (Riksförbund, 2010). Figur 2.13 viser utviklingen i produksjon, import og eksport av pellets i Sverige. Her viser de blå søylene historiske tall, mens de røde søylene er prognose.



Figur 2.13 Utvikling i produksjon, import og eksport av pellets i Sverige. Kilde: (Riksförbund, 2010).

Sverige har både distribusjon av pellets innenlands og til eksport og import. Transport av ferdig pellets over lange avstander skjer i all hovedsak med lasteskip, og lastestørrelsene er på ca 4 000 – 5 000 tonn i det Europeisk markedet og 20 - 30 000 tonn til verdensmarkedet for øvrig. Innenlands i Sverige distribueres pellets med lastebiler, tog og skip. For store forbrukere som store fjernvarmeanlegg og CHP, distribueres store pelletsordre i bulk, mens for mindre anlegg og for husholdninger er det mulig å få tilkjørt større ordre med lastebil. For husholdninger er det også vanlig å hente pellets selv, enten i småsekk på 16 og 25 kg eller ved å låne tilhenger og hente direkte fra produsenten (Pellets@tlas, 2009).



Som en følge av forskjellige distribusjons og transportkostnader mellom ulike regioner i Sverige, har det utviklet seg egne prisområder for pellets. Prisen for pellets i Nord-Sverige i 2008 var høyest (300 SEK/MWh), mens Midt-Sverige (283 SEK/MWh) og Syd-Sverige (249 SEK/MWh) var lavere (Energimyndigheten, 2009). Enkelte produsenter har også begrensninger på hvor de tilbyr levering, for eksempel innen 20 km eller innenfor gitte kommunegrenser (pelletspris.com, 2010)

Pellets brukes primært til forbrenning og varmeproduksjon, og type ovner og størrelse på produksjonen er svært variert; fra store fjernvarmeanlegg til små kaminovner i private husholdninger. Ca. 60 % av pelletsforbruket skjer i mellomstore og små forbrenningsanlegg, mens 40 % av forbruket skjer på store fjernvarmeanlegg og CHP-anlegg. Det estimeres at 140 000 husholdninger i Sverige har en type pelletskjel/-ovn til varmeproduksjon, fordelt på 120 000 kjeler og 20 000 kaminer/ovner (Pellets@tlas, 2009). Dette indikerer at ca 95 % av volumet distribueres i bulk, mens bare en liten del distribueres i småsekk.

I de neste fem årene forventes det at store forbrenningsanlegg vil redusere etterspørselen noe, grunnet overgang til alternativt biofuel (avfall, torv, lut), og at veksten i forbruk vil komme fra mellomstore og små varmeanlegg samt husholdninger (Pellets@tlas, 2009).

### 2.3.2 Suksessfaktorer

Pellets har altså vokst til en omfattende verdikjede i Sverige over de siste tiårene. En forståelse av både de fundamentale og politikkbestemte driverne vil kunne gi oss verdifull informasjon om hvordan virkemiddelutformingen i Norge best mulig kan utløse et fungerende pelletsmarked også her.

På den fundamentale siden har det åpenbart betydning at tilgangen til virke er god, kombinert med en omfattende industrivirksomhet som naturlig kunne bygge opp pelletsproduksjon. Sverige har en stor skogsindustri som en integrert del av pelletsindustrien. Flere store skogselskaper, for eksempel SCA Skog, Naturbränsle, Södra Skogsenergi, Stora Enso skog, Vida Energi og Bergs Timer, er eiere av store produksjonsanlegg for pellets. I tillegg organiserer de to store skogseierforeningene Mellanskog og Södra Skogsägarna produksjon og salg for sine medlemmer. Dette innebærer at det finnes en industriell gjennomføringsevne.

Videre har den svenske bygningsmassen en langt høyere andel med vannbåren varme enn hva tilfellet er i Norge. Vannbåren varme i det enkelte bygg er en forutsetning for installasjon av kjeler, luft-vann/vann-vann varmepumper og varmeveksler for fjernvarme. En omlegging fra direkte bruk av elektrisitet (panelovner og varmekabler) til vannbåren varme krever betydelige investeringer, og vil normalt kun gjøres i forbindelse med rehabilitering av bygget. For forbrukere som ikke har vannbåren varme er pelletskaminer og luft-luft varmepumper aktuelt, fortrinnsvis for småhus. Forskjellen er historisk betinget, og er i hovedsak et resultat av to forhold (Havskjold, et al., 2005):

- Fra 1940-tallet og fremover ble det bygget mye distribuert kraftproduksjon i Sør-Sverige. Driveren for dette var et mangelfullt utbygget nett mellom vannkraftverkene i nord og forbruket i sør. Ved etablering av lokale kraftverk i sør var det behov for et varmeavtak, som falt sammen med et stort og udekket behov for boligbygging. Dette førte til at kommunene



engasjerte seg både i utbygging av kraftvarmeproduksjon og boligbygging med vannbårne systemer.

- For å understøtte videre utvikling av fjernvarme, kom det på 1970 tallet en regel om at statlig støtte til husbygging forutsatte at huset ble tilkoblet fjernvarme dersom det var tilgjengelig. Tilsvarende kunne energiverket nekte å levere el til oppvarming i fjernvarmeområder. Dette er regulering som forsvant i forbindelse med deregulering av elmarkedet.

På overordnet nivå har både ønsket om å redusere oljeavhengigheten og (noe senere) fokus på klimagassutslipp gitt grunnlag for politisk bestemt satsning på pellets. Tabell 2.2 gir en oversikt over viktige politiske hendelser for utviklingen av pelletsmarkedet i Sverige

Tabell 2.2 Viktige politikstyrte hendelser i Sverige. Kilde: (Sveriges Riksdag, 2005).

Tidsperiode	Viktige hendelser
1982-1985	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Økt vektlegging på redusert avhengighet av oljeimport</li> </ul>
1991	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Innføring av CO<sub>2</sub>-avgift på fossilt brensel</li> <li>• Førte til at fjernvarmeanlegg byttet fra fossilt til fornybar brensel (bio)</li> </ul>
2003	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Innføring av sertifikater for produksjon av fornybar elektrisitet</li> <li>• Økte insentivene for å bruke fornybare energikilder i energiproduksjon</li> </ul>
2006-2010	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investeringstøtte for konvertering til pelletskjel                             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Fra olje: opp til 30 % max 14 000 SEK</li> <li>○ Fra direkte el: opp til 30 % max 30 000 SEK</li> </ul> </li> </ul>

Et fordelaktig skattesystem for biobrensel i forhold til fossilt brensel er den viktigste årsaken til at pelletsmarkedet i Sverige har hatt en positiv utvikling siden 1980-tallet (EU Commission, 1997). Det er en rekke direkte og indirekte tiltak som bør nevnes, og som har gitt økonomiske insentiver for både produsenter og forbrukere:

- CO<sub>2</sub>-avgift. I 1991 innførte svenske myndigheter en CO<sub>2</sub>-avgift på utslipp. Dette har gitt insentiver til energibransjen å satse på fornybar energi med lavere utslipp. Forbrenningsteknologien for pellets var godt utviklet allerede tidlig på 90-tallet og framsto som et godt alternativ for både fjernvarme og CHP-anlegg. CO<sub>2</sub>-avgiften for fyringsolje i Sverige er på 3 SEK/liter per 1.januar 2010 (Energimyndigheten, 2009) og i Norge er denne avgiften 0,58 NOK/liter (Finansdepartementet, 2009-2010)
- El-sertifikater for CHP-anlegg. I 2003 innførte svenske myndigheter en sertifikatorrdning for produksjon av elektrisitet fra fornybare energikilder. Gjennomsnittsprisen for et el-sertifikat i perioden april 2009 – april 2010 var 313,50 SEK (Svenska Kraftnät, 2010). Dette forsterket de økonomiske fordelene ved elektrisitetsproduksjon ved forbrenning av pellets mot fossile brenslere som olje og gass.
- Skattefradrag for mellomstore pelletsanlegg. Eiere av offentlige bygg fikk i 2008 skattefradrag i skattbar inntekt for 30 % av investeringssummen. Hvor lenge denne fradragsordningen vil være i kraft er usikkert.
- Skattefradrag private husholdninger. Sverige har hatt en ordning som har gitt skattefradrag for private husholdninger ved investering i pelletsanlegg. Denne ordningen er per 2010 avviklet.



Oppsummeringsvis ser vi at de fundamentale forholdene i Sverige har ligget godt til rette for introduksjon av pellets, både ved at det er bygget opp en effektiv produksjons- og leveranseindustri, og ved at kundegrunnet i form av kunder med vannbåren varme i stor grad var til stede i utgangspunktet. En aktiv virkemiddelbruk særlig knyttet til etterspørselsiden, som avgifter på alternative brensel og direkte konverteringsstøtte, har bidratt til den sterke veksten.

## 3 Prinsipiell drøfting

### 3.1 Relevant marked

#### 3.1.1 Definisjoner

Å etablere en nøyaktig definisjon av det relevante markedet for pellets er viktig både for å være i stand til å modellere alle de relevante konkurranseflatene pellets og for å vite hvordan en eventuell støtteordning for pellets påvirker omkringliggende markeder. Vi etablerer her først en definisjon, før vi drøfter hvilke implikasjoner dette vil ha på vår analyse.

Det finnes en rekke metoder for å bestemme hva som er det relevante markedet for et produkt, og man må definere både produktmarkedet og det geografiske markedet. I tillegg til disse to definisjonene er det i denne sammenheng svært viktig å avgrense hvilke kundegrupper som er i en situasjon som gjør bytte av oppvarmingsløsning aktuelt, her kalt relevante etterspørselssegmenter.

En velkjent metode som brukes av blant annet Konkurransetilsynet og The U.S. Dep. of Justice and Federal Trade Commission er SSNIP-test<sup>6</sup>. Dette er imidlertid en relativt avansert metodikk som fordrer at det bygges en simuleringsmodell for markedene som skal undersøkes. Dette anser vi ikke som hensiktsmessig i denne sammenheng, og benytter heller en definisjon som inkluderer flere produkter og som anbefales av EU Kommisjonen. Denne skiller mellom geografi og produkt<sup>7</sup>:

*”Et relevant **produktmarked** omfatter alle de produkter/tjenester som er sett på som utbyttable eller substituerbare av konsumenten på grunnlag av produktets karakteristika, pris og bruksområde”* (EU Commision, 1997).

*”Det relevante **geografiske markedet** inkluderer området hvor aktuelle foretak er involvert i tilbud/etterspørsel av et produkt/tjeneste hvor konkurransevilkårene er tilstrekkelig homogene og*

---

<sup>6</sup> *“A market is defined as a product or group of products and a geographic area in which it is produced or sold such that a hypothetical profit-maximizing firm, not subject to price regulation, that was the only present and future producer or seller of those products in that area likely would impose at least a “small but significant and nontransitory” increase in price, assuming the terms of sale of all other products are held constant. A relevant market is a group of products and a geographic area that is no bigger than necessary to satisfy this test”* (Motta, 2004)

<sup>7</sup> Xrgias oversettelser

kan bli adskilt fra naboområdet fordi konkurransevilkårene er vesentlig forskjellig i de to områdene (EU Commission, 1997).

### 3.1.2 Produkt- og geografisk marked

Det **geografiske markedet** er enklest å definere. I kapittel 3.2 viser vi at det i hovedsak kun er transportkostnader som skiller det regionale markedet i Midt-Norge fra verdensmarkedet. Vi mener dette ikke er vesentlige forskjeller i konkurransevilkår, og dermed at verdensmarkedet er det relevante geografiske området for pellets.

**Produktmarkedet** er her langt mer komplekst å avgrense. La oss først identifisere hvilke segmenter hvor pellets kan brukes med ulike teknologier. Tabell 3.1 gir en oversikt over hvilke teknologier for pelletsforbrenning vi anser som aktuelle i ulike segmenter.

Tabell 3.1 Aktuelle kjeltyper for pellets i ulike segmenter

Kjeltype	Fjernvarme	Næring (LES)	Industri	Husholdning
Stor kjel*	✓	✓	✓	
Middels stor kjel *	✓	✓	✓	
Liten kjel*		✓		✓
Kamin				✓

\*Stor kjel: > 2 MW, middels kjel: >0,5 MW og liten kjel: <= 0,5 MW.

Husholdninger og LES kan installere små pelletskjeler, mens store og middels store pelletskjeler kan benyttes både i fjernvarme, lokale energisentraler og i industri. I fjernvarme vil pellets benyttes som topplast eller mellomlast, ikke grunnlast som typisk dekkes av lavverdige energikilder som avfall. Dette innebærer at bruk av pellets i fjernvarme normalt er karakterisert ved lav brukstid. Med få unntak er dermed ikke pellets noe direkte alternativ til avfallsforbrenning, som er den dominerende grunnlastkilden i norske fjernvarmeanlegg (Lislebø, et al., 2010). Vi antar at pelletskaminer kun er aktuelle i husholdninger. Tabell 3.2 gir en oversikt over alternative varmeteknologier til pellets. Alle alternative teknologier bør modelleres for å gjøre en fullverdig konkurranseanalyse av pellets.

Tabell 3.2 Alternative energibærere i de ulike segmentene.

Alternative teknologier	Fjernvarme	Næring (LES)	Industri	Husholdning
Elkjel	✓	✓	✓	✓
Briketter	✓	✓	✓	✓
Varmepumpe	✓	✓	✓	✓
Flis	✓	✓	✓	
Ved				✓
Gass	✓	✓	✓	
Olje	✓	✓	✓	✓





I fjernvarme er det som tidligere sagt mellom- og topplast som i hovedsak vil være aktuelt å substituere med pellets. Følgelig er elkjel, varmpumpe, fliskjel, gasskjel og oljekjel aktuelle konkurrerende teknologier. I lokale energisentraler mener vi at det er de samme teknologiene som er aktuelle. For industrien tenker vi oss produksjon av prosessvarme, damp. Det er i dag mange varmpumper som ikke er aktuelle til dette formålet. Imidlertid skjer teknologien svært raskt på denne fronten og man kan se for seg at dette kan bli aktuelt.

I husholdningene tenker vi oss at det er el, varmpumper og ved som er de aktuelle alternativene til pellets i nye bygg. Olje er i dag i høyeste grad inne i dette markedet, det er imidlertid vedtatt et forbud mot å installere oljekjeler i nye bygg (KRD, 2010), slik at olje kan fases ut som konkurrent i nye bygg på sikt. Imidlertid kan man se for seg en konvertering fra oljekjel til pelletskjel i eksisterende bygg, som kan skje til en relativt lav kostnad. Man kan også tenke seg at enkelte kan bruke flis til oppvarming av blokker. Imidlertid tror vi at en slik løsning generer for mye avfall, arbeid og lagerbehov at det kun vil være aktuelt i enkelttilfeller og dette modelleres følgelig kun for de aller største byggene.

### 3.1.3 Etterspørselssegmenter

For å identifisere de relevante etterspørselssegmentene kan man stille seg spørsmålet om hvem som står i en beslutningssituasjon som gjør skifte av teknologi aktuelt?

Prisen vil være en avgjørende faktor ved valg av oppvarmingsløsning i alle bygg. I nye bygg vil man vurdere gjennomsnittskostnaden<sup>8</sup> til ulike oppvarmingsløsninger opp mot hverandre. *Nybygg og bygg som gjennomgår omfattende renovering er derfor opplagt relevante da dette uansett omfatter nyinvestering i oppvarmingsteknologi.*

I et eksisterende bygg med eksisterende oppvarmingsløsninger derimot, vil den nye teknologien konkurrere mot marginalkostnaden<sup>9</sup> til den eksisterende teknologien. Dette fordi investeringen allerede er tatt, såkalt "sunk costs". I tillegg eksisterer transaksjonskostnader ved bytte av teknologi, både gjennom faktiske utskiftingskostnader, kostnader ved å tilegne seg kunnskap om alternativene og "plunder og heft"-kostnader. Alle disse faktorene er med på å begrense det økonomiske potensialet, og en neglisjering av slike kostnader medføre et urealistisk estimat på etterspørselen. Det tekniske potensialet påvirkes imidlertid ikke av slike kostnadsbetraktninger da det er snakk om hva som er teknisk mulig å bytte ut.

Man kan se for seg at *tilnærmet alle eksisterende bygg også har mulighet til å bytte til teknologier som kan nyttiggjøre seg av pellets.* Hvor mye av dette som inngår i det økonomiske potensialet er derimot et spørsmål om kostnader.

<sup>8</sup> Gjennomsnittskostnaden inkluderer alle variable og faste kostnader inkludert investering og brenselkostnader.

<sup>9</sup> Marginalkostnaden inkluderer kun driftsavhengige variable kostnader og brenselkostnader.



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 anses å være det tekniske potensialet. For det første skiller SSB mellom energiforbruk til hhv. stasjonære og mobile anvendelser. Pellets vil utelukkende kunne dekke stasjonære anvendelser. Dermed avgrenser vi det tekniske potensialet til å gjelde stasjonære formål.

I husholdninger har pellets romoppvarming og oppvarming av tappevann som anvendelsesområde. Vi har anslått størrelsen på dette markedssegmentet ut i fra opplysninger om energiforbruket utenom elektrisitet innenfor husholdninger og tjenesteytende sektor. Forbest mulig å anslå forbruk til oppvarming gjennom vannbårne systemer og ventilasjon er forbruk av kull og koks ikke inkludert i markedsdefinisjonen.

Pellets kan også benyttes til prosessvarme i industrien og som primærenergi i energisentraler tilknyttet fjernvarmenettet. Energistatistikken fra SSB inneholder rimelig detaljert informasjon, både om fjernvarmeproduksjon og industriens energiforbruk. I den grad el-oppvarmingen skjer via vannbåren varme eller ventilasjon er det relevant å inkludere forbruket i det tekniske potensialet.

### 3.2 Regional produksjon, import og eksport

Siden det allerede eksisterer et betydelig verdensmarked for pellets, er det et klart konkurranseforhold mellom pellets som produseres regionalt i Norge og importert brensel. På samme måte vil en pelletsprodusent i Norge ha muligheten til å selge både i nærmarkedet regionalt, og å eksportere til verdensmarkedspriser. Dette betyr at eksistensen av et verdensmarked lager et "brudd" i verdikjeden i forhold til en rent regional, fullintegrert kjede.

I dette prosjektet er vi opptatt av hvorvidt dette "bruddet" i verdikjeden er reelt eller ikke. I operativ forstand betyr dette at vi vil finne ut hvorvidt – eller under hvilke premisser – regional produksjon har betydning for at et regionalt pelletsmarked kan realiseres.

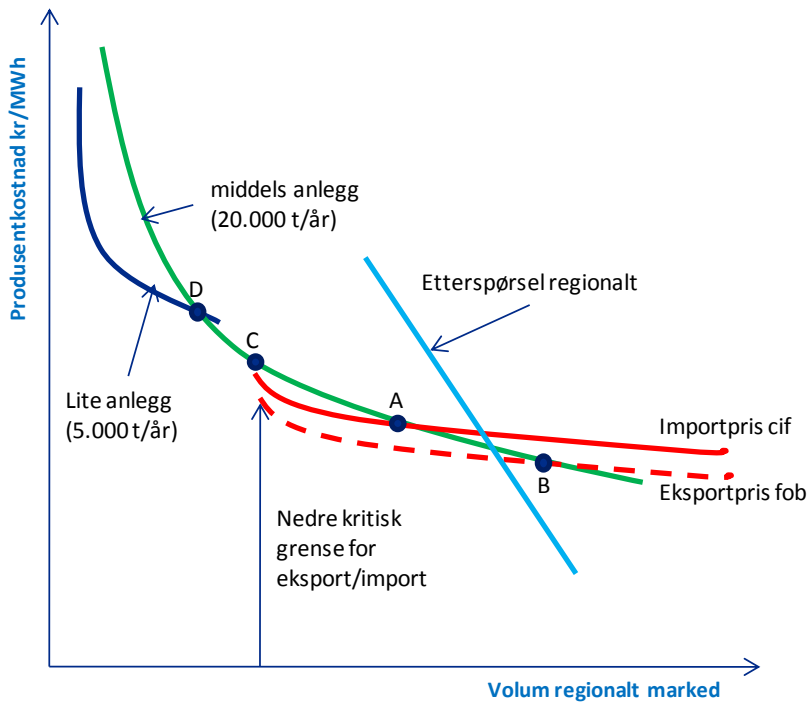
En bærekraftig pelletskjede må være basert på at pellets på lang sikt prises slik at produsenten får dekket sin gjennomsnittskostnad, inkludert kapitalavkastning. Figur 3.1 viser en prinsipiell fremstilling av denne konkurranseflaten:

- Regional produksjon kan skje i et lite anlegg (5 000 tonn/år) eller et middels stort anlegg (20 000 tonn/år). Begge typer anlegg har fallende gjennomsnittskostnad ved økt produksjon, men produksjonskostnaden er lavest i det store anlegget ved høy eller full kapasitetsutnyttelse. Kurvene viser den fallende delen av tilbudskurven for hvert anlegg.
- Pellets kan både importeres og eksporteres. Den regionale produsenten møter konkurranse fra import med referanse til en cif-pris<sup>10</sup> (pris levert kai), og kan selv konkurrere i verdensmarkedet til en fob-pris. Startpunktet for kurvene viser minste mulige import- og

<sup>10</sup> Cif står for cost, insurance, freight, dvs selger bærer disse kostnadene. Fob står for free on board, dvs at forsikring og frakt må betales i tillegg

eksportvolum, gitt ved skipslastens minste størrelse pr periode. Kurvene er svakt fallende for å reflektere visse stordriftsfordeler med økende volum i lastene.

- Eterspørselen etter oppvarming (hvor pellets er en mulig energibærer) er fallende, og er bestemt av konsumentforhold alene. I figuren ser vi bort fra alternativene, og forutsetter at pellets er eneste tilbyder.



Figur 3.1 Konkurransen mellom regionalt produsert og importert pellets<sup>11</sup>. Kilde: Xrgia

Figuren viser at et lite anlegg ikke vil være konkurransedyktig, fordi etterspørselskurven ikke skjærer tilbudskurven for det lille anlegget på noe sted. Kun dersom etterspørselskurven skjærer til venstre for punkt D i figuren, vil pellets fra et lite anlegg være aktuelt i markedet. Figuren viser imidlertid konkurranse mellom ulike leverandører av pellets, og ikke mellom pellets og andre alternativer som varmepumper, direkte el mv. Det betyr at pellets fra et lite anlegg i prinsippet kan være konkurransedyktig mot alternativer (olje, el) selv om det ikke er konkurransedyktig mot større pelletsanlegg

Både importert pellets og pellets produsert i det mellomstore anlegget har skjæringspunkter, og vil konkurrere om leveranser. Forskjellen mellom fob- og cif-pris gir ulike tilpasninger og konkurranseposisjon for den regionale produsenten, avhengig av hvor etterspørselskurven skjærer tilbudskurvene.

- I intervallet C-A er importert pellets billigere enn regional produksjon, og vil ta hele markedet for pellets.

<sup>11</sup> Figuren viser gjennomsnittskostnad for den fallende delen av tilbudskurven. Når produksjonen nærmer seg kapasitetsgrensen, vil tilbudskurven stige.



- I intervallet A-B er regionalt produsert pellets billigere enn import, og regional pris er høyere enn produsentens eksportpris. Dette betyr at hele produksjonen selges regionalt, det er ingen import og heller ingen eksport.
- Til høyre for B er eksportprisen høyere enn produksjonskostnaden. Den regionale prisen vil settes av eksportprisen, og den regionale produsenten vil ta hele det regionale markedet samt selge resten av sin mulige produksjon til eksport. Produsenten vil ha mulighet til å prisdifferensiere mellom eksport og regionalt marked innenfor de grensene som forskjellene i transportkostnad gir. Nedre grenser for mulig eksportvolum kan bidra til økt pris / redusert volum for salg til regionale kunder (profittmaksimering).

Størrelsen på transportkostnaden i forhold til den totale pelletsprisen bestemmer hvorvidt intervallet A-B har praktisk relevans i vår analyse. Generelt er det slik at skipstransport er meget billig, og utgjør neppe mer enn 2-3 øre/kWh eller i størrelsesorden 10 % av engrosprisen for ferdig pellets, selv for små laster. Vi tror derfor at det er intervallene C-A og B-> som er mest interessante. Essensen i dette er at

- Regionalt produsert pellets er kun konkurransedyktig dersom gjennomsnittskostnaden er lavere enn verdensmarkedsprisen
- Dersom verdensmarkedsprisen er lik eller høyere enn den regionale produsentens kostnad, er produsenten i stor grad indifferent til hvorvidt pellets selges regionalt eller eksporteres

Med basis i et rent økonomisk resonnement mener vi det er prinsipielt riktig å si at *regional produksjon ikke har betydning for den regionale etterspørselen etter pellets*. Det kan imidlertid være andre forhold enn pris som har innvirkning på dette resonnementet. Det første er kvalitet. Direkte konkurranse på pris forutsetter at produktet er likeverdig i den anvendelsen det er kjøpt for, dvs varmeproduksjon. Dersom importert pellets har ujevn eller uegnet kvalitet, kan dette øke konkurranseevnen for regionalt produsert pellets. En annen mulig hindring er ujevn tilgang på importert pellets. Vi tror imidlertid ikke at dette i praksis er vesentlige hindringer i forhold til de som følger av konkurransen mellom pellets og andre løsninger i oppvarmingsmarkedet.

Et siste poeng kan være at lokale forhold legger til rette for mindre, lokale anlegg. Dette kan være basert enten på tilgang på lokalt, vanskelig transporterbart virke med lav eller ingen alternativkostnad, eller på tilgang til billig eller gratis varme for tørking.

Imidlertid vil vi igjen hevde at dette er eksempler på at mindre anlegg kan bli konkurransedyktige i pelletsmarkedet, men ikke har noe med hvorvidt det er lønnsomt å bygge opp regionale eller lokale kjeder å gjøre. Pellets produsert i mindre anlegg kan også omsettes internasjonalt, og må konkurrere med importert pellets i sine nærmarkeder. Konkurransen er dermed primært et spørsmål om transport- og logistikkostnader.

Det kan være særtilfeller knyttet til særlig små anlegg, hvor volumet er for lite til å forsvare både eksport og import. Vi mener imidlertid at denne type særtilfeller ikke vil kunne løfte noen vesentlig satsning eller omfang på pellets, og dermed ikke er interessante for formålet med denne studien.

### 3.3 Konkurransen mellom pellets og alternativer

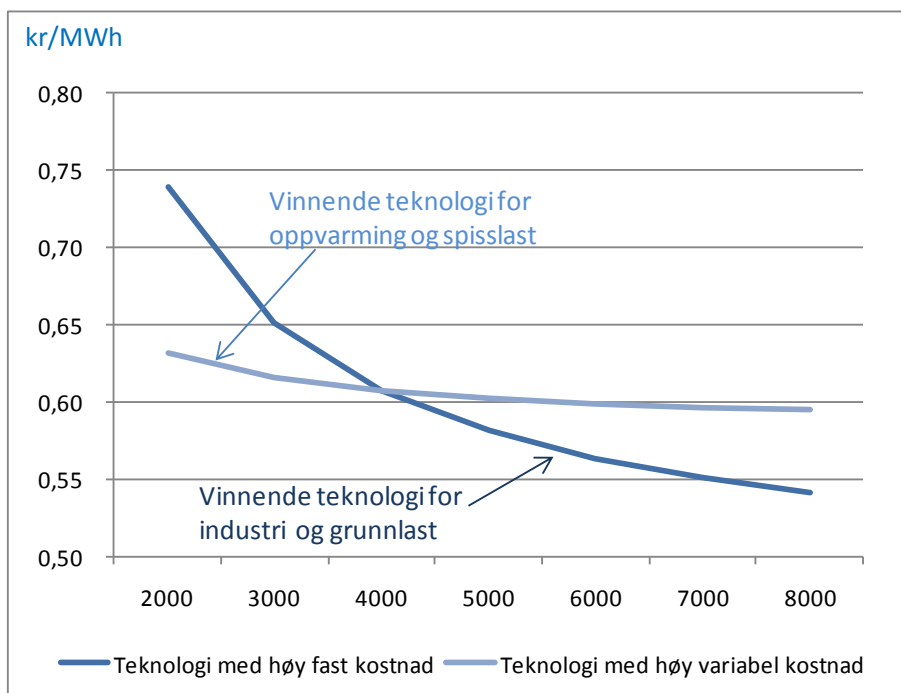
#### 3.3.1 Kostnadsstruktur, brukstid, og eksponert kapital

Det er betydelig forskjell mellom ulike teknologier hva gjelder kostnadsstruktur. Hovedkategoriene for kostnader er firedelt, investeringer, energikostnader, driftskostnader og avgifter eller særskatter som er spesifikke for den enkelte teknologi eller energibærer.

Det er tre forhold som avledes av kostnadsstrukturen som vil ha betydning for aktørenes vurdering av ulike valg:

- Betydningen av brukstid: Med stor variasjon av fordelingen mellom faste og variable kostnader betyr brukstiden for anlegget mye
- Usikkerhet knyttet til utviklingen i de variable kostnadene, dvs både energipriser og offentlige avgifter
- Størrelsen av investering pr kW og dermed både kapitalbehov og eksponert kapital

Generelt gjelder at dersom man skal investere i et anlegg som koster mye pr kW, vil man ønske å bruke det mye. Dette er en utfordring for anlegg som kun anvendes til byggoppvarming, fordi brukstiden ofte er relativt kort til slike formål. Motsatt er industrielle anlegg ofte karakterisert ved lang brukstid. Dette påvirker i betydelig grad samlet energikostnad som vist i Figur 3.2.



Figur 3.2 Energikostnad ved ulike brukstider. Prinsippkisse, ikke faktiske tallstørrelser.

Ut fra en rent økonomisk vurdering vil teknologien med lav fast kostnad ha en konkurransefordel ved lave brukstider, dvs for byggoppvarming og spisslast samt reservekapasitet, mens teknologien med høy fast kostnad vil ha en konkurransefordel når brukstiden er høy, dvs i industri.



I tillegg til den direkte kostnadsforskjellen som følger av forskjellig brukstid, er det også relevant i hvilken grad investeringen i varmeløsning binder kapital, dvs investeringskostnad pr kW. I prinsippet skal dette fanges opp av det avkastningskravet som velges for investeringen, ved at lønnsomhetskalkylen omfatter den økonomiske verdien av en stor andel kostnader i begynnelsen av analyseperioden. I praksis vil imidlertid aktørene stå overfor kapitalrasjonering eller knapphet på kapital. I følge Barrierestudien utført av Bellona og Siemens (2008) er tilgang til finansiering den største barrieren mot investeringer i energieffektiviseringstiltak. Det er også en utbredt erfaring at utbyggere på byggsiden har en preferanse for løsninger som binder lite kapital. Begrunnelsen for dette er nettopp kapitalknapphet hos de som skal kjøpe byggene, eller hos utbygger selv dersom de selv skal leie ut bygget. Dette betyr at finansiering er et tilleggsmoment som ikke nødvendigvis fanges opp av lønnsomhetskalkylen alene.

For industrien er brukstiden som regel betydelig høyere enn for byggoppvarming, noe som i utgangspunktet tilsier at høye investeringer med lav energi- og driftskostnad kan være gunstig. Imidlertid har industrien ofte et høyere avkastningskrav enn andre aktører. Dette gjelder særlig konkurranseutsatt industri, som tradisjonelt også har en kort tidshorisont for sine investeringer. Dette kan bety at industrien av hensyn til å redusere eksponert kapital vil velge en løsning med høyere gjennomsnittskostnader med lite eksponert kapital, i forhold til en løsning med noe lavere gjennomsnittskostnader med mye eksponert kapital.

Et siste moment som kan påvirke beslutningen er usikkerhet om fremtidige variable kostnader, særlig med tanke på energipriser og avgifter. Usikkerhet i energipriser trenger ingen ytterligere forklaring. Usikkerhet i avgifter kommer fra Stortingets årlige avgiftsvedtak, og i hvilken grad det introduseres nye avgifter på ulike typer energi. Eksempler på dette er den tidligere varslede, men nå frafalt energibruksavgiften på naturgass, den nå frafalt avgiften for avfallsforbrenning og innføringen av avgift på biodrivstoff.

Graden av risikoaversjon vil også variere mellom aktører. Dette betyr at noen aktører vil endre investeringsbeslutning basert på en beskjeden prisdifferanse mellom to alternativer, mens andre aktører først endrer beslutning dersom prisdifferansen er stor.

### 3.3.2 Økonomisk potensial og konkurransen mellom alternativer

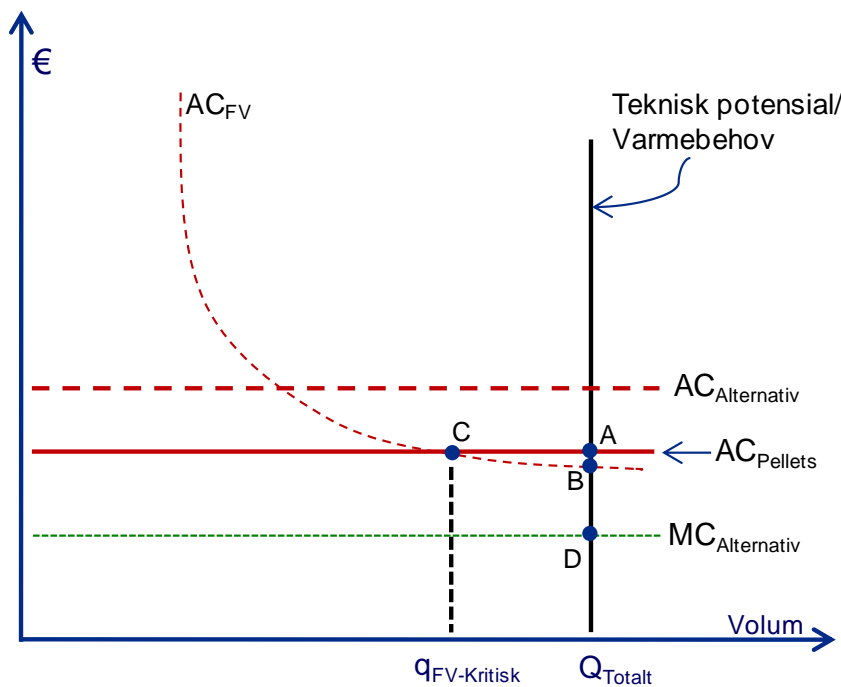
I en beregning av økonomisk potensial vil man ta høyde for alle investerings- og driftskostnader ved teknologien i tillegg til brensel- og distribusjonskostnader. Økonomisk potensial er her definert som det volumet hvor den samme teknologien er det økonomisk beste alternativet for konsumentene. Kostnader som avhenger av preferanser, som typisk er forskjellige fra individ til individ, er vanskelige å modellere og behandles separat med penetrasjonsrater som beskrevet i neste kapittel.

I kapittel 3.1.2 identifiserte vi alle alternative teknologier til pellets. For å kunne kalkulere økonomisk potensial for pellets må alle disse teknologiene modelleres som relevante alternativkostnader. Det vil alltid være usikkerhet rundt kostnadsestimater på teknologiinvesteringer. Ikke minst vil konsumentenes oppfatning av kostnadene variere på grunn av ulik tilgang til informasjon av rett kvalitet. En enkel konkurransemodell vil ikke fange opp slik variasjon, da den kun vil modellere forventet investeringskostnad og ikke si noe om sannsynlighetsfordelingen. Dette er imidlertid en faktor som bør ivaretas når man tolker resultatene fra en slik modell.

Figur 3.3 illustrerer konkurransen mellom teknologier innenfor hver geografisk analyseenhet. Første steg i analysen er å identifisere tekniske varmepotensial i sonen,  $Q_{\text{Total}}$ . Kostnadssammenligningen mellom teknologier blir som følger:

- I ny og rehabilitert bygningsmasse sammenlignes gjennomsnittskostnaden til pellets mot gjennomsnittskostnaden av alle alternative teknologier
- I eksisterende bygningsmasse sammenliknes gjennomsnittskostnaden til pellets mot marginalkostnaden til eksisterende alternativ<sup>12</sup>, og gjennomsnittskostnaden til øvrige alternativer

Vi antar at skalafordeler kun finnes for fjernvarme innenfor hver geografiske analyseenhet, noe som gir en fallende  $AC_{FV}$ -kurve. Skala på alternative teknologier tilpasses i forhold til størrelsesfordeling på byggene innenfor hver enkelt geografisk analyseenhet. Følgelig vil det være rimelig å anta at det ikke finnes skalafordeler for de andre teknologiene, noe som gir horisontale kostnadskurver (AC og MC).



Figur 3.3 Konkurransen mellom pellets, beste alternative teknologi og fjernvarme (FV) i hver sone.

I dette tilfellet ser vi at gjennomsnittskostnaden til pellets ( $AC_{\text{Pellets}}$ ) ligger lavere enn gjennomsnittskostnaden til det beste alternativet ( $AC_{\text{Alternativ}}$ ), sett bort fra fjernvarme. Gjennomsnittskostnaden til fjernvarme ( $AC_{FV}$ ) er fallende innenfor det tekniske potensialet i denne geografiske analyseenheten. Hvis fjernvarme etablerer seg her før alternativene, vil fjernvarme ta hele markedet av ny og rehabilitert bygningsmasse,  $Q_{\text{total}}$ , og vi får en tilpasning i punktet B. På grunn

<sup>12</sup> For eksisterende bygningsmasse er investeringen sunk cost, og skal ikke tas med i kostnadssammenligningen.



av skalaegenskapene er imidlertid fjernvarme avhengig av å oppnå en viss markedsandel,  $q_{FV-kritisk}$ , for å være konkurransedyktig. Hvis fjernvarme ikke oppnår kritisk masse ville pellets her tatt hele det nye og rehabiliterte markedet med tilpasning i punktet A. Hvis dette imidlertid var snakk om eksisterende bygningsmasse ville pellets ( $AC_{Pellets}$ ) konkurrert mot marginalkostnaden til den eksisterende teknologien ( $MC_{Alternativ}$ ). Tilpasningen ville da blitt  $D$ , og ikke noe pellets (eller andre nye teknologier) ville blitt realisert.

I slik konkurransemodellering antar man gjerne at *"vinneren tar alt"*. Det er imidlertid vanskelig å sannsynliggjøre da det er mange faktorer som påvirker investeringsbeslutningen. I neste kapittel beskrives metode og rasjonale for å gjøre realiserte volumet av pellets til en funksjon av prisdifferansen mellom pellets og beste alternativ.

### 3.3.3 Markedspenetrasjon og realisert volum

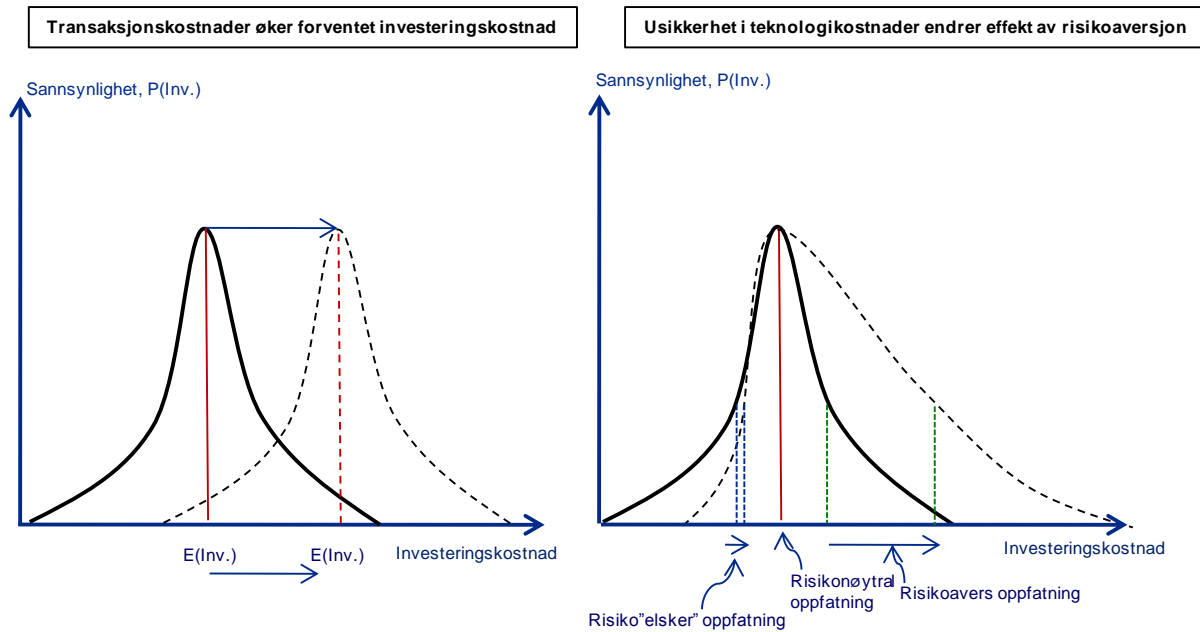
I følge McVeigh et al. (2000) har ny fornybar energi ofte store problemer med å realisere forventet markedspenetrasjon. Kostnader som avhenger av preferanser, altså som er forskjellige fra individ til individ, er vanskelige å modellere i en ren konkurransemodell. Økonomisk litteratur kaller dette transaksjonskostnader, eller *"plunder og heft"*-kostnader på folkemunne. Nettopp slike kostnader har vi mulighet til å modellere med en penetrasjonsrate. Dette gir oss resultater som blir svært mye mer realistiske enn typiske *"Vinneren tar alt"* løsninger. Markedspenetrasjon definerer vi her som den andel av det økonomiske potensialet som blir tatt av den spesifikke teknologien.

Det er i hovedsak fire faktorer som vil være med å påvirke penetrasjonsraten:

- Risikoaversjon
- Usikkerhet rundt størrelsen på investeringen og dermed lønnsomheten
- Transaksjonskostnader og aktørspesifikke økonomiske forhold, som plassproblemer
- "Ikke-økonomiske" forhold som idealisme og estetikk

Figur 3.4 illustrerer hvordan de tre første punktene over vil påvirke investeringsbeslutning.

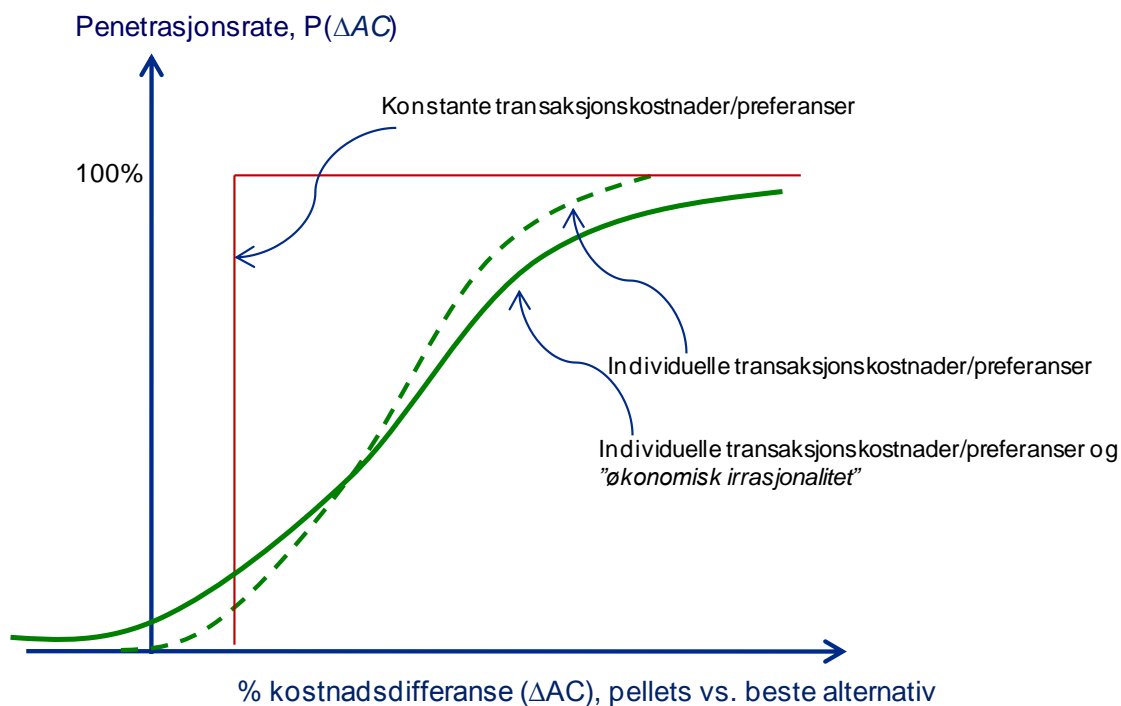




Figur 3.4 Sannsynlighetsfordelt investeringskostnad ved henholdsvis positive transaksjonskostnader og aktørspesifikke økonomiske forhold (venstre) og usikkerhet i teknologikostnader (høyre).

Figuren til venstre viser hvordan den sannsynlighetsfordelte investeringskostnaden øker (parallellforskyves) når vi introduserer positive transaksjonskostnader eller individspesifikke økonomiske faktorer som plassproblemer. I et slikt tilfelle vil samtlige aktører uansett risikotoleranse utsette sin investeringsbeslutning lengre enn utgangspunktet. I figuren til høyre illustreres hvordan usikkerheten i teknologikostnadene særlig forskyver investeringsbeslutningen til en risikoavers aktør. Den forventede investeringskostnaden vil i dette tilfellet ikke endres, og en risikonøytral aktør vil følgelig ikke la seg påvirke av en slik usikkerhet rundt kostnadene. Tilpasningen til "risikoelskeren" vil i dette tilfellet bli marginalt påvirket.

Transaksjonskostnader er typisk kostnaden ved å tilegne seg kunnskap om pelletsanlegg. Penetrasjonsraten skal gi et speilbilde av befolkningens preferanser for den aktuelle teknologien fremfor alternativet. I denne analysen uttrykkes den som markedsandel av økonomisk potensial, og er en funksjon av prisdifferanse til beste alternative teknologi. Figur 3.5 illustrerer tre ulike alternativer hvor penetrasjonsraten er en funksjon av prisdifferansen mellom pellets og rimeligste alternativ.



Figur 3.5 Penetrationsrate som en funksjon av prisdifferansen mot billigste alternativ.

- *Konstante transaksjonskostnader/preferanser*: Hvis alle har identiske transaksjonskostnader vil det måtte være en prisdifferanse lik  $X$  før noen investerte i pellets. I det øyeblikk prisen er større enn  $X$  vil pellets ta hele markedet. En slik tilnærming tillater oss å introdusere transaksjonskostnader i modellen.
- *Individuelle transaksjonskostnader/preferanser*: Ved å tillate en differensiering sier vi at aktører responderer ulikt på en gitt prisdifferanse. En slik tilnærming vil kunne ta høyde for transaksjonskostnader, usikkerhet rundt investeringen og individspesifikke økonomiske forhold. Så lenge pellets kun er marginalt billigere enn alternativet vil relativt få investere. Når prisdifferansen når en slags terskelverdi begynner forbrukere å fokusere på dette og vi får en "akselerasjon" i penetrationsraten, før den igjen avtar når de mest sensitive forbrukerne har byttet teknologi. Det er mange faktorer som påvirker forbrukeres preferanser og dermed den aktuelle penetrationsraten. Forhold som hva naboen gjør, renslighet og omdømme er alle med å påvirke etterspørselen etter pellets.
- *Individuelle transaksjonskostnader/preferanser og "økonomisk irrasjonalitet"*: Ikke alle aktører like økonomisk rasjonelle. Det vil alltid være idealister som er tidlig ute med en investering selv før teknologien egentlig er lønnsom. På samme måte vil prisdifferansen måtte være svært høy før samtlige aktører investerer i pelletsteknologi. Inkludering av slike forhold innebærer kun en mindre justering i forholdet til punktet over. Andre slike forhold som også kan virke på denne måten er plassproblemer, estetikk osv.

Det er oss bekjent ikke publisert artikler som omhandler og kvantifiserer markedspenetrasjon for bioenergi. Ørebro Universitet og SCB har samarbeidet om en undersøkelse hvor et utvalg svenske husholdninger er blitt spurt om preferanser til pellets i forhold til andre oppvarmingsalternativer som



varmepumper (Paulrud, et al., 2010). Selv om analysen er basert på et begrenset utvalg tyder resultatene på at husholdningene krever en betydelig kostnadsdifferanse mot varmepumper før pellets blir valgt. Sovacool (2009) peker også på at konsumenter ofte ikke mottar presise prissignaler på forbruk, noe som hemmer fremveksten av fornybar energi.

### 3.3.4 Nettariffer og konkurranse mot el

Transportkostnaden for el er gitt ved nettariffen. Nettselskapene er monopoler. Både nivået og utformingen av nettariffen reguleres derfor av NVE gjennom fastsettelse av inntektsrammer per selskap og retningslinjer for tariffutforming. Likevel er det slik at nettselskapet har betydelig frihet til å utforme egne tariffer innenfor de rammene som er definert av NVE.

Den typiske tariffstrukturen for kunder i distribusjonsnettene er et fastledd og et energiledd for husholdningskunder. For næringskunder er den vanlige fordelingen fastledd, energiledd og effektledd, med unntak av de minste kundene som gjerne samme tariffstruktur som husholdningskundene

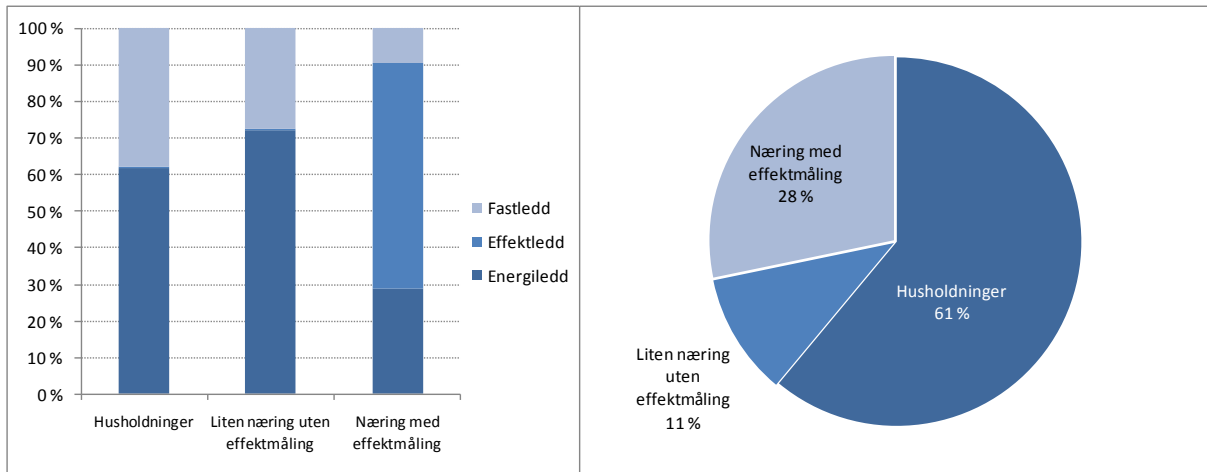
For praktiske formål er alle bygg (boliger og næringsbygg) i Norge er tilknyttet elnettet, og betaler dermed tariff for dette. Uavhengig om oppvarmingen skjer ved el eller andre løsninger, må kunde betale tariffens fastledd. Dette leddet inngår dermed ikke i den relevante kostnaden i en konkurranseanalyse mellom el og alternativer.

Størrelsen på energileddet er proporsjonalt med elforbruk. Under forutsetning av uendret tariffstruktur vil dermed energiledd inngå i det relevante kostnadsgrunnlaget.

Effektledet er noe mer komplekst å vurdere. Grunnlaget for avregning av effektledet skal være kundens effektuttak i definerte perioder (NVE, 1999). Den definerte perioden kan eksempelvis være en måned, et år eller siste 12 måneder, og fastsettes av det enkelte nettselskap. Dette har stor betydning for hvorvidt effektledet bør inngå i det relevante kostnadsgrunnlaget i konkurranseanalysen eller ikke:

- Selv om sluttbrukeren installerer for eksempel en pelletskjel, vil det være behov for reservekapasitet og eventuelt spisslastkapasitet.
- Dersom man konverterer fra el til pellets, vil det være naturlig å beholde elkjelen som reserve. Tilsvarende vil installasjon av elkjel som reservekapasitet i nye bygg ofte være den mest kostnadseffektive løsningen
- Dersom nettselskapet avregner effektledet med høyeste last siste 12 måneder (eller pr år) vil sluttbrukeren få full kostnad for denne perioden dersom elkjelen har vært i bruk en gang (i prinsippet 1 time) i løpet av året.
- Dersom nettselskapet praktiserer månedlig avregning av effektledet, vil sluttbrukeren få en vesentlig besparelse i form av redusert effektledd dersom elkjelen brukes bare ved utfall og ikke som spisslast

Størrelsen på effektledet er betydelig. For effektmålte kunder i distribusjonsnettene (typisk anlegg større enn 200 kW) utgjør effektledet ca 60 % av samlet tariffkostnad, se Figur 3.6.



Figur 3.6 Fordeling mellom fastledd, energiledd og effektledd i distribusjonsnett Kilde: (NVE, 2010).

Omregnet til et typisk forbruksmønster for oppvarming utgjør effektleddet i størrelsesorden 15-25 øre/kWh for en elkjel med 1 800 timers brukstid. Dette er et så høyt beløp at det kan gjøre en vesentlig forskjell i konkurranseanalysen hvorvidt man anser effektleddet som relevant kostnad eller ikke.

Det er ikke noe klart svar på hvorvidt effektleddet er relevant kostnad eller ikke. Vår vurderinger er at for sluttbrukere i nett der avregningsgrunnlaget er basert på månedlig avregning vil en stor andel av effektleddet være relevant kostnad. Med årlig avregning vil en liten andel av effektleddet være relevant kostnad.

Tariffstrukturen er ikke konstant over tid. Selskaper som i dag har månedlig avregning kan legge om til årlig, og omvendt. NVE kan også velge å legge strengere føringer på hvordan tariffen skal utformes og hva som skal være avregningsperiode.

I tillegg til forskjellig praksis mellom nettselskaper, vil kunnskapsnivået hos sluttbrukeren kunne variere hva gjelder forståelse av relevant kostnad. Begge disse forholdene peker i retning av at spørsmålet om hvorvidt effektleddet er relevant kostnad eller ikke, inngår som en usikkerhet i analysene, mens størrelsen på effektleddet kan baseres på faktiske forskjeller i nettselskapenes tariffer.

### 3.4 Distribusjon av pellets

Distribusjon av pellets står for en signifikant andel av totalkostnaden hos sluttbruker, særlig for små brukere som husholdninger. Transportmessig snakker vi om et enkelt bulkprodukt, som kan transporteres enten i tankbil eller på pall pakket i sekk. Det er kundens mottaksanlegg som bestemmer hvordan pellets leveres, dersom kunden har egen silo (som vil gjelde alle kunder unntatt husholdninger med punktvarme) leveres pellets direkte fra tankbil. Størrelsen på siloen vil bestemme hvorvidt bilen har ett eller flere stopp.



For husholdningskunder som kjøper pellets pakket i sekk, kan det diskuteres hvorvidt de vil kjøpe pellets på et sentral sted og transportere hjem selv, eller vil ha pellets kjørt hjem til seg. Vi tror at selv forbruket i en enebolig med punktvarme vil være såpass høyt at egentransport er lite aktuelt. Årsforbruket for en enebolig er typisk 12 MWh, som tilsvarer over 150 sekker à 16 kg. Vi mener det er lite realistisk at en husholdning vil forestå så omfattende transport som dette. En realistisk modell inkluderer dermed distribusjon av pellets også hjem til husholdningskunder med punktvarme.

Det kan diskuteres hvorvidt leveranse av småsekk til villakunder i det hele tatt vil være viktig i en verdikjede for pellets. En aktør som Geilo Biobrensel leverer overhodet ikke i småsekk. For vårt formål mener vi derfor at det er riktig å bygge opp verdikjeden med leveranse helt frem til sluttbruker, også husholdningskunder, og ikke forsøke å modellere den marginale gevinsten som kan følge av at forbruker henter pellets selv i småsekk.

I NEMO, TØIs nasjonale transportmodell (TØI, 2002), opereres det med flere typer transportmidler og flere varegrupper. For vårt formål er referansen til strukturen i denne modellen nyttig, men oppbyggingen av vår modell er vesentlig enklere. TØIs modell omfatter også både innenlandsk transport og transport til og fra utlandet. I forhold til distribusjon er transport til og fra utlandet ikke interessant i vår sammenheng.

Distribusjonskostnadene kan deles i operative kostnader som er *distansekostnader* og *tidskostnader* i tillegg til kvalitative kostnader (forsinkelser, kvalitetsforringelser mv). Når det gjelder pellets, ser vi i den følgende diskusjonen bort fra de kvalitative kostnadene, og fokuserer på operative kostnader.

Innledningsvis må man gjøre forskjell på hvorvidt distribusjonskostnadene beregnes med referanse til fraktpriser (markedspriser) eller transportørens kostnader. En tilnærming der vi tar utgangspunkt i operative kostnader, samsvarer med at fraktprisene over tid bestemmes av transportørens kostnader. Dette forutsetter at markedet for distribusjonstjenester over tid er velfungerende, hvilket vi i dette prosjektet anser som en rimelig forutsetning.

I NEMO benyttes en kostnadsinndeling som vist i Tabell 3.3.

Tabell 3.3 Kostnadselementer i NEMO. Kilde: (TØI, 2002).

Distansekostnader	Tidsavhengige kostnader
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Drivstoff</li> <li>• Fergekostnader (distansespesifikt)</li> <li>• Bompenger (distansespesifikt)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mannskapskostnader, reparasjons- og servicekostnader</li> <li>• Administrasjonskostnader</li> <li>• Forsikring</li> <li>• Andre driftskostnader</li> <li>• Kapitalkostnader</li> </ul>

Distansekostnader uttrykkes i kr/tonn-km og tidskostnader i kr/ tonn-time. Det er i rapporten publisert kostnadstall for innenlandsk veitransport, men disse er basert på data fra 1998-99 og er klart utdatert for vårt formål.

Oppbyggingen av datasett for beregning av distanse- og tidskostnader i NEMO er imidlertid nyttig. Når det gjelder distansekostnader, er disse beregnet med basis i antatt drivstofforbruk pr km, samt faktiske tall for distansespesifikke bompenger og fergekostnader. Disse er lett tilgjengelig fra



Vegdirektoratet. Tidskostnader er beregnet ut fra data om varestrømmer, og fordeling mellom varegrupper. Dette er mindre nyttig for oss, i og med at vi opererer med bare én varegruppe.

Med referanse til strukturen i NEMO, må distribusjonsmodellen i X-Pellets altså tilfredsstille to forhold:

- Hvilke avstander som skal dekkes med transport av ulike mengder pellets
- Hvilken tid som medgår på ulike typer leveranser av pellets, både mht kjøretid og laste/lossetid

På prinsipiell basis må vi dermed ha en oppfatning om både hvordan kjøremønsteret mellom lager (produksjonssted) og kunde ser ut, og hva slags type leveranse det er tale om i forhold til antall lossepunkter pr billass.

Med de kjøreavstander som er aktuelt innenfor et fylke – dvs i størrelsesorden 50-150 km – skal det mye til at det er lønnsomt å opprette lokale lagre hvor det leveres med stor bil og lastes om til en mindre distribusjonsbil for distribusjon til sluttbruker. Vi mener at det ikke er interessant å bygge en modell som håndterer en slik situasjon, men at det uansett vil være tale om å kjøre bil fra produksjonsstedet eller importlager helt til sluttkunden.

## 3.5 Barrierer og virkemiddelbruk

### 3.5.1 Rasjonale for støtteordning til bioenergi generelt

For å rettferdiggjøre en støtte til bioenergi generelt og pellets spesielt, må man kunne begrunne virkemiddelet med at det korrigerer for markedssvikt eller bidrar til å nå viktige omforente politiske målsettinger. Vi vil her kort diskutere under hvilke premisser det vil være samfunnsmessig riktig å støtte bioenergi og pellets.

Rasjonalitet for offentlig inngrep i energimarkeder har tradisjonelt vært begrunnet med eksisterende markedsimperfeksjoner, eksempelvis at produsenten ikke har internalisert miljøkostnadene ved produksjonen. Viktigheten av kun å ha ett mål pr virkemiddel (Pigou, 1920) fremholdes spesielt av økonomiske miljøer. Med et slikt perspektiv vil man kunne argumentere for at et globalt kvotemarked for CO<sub>2</sub> er det eneste virkemiddelet som er nødvendig for å oppnå et optimalt utslippsnivå fra energisektoren. Samtidig må det erkjennes at dagens kvotemarked langt fra er et perfekt marked og at prisen som settes ikke er en funksjon av de faktiske miljø- og rensekostnadene, men er en administrativt satt pris ut fra det politiske mulighetsrommet. Følgelig vil man i en oppstartsfase trenge supplerende virkemidler. Slike virkemidler kan være både avgifter på forurensende teknologier og subsidier til teknologier basert på fornybare energiresurser.

En annen tilnærming er å akseptere den politiske målsettingen som veloverveid, og finne virkemiddelet som kan nå dette målet på best mulig måte. I regjeringens klimamelding fra 2007 ble det uttrykt: "Regjeringen vil sikre målrettet og koordinert virkemiddelbruk for økt utbygging av bioenergi med inntil 14 TWh innen 2020" (LMD, 2007). Hvis man aksepterer at et slikt mål for



bioenergisatsingen er ønskelig ut fra en totalavveining av ulike samfunnshensyn blir oppgaven å finne et virkemiddel som er kostnads-, styrings-, og allokeringseffektivt for å nå dette målet<sup>13</sup>.

Jo mer spesifikt et virkemiddel er utformet, jo mer presist og styringseffektivt vil typisk virkemiddelet være. Faren ved en slik tilnærming er at man blir ”nærsynt” og ikke ser det store bildet og effektene av virkemiddelet på lang sikt. Mange vil hevde at all bruk av bioenergi bør støttes like mye, uavhengig av hvilken teknologi som benyttes. På denne måten oppnår man at kostnadene på marginen er lik for alle teknologier og markedet gir måloppnåelse på en kostnadseffektiv måte. Et slikt mer generelt utformet virkemiddel vil imidlertid ofte ha en dårligere styringseffektivitet. En helhetlig vurdering av virkemidler for å oppnå forbruk av bioenergi generelt ligger utenfor dette prosjektets mandat. Vi går derfor ikke nærmere inn på dette i denne omgang, men avgrenser diskusjonen til å synliggjøre premissene som bør foreligge før man gir støtte.

### 3.5.2 Rasjonale for støtte til pellets spesielt

Investeringsstøtte kun til teknologier for pelletsforbruk kan være et styringseffektivt virkemiddel for å oppnå et volummål på realisert pelletsforbruk. Ser man på bioenergi under ett er det ikke like sikkert at en investeringsstøtte til pellets vil øke forbruket av bioenergi. Kanskje hadde forbrukeren som investerte i pellets egentlig planlagt en investering i en fliskjel. Ved å bruke spesifikke virkemidler vil det alltid være en risiko for denne typen uheldige vridningseffekter. En slik ”kannibalisering” av bioenergi er ikke ønskelig sett fra et samfunnsøkonomisk synspunkt. Den positive siden med spesifikke virkemidler er en forventet lavere kostnad ved å støtte kun ett produkt. Ett av følgende premisser bør imidlertid være tilfredsstillende for å rettferdiggjøre en spesifikk støtte til pellets fremfor en generell støtte til bioenergi:

- Pellets tar nye markeder (for bioenergi)
  - Substitusjon fra olje-, gass- og elkjel vil være samfunnsmessig ønskelig hvis det nødvendige støttebeløpet er mindre enn de samlede kalkulerte miljøkostnadene, og:
  - Pellets i virkeligheten er den beste bioenergiløsningen i dette markedet
- Pellets tar rettmessige markedsandeler fra annen bioenergi
  - Ingen endring i de samfunnsmessige relativprisene på konkurrerende bioprodukter, og:
  - Fyring etter gammel vane, selv om pellets er fundamentalt billigere – kan sies å være en form for markedssvikt, eller:
  - Mangel på informasjon om alternative oppvarmingsløsninger som pellets kan føre til feilinvestering

---

<sup>13</sup>Et virkemiddel er *styringseffektivt* dersom det med høy sannsynlighet for måloppnåelse og treffsikkerhet innen fastsatt tid. Et virkemiddel er *allokeringseffektivt* dersom målet oppnås uten at det oppstår uønskede reallokeringer av kostnader eller inntekter mellom de aktørene som påvirkes av tiltaket. Et virkemiddel er *kostnadseffektivt* dersom målet oppnås til lavest mulige kostnader for samfunnet.



Når man går fra generelle virkemidler i retning av spesielle virkemidler øker kravet til regulators evne til å formulere og prioritere målsettinger. For at spesielle virkemidler skal bli kostnadseffektive fordrer det at regulator har inngående kunnskap om de relevante markedene. Ikke minst må regulator ha gode kunnskaper om teknologikostnadene, slik at man vet hvilken teknologi som blir skjøvet ut ved eksempelvis en høy investeringsstøtte til pellets.

### 3.5.3 Barrierer mot pellets

Det er mange faktorer som påvirker betalingsvilligheten for pellets. En opplagt faktor er investerings- og driftskostnader knyttet til teknologien, og hvilken risiko som er forbundet med ytelsen og levetiden på teknologien. En annen viktig faktor er konsumentenes kostnader ved å tilegne seg kunnskap om aktuelle teknologier, samt "plunder og heft"- faktoren.

I McKinsey&Company (2009) vises det til at en rekke tiltak innen energieffektivisering og omlegging ikke blir gjennomført selv om tiltakene er bedriftsøkonomisk lønnsomme. Bellona og Siemens (2008) gjennomførte en barrierestudie for energieffektivisering og omlegging i norske bygg og peker på følgende hovedbarrierer for norske forhold:

- Lovverket fanger ikke opp effektiviseringspotensialet i den norske byggmassen. Myndighetene må skjerpe krav til energibruk og kontroll av energieffektiverende tiltak.
- Kommunal sektor har ikke tilgang på finansieringsmidler. Kunnskap og vilje til investeringer eksisterer, men finansieringsmidlene uteblir.
- Organisering mellom utbygger og leietaker reduserer investeringer i energieffektivisering. En modell for gevinstdeling er overmoden.
- Søknader for støtte til energieffektivisering krever for store ressurser og støttemidlene er ikke store nok til å utløse potensialet i bygningsmassen.

Det finnes noen studier som har vurdert barrierer for økt bruk av pellets i Norge spesielt. Østlandsforskning (Stjørdal, 2004) trekker frem norske fyringsvaner som en barriere mot innfasing av pellets og andre nye bioenergikilder, mens Nashoug & Pedersen (2004) trakk frem prisen som den største barrieren. Spha et. al. (2010) peker på at sosiodemografiske faktorer kan være viktig for valg av oppvarmingsløsning, og foreslår en politikk som differensieres i forhold til sammensetningen av målgruppene.

Mulighetene for å utnytte markedsrett, da spesielt i mindre regionale kjeder, anses som begrensede på grunn av relativt lave investeringskostnadene knyttet til pellets- og flisanlegg, og ikke minst på grunn av lave transportkostnader. Virkemidler knyttet til å øke konkurransen på de lokale markedene anses dermed som lite nødvendige.

Litteraturen gir oss ingen entydig anbefaling på hva som vil være de mest effektive tiltakene for å øke pelletsforbruket i Norge, men peker på flere faktorer som informasjon, pris, gamle vaner og sosiodemografiske forhold. Ut fra dette kan vi ikke konkludere på prinsipielt grunnlag. Imidlertid gir denne diskusjonen et godt grunnlag for å etablere en ROV-modell som skal kvantifisere de forventede effektene av ulike virkemidler. I tillegg synliggjør denne gjennomgangen nytten av å etablere en metodikk og et verktøy for å kvantifisere de forventede effektene av ulike tiltak.





### 3.5.4 Kritisk masse og oppstartsutfordringer

Selv om det fundamentale potensialet i en region er tilstrekkelig til å forsvare en distribusjonskjede for pellets, kan likevel barrieren for å starte opp være betydelig. I økonomisk forstand er dette typisk tilfellet når det er store investeringer eller andre oppstartskostnader i kjeden, kombinert med stor usikkerhet om den kapasiteten som etableres vil bli utnyttet senere.

I avsnitt 3.2 pekte vi på at det finnes nedre, kritiske grenser for ulike måter å levere pellets på. Import av pellets via skip krever et visst minstevolum (sannsynligvis i området 20.000 tonn/år) for å være lønnsom. I og med at dagens samlede norske pelletsmarked i følge Nobio er ca 40 000 tonn sier det seg selv at det er tungt å finne oppstartsvolumer i denne størrelsesordenen.

Vi mener at det er viktig å skille mellom hva som er det langsiktige potensialet og dermed grunnlaget for et fundamentalt velfungerende pelletsmarked, og hva som er oppstartsutfordringer. Dersom det ikke kan godtgjøres at det finnes et fundamentalt grunnlag på sikt, er i og for seg oppstartsutfordringene uinteressante. Dersom det er grunn til å tro at det finnes et fundamentalt grunnlag for pellets, men at dette ikke realiseres pga oppstartsutfordringer, er det interessant å analysere disse.

Håndtering av oppstartsutfordringer kan i prinsippet adresseres på to måter:

- Øke det sikre oppstartsvolumet, ved å inngå avtaler med store nøkkelkunder (typisk industri eller fjernvarme)
- Redusere oppstartskostnaden, ved å basere leveransen på små lokale anlegg, eller etablere lavvolum transportkjeder (som jernbane) fra anlegg som primært produserer for andre markeder

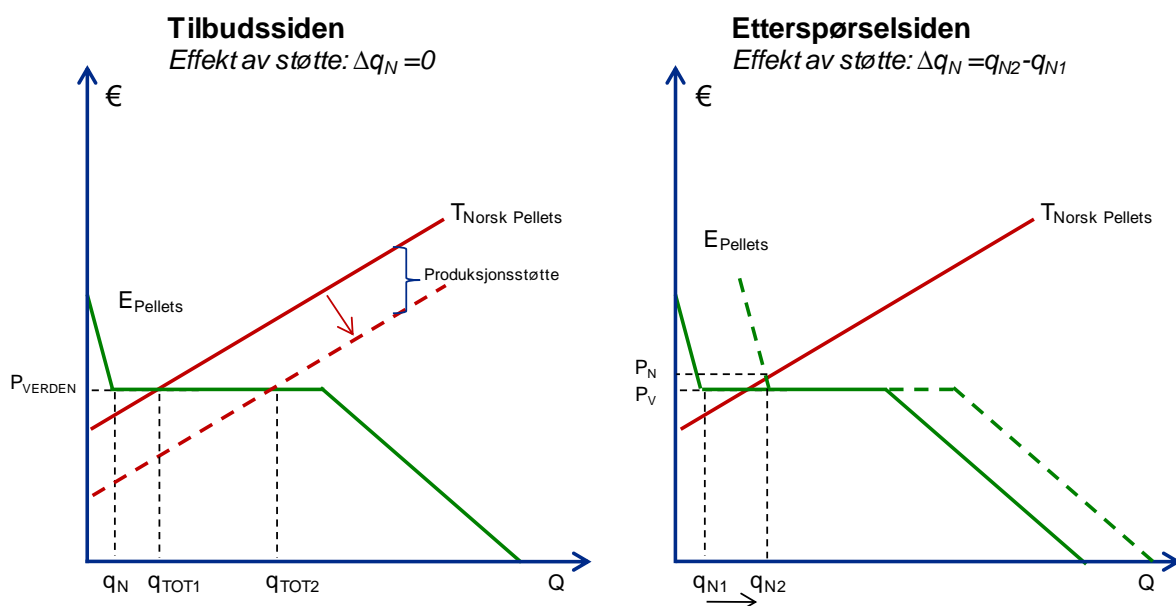
Kritisk masse i form av å utløse et tilstrekkelig volum er ganske parallelt med utfordringene i fjernvarme: Dersom mange nok kunder knytter seg til kjeden, synker enhetskostnadene og kjeden blir konkurransedyktig. I (Xrgia, 2007) ble begrepet penetrasjonsrate brukt for å beskrive i hvilken grad kunder i et relevant marked faktisk knyttet seg til fjernvarme. I en situasjon der fjernvarme faktisk er billigste løsning, kunne likevel en annen løsning (naturgass) blokkere for lønnsom fjernvarmeutbygging ved å vinne noen nøkkelkunder før utbyggingsbeslutningen for fjernvarme var tatt. Selv om skalaegenskapene i pellets ikke er så sterke som for fjernvarme, er penetrasjonsrate for pellets et sentralt tema for å sikre et langsiktig robust grunnlag for en velfungerende kjede. Dette gir følgende tilnæringer til håndtering av oppstartsutfordringer, som vi drøfter nærmere i Markedsanalysen for Midt-Norge:

- I hvilken grad finnes aktuelle, store kunder i regionen som kan konvertere til pellets?
- I hvilken grad er marginalvolumer tilgjengelig fra pelletsprodusenter som primært forsyner andre markeder?

### 3.5.5 Virkemiddelutforming

For å oppnå en effektiv virkemiddelutforming for støtte til pellets er det viktig å forstå verdikjeden og markedsstrukturen på både tilbuds- og etterspørselssiden.

La oss anta at en økende pelletspris bidrar til å øke tilbudet av pellets samt å redusere etterspørselen, dette gir oss fallende etterspørselskurver og stigende tilbudskurver for pellets. Det vil være rimelig å tro at segmentet med høyest betalingsvillighet er minst prisfølsom i etterspørselen (brattere E-kurve). Hvis vi i tillegg antar at det finnes et fungerende verdensmarked, og norske produsenter må opptre som prisfaste kvantumstilpassere, får vi en horisontal forskyving på etterspørselskurven. Det flate partiet på etterspørselskurven utgjør eksportmulighetene, og er i praksis "uendelig" stort. Man kan tenke seg at verdensmarkedet setter prisen i markedet så snart den kritiske massen for import er nådd. Figur 3.7 illustrerer hvordan innenlands forbruk av pellets endres når man introduserer en subsidie på henholdsvis tilbuds- og etterspørselssiden i et slikt marked.



Figur 3.7 Innenlands konsum av pellets med en subsidie på henholdsvis tilbuds- og etterspørselssiden når det eksisterer eksport- og importmuligheter.

Støtte til produksjon av pellets gir et negativt skift i tilbudskurven (rød stiptet linje). I denne illustrasjonen vil lokal produksjon av pellets øke fra  $q_{TOT1}$  til  $q_{TOT2}$  fordi marginalkostnaden reduseres. Siden prisen settes av verdensmarkedet endres imidlertid ikke salgsprisen, og det norske forbruket av pellets vil være uendret som følge av støtten. Man kan tenke seg at den faktiske tilbudskurven i dag krysser etterspørselskurven til venstre for  $q_N$ . I en slik situasjon vil en støtte på tilbudssiden gi en økning i norsk forbruk opp til  $q_N$ . Imidlertid er det i en slik situasjon sannsynlig at realisert volum som følge av støtten er svært begrenset og hovedandelen av den økte produksjonen vil fremdeles gå til eksport. En støtte på tilbudssiden vil altså i de fleste tilfeller ikke medføre noen økning i innenlands forbruk av pellets, og i de situasjoner det vil påvirke volumet vil effekten av støtten antakelig være svært lav. Grønne sertifikater er et eksempel på en markedsbasert subsidie som i denne situasjonen antakelig ikke vil gi vesentlig økt forbruk av pellets. I tillegg vil på aggregert nivå en produksjonsstøtte til fornybar energi bidra til at det totale tilbudet av energi øker, at prisen faller og at forbruket øker. Lavere energipriser gir insentiver til økt energiforbruk og kan medføre til at annen fornybar energi



som kunne vært lønnsom uten subsidier, ikke blir det. Overgangen til alternative energiformer kan følgelig bli mer kostbar enn den kunne vært.

En støtte på etterspørselssiden vil gi et positivt skift i den norske delen av etterspørselskurven (stiplet grønn linje) siden betalingsvilligheten for pellets i Norge øker i forhold til alternativene. I denne situasjonen økes prisen til  $P_v$  og innenlandsk forbruk av pellets øker fra  $q_{N1}$  til  $q_{N2}$ . Man kan også her tenke seg at den faktiske tilbudskurven skjærer etterspørselskurven til venstre for  $q_{N1}$  og at stigningstallet på selve kurven er lavere (flattere kurve). I begge disse tilfellene vil økningen i det innenlandske forbruket være betydelig.

Et unntak fra resonnementet over vil være hvis total etterspørsel i regionen er mindre enn kritisk masse<sup>14</sup> for import av pellets. Små lokale verdikjeder kan da serve det lokale markedet og oppnå pris som er høyere enn verdensmarkedsprisen (justert for transportkostnader).

Eksempler på virkemidler på etterspørselssiden kan være informasjonsarbeid målrettet mot spesielle kundesegmenter, målrettet investeringsstøtte, tilrettelegging for teknologibytter, import og distribusjon av pellets. Andre virkemidler kan være å øke prisen på konkurrerende teknologier eksempelvis ved å øke avgiftene på fyringsolje og parafin.

## 4 Konkurransanalysemodellen X-Pellets

X-Pellets er en bottom-up konkurransemodell. Modellen baserer seg på datasett som er utviklet både med top-down og bottom-up metodikk. Det tekniske potensialet for hver geografiske analyseenhet er en eksogent gitt variabel i modellen, og estimatene er etablert i en top-down modell bygget i et tidligere prosjekt for Enova. Samtlige andre datasett som brukes i konkurransemodellen er basert på bottom-up analyser.

Modeller er bygget på to ulike plattformer:

- Selve modellen er utviklet i Excel (2007-versjon)
- Realopsjonsdelen av X-Pellets er modellert i DPL, som er et veletablert verktøy for beslutningstreanalyse og realopsjoner.

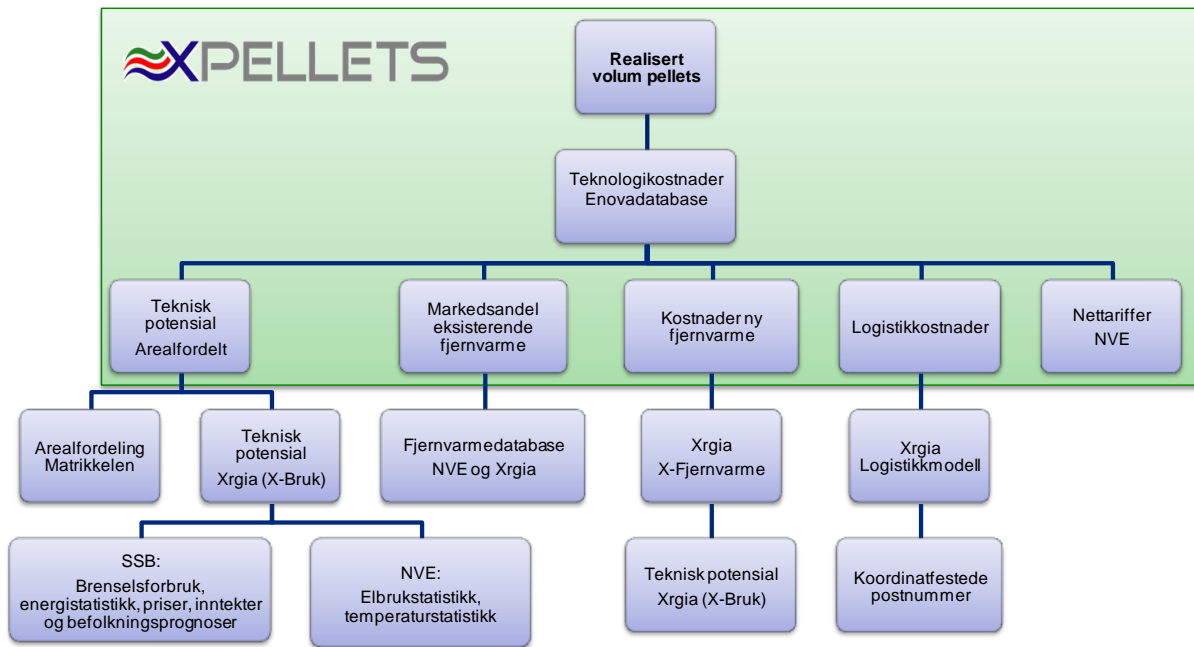
Både Excel- og ROV-modellen er nærmere beskrevet i vedlegg. Vi gir her en kort oversikt over oppbygningen av modellen. I kapittel 4.1 beskrives informasjonsflyten i modellen. Kapittel 4.2 definerer formålet og systemgrensene i modellen, mens 4.3 gir en kort introduksjon til de potensielle realopsjonene som ligger i verdikjeden.

---

<sup>14</sup> Kritisk masse oppfattes i dette tilfellet som det volum som må importeres/eksporteres for å oppnå en rimelig utflating av enhetskostnadene ved transport, eksempelvis at en båt blir fylt opp med en rimelig frekvens.

## 4.1 Informasjonsflyt i modellen

Figur 4.1 illustrerer informasjonsflyten fra de viktigste datakildene benyttet i analysen.



Figur 4.1 Informasjonsflyt og datakilder i X-Pellets

Modellen baseres i hovedsak på offentlige statistikkilder som er kombinert på nye måter. Det tekniske potensialet for fornybar varme er en eksogent gitt variabel og estimeres i X-Bruk<sup>15</sup> som baseres på rådata fra SSB og NVE. Disse dataene er kombinert med data fra matrikkelen og rapporten "Klimakur. Energibruk i bygg" (Ingeberg, et al., 2008) for å fordele potensialet etter byggestørrelser og på henholdsvis nye/rehabiliterede og eksisterende bygg. Dette gjør oss i stand til å sammenligne de rette skalaene for teknologi. For ikke å overestimere potensialet må vi gjøre antakelser om fremtidig markedspotensial for eksisterende fjernvarme, med basis i NVEs fjernvarmedatabase, bearbeidet av Xrgia. Kostnadene for ny fjernvarme (ikke fortetting) hentes fra Xrgias modellverktøy X-Fjernvarme<sup>16</sup> som også baseres blant annet på teknisk potensial hentet fra X-Bruk. Samspillet med X-Fjernvarme er nødvendig ettersom fjernvarme har andre egenskaper enn lokale varmeløsninger (skalaegenskaper og høy kritisk masse), noe som ikke er hensiktsmessig å modellere i X-Pellets. Logistikkostnader for

<sup>15</sup> X-Bruk ble utviklet i prosjektet "Konkurransespalten mellom gass og fjernvarme for Enova" (Havskjold, et al., 2007).

<sup>16</sup> X-Fjernvarme ble utviklet i prosjektet "Konkurransespalten mellom gass og fjernvarme" for Enova (Havskjold, et al., 2007).

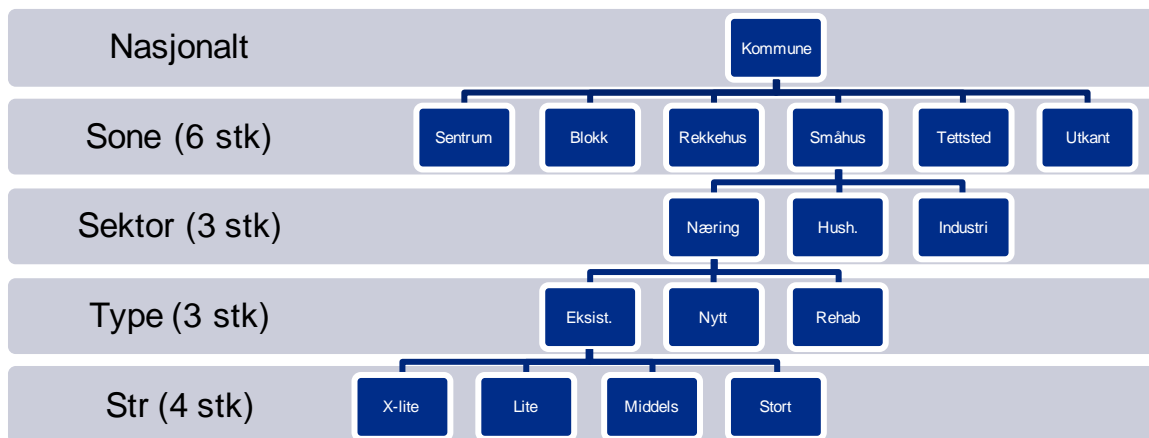
biobrensler beregnes med en egen logistikkmodell som baseres på koordinatfestede postnummer, mens nettatariffer er hentet fra NVE.

## 4.2 Formål og systemgrenser

For at modellen skal være enkel i bruk og fokusert rundt de rette faktorene, er det viktig å avgrense modellen i størst mulig grad uten å redusere kvaliteten på resultatene. Modellen skal være et verktøy som Enova kan benytte til å vurdere effekten av ulike støtteordninger for pellets, samt å sammenlikne ulike støtteordninger opp mot opp mot hverandre. Hovedformålet til modellen er i så måte å modellere etterspørselen etter pellets på en slik måte at man kan simulere på de relevante forklaringsvariablene for etterspørselen etter pellets.

I kapittel 3.2 konkluderer vi med at markedet for pellets er en oppsplittet kjede, det er relativt enkelt både å importere og eksportere pellets. I kapittel 3.5 viser vi at i et slikt marked er det kun støtte til etterspørselssiden som påvirker forbruket. En støtte til tilbudssiden vil ikke redusere pelletsprisen i regionalt, men utelukkende øke eksporten av pellets. Med begrunnelse i dette resonnetet *vil modellen kun fokusere på etterspørselssiden.*

For at modellen skal være anvendbar og gi konkrete resultater er det viktig at detaljeringsgraden rundt etterspørselen er stor. Modellen gir resultater med en svært høy detaljrikdom. Figur 4.2 viser hvor detaljert modellen jobber for å beregne potensialet for fornybar varme.



Figur 4.2 Geografisk oppdeling av modellen

Hver kommune er delt opp i seks soner ut fra demografiske faktorer tilsvarende oppdelingen SSB bruker i sin statistikk. I hver sone er potensialet igjen fordelt på sektor (husholdning, næring og industri), type bygg (nybygg/rehabiliteret og eksisterende) og størrelse på bygg (stort, middels, lite).

*Systemgrensene for modellen er pelletspris levert havn eller fra produksjonsanlegg i Norge, og den resulterende varmekostnaden (eksklusiv varmedistribusjon) hos sluttbruker.*

De to viktigste resultatene fra verdikjedemodellen, X-Pellets, er:

- Økonomisk potensial for pellets
- Forventet realisert volum av pellets.

Modellen gir ingen tidsserie som viser utviklingen i potensialene, men fokuserer på de langsiktige potensialene og gir oss ett estimat på potensialet i år 2020.

Tabell 4.1 klassifiserer alle variablene som i denne modellen påvirker etterspørselen etter pellets i henholdsvis endogene (bestemmes i modellen) og eksogene variabler (bestemmes utenfor modellen).

Tabell 4.1 Variablene i X-Pellets

Variabel	Enhet	Endogen	Eksogen
<b>Teknisk potensial for pellets (energibehov per kommune, type forbruk og arealstørrelse)</b>	MWh		X-Bruk
<b>Markedsandeler eksisterende fjernvarmeanlegg (fremskriving)</b>	%		✓
<b>Teknologi- og energikostnader (alle oppvarmingsteknologier ved ulike skalaer)</b>	Kr/MWh		Enova database, Markedsaktører
<b>Logistikkostnader</b>	Kr/MWh		Logistikkmodell
<b>Brenselskostnader</b>	Kr/MWh		Markedspriser
<b>Kostnad for ny fjernvarme i alle soner</b>	Kr/MWh		X-Fjernvarme
<b>Penetrasjonsrater for pellets</b>	$P=f(\text{Prisdiff})$		✓
<b>Nettariffer</b>	Kr/MWh, Kr/MW		NVE
<b>Marginal- og gjennomsnittskostnader for alle teknologier, skalaer og geografiske områder</b>	Kr/MWh	✓	
<b>Valg av type pellets- og oppvarmingsløsning</b>	Kr/MWh	✓	
<b>Alternativkostnader for sektor per kommune, sone og sektor</b>	Kr/MW	✓	

Fremskrevet teknisk potensial for oppvarming og fremskrevne markedsandeler for eksisterende fjernvarme kommer inn som eksogene, regionalt betingede, variabler. Teknologikostnader og brenselskostnader er eksogent gitte universelle data, mens logistikkostnader og nettariffer også er eksogent gitt men regionalt betinget. Penetrasjonsrater for pellets er også universelle og eksogent gitt, men det skilles mellom næring og husholdning.

Gjennomsnittskostnader og marginalkostnader for alle teknologier og skalaer er endogene variabler. Disse beregnes separat for hver enkelt geografisk analyseenhet som vist i Figur 4.2. Det samme gjelder for

valg av den beste pelletsløsningen og den beste oppvarmingsløsningen. Alternativkostnadene for hver enkelt geografisk analyseenhet beregnes også i modellen.

### 4.3 Realopsjoner i verdikjeden

En realopsjon er verdien av å ha mulighet, men ikke plikt, til å foreta en beslutning om et prosjekt – eller i vår sammenheng – et tiltak som skal stimulere til økt bruk av pellets. Vanligvis benyttes ROV (realopsjonsvurdering) som beslutningstøtte for en investeringsbeslutning. I vår sammenheng er dette mindre relevant direkte, fordi Enova ikke skal foreta investeringer selv.

Enova forvalter to typer virkemidler, informasjon og kompetansebygging hos aktørene, og økonomisk støtte til prosjekter (gitt som investeringsstøtte). I ROV-modellen er dette valgt som de aktuelle beslutningene i en Enova-orientert beslutningsmodell. Beslutningene er dermed:

1. Bør Enova gjennomføre målrettede, kompetansebyggende tiltak for pelletsmarkedet, og i så fall med hvilket fokus?
2. Bør Enova gi økonomisk støtte til nedstrøms pelletsaktører, og i så fall med hvilket fokus?

I en vanlig ROV-analyse er målvariabelen oftest en nåverdi for prosjektet. I en beslutningsmodell for Enova er dette mindre relevant. Enova har to sentrale målvariabler, utløst volum (kontraktsfestet mål) i GWh, og kWh pr støttekrone. Av disse er det utløst volum som er hensiktsmessig å bruke i en ROV-modell, mens informasjon om kWh pr støttekrone er en viktig sidevariabel som kan sammenlignes med andre satsningsområder i Enova.

Hovedstrukturen i ROV-modellen omfatter følgende punkter:

Tabell 4.2 Hovedstruktur i ROV-modellen

Beslutning	Usikkerhet ved beslutningen
<b>Beslutning 1:</b> <b>Bør Enova gjennomføre et målrettet informasjonsprogram for pellets?</b>	A: I hvilken grad kan Enova påvirke aktørenes adferd gjennom endret markedspenetrasjon for pellets, operasjonalisert gjennom endrede penetrasjonsrater? B: I hvilken grad kan Enova både påvirke næringsaktørenes kunnskapsnivå om betydningen av effektledet i nettariffen for el, og i tillegg påvirke regelverket for utformingen av denne?
<b>Beslutning 2:</b> <b>Bør Enova yte økonomisk støtte til pellets, eventuelt utover det som gis til andre biobaserte løsninger?</b>	A: Hvordan utvikler relative energipriser seg, hensyn tatt til fundamentale forhold, CO <sub>2</sub> -kostnader, grønne sertifikater mv? B: Hvordan utvikler fundamentalt energibehov for oppvarming seg, som funksjon av nye byggforskrifter / energirammer, samt generell økonomisk utvikling og vekst?



## 5 Konklusjon

Hovedformålet med denne rapporten har vært å øke kunnskapen om pelletsmarkedet i Norge, og på et prinsipielt grunnlag diskutere hvilke støtteordninger som kan bidra til å realisere Enovas målsetting om et fungerende pelletsmarked. Enova er opptatt av forbruk av pellets, og følgelig er rapporten fokusert på etterspørselssiden. Støtte til produksjonssiden vil i stor grad være støtte til eksport.

Salget av pellets i Norge har økt med 50 % fra 2004 til 2008. Imidlertid er det fortsatt snakk om svært små volumer, og det har vært usikkerhet rundt hvorvidt pelletsmarkedet vil overleve på sikt. Flere mindre pelletsprodusenter har lagt ned sin produksjon de siste årene, noe som har bidratt til usikkerhet rundt tilgangen til pellets. Etter samtaler med flere aktører i bransjen er vi imidlertid av den oppfatning at tilgangen til pellets ikke er den faktoren som begrenser investeringene i pelletsteknologi. Snarere er pris, gamle fyringsvaner og sosiodemografiske forhold faktorer som trekkes frem.

Det relevante markedet for pellets er tredelt og består oppvarming av rom og tappevann i bygg, spiss og mellomast i fjernvarme samt substitusjon av lett fyringsolje i prosessindustrien. For bygg skiller vi mellom husholdninger, tjenesteyting og industri. Nye og rehabiliterte bygg er åpenbart relevante da investering i oppvarmingssystem uansett skal gjøres, og her konkurrerer pellets på lik linje med alle aktuelle alternativer. Bygg med eksisterende oppvarmingsløsninger kan også være et relevant marked for pellets. Her slike tilfeller vil imidlertid investeringskostnaden på eksisterende varmeløsning være "sunk costs", og pellets må her konkurrere mot marginalkostnaden (kun variable kostnader) til eksisterende løsning. For eksisterende bygg har vi imidlertid kun inkludert de som allerede har investert i vannbåren varme ettersom dette er en kostnad som uansett ville gjort pellets for dyrt.

Enova har i grove trekk to mulige virkemidler for å øke forbruket av pellets, investeringsstøtte til sluttbrukere og informasjonsarbeid. Investeringsstøtte vil åpenbart gjøre pellets mer konkurransedyktig mot alternativene og øke det økonomiske potensialet. Informasjonsarbeid på sin side kan øke markedspenetrasjonen for pellets innenfor det økonomiske potensialet. Informasjonsarbeid kan øke kunnskapen om teknologien og på denne måten påvirke sluttbrukernes oppfatning av risikoen ved investeringer i pelletsteknologi, redusere effekten av gamle fyringsvaner og sosiodemografiske forhold.

Verdikjeden for pellets kan sies å være tredelt, hovedsakelig på grunn av svært lave kostnader på skip. Et godt eksempel på denne tredelingen er Hafslunds nye pelletsfabrikk på Averøya, som hovedsakelig skal basere seg på import av råmaterialer fra Canada og eksport av pellets til Europa. Denne tredelingen er svært viktig å ta hensyn til i virkemiddelutformingen, siden en støtte til produksjonssiden i en slik situasjon kun vil gi økt eksport av norskprodusert pellets. En støtte til etterspørselssiden derimot, vil øke den innenlandske etterspørselen etter pellets.

Små lokale verdikjeder for pellets, fra produksjon til forbruk, vil typisk oppstå på steder med innelukkede ressurser som er vanskelig transporterbart og har lav alternativverdi. Innelukket flis og tilgang til spillvarme til tørking er to eksempler. Slike tilfeller vil bidra til et marked for pellets. Imidlertid mener vi, ikke minst på grunn av tredelingen av verdikjeden, at små lokale verdikjeder ikke





er nok til å etablere et velfungerende marked for pellets. De lave transportkostnadene gjør at alle produsenter på sikt er nødt til å være konkurransedyktige på verdensmarkedet. Likeledes vil en liten lokal produsent kunne eksportere sin produksjon hvis betalingsvilligheten på verdensmarkedet er høyere enn den lokale.

Fra et samfunnsøkonomisk synspunkt er det flere premisser som må være oppfylt for å rettferdiggjøre subsidier til pellets spesielt fremfor bioenergi generelt. For det første bør en støtteordning ha som mål å gi starthjelp til et potensielt velfungerende marked. Markedet må altså selv være levedyktig så snart man er kommet over oppstartsutfordringene. Videre vil en situasjon hvor subsidiert pellets fortrenger annen kostnadseffektiv bioenergi er ikke ønskelig. Hvis pellets substituerer olje-, gass- eller elkjel og pellets faktisk er den beste bioenergiløsningen, vil en spesiell støtte til pellets være berettiget. Alternativt kan man tenke seg at pellets tar tilbake rettmessige markedsandeler som f. eks. ved har tatt på grunn av gamle fyringsvaner. Ut fra dette kan vi konkludere med at en utforming av slike spesifikke virkemidler stiller store krav til regulators kunnskaper om teknologikostnadene og dynamikken i markedet. Regulator er nødt til å vite hvilke teknologier som blir substituert ut når man introduserer en støtte spesifikt på en teknologi.

X-Pellets benytter data for kommunevis etterspørsel etter oppvarming fordelt etter sektor, sone, type bygg, type forbruk og størrelse for bygg. En slik detaljert tilnærming gir spesielt gode muligheter til å velge rett skala for hver teknologi, noe som er viktig for å være i stand til å modellere de relevante konkurranseflatene. Investeringskostnader og driftskostnader er kostnader som typisk er tilnærmet like for hele Norge. Transportkostnader derimot vil variere kraftig ut fra geografi. I konkurransen mot elektrisitet vil dermed også tariffregimet i den aktuelle kommunen slå kraftig ut, spesielt gjelder dette kunder innenfor tjenesteyting og industri hvor det er betydelig variasjon i nettselskapenes tariffingspraksis. Modellen gir Enova detaljert kunnskap om ulike konkurranseflater og hvordan ulike virkemiddelbruk vil slå ut både med tanke på pellets og de konkurrerende teknologiene.

Eventuelt videre arbeid kunne fokusert på kvantifisering av markedspenetrasjon for ulike teknologier basert på bioenergi. Dette er et område hvor det eksisterer lite kunnskap i dag, men som ville vært til nytte ved modellering av forbruk av fornybar energi.



## 6 Referanser

**Bellona & Siemens. 2008.** *Barrierestudien. Energieeffektivisering i norske bygg.* s.l. : Bellona, 2008.

**Bio 8. 2010.** Priser fyringsolje. [Internett] 25 5 2010. [Sisert: 25 5 2010.]  
<http://bio8.no/page4/page4.html>.

**Energimyndigheten. 2009.** Prisblad för biobränslen, torv m.m. Nr 1/2009 . [Internett] 2009.  
<http://webbshop.cm.se/System/ViewResource.aspx?p=Energimyndigheten&rl=default:/Resources/Permanent/StorageItem/a3dfdf4b95fb4d19813d1ff44b86aa55/2084W.pdf>.

**Energirapporten. 2010.** *Energirapporten nr. 17.* s.l. : Tekniske nyheter DA, 2010.

**Enova. 2010.** (Varme) Enova. [Internett] 2010. [Sisert: 12 05 2010.]  
<http://naring.enova.no/sitepageview.aspx?sitePageID=1137>.

— . **2010a.** *Kostnadsdatabase varmeprosjekter.* 2010a.

— . **2010.** Tilskuddsordningen: Kriterier for tildeling (Enova SF). [Internett] 10 6 2010. [Sisert: 9 9 2010.] <http://hjemme.enova.no/sitepageview.aspx?articleID=3295>.

— . **2010.** *Totalliste varmeprosjekt.* Trondheim, Norge : s.n., 24 03 2010.

— . **2010.** *Totalliste varmeprosjekter.* s.l. : Enova, 2010.

**EU Commision. 1997.** *Commision Notice on the definition of a relevant market for the purposes of Community competition law.* Official Journal: OJ C372 on 9/12 : The EU Commision, 1997. URL:  
[http://europa.eu.int/comm/competition/antitrust/relevma\\_en.html](http://europa.eu.int/comm/competition/antitrust/relevma_en.html).

**European Commission. 2009.** *Final report on producers, traders and consumers of wood pellets.* Wien : HFA Holzforschung, 2009. Markedsrapport.

**European Communities. 2009.** *Technology Map of the European Strategic Energy Technology Plan (SET Plan).* European Commission Joint Research Centre. Luxembourg : European Communities, 2009, 2009. ISBN 978-92-79-14587-2/ISSN 1018-5593.

**Finansdepartementet. 2009-2010.** Skatte-, avgifts- og tollvedtak, kapittel 3.11. *Prop. 1 S (2009-2010)* . s.l. : Finansdepartementet, 2009-2010.

**Grunder. 2009.** Grunder - Økonomisk rapport. [Internett] 12 2009.  
<http://www.grunder.no/naringsliv/20091204/markedet-for-pelletsovner-har-brutt-sammen/>.

**Havskjold, Monica og Ingeberg, Kjetil. 2005.** *Fra forsyning til forretning - Investeringsincentiver for fjernvarme.* s.l. : Xrgia AS, 2005.

**Havskjold, Monica, Ingeberg, Kjetil og Halseth, Arve. 2007.** *Konkurransesfalten mellom fjernvarme og gass.* s.l. : Utarbeidet av Xrgia for Enova., 2007.

**Höglund, Jonas. 2008.** *The Swedish fuel pellets industry: Production, market and standardization.* s.l. : Institutionen för skogens produkter, 2008.



- Ingeberg, Kjetil, Havskjold, Monica og Langseth, Benedicte. 2008.** *Klimakur. Energibruk i byggsektoren.* s.l. : Xrgia, 2008.
- KLIF. 2010.** *Tiltak og virkemidler for å nå Norske klimamål mot 2020.* s.l. : KLIF, 2010.
- KRD. 2010.** *Nye og meir miljøvennlege krav til energiforsyning i bygg.* Oslo : s.n.,  
URL:[http://www.regjeringen.no/upload/KRD/Vedlegg/BOBY/forskrift\\_om\\_endring\\_i\\_forskrift.pdf](http://www.regjeringen.no/upload/KRD/Vedlegg/BOBY/forskrift_om_endring_i_forskrift.pdf) 5 2010.
- . **2010.** *Nye og mer miljøvennlige krav til energiforsyning i bygg. bolig o gbygningspolitikk.* [Internett] 2010. [Sitert: 20 5 2010.]  
<http://www.regjeringen.no/nb/dep/krd/presesenter/pressemeldinger/2010/Nye-og-meir-miljovennlege-krav-til-energiforsyning-i-bygg-.html?id=604895>.
- LCI. 2010.** *Pelleting Technology.* URL: [http://www.lcicorp.com/granulation/pellet\\_mill.html](http://www.lcicorp.com/granulation/pellet_mill.html) : s.n., 1 5 2010.
- Lislebø, Ole og Havskjold, Monica. 2010.** *En vurdering av forbrenningsavgiften som virkemiddel.* s.l. : Xrgia, 2010.
- LMD. 2007.** *Skogen inn i varmen. Pressemelding.* [Internett] 22 6 2007.  
<http://www.regjeringen.no/nn/dep/lmd/presesenter/pressemeldinger/2007/skogen-inn-i-varmen.html?id=473584>.
- Mani, Sudhagar. 2006.** *Simulation of Biomass pelleting Operation.* s.l. : University of British Columbia, 2006.
- McKinsey&Company. 2009.** *Pathways to a low carbon economy. Version 2 of the global greenhouse gas abatement cost curve.* 2009.
- McVeigh, James, et al. 2000.** *Winner, loser, or innocent victim? Has renewable energy performed as expected? Solar Energy.* 2000.
- Miljøverndepartementet. 2008.** *Enighet om nasjonal klimadugnad.* [Internett] 17 1 2008.  
<http://www.regjeringen.no/nb/dep/md/presesenter/pressemeldinger/2008/enighet-om-nasjonal-klimadugnad.html?id=496878>.
- Motta, Massimo. 2004.** *Competition Policy Theory and Practice.* New York : Cambridge University Press, 2004.
- Nashoug, Håkon og Pedersen, Dahl Fredrik. 2004.** *Muligheter og barrierer for utvikling av et norsk trepelletmarked.* s.l. : UMB, 2004.
- NoBio. 2009.** *Bioenergi i Norge - Markedsrapport.* s.l. : NoBio, 2009.
- Nordpool. 2010.** *Financial market data. Price derivatives nordic.* [Internett] 25 5 2010. [Sitert: 25 5 2010.] <http://www.nordpool.com/custom/Templates/gzIframe.aspx?id=1069>.



**Nord-Trøndelagsforskning. 2005.** *Evaluering av tilskuddsordningen til varmepumper, pelletskaminer og styringssystemer.* s.l. : Enova, 2005.

**NVE. 1999.** Forskrift om økonomisk og teknisk rapportering, inntektsramme for nettvirksomheten og tariff. s.l. : NVE, 1999.

— **2007.** *Kostnader ved produksjon av kraft og varme.* Oslo : NVE, 2007.

— Norges vassdrags- og energidirektorat. [Internett] [Sisert: 12 05 2010.] <http://www.nve.no/no/Konsesjoner/Konsesjonssaker/Fjernvarme/>.

— **2010.** Statistikk over nettleie i regional- og distribusjonsnettet. [Internett] 2010. <http://nve.no/no/Kraftmarked/Nettleie/Nettleiestatistikk/>.

**Østlandsforskning. 2007.** *Bioenergi i Norge. Potensialer, markeder og virkemidler.* s.l. : Østlandsforskning, 2007.

**Paulrud, Susanna og Laitiala, Thomas. 2010.** *Attityder till pelletsvärme och värmepump-vad tycker småhusägarna?* s.l. : Ørebro Universitet og SCB, 2010.

**Pedersen, Håkon Nashoug og Pedersen, Fredrik Dahl- Paulsen. 2004.** *Muligheter og barrierer for utvikling av et norsk pelletsmarked.* Ås : UMB, 2004.

**Pellets@tlas. 2009.** *Preliminary pellet market country report.* s.l. : FORCE Technology, 2009. Markedsrapport.

**pelletspris.com. 2010.** Pelletspris.com. [Internett] 2010. [http://www.pelletspris.com/pellets\\_af.php](http://www.pelletspris.com/pellets_af.php).

**Pigou, J. C. 1920.** *The Economics of Welfare.* London. 1920.

**Riksförbundet, Pelletsindustrins. 2010.** Leveransstatistik Sverigemarknaden 1997-2009 inkl. prognos. [Internett] 2010. <http://www.pelletsindustrin.org/web/Leveransstatistik.aspx>.

**Sopha, Bertha Maya, et al. 2010.** Norwegian households perception of wood pellet stove compared to air-to-air heat pump and electric heating. *Energy Policy.* 7, 2010, Vol. 38.

**Sovacool, Benjamin K. 2009.** Rejecting renewables: The socio-technical impediments to renewable electricity in the United States. *Energy Policy.* 2009, ss. Volume 37. Issue 11. Pages 4500-4513.

**Spelter, Henry og Toth, Daniel. 2009.** *North America's Wood Pellet Sector.* s.l. : United States Department of Agriculture, 2009.

**SSB. 2009.** Energibruk etter kommune og energitype. 2007-2008. GWh. [Internett] 2009. <http://www.ssb.no/emner/01/03/10/energikomm/tab-2010-02-23-01.html>.

**Statens Kartverk. 2010.** Matrikkel. [Internett] 4 2010. <http://www.statkart.no/nor/Matrikkel/>.

**Stjørdal, Ståle. 2004.** *Biorensel i Norge. Marked, potensialer og barrierer.* s.l. : Østlandsforskning, 2004.



**Svebio. 2010.** *Fakta om bioenergi.* URL: <http://svebio.se/?p=759&m=507> 5 2010.

**Svenska Kraftnät. 2010.** Marknadsstatistik för elcertifikatssystemet. [Internett] 2010.  
<http://elcertifikat.svk.se>.

**Sveriges Riksdag. 2005.** *Förordning (2005:1255) om stöd för konvertering från direktverkande elvärme i bostadshus.* s.l. : Sveriges Riksdag, 2005.

**Thek, Gerold og Obernberger, Ingwald. 2003.** *Wood pellet production costs under Austrian and in comparison to Swedish framework conditions.* s.l. : Biomass & Bioenergy, 2003.

**TØI. 2002.** *NEMO Nettverksmodell for godstransport innen Norge og mellom Norge og utlandet.* Oslo : TØI, 2002. Rapport.

**Trømborg, Erik. 2010.** *Flispriser.* 20 5 2010.

**Trøndelag Forskning og Utvikling. 2007.** *Erfaringer med bruk av pelletskaminer i norske husholdninger.* s.l. : Enova SF, 2007.

**Xrgia. 2007.** *Konkurransflate mellom fjernvarme og gass.* Sandvika : Xrgia AS, 2007. Utredning.

## 7 Vedlegg

### 7.1 Produksjonsprosessen<sup>17</sup>

Første trinn i pelletsproduksjonen er mottak av råstoff. Her fjernes fremmedelemerter fra råstoffet, ofte ved bruk av sil og/eller metalldetektor. Deretter homogeniseres råstoffet og doseres inn i produksjonsanlegget. Behandlingen av råstoffet ellers avhenger av råstoffets egenskaper, fuktig flis krever en annen behandling enn tørr kutterspon. Det er viktig at tørt virke ikke blir utsatt for fuktighet før bearbeidelsen.

Kvaliteten på råstoffet er avgjørende for kvaliteten på pelletsen som produseres. Fuktigheten har stor betydning fordi den krever energi for å fordampe. Et annet problem med råstoff med mer enn 15 % fuktighet er at pellets lagd av dette råstoffet ikke vil henge sammen. Man ønsker også at all den ferdige pelletsen har samme fuktighet og dermed samme brennverdi, da dette gir bedre fyringsforhold.

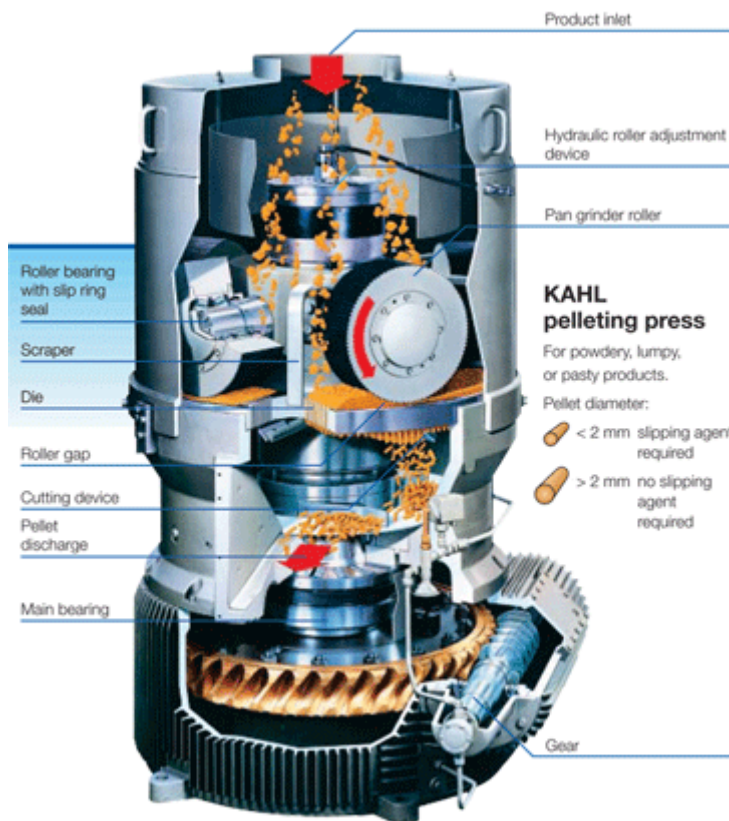
Neste trinn i prosessen er avvanning og tørking av fuktig virke. Svært fuktig virke kan man presse vannet ut av mekanisk, noe som krever mindre energi enn tørking. Tørking foregår ved enten fordunsting eller fordamping. Fordunsting vil si at det er en annen gass til stede i tillegg til vanddamp.

Deretter kvernes råstoffet for å redusere størrelsen, såkalt partikkelreduksjon. Dette gjøres fordi for stor dimensjon på råstoffet kan føre til dårlig kvalitet på pelletsen. Etter partikkelreduksjon er det klart for selve pellettingen. Den skjer i en pelletspresse, der råmaterialet presses gjennom en matrise og blir formet til små sylindere. Figur 7.1 viser et eksempel på hvordan en pelletspresse kan se ut.

I pressen komprimeres trevirket betraktelig, fra 100 til 600 kg/m<sup>3</sup>. Pelletspressen er følsom for variasjoner i fuktighet på råstoffet, og en måte å kontrollere dette på er å injisere vann eller damp. Dette vil også mykgjøre harde flispartikler og føre til at partiklene fester seg bedre til hverandre. Det er også avgjørende at virket doseres jevnt inn i pelletspressen. Men benytter gjerne en mixenhet til å blande tilsatzmidler og vann eller damp til virket. Kvaliteten på den ferdige pelletsen påvirkes av hvilke tilsatzstoffer man bruker.

---

<sup>17</sup> Avsnittet baseres på (Pedersen, et al., 2004).



Figur 7.1 Eksempel på pelletspresse. Kilde: (LCI, 2010)

Ferdig presset pellets er myk og har en temperatur på 60 – 90 °C. Vannet i den ferdige pelletsen er nær kokepunktet, og pelletsen må derfor kjøles ned for at damptrykket ikke skal knuse pelletsen. Lager man pellets av svært fuktig råstoff er det derfor stor sjanse for at pelletsen ikke vil henge sammen. Etter nedkjøling sorteres pelletsen etter størrelse, og de minste bitene tas inn i produksjonen igjen.

Håndtering av pellets påvirker kvaliteten ved at den påføres slitasje slik at pelletsen faller fra hverandre og danner finstoff. Ulike pelletskvaliteter har forskjellig evne til å motstå slik slitasje.

## 7.2 Kvaliteter for pellets

Pellets er komprimert biomasse med diameter 6-12 millimeter og brennverdi over 4,7 kWh/kg. Det finnes flere kvalitetsstandarder for pellets, blant dem er CEN (Europeisk Kommissjon for Standardisering) den standarden som i økende grad legges til grunn for klassifisering og spesifikasjon av handelsvare. Kvaliteten – spesielt askeinnhold – bestemmes i stor grad av hva slags virke som benyttes i produksjonen. Pellets er i biosammenheng et produkt med høy grad av standardisering. Følgende forhold er vesentlige i forhold til etablerte standarder for brenselet:

- **Aske:** Uorganisk materiale, dvs aske, kan ofte inneholde alkalimetall. Dette medfører lavere smeltepunkt for aksen, som igjen kan føre til at asken smelter under forbrenning og



blokkerer ristarealet. Askeandeler i området 0,3-0,5 vektprosent er problemfritt. Askeandeler over 0,7 vektprosent er uheldig og vil kunne gi tekniske problemer i kjelen. Det er ikke forbudt å brenne pellets med så høyt askeinnhold ift utslippsegenskaper.

- **Durabilitet:** Durabilitet er det samme som slitestyrke, dvs hvor hard pelletsen er. Durabilitet er viktig i forhold til hvor mye pellets kan håndteres før den går i oppløsning. Konsekvenser av lav durabilitet er blokkering av flyt i pellets, problemer i forbrenningsprosessen og eventuelt lavere komfort (ujevn oppvarming).
- **Jomfruelighet:** Virket som brukes til pellets må være rent, og uten tilsetninger eller avfallskomponenter, slik som plast, produktforbedrende komponenter som lignosulfonat som bindemiddel eller kalsiumkarbonat for å binde alkalimetall.
- **Størrelse og mål:** Diameter på pellets er normalt 8 millimeter, utenom pellets til villavarme som ofte er 6 millimeter. Pellets for samfyring med kull er ofte 10-12 millimeter.

Trepellets er bulkvare som håndteres som granulater. Som uemballert vare blir den håndtert som kraftfor for små og middels store brukere. For punktvarme i villa blir pellets ofte emballert i 16 kg sekker. Det går 52 sekker på en EUR-pall, som er tilpasset transport på vogntog. Det finnes flere standarder for trepellets. I Norge og Sverige er CEN mest utbredt, se Tabell 7.1.

Tabell 7.1 Standard for trepellets

Norsk Standard for trepellets – NS 3165 - SS18 71 20.					
Egenskap	Provningsmetode	Enhet	Grupp 1	Grupp 2	Grupp 3
Dimensjoner: diameter, lengde i produsentens lager	Genom måtning av minst 10 slumpvis uttagna bränslepellets	mm	Anges. Lengde max 4 ggr Ø	Anges. Lengde max 5 ggr Ø	Anges. Lengde max 5 ggr Ø
Skrymdensitet	SS 18 71 78	kg /m <sup>3</sup>	=> 600	=> 500	=> 500
Hållfasthet i produsentens lager	SS 18 71 80	Finandel i vikt-% < 3 mm	<= 0,8	<= 1,5	<= 1,5
Effektivt varmevärde (i levererat tillstånd)	SS-ISO 1928	KWh//kg	=> 4,7	=> 4,7	=> 4,2
Askhalt	SS 18 71 71	Vikt-% av TS	<= 0,7	<= 1,5	<= 1,5
Total fukthalt (i levererat tillstånd)	SS 18 71 70	Vikt-%	<= 10	<= 10	<= 12
Total svavelhalt	SS 18 77 77	Vikt-% av TS	<= 0,08	<= 0,08	anges
Halt tillsatsmedel		Vikt-% av TS	Halt og typ anges		
Klorider	SS 18 71 85	Vikt-% av TS	<= 0,03	<= 0,03	anges
Asksmältforlopp	SS-ISO 540	°C	Initialtemperaturen (IT) anges		