



Ea Energianalyse

# **Opdatering af samfundsøkonomiske brændselspriser BIOMASSE**

Udarbejdet for Energistyrelsen af Ea Energianalyse og Wazee

17-03-2011



Udarbejdet af:

Ea Energianalyse  
Frederiksholms Kanal 4, 3. th.  
1220 København K  
T: 88 70 70 83  
E-mail: [info@eaea.dk](mailto:info@eaea.dk)  
Web: [www.eaea.dk](http://www.eaea.dk)

Wazee  
Stormly 50  
3500 Værløse  
T: 29 29 27 00  
Email : [jorgen@wazee.eu](mailto:jorgen@wazee.eu)  
Web: [www.wazee.eu](http://www.wazee.eu)

# Indhold

<b>1</b>	<b>Introduktion .....</b>	<b>5</b>
1.1	Fremskrivninger .....	6
1.2	Resultattabel.....	7
<b>2</b>	<b>Efterspørgsel efter biomasse .....</b>	<b>8</b>
2.1	Forventet udvikling i den danske efterspørgsel på biomasse.....	8
2.2	Forventet udvikling i den europæiske efterspørgsel .....	9
2.3	Forventet udvikling i den globale efterspørgsel .....	11
2.4	Elselskabernes betalingsvillighed.....	13
2.5	Andre forhold.....	21
2.6	Fjernvarmeselskabernes betalingsvillighed .....	22
2.7	Husholdningernes betalingsvillighed .....	23
2.8	Særlige forhold for halm.....	24
2.9	Særlige forhold for træflis.....	25
<b>3</b>	<b>Udbud af biomasse .....</b>	<b>27</b>
3.1	Ressourcer og markedsstrukturer .....	27
3.2	Produktionsomkostninger .....	33
<b>4</b>	<b>Historiske priser.....</b>	<b>42</b>
4.1	Start priser 2010 .....	46
<b>5</b>	<b>Hvad driver priserne?.....</b>	<b>47</b>
5.1	Generelle forhold.....	47
5.2	Konkrete konsekvenser for prisdannelsen .....	50
<b>6</b>	<b>Transportomkostninger .....</b>	<b>54</b>
6.1	International skibsfragt.....	54
6.2	Dagens indenlandske transportomkostninger .....	57
6.3	Fremtidens indenlandske transportomkostninger .....	60
<b>7</b>	<b>Fremskrivning af biomassepriser .....</b>	<b>62</b>
<b>8</b>	<b>Referencer.....</b>	<b>63</b>
	<b>Bilag 1: Om bæredygtighed.....</b>	<b>66</b>
	<b>Bilag 2: Havnedybder ved danske kraftværker .....</b>	<b>73</b>

# 1 Introduktion

I forbindelse med den jævnlige opdatering af Energistyrelsens basisfremskrivning er der behov for at opdatere brændselspris forudsætningerne for biomasse. Et konsortium bestående af Ea energianalyse og Wazee blev i efteråret 2010 bedt om at udarbejde et notat om fremskrivning af biomassepriserne. Perioden er 2010-2030.

Notatet indeholder pridfremskrivninger for 9 markedssegmenter:

	Kraftværk	Værk	Forbruger
Halm			
Træpiller			
Skovflis			
Pileflis			

Brændselspriserne er opgjort som faktorpriser, dvs. som priser ekskl. afgifter, tilskud og moms. Alle priser er udtrykt i faste priser (2009 prisniveau) i kr. pr. GJ.

Visse omkostningselementer er opgjort som funktion af priser på fossile brændsler. Her er anvendt Energistyrelsens foreløbige prisprognose (december 2010, internt). Energistyrelsens fremskrivning tager udgangspunkt i IEA's seneste World Energy Outlook (WEO), 2010.

Som ramme for udviklingen på biomasseområdet i verden og i Danmark har WEO, specielt scenariet 'New Energy Policies', ligeledes været anvendt. WEO udtaler sig om prisudviklingen på fossile brændsler, men ikke på biomasse. Derfor har det været nødvendigt at foretage egne fremskrivninger af CIF priser.

Som metode er valgt at undersøge udbud og efterspørgsel hver for sig for alle 9 segmenter og derefter vurdere, om der er tale om et marked i ligevægt, eller om det enkelte marked domineres af enten udbud eller efterspørgsel.

Det var en tese ved projektets start, at de fleste priser kunne bestemmes ved markedsligevægt mellem udbud og dansk efterspørgsel af biomasse, samt at der i dette projekt kunne opbygges en model til beregning af markedskryds ved forskellige antagelser om efterspørgselsudviklingen. Det har efterfølgende vist sig, at denne ambition ikke kunne opfyldes indenfor projektets rammer.

Hovedårsagen er, at biomassepriserne i Danmark i stigende omfang forventes at blive fastlagt af den internationale prisudvikling, og ikke af variationer i den danske efterspørgsel. Den opbyggede model har derfor ikke meningsfuldt kunnet anvendes i praksis, og indgår ikke i afrapporteringen.

En del af arbejdet omkring efterspørgselssiden og beregningerne af betalingsvillighed (Kapitel 2), indgik i modelopbygningen men anvendes nu ikke direkte ved prisdannelsen. Det er vist i kapitlet, at de danske kraftvarmeværker og varmeværker i princippet kan betale væsentligt mere for biomasse til el- og varmeproduktion, end det nuværende prisniveau på halm og flis. Dette kan ses som et udtryk for, at prisdannelsen styres af de faktiske omkostninger på udbudssiden, og ikke af resurseknaphed. Dette forhold forventes som hovedtendens at fortsætte frem til 2030.

## 1.1 Fremskrivninger

Prisdannelsen i denne rapport tager udgangspunkt i, at biomassemarkederne grundlæggende er i balance. I praksis vil priserne naturligvis kunne svinge betydeligt fra år til år.

Træflis

For træflis antages det, at den internationale pris på træflis til bl.a. papirindustri, træindustri og i stigende grad energisektoren bliver prissættende også i Danmark. I udgangsåret 2010 er denne pris vurderet til 44 kr/GJ an dansk havn. På grund af transportomkostninger giver det mulighed for at sælge flis af danske skove til 33 kr/GJ i udgangsåret. Det skal dog nævnes, at transportomkostningen i konkrete tilfælde kan være lavere. Prisen på flis er antaget at stige med 1,5 % pr. år.

Halm

For halm er udgangspunktet dels tilgængelige prisstatistikker og dels en beregnet pris af dansk producent. Som udgangspunkt er prisen 26 kr./GJ i 2010 af producent. Prisen på halm af producent er antaget at stige noget langsommere end prisen på træflis på grund af stigende efterspørgsel til kraftværkerne. Stigningstakten er vurderet til 1% pr. år.

Træpiller

Langt størstedelen af de træpiller, der forbruges i Danmark, importeres, og prisen er derfor fastsat med udgangspunkt i importprisen, som for industriepiller er opgjort til 66 kr./GJ i 2010. Importprisen for træpiller til konsum vurderes at ligge 10 kr./GJ over prisen på industriepiller. For begge typer af træpiller antages prisen at stige med ca. 0,75% pr.år. Prisstigningen er lavere end for træflis, på grund af forventninger om øget effektivitet i produktion og transport.

## Pileflis

Da pileflis vurderes at have dårligere kvalitet (bark og fugt) end typiske skovflis-kvaliteter, er markedsværdien af pileflis vurderet at ligge 10% lavere end skovflis. Herved opnår pileflisproducenten en pris på knap 29 kr./GJ i 2010. Stigningstakten antages at være identisk med skovflis. Det er vigtigt at notere, at der er betydelig usikkerhed om produktionsomkostningerne. Især vedrørende opnåelige udbytter, samt vurdering af den alternative indkomst ved at dyrke jorden (jordrenten).

## 1.2 Resultattabel

De resulterende priser baseret på fremskrivninger af produktionsomkostningerne i kapitel 5 og transportpriserne i kapitel 6. ses i tabel 1.

Samfundsøkonomiske brændselspriser i kr./GJ, 2009 prisniveau									
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2020	2025	2030
<b>Halm</b>									
Ab leverandør	26,0	26,3	26,5	26,8	27,1	27,3	28,7	30,2	31,7
Transport til kraftværk	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,1	13,1	13,1
Transport til fjernvarmeværk	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,1	9,1	9,1
An kraftværk	39,0	39,3	39,5	39,8	40,1	40,4	41,8	43,3	44,8
An fjernvarmeværk	35,0	35,3	35,5	35,8	36,1	36,4	37,8	39,3	40,8
<b>Træflis</b>									
Ab dansk skov	33,0	33,5	34,0	34,5	35,0	35,6	38,3	41,3	44,4
Transport til fjernvarmeværk	11,0	11,0	11,0	11,1	11,1	11,1	11,1	11,2	11,2
An kraftværk	44,0	44,5	45,0	45,6	46,1	46,6	49,4	52,4	55,6
An fjernvarmeværk	44,0	44,5	45,0	45,6	46,1	46,6	49,4	52,4	55,6
<b>Træpiller (industri)</b>									
Ab leverandør	66,0	66,5	67,0	67,5	68,0	68,5	71,0	73,5	76,0
Transport til kraftværk	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Transport til fjernvarmeværk	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,1	4,1
An kraftværk	66,0	66,5	67,0	67,5	68,0	68,5	71,0	73,5	76,0
An fjernvarmeværk	70,0	70,5	71,0	71,5	72,0	72,5	75,0	77,6	80,1
<b>Træpiller (konsum)</b>									
Ab leverandør	76,0	76,5	77,0	77,5	78,0	78,5	81,0	83,5	86,0
Transport til forbruger	24,0	24,0	24,1	24,1	24,1	24,2	24,3	24,4	24,4
An forbruger	100,0	100,5	101,1	101,6	102,1	102,7	105,3	107,9	110,4
<b>Energiafgrøder (pil)</b>									
Ab leverandør	28,6	29,0	29,5	30,0	30,4	30,9	33,4	36,0	38,9
Transport til kraftværk	11,0	11,0	11,0	11,1	11,1	11,1	11,1	11,2	11,2
Transport til fjernvarmeværk	11,0	11,0	11,0	11,1	11,1	11,1	11,1	11,2	11,2
An kraftværk	39,6	40,1	40,5	41,0	41,5	42,0	44,5	47,2	50,1
An fjernvarmeværk	39,6	40,1	40,5	41,0	41,5	42,0	44,5	47,2	50,1

Tabel 1: Resultattabel for Samfundsøkonomiske priser på biomasse til energiformål i Danmark fra 2010 til 2030.

## 2 Efterspørgsel efter biomasse

Grundlaget for at vurdere den fremtidige udvikling af priser på biomasse udgøres af en række forskellige faktorer, hvoraf det indenfor rammerne af nærværende projekt ikke har været muligt at gennemføre en tilbundsående analyse af dem alle. Vurderingen af efterspørgselssiden er baseret på følgende forhold:

- Den fremtidige efterspørgsel på biomasse i Danmark og i Europa
- Betalingsvilligheden beregnet på baggrund af det brændsel, biomassen subsidierer i de lande, med størst forventet efterspørgsel<sup>1</sup>.

I dette kapitel vurderes den fremtidige samlede efterspørgsel på biomasse ud fra de to ovennævnte parametre, hvorefter specifikke forhold for hvert enkelt brændsel gennemgås.

### 2.1 Forventet udvikling i den danske efterspørgsel på biomasse

Den danske anvendelse af biomasse til energiformål er vist i nedenstående tabel (fra Energistatistik 2008). Anvendelsen af faste biobrændsler var i alt ca. 79 PJ. Dertil kommer affald (30 PJ) og biogas (4 PJ).

Enhed: TJ	Halm	Træflis	Træpiller	Brænde	Træaffald
Centrale el- og varmeprod. Anlæg	4.002	3.040	6.215	0	1.093
Decentrale kraftvarmeanlæg	3.103	1.905	470	0	470
Fjernvarmeværker	3.417	4.407	1.985	0	457
Sekundære producenter, KV-anlæg	549	0	0	0	135
Landbrug & skovbrug	1.937	27	0	0	0
Fremstillingsvirksomhed	0	1.081	945	0	3.319
Privat & offentlig service	148	0	919	0	0
Énfamiliehuse	2.905	81	8.245	27.198	0
<b>Total</b>	<b>16.061</b>	<b>10.541</b>	<b>18.779</b>	<b>27.198</b>	<b>5.474</b>

Tabel 2: Biomasseanvendelse i Danmark 2008.

Det fremgår, at der i 2008 blev anvendt ca. 19 PJ træpiller i Danmark eller godt 1 mio. tons. Heraf blev omkring halvdelen anvendt til opvarmning i husholdninger og ca. halvdelen til el- og fjernvarmeproduktion.

Avedøreværkets blok 2 anvendte alene 5,95 PJ træpiller (Grønt regnskab 2008), eller en tredjedel af det samlede danske forbrug af træpiller.

<sup>1</sup> I denne rapport forstås betalingsvillighed som den pris en virksomhed eller forbruger er villig til at betale for en bestemt mængde biomasse. Herved kan virksomhedens eller forbrugerens bidrag til den samlede efterspørgselskurve for biomasse i Danmark beregnes. Betalingsvilligheden bestemmes ofte af prisen på det brændsel som biomassen fortrænger i det enkelte tilfælde, hvor afgifter tilskud m.m. indregnes.



Anvendelsen af biomasse og særligt træpiller forventes at stige betydeligt over de kommende år i Danmark. Energistyrelsen udarbejder jævnligt en såkaldt basisfremskrivning for danske energiforbrug og -produktion. Vedvarende energi i bruttoenergiforbruget fra den seneste fremskrivning fra 2010 fremgår af tabellen nedenfor. En stor del af forøgelsen skyldes omstilling af de kulfyrede kraftværker til træpiller.

Ifølge Energistyrelsens seneste energifremskrivning fra april 2010 udvikler forbruget af fast biomasse sig som følger (PJ/år):

Halm	2010	2020	2030
Centrale kondens- og kraftvarmeværker	8,9	5,3	5,0
Decentrale kraftvarmeværker	2,8	2,3	2,3
Fjernvarmeværker	4,3	4,2	4,2
Husholdninger	3,0	2,8	2,6
Træ	2010	2020	2030
Centrale kondens- og kraftvarmeværker	20,9	38,6	52,6
Decentrale kraftvarmeværker	1,0	0,9	0,9
Fjernvarmeværker	7,3	8,8	9,0
Husholdninger	37,5	37,3	36,2

Table 3: Energistyrelsens fremskrivning af forbruget af fast biomasse 2010-2030. (ENS, 2010a)

Alene til fjernvarmeproduktion i Hovedstadsområdet kan der ske en betydelig forøgelse af anvendelsen af fast biomasse. Ifølge Varmeplan Hovedstaden<sup>2</sup> kan der forventes en anvendelse på op mod 35 PJ biomasse på kraftværkerne i Hovedstadsområdet, muligvis allerede i 2015. DONG og AffaldVarme Århus har sammen underskrevet en hensigtserklæring om omstilling af Studstrupværket fra kul til træpiller. Også Skærbækværket, Fynsværket, Nordjyllandsværket og Esbjergværket vil inden for forholdsvis kort tid kunne omstilles til træpiller. Det er blandt andet politiske ønsker om fossilfri produktion, der får producenterne til at fravælge halm til fordel for træpiller. Halm skal på de store kraftvarmeværker samfyres med kul og kan således ikke medvirke til et mål om 100 % biomasse.

## 2.2 Forventet udvikling i den europæiske efterspørgsel

I 2007 kom 7,8 % af den europæiske energiproduktion fra vedvarende energikilder. 70 % af disse kom fra biomasse og affald. Det europæiske forbrug af biomasse til energiproduktion forventes at være stærkt stigende frem mod 2020.

<sup>2</sup> Se [www.varmeplanhovedstaden.dk](http://www.varmeplanhovedstaden.dk)

Den primære drivkraft bag udviklingen i anvendelsen af vedvarende energi indenfor EU er VE-direktivets (DIR 2009/28/EC) mål om at mindst 20 % af det samlede energiforbrug i 2020 skal være dækket af vedvarende energi. De 27 medlemslande skal i henhold til VE-direktivet hver især udarbejde en national handlingsplan for vedvarende energi (NREAP), som redegør for, hvorledes landet påtænker at opfylde sit 2020 mål.

NREAP's	Et studie udarbejdet i oktober 2010 af hollandske ECN har kigget samlet på de på det tidspunkt 21 indleverede National Renewable Energy Action Plans (NREAP's). Dataserien fra de 21 NREAP's indeholder desværre ikke en samlet oversigt over forventet bruttoenergiforbrug fordelt på de enkelte energikilder. Til gengæld illustrerer tallene for biomasse til varme, til elproduktion og til transportsektoren alle en markant stigning i biomasseforbruget.
Biomasse til elproduktion	Ses på elproduktionen, forventes den totale elkapacitet baseret på biomasse at stige fra 21 GW (377 PJ elproduktion) i 2010 til 36,8 GW (717 PJ elproduktion) i 2020. Af denne udgør den faste biomasse 10 GW (188 PJ elproduktion) i 2010 og 23,1 GW (471 PJ elproduktion) i 2020 (ECN, 2010).
Biomasse til varmeproduktion	Ses på varmeproduktionen, forventes den totale mængde varme produceret på biomasse at være 2.143 PJ i 2010, stigende til 3.144 PJ i 2020. Af denne mængde udgør fast biomasse langt størstedelen, nemlig 1.934 PJ i 2010 og 2.786 PJ i 2020.
Biomasse til transport	Endelig hvis man ser på den forventede stigning af biobrændstoffer til transportsektoren, forventes også ifølge de 21 landes NREAP's en relativt stor stigning. Den samlede mængde biobaseret energi (bioethanol, biodiesel og "andre biobrændstoffer") til transport ventes at stige fra 12,2 Mtoe i 2010 til 25,5 Mtoe i 2020. Af denne mængde udgør biodiesel 9,6 Mtoe i 2010 og 18,7 Mtoe i 2020. (ECN, 2010)
Samlet fremskrivning	Nedenstående tabel opsummerer de biomasseforventninger, der fremgår af landenes handlingsplaner for vedvarende energi.

<b>Elproduktion fra biomasse (PJ)</b>	<b>2005</b>	<b>2010</b>	<b>2015</b>	<b>2020</b>
Fast biomasse	188	238	346	471
Biogas	42	100	146	204
Flydende biomasse	4	29	38	46
<b>Biomasse total</b>	<b>234</b>	<b>367</b>	<b>534</b>	<b>717</b>
<b>Varmeproduktion fra biomasse (PJ)</b>	<b>2005</b>	<b>2010</b>	<b>2015</b>	<b>2020</b>
Fast biomasse	1885	1935	2294	2786
Biogas	25	58	104	183
Flydende biomasse	46	150	171	183
<b>Biomasse total</b>	<b>1956</b>	<b>2143</b>	<b>2569</b>	<b>3144</b>
<b>Transportbrændsler baseret på biomasse (PJ)</b>	<b>2005</b>	<b>2010</b>	<b>2015</b>	<b>2020</b>
Bioethanol	21	100	179	254
Biodiesel	100	400	521	780
Andre biobrændsler	8	8	8	25
<b>Biomasse total</b>	<b>129</b>	<b>509</b>	<b>709</b>	<b>1063</b>

*Table 4: Opsummering af forventet brug af elproduktion og varmeproduktion fra biomasse samt af transportbrændsler baseret på biomasse i de 21 indleverede NREAP's (ECN, 2010).*

Vi har i nærværende rapport valgt at tage udgangspunkt i, at EU's 2020 mål for vedvarende energi opfyldes, og at dette sker med den andel af biomasse, som er angivet i de nationale handlingsplaner (NREAP's). Det betyder, at der kan forventes at ske en forøgelse med 2-3 gange i 2020 i forhold til 2007.

### **2.3 Forventet udvikling i den globale efterspørgsel**

OECD/IEA har i sin udgivelse World Energy Outlook (WEO) for 2010 gjort forsøg på at samle alle de politiske planer og forpligtelser til at reducere drivhusgasemissioner og til at udfase støtte til fossile brændsler, der er blevet offentliggjort af landene over hele verden, og herudfra formet det såkaldte "New Policies Scenario". Scenariet er ikke kun opbygget af vedtagne eller implementerede planer, men også af planer som endnu ikke indeholder virkemidler til deres gennemførelse. Scenariet indeholder bl.a. EU's 2020 mål for vedvarende energi.

I New Policies Scenario giver OECD/IEA sit bud på disse politikkers potentielle effekt på energimarkederne. For anvendelsen af biomasse, fremskriver OECD/IEA følgende udvikling i New Policies Scenario:

EJ	2008	2035
<b>Primært energiforbrug, biomasse og affald</b>	<b>51</b>	<b>82</b>
Moderne biomasse og affald	20	52
Traditionel biomasse	31	30
<b>Endeligt energiforbrug, biomasse og affald</b>	<b>45</b>	<b>53</b>
Industri	8	11
Transport brændstoffer	2	5
Bygninger	35	37
Andet	0,3	0,4

Tabel 5: WEO fremskrivningen af det globale forbrug af biomasse til energiformål baseret på New Policies Scenario (OECD/IEA, 2010). Traditionel biomasse er i den biomasse, der anvendes til opvarmning, madlavning m.v. i ulande med traditionelle teknologier.

Den traditionelle anvendelse af biomasse vil forblive uændret, mens der forventes mere end en fordobling i såkaldt moderne anvendelse af biomasse.

FN's fødevarer- og landbrugsorganisation, FAO, har også vurderet fremtidens forbrug af træ. Fremskrivningen fremgår af nedenstående tabel.

Europa		2005	2020	2030
<b>Produktion</b>				
Tømmer	Mio. m <sup>3</sup>	649	882	1035
Træplader	Mio. m <sup>3</sup>	73	104	129
Papir og pap	Mio. m <sup>3</sup>	159	234	287
Træ til energi	Mio. m <sup>3</sup>	573	1752	1874
<b>Forbrug</b>				
Tømmer	Mio. m <sup>3</sup>	615	798	920
Træplader	Mio. m <sup>3</sup>	70	99	122
Papir og pap	Mio. m <sup>3</sup>	177	210	257
Verden		2005	2020	2030
<b>Produktion</b>				
Tømmer	Mio. m <sup>3</sup>	2085	2686	3060
Træplader	Mio. m <sup>3</sup>	234	388	521
Papir og pap	Mio. m <sup>3</sup>	519	811	1061
Træ til energi	Mio. m <sup>3</sup>	4631	6506	6924

Tabel 6: Produktion og forbrug af skovprodukter. I 2005 var produktion og forbrug af træ til energiformål i balance. Vesteuropa stod for ca. halvdelen af Europas samlede forbrug af træ til energiformål. FAO har ikke angivet fordelingen mellem Vesteuropa og Østeuropa i 2030. Det europæiske forbrug af energitræ i 2005 er stort set identisk med produktionen, og FAO har ikke angivet deres skøn for det fremtidige forbrug (FAO, 2009 + egne omregninger).

Tabellen viser et par interessante forhold:

- FAO vurderer den globale anvendelse af træ til energiformål til godt 30 EJ i 2005, stigende til 45 EJ i 2035<sup>3</sup>. Anvendelsen af energitræ i FAO

<sup>3</sup> Derer anvendt en omregningsfaktor på 6,7 GJ/m<sup>3</sup> energitræ. I den oprindelige tabel fra FAO er de forskellige kategorier opgjort i forskellige enheder. Kategorien energitræ er opgjort i MTOE, og omregnet til m<sup>3</sup> i denne rapport.

rapporten udgør hermed kun ca. 60% af den samlede anvendelse af biomasse til energiformål ifølge IEA (Tabel 5).

- Europa vurderes fortsat at være netto-eksportør af træprodukter (tømmer, træplader, papir og pap) i 2030.
- Både den samlede efterspørgsel efter træ samt efterspørgslen efter træ til energiformål forventes at stige med godt end 50% i perioden.
- I Europa forventes produktion af træ til energiformål at mere end tredobles. Energisektoren bliver hermed den helt dominerende aftager af produkter fra de europæiske skove.

## 2.4 Elselskabernes betalingsvillighed

For at kunne sige noget om betydningen af efterspørgslen på biomasse for priserne, kan man kigge på betalingsvilligheden for brændslet.

Analysearbejdet i denne rapport har vist, at betalingsvilligheden i Danmark ofte ligger væsentligt over de observerede priser. Den beregnede betalingsvillighed kan dermed ses som et loft over, hvor høj prisen på biomasse kan blive uden at efterspørgslen påvirkes væsentligt.

Betalingsvilligheden for biomasse afhænger stærkt af de rammevilkår, der gives for biomasse i forskellige lande for forskellige brugergrupper. Rammevilkår er bl.a. skatter, afgifter, og subsidier. Nedenstående tabel giver et overblik over de forudsætninger, der anvendt for Danmark.

		Naturgas	Kul	Træpiller	Træflis
CO2-afgift	Kr./GJ	8,9	14,8		
Energiafgift KV	Kr./GJ	57,3	57,3		
VE-Tilskud <sup>4</sup>	Kr./MWh			130,0	130,0

Tabel 7: Anvendte forudsætninger om rammer i Danmark i 2015.

### Rammer

Rammerne for biomassekraftværker er afgørende for økonomien på det enkelte værk, hvorfor det er vigtigt at se på afgifter og subsidier. For kraftvarmeværker har den alternative teknologi til varmeproduktion derudover betydning, da denne definerer hvad produktion af varme alternativt vil koste. Forudsættes substitutionsprincippet, vil et biomassekraftvarmeværk modtage den varmebetaling, som svarer til produktionsomkostningen på det værk den fortrænger. I det alternative værks økonomi indgår ligeledes elementer som afgifter og subsidier i økonomiberegning.

<sup>4</sup> VE tilskuddet er fastsat til 150 kr/MWh, hvilket ikke pristalreguleres. Realværdien målt i 2009 kroner reduceres hermed over årene, og vurderes til at være ca. 130 kr/MWh i 2015.

## Metode

For at kunne vurdere betalingsvilligheden for biomasse under forskellige forhold, beregnes økonomien for tre forskellige biomasseanlæg i Danmark:

- Stor biomasse kondenskraftværk<sup>5</sup> på træpiller (300 MW el)
- Stor biomasse kraftvarmeværk på træpiller (300 MW el)
- Mindre biomasse kraftvarmeværk på træflis (3 MW el)

For kraftvarmeværkerne beregnes betalingsvillighed for to forskellige situationer vedrørende den alternative varmeproduktion:

- Alternativ varmeproduktion fra et kulfyret kraftvarmeværk
- Alternativ varmeproduktion fra et naturgasfyret kraftvarmeværk

For biomasseanlæggene gennemføres en beregning af afbrænding af 1 GJ biomasse under forudsætning af de specifikke rammebetingelser. På lignende måde gennemføres en beregning af omkostningerne ved at producere 1 GJ varme på de alternative kraftvarmeanlæg under hensyntagen til rammebetingelserne. Den herved beregnede varmepris er afgørende for værdien af den producerede varme på biomassekraftværket.

Der gennemføres både en beregning af den kortsigtede og langsigtede betalingsvillighed. Ved beregning af den langsigtede betalingsvillighed indregnes investeringsomkostningerne for det biomassefyrede kraftværk, mens de ikke indregnes på kort sigt. Generelt indgår følgende poster i økonomiberegningen:

- Kapitalomkostning
- Drift & vedligeholdelsesomkostning
- Brændselsomkostning
- CO<sub>2</sub>-omkostning (kvoter)
- Afgifter
- Tilskud
- Elsalg
- Varmesalg (på biomasse kraftvarmeværker)
- Opportunity cost (på ombyggede kulkondenskraftværker)

En nærmere forklaring af enkelte poster følger forneden.

---

<sup>5</sup> Kondenskraftværk betegner et kraftværk uden udnyttelse af varmeproduktionen. Dampen kondenseres typisk ved køling med havvand.

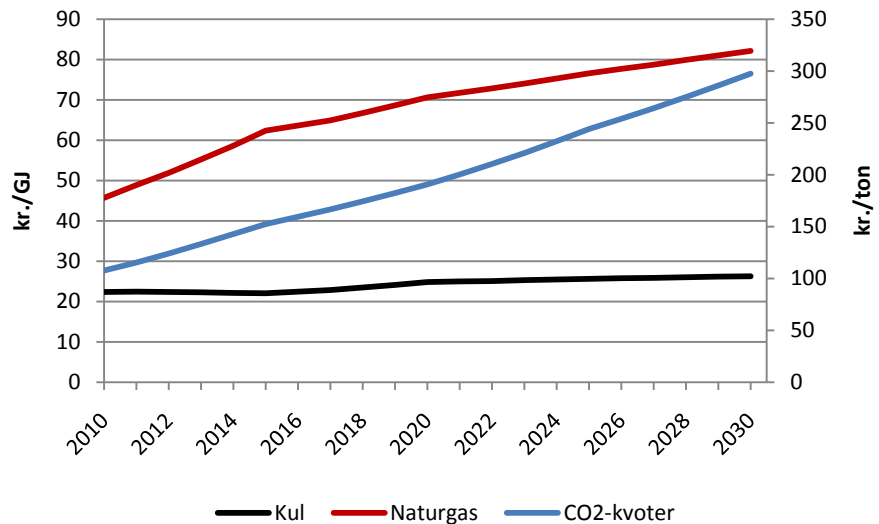
## Forudsætninger

Rammer

Forudsætninger vedrører både afgifter og tilskud og den konkurrerende varmeproduktion. For afgifter til brændsler i kraftvarmeproduktion anvendes 125 % varmevirkningsgrad til beregning af det afgiftspligtige brændsel<sup>6</sup>. Der gennemføres desuden en beregning uden afgifter og tilskud. Omkostning til CO<sub>2</sub> medtages dog.

Brændsel, el og CO<sub>2</sub>

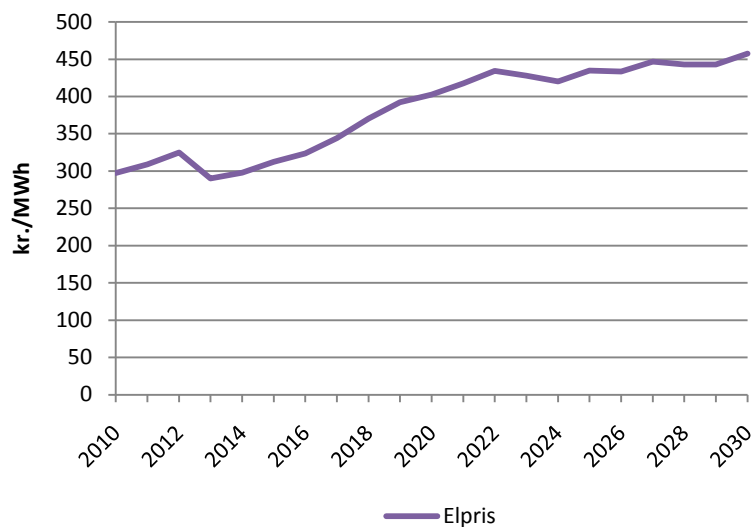
Der er i beregningerne ikke forudsat en brændselspris for biomasseværkerne, idet denne bestemmes ud fra de andre omkostninger. For naturgas og kul, samt CO<sub>2</sub>-priser er der taget udgangspunkt i Energistyrelsens forudsætninger for samfundsøkonomiske beregninger på energiområdet fra maj 2010, der igen er baseret på IEA's World Energy Outlook fra 2009. Brændselspriserne fremgår af figuren forneden.



Figur 1: Anvendte brændsels og CO<sub>2</sub>-priser angivet i 2010-priser (ENS, 2010b).

Elprisen baseret på Energistyrelsens forudsætninger fra 2010 fremgår af nedenstående figur.

<sup>6</sup> Den 21. december 2010 blev det besluttet at ændre afgiftsvarmevirkningsgraden til 120% fra 1. juli 2011. Denne ændring får ikke afgørende betydning for resultaterne af beregningerne i denne rapport.



Figur 2: Elprisudviklingen (ENS, 2010b).

Beregningerne gennemføres for 2015 og 2020.

#### Opportunity cost

Ombygning af eksisterende kulkraftværker til træpillefyring er en relativ billig mulighed for at etablere biomassekapacitet, fordi investeringsomkostningen er lav sammenlignet med investering i et helt nyt værk. Økonomien i ombygningen beregnes ved at sammenligne med værket uden ombygning. Disse beregninger viser, at der fortsat er bedst økonomi i at anvende kul som brændsel, når der køres i kondens. Hvis værket fratages muligheden (Opportunity) for at skifte til kul ved kondensdrift, skal den tabte merindtægt indregnes som en omkostning (Opportunity Cost). Denne opportunity cost kvantificeres simpelt ved at beregne meromkostningen ved at producere kondens-el på biomasse frem for kul, fratrukket værdien af det gældende el-tilskud for biomasse-el. Det antages her, at dette kun er relevant når elprisen i markedet ligger over marginalomkostningerne for kulkondens (balanceprisen). Beregningerne er illustreret i tabel 8, og de bagvedliggende antagelser om elprisernes fordeling er skitseret i tabel 9, sammenholdt med tidligere års fordelinger.



	Balancepris for kulkraftkondens [kr./MWh]	Antal timer over balancepris	Gennemsnit pris timer over balancepris [kr./MWh]	Marginal balance kulkraftkon dens [kr./GJ]	Oppor- tunity cost biomasse [kr./GJ]
2010	313,9	4059	457	-17	-8,6
2015	345,7	3760	481	-17	-8,0
2020	398,1	4286	551	-15	-8,0

Tabel 8: Gennemsnitlig marginal indtjening for kulkondenskraftværker og resulterende opportunity cost for biomassekondenskraftværker.

For at kunne beregne fordelingen af elpriserne i fremtiden, er der antaget en normalfordeling af priserne, men samme standardafvigelse, som elpriserne havde i Danmark (gennemsnit Øst-Vest) i 2010. Gennemsnitsværdien er som tidligere nævnt sat til Energistyrelsens forudsætninger. Standardafvigelsen i 2010 var forholdsvis høj set i forhold til tidligere år, men der er en generel forventning om, at øget produktion fra fluktuerende kilder som vindkraft i fremtiden vil øge standardafvigelsen på elprisen.

Kr./MWh	Standardafvigelse	Middel	Maksimum	Minimum
2006	105	253	1659	0
2007	167	204	7026	0
2008	150	391	1379	0
2009	114	288	5401	-319
2010	185	295	5388	-28
2015	185	312	-	-
2020	185	402	-	-

Tabel 9: Middelværdier og standardafvigelser for elpriser. Standardafvigelser for fremtidige elpriser er vurderet til brug i nærværende beregning. Standardafvigelser for historiske priser er beregnet på baggrund af gennemsnitsspotprisen i Øst- og Vestdanmark. Værdier for tidligere år angivet i løbende priser.

Ud fra ovenstående beregninger sættes opportunity cost til 8 kr./GJ for biomasse kondenskraftværker, der er baseret på ombyggede kulkraftværker.

#### Teknologi- forudsætninger

For teknologiforudsætningerne tages der udgangspunkt i Energistyrelsens og Energinet.dk's teknologikatalog fra juni 2010. Data for de forskellige anlæg fremgår af nedenstående tabel. For referenceteknologierne kraftvarme på kul og naturgas, tages der udgangspunkt i eksisterende værker, og kapitalomkostninger til investeringen medtages derfor ikke i beregningerne.

		Stor biomasse kondens	Stor bio- masse KV	Mindre bio- masse KV	Naturgas KV	Kul KV
Elkapacitet	MW	300	300	2,7	20	300
Varme- kapacitet	MJ/s		455	9	16	455
Elvirknings- grad	%	44	35,9	23,8	48	35,9
Varmevirk- ningsgrad	%		54,3	79,2	37,5	54,3
Investering	mio. kr./MW el	11,1	11,1	37		
Fast D&V	kr./MW el/år	160.000	160.000	74.000	94.000	160.000
Var. D&V	kr./MWh el	27	27	12	12	27

*Tabel 10: Tekniske og økonomiske data for kraftværker. For store biomasseværker gennemføres desuden en beregning, hvor det antages, at et eksisterende kulkraftværk ombygges. De tekniske data forbliver de samme, men investeringen reduceres til 1,3 mio. kr./MW. Der er regnet med en levetid på 20 år og en rente på 5 %. (ENS/Energinet.dk, 2010)*

### Varmepriser

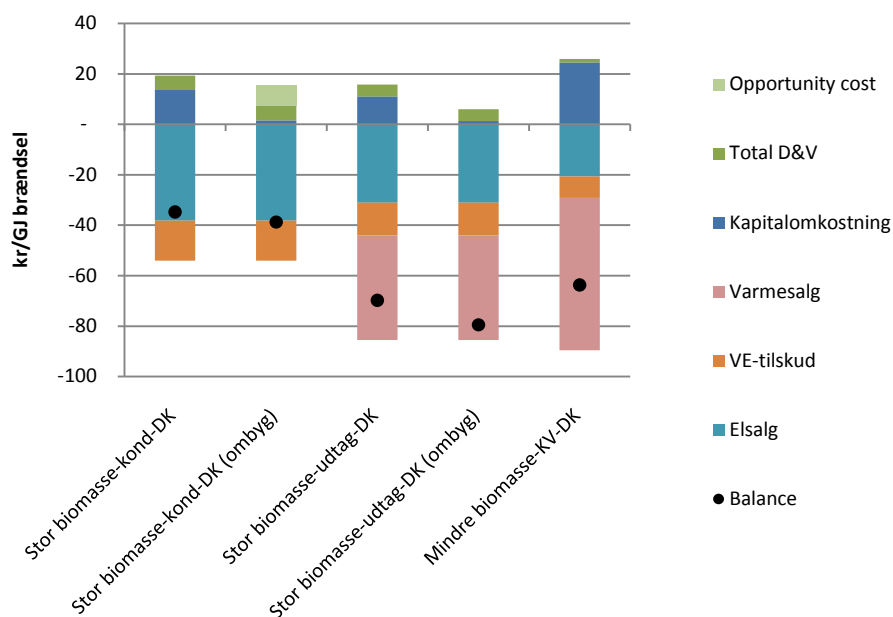
Ved at gennemføre en beregning af økonomien for kul- og naturgaskraftvarmeværker, beregnes varmesubstitutionsprisen, som biomassekraftvarmeværker kan modtage i de pågældende områder. Den beregnede varmepris for 2015 for Danmark er 76 kr./GJ i et kulkraftvarme område og 140 kr./GJ i et naturgas kraftvarmeområde. For kulkraftvarme er afviger varmepriserne i 2010 og 2020 ikke væsentligt fra den beregnede pris i 2015, mens naturgas kraftvarme sammenholdt med 2015 prisen viser en lavere varmepris i 2010, men ca. samme varmepris i 2020. Sidstnævnte skyldes, at stigningen i brændselsprisen fra 2015 til 2020, opvejes af en stigning i elprisen.

### Betalingsvillighed

På baggrund af de beskrevne forudsætninger gennemføres en beregning af betalingsvilligheden for de forskellige biomassekraftværker.

Langsigtet  
betalingsvillighed

Figuren forneden viser betalingsvilligheden, og sammensætningen af beregningen, for biomassekraftværker i Danmark.

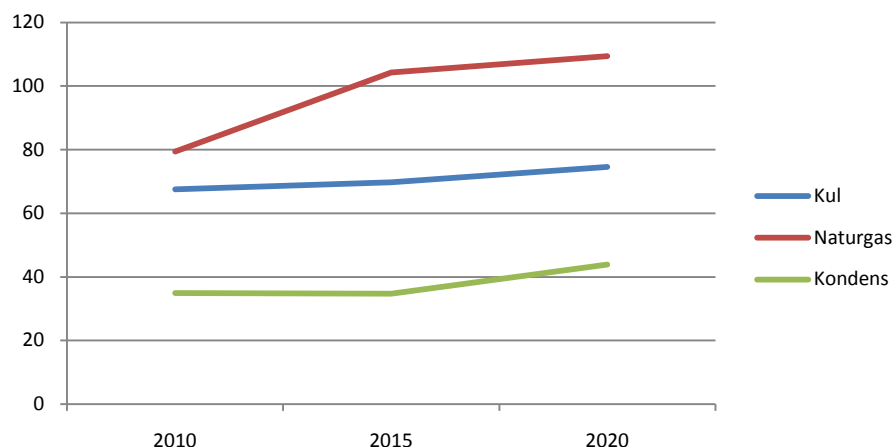


Figur 3: Langsigtet omkostningssammensætning for biomassekraftværker i Danmark når den alternative varmeproduktion er baseret på kulkraftvarme, beregnet for 2015. Positive værdier angiver en udgift.

Det fremgår, at den største betalingsvillighed på godt 80 kr./GJ er på et træpillefyret ombygget kulkraftværk. En brændselspris på 80 kr./GJ vil her resultere i balance i økonomien. På kort sigt vil betalingsvilligheden være større på alle værker, idet der her ikke tages hensyn til kapitalomkostninger.

#### Udvikling af betalingsvillighed

Udviklingen af rammebetingelser i form af ændringer af brændsels- og CO<sub>2</sub>-priser, elpriser samt tilskud og afgifter, betyder, at betalingsvilligheden ikke er konstant over en længere årrække. Dette er illustreret for store biomassekraftværker på grafen forinden. Der ses en relativ stor forskel på betalingsvilligheden fra 2010 til 2015 når alternativet er naturgas kraftvarme. Dette skyldes en stigning i naturgasprisen, mens elprisen ikke stiger i samme grad. Dermed stiger varmeproduktionsprisen på naturgas kraftvarmeværker. Elprisen stiger mere fra 2015 til 2020, som det kan ses på udviklingen af betalingsvilligheden for biomassekondensværker. Lignende tendenser gør sig gældende i andre lande.



Figur 4: Udvikling af betalingsvilligheden for store biomassekraftværker i Danmark.

Kortsigtet  
betalingsvillighed

På kort sigt er betalingsvilligheden højere. Dette skyldes at kapitalomkostninger skal afholdes uanset driftsøkonomien, og de tages derfor ikke med i den kortsigtede betragtning.

Der er flere forhold der har betydning for hvordan de statsligt styrede rammer for biomasseanvendelse kan forventes at udvikle sig i fremtiden. Det helt grundlæggende er, i hvilket omfang det vurderes, at biomasse fortsat skal spille en afgørende rolle i at opnå målene for CO<sub>2</sub> og for VE. Med et eltilskud i Danmark på 15 øre/kWh el og en værdi af afgiftsfritagelsen på ca. 60 kr./GJ varme (16,7 øre/kWh) opnår biomasse der anvendes på et kraftvarmeverk et VE tilskud 16 øre/kWh VE leveret<sup>7</sup>. Dette er væsentligt mindre end fx den seneste havmøllepark ved Anholt som kræver et tilskud på 105 øre/kWh – markedsprisen (50 øre/kWh) = ca. 55 øre/kWh. Der er forventninger om, at havmølleparkers tilskudsbehov bliver reduceret de kommende år, men der skal opnås betydelig reduktion før der nås det lavere tilskudsbehov som ses på biomasse. Dette peger i retning af, at Danmark fortsat vil favorisere biomasse i bestræbelserne på at nå sine VE og CO<sub>2</sub> mål.

### Opsamling betalingsvillighed

På grund af relativt høje afgifter på fossile brændsler, er betalingsvilligheden for biomasse til varmeproduktion og kraftvarmeproduktion relativt høj i Danmark sammenlignet med andre lande.

<sup>7</sup> Med en elvirkningsgrad på 38% og en varmekraftvirkningsgrad 52% opnås et tilskud på  $(15 \cdot 0,38 + 16,7 \cdot 0,52) / 0,9 = 16,0$  øre/kWh leveret.

I Tabel 11 vises en fremskrivning af betalingsvilligheden for kraftvarmeværker baseret på Energistyrelsens fremskrivning af fossile brændsler samt under antagelse om uændrede rammer for afgifter og tilskud.<sup>8</sup>

Der kan typisk regnes med, ombygning af kulkraftværker til biomasse ("Stor biomasse ombyg") sætter den øvre grænse for træpiller, og etablering af nye biomassefyrede kraftvarmeværker ("Stor biomasse") sætter den øvre grænse for træflis.

	Stor biomasse	Stor biomasse ombyg
<b>2010</b>		
Kul kraftvarme	67	77
Naturgas kraftvarme	79	89
Kondens (intet varmesalg)	35	47
<b>2020</b>		
Kul kraftvarme	75	84
Naturgas kraftvarme	109	119
Kondens (intet varmesalg)	44	56
<b>2030</b>		
Kul kraftvarme	84	94
Naturgas kraftvarme	127	137
Kondens (intet varmesalg)	48	60

Tabel 11: betalingsvilligheden for biomasse set i forhold til det alternative brændsel (kr./GJ)

Priserne er beregnede for henholdsvis et nyt stort biomasse kraftvarmeværk og ombygning af et kulfyret kraftvarmeværk til biomasse (de to talsøjler). Endvidere er for hvert år angivet tre forskellige situationer for varmesalg: Salg til et fjernvarmenet, hvor varmeprisen er bestemt af henholdsvis et kulfyret og et naturgasfyret kraftvarmeværk, og intet vamesalg (det nye eller ombyggede anlæg er et kondensværk).

## 2.5 Andre forhold

El-selskaberne er ved Biomasseaftalen forpligtede til at anvende biomasse. DONG Energy er forpligtiget til at anvende 22,7 PJ biomasse pr. år (Energistyrelsens tilladelse til at lade AVV2 fyre med kul, 20/2 2009). Vattenfall har ikke en tilsvarende mængdeforpligtigelse, kun en forpligtigelse til at opretholde en vis kapacitet. Vattenfall anvender for tiden ca. 5 PJ/år på Amagerværket og 2,5 PJ på Fynsværket.

<sup>8</sup> Det er fremført fra aktører, at varmeforsyningsloven af myndighederne tolkes på en sådan måde, at varmeselskaberne ikke kan anvende de sparede fossilafgifter til at kompensere kraftværkselskabet fuldt ud for højere biomassepriser. Dette forhold er ikke indregnet i betalingsvilligheden i denne rapport.

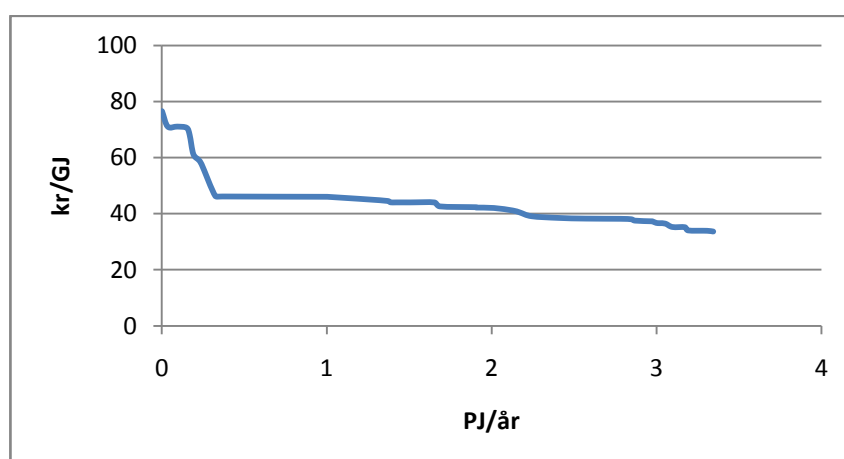
I en tilnærmelse kan man sige, at el-selskaberne er forpligtede til at brænde 25 PJ/år. Da køber er tvunget til at aftage denne mængde, er betalingsvilligheden i princippet ualmindeligt høj.

Er der god konkurrence på udbudssiden vil produktionsomkostningerne derfor blive prisbestemmende. Er konkurrencen dårlig eller er der knaphed, så kan prisen blive endog meget høj. De seneste år har el-selskaberne skabt en vis konkurrence ved at efterspørge biomassen via licitationsudbud, og prisen må derfor antages at ligge tæt ved de faktiske produktions- og transportomkostninger.

Jf. tidligere forventer Energistyrelsen, at el-selskaberne vil udvide biomasseforbruget med ca. 28 PJ i 2030 (ENS, 2010a). Denne mængde ligger udover Biomasseaftalen, og her gælder derfor andre principper. Et sandsynligt scenarie er, at biomasseudvidelsen vil finde sted ved ombygning af kulfyrede anlæg i de fem største byer: København (Avedøre 1 og Amager 3), Århus (Studstrup 4), Ålborg (Nordjylland 3), Esbjerg (Vestkraft 3) og Odense (Fynsværket 7). I alle disse byer antages det, at varmepris-referencen er kulbaseret.

## 2.6 Fjernvarmeselskabernes betalingsvillighed

Nedenstående kurve viser de priser 41 fjernvarmeselskaber betalte for biomasse (halm, træflis og træpiller) i 2. kvartal 2010. Priserne er rangordnet efter højeste pris først og fordelt på x-aksen i forhold til akkumuleret biomasse mængde i PJ/år (tilnærmelse: 2. kvartal gange 4).



Figur 5: Priser på biomasse baseret på statistik for 41 fjernvarmeselskaber i 2. kvartal 2010. De højeste priser gælder for træpiller. (Dansk Fjernvarme, 2010)

Da fjernvarmeselskabernes alternativ som hovedregel er et fossilt brændsel inklusiv afgifter, og da der allerede er investeret i biomassekedlen, kan betalingsvilligheden være endog meget høj, ofte over 100 kr/GJ.

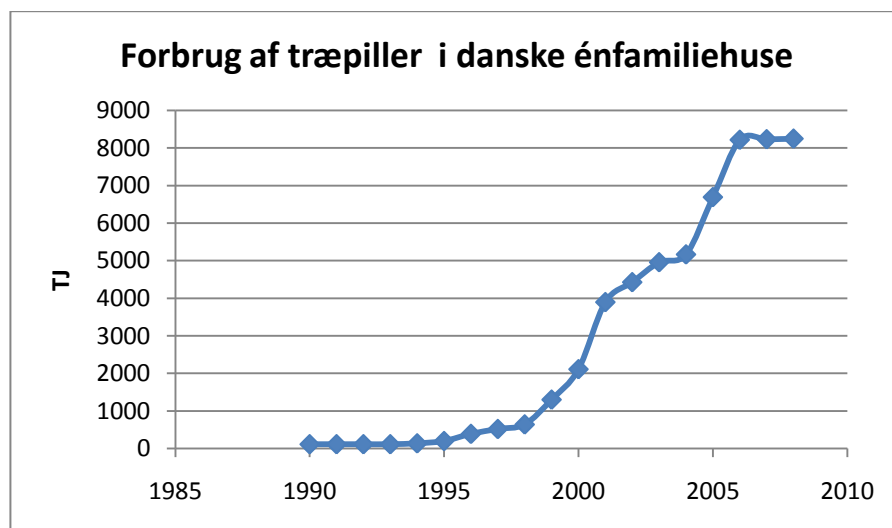
Der kunne laves separate kurver for de tre former for biomasse, idet prisen ikke er den eneste parameter, der har betydning. Fx er betalingsvilligheden større for træpiller end for halm, da det er et nemmere brændsel at håndtere. Hertil kommer, at kedler der anvender træpiller ofte af tekniske grunde ikke umiddelbart kan anvende flis eller halm. Men for at opnå en simpel model er her valgt at betragte al biomasse under ét.

I 2. kvartal 2010 var de vægtede gennemsnitspriser (for de responderende selskaber):

	Kr./GJ
Halm	37,2
Træflis	43,6
Træpiller	68,8
Al biomasse	43,5

## 2.7 Husholdningernes betalingsvillighed

Forbruget af træpiller i danske enfamiliehuse udviklede sig voldsomt 1995-2006 (TJ/år):



Figur 6: Udvikling i forbrug af træpiller i enfamiliehuse 1985-2010 (TJ/år) (ENS, 2010c).

Som det ses, gik udviklingen i stå i 2007, muligvis midlertidigt.

Ifølge Energistyrelsens seneste energifremskrivning fra 2010, vil det samlede forbrug af fast biomasse i husholdningerne falde fra godt 40 PJ i 2010 til knap 39 PJ i 2030, jf. afsnit 3.1. Dette skyldes især varmebesparelser i boligerne.

Øvrige væsentlige ændringer i husholdningernes energiforbrug ventes at være:

PJ	2010	2030
Olie	17,7	7,2
Naturgas	26,4	16,0
Omgivelsesvarme	6,2	12,2
Solvarme	0,4	0,9
Elektricitet	37,9	34,5
Fjernvarme	64,8	61,1

Tabel 12: Fremskrivning af husholdningernes energiforbrug 2010-2030. (ENS, 2010a)

Hvis det samlede biomasseforbrug holder sig nogenlunde konstant, og energiforbruget pr. bolig falder, vil der formentlig ske en stigning i antallet af boliger, der benytter biomasse. På grundlag af ovenstående tabel, kan det antages, at det især vil være olie og dernæst naturgas, der fortrænges (oliefyrene er formentlig ældre end naturgasfyrene). Betalingsvilligheden afhænger derfor af olie- og gaspriserne samt andre forhold som omkostninger til omstilling og eksisterende kedlers alder.

## 2.8 Særlige forhold for halm

I dag aftager Dong Energy og Vattenfall tilsammen 68 % af den del af den danske halm, der anvendes til energiformål, men Dong Energy har meddelt at selskabet fra 2012 vil aftage 25 % mindre halm end det gør i dag. Det skyldes primært et ønske om at anvende træpiller i stedet for halm på Studstrupværket samt en bebudet mølposelægning af Enstedsværket. Denne udvikling begrundes blandt andet i et politisk ønske om en fossilfri varmeproduktion, hvilket udelukker den nødvendige samfyring med kul på de store centrale værker.

Et statsligt udbud af halm debatteres i øjeblikket, hvilket kan medvirke til at ændre denne tendens. Det er på nuværende tidspunkt uklart, hvorvidt 2. generations bioethanol, indenfor tidshorisonten i denne rapport, kan få nævneværdig indflydelse på efterspørgslen efter halm i Danmark.

I fjernvarmesektoren er der en vis konkurrence mellem halm og træflis, især i forbindelse med nyanlæg og større renoveringer (dvs. ikke på meget kort sigt, fx inden for en fyringssæson). De senere år har en række halmfyrede værker



konverteret helt eller delvist til træflis. Da træflisfyrede anlæg kan udnytte kondensationsvarmen i røggassen (dvs. højere virkningsgrad), bør halm være noget billigere end træflis for at være attraktivt.

## 2.9 Særlige forhold for træflis

Træ er en international handelsvare og prisen for træflis er delvist knyttet til prisen på andre træprodukter. I skovbruget og træindustrien er der et hierarki fra højværdige til lavværdige produkter: Tømmer, korttømmer, emballage, cellulose (papirproduktion), spån- og fiberplader, energi. Volumen til cellulose er meget stort, og der er en glidende overgang mellem fraktioner anvendt til cellulose og energi. Prisen for træflis er derfor først og fremmest styret af prisen på træ til papirfremstilling.

Markedet for træflis i Danmark er i dag primært lokalt/regionalt, og træflis importeres kun i mindre omfang. Nedenstående tabel viser den danske træflisproduktion i 2009 sammenholdt med import.

	1.000 ton	TJ
Fra udtynding af skov	520	4,940
Rundtræ fra skove	200	1,900
Trætoppe/grene fra fældning	40	380
Fra det åbne landskab (inklusive byer)	400	3,800
Resttræ fra træindustrien	40	380
Energipil	10	95
Have- og parkaffald	0	0
<b>Total Dansk træflisproduktion 2009</b>	<b>1,210</b>	<b>11,400</b>
Herudover import*	240	2,280

*Tabel 13: Træflisproduktionen i Danmark 2009 (HedeDanmark 2009) \*Det skal bemærkes, at importtallet fra HedeDanmark er lavere end Energistyrelsens, som for 2008 var over 3,300 TJ.*

Ifølge HedeDanmark importeres 16-17 % af den anvendte træflis i dag. Importeret træflis kommer primært fra Baltikum, ofte som flis i lastrummet og stammer på dækket. Sidstnævnte bliver hugget til flis af brugeren. Importen foregår især til større kraftvarmeværker placeret ved havn.

Udvikling af et egentligt internationalt marked for træflis hæmmes især af høje fragtrater. Derudover spiller havnedybder og havnefaciliteter en vis rolle. I Danmark kan bl.a. Ålborg, Grenå, Århus, Fredericia og Amagerværket modtage store skibe. Se desuden Bilag 2 om havnedybder ved danske kraftværker. Der er dog indenfor de senere år registreret en stigning i importen af træflis – en tendens der må forventes at fortsætte i de kommende år.

Inden langdistance transport bør flisen eventuelt tørres af hensyn til arbejdsmiljøet.

Forbrugerne af træflis i Danmark er energiproducenter (både centrale og decentrale), trævareindustri og i mindre grad gårde, detailhandel og gartnerier. Nedenfor ses det danske forbrug af træflis i 2009 opgjort på forbrugere.

	1,000 ton	TJ
Decentrale varmekærker og kraftvarmekærker	770	7,315
Centrale kraftværker	350	3,325
Industrielle anlæg	210	1,995
Gårdfyre, detail, gartnerier	70	665
<b>Totalt dansk forbrug</b>	<b>1,400</b>	<b>13,300</b>

Tabel 14: Dansk forbrug af træflis 2009 (HedeDanmark 2009).

Som det fremgår af tabellen, er de største forbrugere af træflis de decentrale varme og kraftvarmekærker, efterfulgt af de centrale værker. Således anvendes langt størstedelen af den danske træflis til energiproduktion.

## 3 Udbud af biomasse

I dette kapitel redegøres for ressourcens tilstedeværelse samt forholdene omkring produktion og anskaffelse af biomasse. Produktions- og transportomkostninger for halm, træflis og træpiller opgøres i form af omkostninger til tilvejebringelse af brændsel. Transportomkostninger til aftageren er ikke inkluderet men behandles særskilt i kapitel 6.

### 3.1 Ressourcer og markedsstrukturer

Klimakommissionen har (2010) vurderet det samlede ressourcepotentiale af biomasse og affald i Danmark i 2050 til (PJ/år):

Ressource	PJ/år
Halm	40
Træ <sup>9</sup>	60
Energiafgrøder	109
Biogas	32
Affald *)	32
Blå biomasse	27
Øvrig bioenergi	11
<b>Biobrændsler og affald i alt</b>	<b>311</b>

Tabel 15: Klimakommissionens fremskrivning af det danske biomassepotentiale i 2050.

\*) kun den ikke-fossile del af affaldet er medtaget. Der er forudsat en ikke-fossil andel på 59%. (Klimakommissionen, 2010).

#### Halm

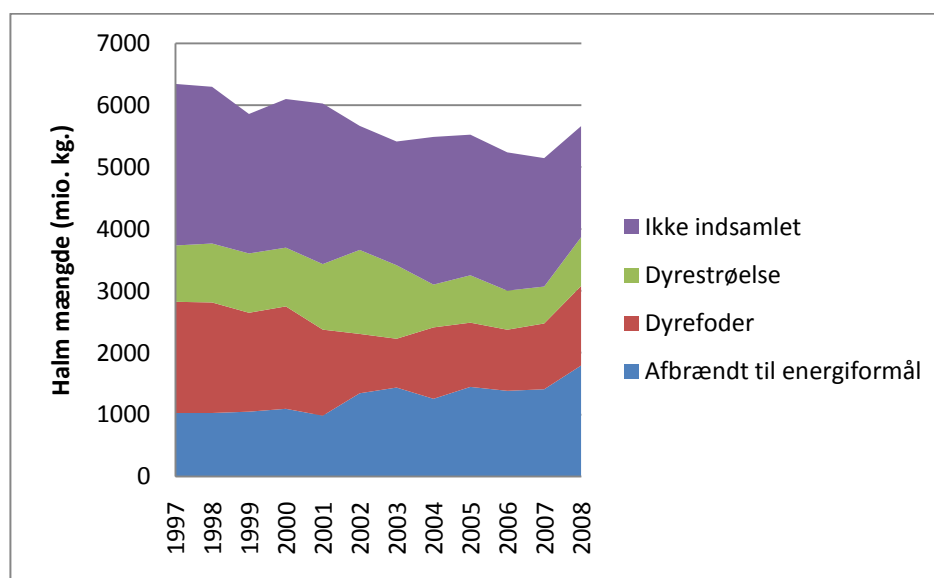
I Danmark udgør anvendelsen af biomasse fra skovene ca. 60 PJ, og halmanvendelsen er på ca. 20 PJ. Halm er således et betydningsfuldt brændsel i Danmark og udgør ca. 25 % af de samlede biomasseressourcer (affald ikke medregnet).

Halm spiller kun en meget lille rolle på europæisk plan, hvor den udgør omkring 1 % af de samlede biomasseressourcer, der udnyttes til energiformål.

I perioden 2004-2008 blev der årligt produceret 5,4 mio. ton halm i Danmark. Heraf anvendtes 1,5 mio. ton (21 PJ) til energiproduktion. Når halm til landbrugsformål og den andel som ikke kan indsamles (ca. 10 %) fratrækkes, så er der stadig et uudnyttet potentiale på ca. 2,2 mio. ton (31 PJ), eller 40 %, som kan anvendes til energiformål. Dette tal kan være højere eller lavere

<sup>9</sup> Tallene er en gengivelse af Klimakommissionens vurdering, som er baseret på Energistyrelsens statistik. HedeDanmark har i denne forbindelse bemærket, at opgørelsen af træressourcen bygger på forkerte værdier for brændeforbruget.

regionalt. Landbrug & Fødevarer gør i øvrigt opmærksom på, at en del af den uudnyttede halm kommer fra mindre marker og fra landmænd, der ikke ønsker at fjerne halmen. Omkostningen til indsamling af den sidste mængde halm bliver derfor for høj, hvorfor Landbrug & Fødevarer opgiver en mængde på 1,5 mio. tons halm (21 PJ) som et mere realistisk bud på det uudnyttede ressourcepotentiale. (Landbrug & Fødevarer, 2011).



Figur 7: Samlet mængde halm i Danmark fordelt på anvendelse, Kilde: Danmarks statistik, 2010

Baseret på ovenstående data fra Danmarks Statistik ligger halmpotentialet til energiproduktion i dag således på mellem 42 og 52 PJ, afhængigt af hvor stor en mængde af det uudnyttede halm, det er økonomisk at indsamle. Den nedre værdi ligger på linje med Klimakommissionens fremskrivning på 40 PJ i 2050, mens den øvre værdi ligger væsentligt højere.

Mængden af uudnyttet halm kan imidlertid vise sig at være konstant eller stigende i fremtiden, da der i øjeblikket ses en tendens til en lavere anvendelse af halm på de centrale kraftvarmeværker, som beskrevet i afsnittet om efterspørgsel. På lang sigt kan anvendelse af halm til transportformål eller forgasning på den anden side reducere den mængde af halm, der er til rådighed for produktion af el- og varme.

I Danmark handles halm primært lokalt og regionalt i dag. Det typiske mønster er, at de mindre værker køber halmen lokalt mens de større aftagere, som de centrale kraftvarmeværker, henter halmen over større afstande.

De små og decentrale værker, der køber mindre mængder, handler ved lokale kontrakter med landmændene. Som hovedregel handles de store halmmængder til de centrale anlæg (ejet af Dong Energy og Vattenfall) ved licitationsrunder<sup>10</sup>. Licitationsrunderne foregår klassisk ved at aftageren, Dong Energy eller Vattenfall, udsender et licitationsbrev, som angiver hvilke værker der efterspørger en given kvalitet halm for den kommende periode. Herefter kan landmændene byde ind med, hvor meget halm de kan levere til hvilket værk til hvilken pris. Herefter vurderer aftageren, hvilke tilbud der mest optimalt opfylder den konkrete efterspørgsel. De store aktører handler både an værk og ab gård, så det er op til landmanden selv at vurdere, om han selv vil forestå transporten, eller om aftagerens transportør skal afhente halmen. En halmleverandør kan både være en landmand eller en aktør, som opkøber halm fra flere forskellige landmænd og leverer den videre til kraftværkerne.

### **Træressourcer**

Hovedparten af verdens skovarealer befinder sig i Amerika og Rusland, med en mindre andel i Afrika og Asien, og mindst i Europa og Oceanien. Ses der på enkeltlande er de lande med mest skov Rusland, Brasilien, Canada, USA og Kina (FAO, 2010).

Den globale produktion af træ følger ofte de lande der har stor andel af verdens skove, men der er afvigelser. Skovhugst sker primært i Amerika og Europa, lidt mindre grad i Asien og Rusland, og mindst i Afrika. Ses der på enkeltlande er de lande med størst træproduktion USA, Canada, Rusland, Brasilien, Kina, Sverige, Tyskland og Finland.

USA har både den største hugst i verden, og det største forbrug. Med en forventning om stigning i efterspørgsel efter træ til energi i USA, kan der udtrykkes tvivl om hvor meget der vil være til rådighed for eksport til eksempelvis Europa på længere sigt.

Hamburg Universitet har sammen med diverse skovinstitutter estimeret det europæiske skovpotentiale frem til 2030. I rapporten forudsættes det, at den europæiske anvendelse af træ til energiformål i 2010 var 3.145 PJ og forventes at stige til 5.209 PJ i 2020 og 6.836 PJ i 2030 (Mantau et al., 2010). Denne forventning, som er mindre end en fordobling af den anvendte mængde i dag, er således noget lavere end, hvad der bliver angivet i de 21 NREAP's, som blev beskrevet i forrige kapitel. Den lavere forventning

---

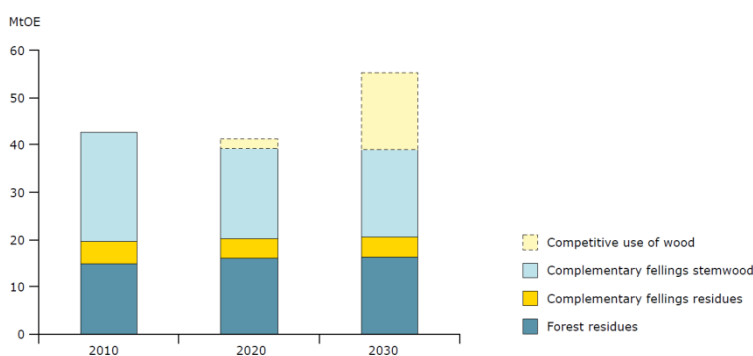
<sup>10</sup> Dong Energy har indgået en aftale ("code of conduct") med Danske Halmleverandører om at købe 94 % af deres halm via licitationer og kun 6 % via lokale kontrakter. Vattenfall har en lignende aftale.

begrundes i en effektiv implementering af tiltag for energieffektivisering, samt stigende støtte til andre VE teknologier.

FAO udgav i 2009 en rapport (State of the World's Forests 2009) hvori det vurderes, at den betydelige vækst i verdens samlede forbrug, specielt i EU's forbrug til energiformål, vil få mærkbar ('unprecedented') betydning for skovenes drift. Men konsekvenserne for priser og bæredygtighed, konkretiseres ikke.

Det Europæiske Miljøagentur, EEA, vurderede i 2006, hvor meget bioenergi Europa kan producere uden at skade miljøet. Rapporten konkluderede, at det miljømæssigt forsvarlige biomasse potentiale i EU-25 vil vokse fra 190 Mtoe i 2010 (7.960 PJ) til omkring 295 Mtoe i 2030 (12.360 PJ), svarende til 15-16 % af det forventede bruttoenergiforbrug i 2030. Størstedelen af potentialet udgøres af affald og restprodukter (waste) samt af produkter fra landbruget. I 2003 var biomasse forbruget 69 Mtoe. (EEA, 2006)

For skovbruget blev potentialet vurderet til følgende:



Figur 8: Bæredygtigt bioenergi potentiale fra europæiske skove (EU minus Cypern, Grækenland, Luxemburg og Malta). 40 Mtoe svarer til knap 1700 PJ (EEA, 2006.)

Potentialet på 40-60 Mtoe i 2030 kan sammenlignes med Vesteuropas forbrug i 2005 på 43 Mtoe. Med den forventede voldsomme vækst i efterspørgslen (kapitel 3), kan der således blive behov for meget betydelig import, ligesom konkurrencen med andre konkurrerende anvendelser formentlig vil blive betragteligt skærpet.

En fortrolig rapport fra International Forestry Investment Advisors (IFIA, 2008), indeholder en detaljeret analyse og vurdering af det nuværende og fremtidige marked for træprodukter, især tømmer, men også træ til

energiformål. De for nærværende rapports formål væsentligste hovedpointer er:

- En voldsom vækst i verdens areal af skovplantager medfører, at det globale behov for samtlige træprodukter kan imødekommes, i det mindste de næste 10-20 år.
- Det voksende forbrug af træ til energiformål i Europa har skabt betydelig konkurrence med producenter af træplader og papirmasse, som klager over stigende priser.
- Der har ikke været en tilsvarende udvikling i Nordamerika, men der er tydelige tegn på, at dette billede nu vil ændre sig, bl.a. fordi antallet af træ-til-energi projekter forventes fordoblet på 3-5 år.
- Udviklingen i Europa og USA vil få en betydelig virkning på prisen på træ til papirmasse, kort tømmer og restprodukter.

Spørgsmålet om bæredygtighed i forbindelse med biomasse til energiproduktion er behandlet i bilag 1.

### **Træflis**

#### Import af træflis

Som nævnt ligger den danske import af træflis stadig under 20 % af det samlede indenlandske forbrug. Erfaringer fra energiselskaber, som har forsøgt at importere træflis med henblik på at distribuere det til mindre forbrugere har vist, at det ikke er økonomisk rentabelt at importere det via skib til Danmark, hvis der efterfølgende er påkrævet lastbiltransport fra havnen til forbrugeren. Det er derfor mest aktuelt for de anlæg, der ligger placeret ved indskibningshavne med tilstrækkelig havdybde til at modtage skibene.

Den nuværende import af træflis sker primært fra de baltiske lande. Ifølge Verdo er det træ, de importerer fra de baltiske lande, af højere kvalitet end den danske træflis. Det skyldes at det baltiske træ er produceret fra større træer (i modsætning til det danske udtynningstræ), og derved giver mere ensartet flis med lavere barkindhold, mindre aske og lavere vandindhold. Dette gør sig dog ikke nødvendigvis gældende for al importeret træflis. Produktionsomkostningerne for den importerede træflis er billigere, men transportomkostningerne er naturligvis højere. Kontrakter for import af træflis løber typisk i et år eller en sæson (Ea Energianalyse, 2010b).

#### Dansk produktion af træflis

Dansk træflis kommer primært fra udtynning af de danske skove. Producenterne af træflis er de lokale skovejere, som ejer de private skove, og Skov- og Naturstyrelsen, som råder over statsskovene. Af det samlede danske skovareal ejes ca. 67 % af private personer eller selskaber, mens ca. 20 % er

statsskove. De øvrige 13 % ejes enten af fonde eller andre offentlige ejere (fx kommuner, forsvaret osv.)(Nord-Larsen et al, 2009).

### Træpiller

I 2008 var det danske forbrug af træpiller 1,06 mio. tons, hvoraf de 135.000 tons blev produceret nationalt, svarende til blot 13 %. Således blev 87 % af det danske træpilleforbrug i 2008 importeret fra udlandet. Cirka halvdelen blev importeret fra de baltiske lande og den resterende mængde kom primært fra Tyskland, Sverige, Rusland og Nordamerika (Hansen, 2009).

I tabellen nedenfor ses den danske træpilleforsyning (produktion, import og eksport) i årene 2001-2008. Som det fremgår af tabellen er importen af træpiller mere end firdoblet fra 2001 til 2008.

	2008		2006		2004		2001	
	1000 tons	%	1000 tons	%	1000 tons	%	1000 tons	%
Dansk produktion	134	13	137	15	187	26	173	43
Import	925	87	841	94	471	64	201	50
Eksport	41	4	-18	-2	-1	0	0	0
Lager tilførsel	-41	-4	-64	-7	74	10	27	7
<b>Total</b>	<b>1.060</b>	<b>100</b>	<b>896</b>	<b>100</b>	<b>731</b>	<b>100</b>	<b>401</b>	<b>100</b>

Tabel 16: Dansk træpilleforsyning 2001-2008, kilde: FORCE Technology (Hansen 2009).

Det fremgår desuden af tabellen, at den indenlandske produktion af træpiller har været faldende siden 2004. Det skyldes blandt andet mangel på lagerfaciliteter (Hansen 2009) og konkurrencen med de importerede træpiller.

I 2008 producerede de europæiske lande tilsammen cirka 8,2 mio. tons træpiller (144 PJ). Det samlede forbrug lå på godt 9 mio. tons (158 PJ), og således kan Europa siges at have en nettoimport på knap en million tons træpiller om året (Sikkema et al, 2009). Volumenmæssigt kommer de største partier træpiller der importeres til EU fra Nordamerika (primært Canada) og Rusland. Dernæst ses det, at nogle af de største eksporter indenfor EU afgang fra Østrig, Tyskland, Finland, Frankrig og de Baltiske lande.

Skandinavien importerer primært træ fra Nordamerika, Rusland, tyskland, og de Baltiske lande. Der er tillige indenfor Skandinavien en betydelig import af træpiller til Danmark fra Sverige og Finland. Norge forventes på sigt at blive nettoeksportør også. Det er primært de store forbrugere (i Danmark Dong



Energy og Vattenfall), der importerer træpiller fra udenfor Europa via internationale forhandlere, mens små og mellemstore forbrugere primært køber piller på det europæiske marked via nationale forhandlere.

## 3.2 Produktionsomkostninger

### Halm

Udbudsprisen på halm afhænger af flere forhold: Jordbundstype (halmudbytte pr. ha), afgrødetype, markvanding, bedriftsstørrelse, bedriftstype (økologiske landmænd beholder ofte selv en stor del af halmen), transportafstand, landmandens interesse (hvor meget ønskes anvendt til foder og strøelse, hvor meget ønskes nedmuldet, kornpris) m.v.<sup>11</sup>

Herudover pågår en række strukturelle udviklinger, eks. skovrejsning, udbytte øgning (inkl. ton halm pr. ha), omlægning til økologi.

Øget efterspørgsel medfører øgede transportafstande, hvilket igen medfører øget udbudspris (inkl. transport). Et stort merforbrug af halm vil endvidere afstedkomme investering i nye traktorer, pressere, lader og lastbiler.

El-selskaberne udbyder store kontrakter, hvilket medfører, at halmleverandørerne forlanger højere pris (højere risiko) af el-selskaberne end af fjernvarmeselskaberne. Desuden har el-selskaberne stramme regler for leveringstidspunkter, hvor leverandører af halm til fjernvarmeselskaber i højere grad selv transporterer halmen, når det passer i egen planlægning. Grundet Biomasseaftalen kan halmleverandørerne endvidere forlange en højere pris end af andre købere.

I dette afsnit gives et bud på de gennemsnitlige produktionsomkostninger, som efterfølgende bruges som udtryk for udbudsprisen på halm.

Produktions-  
omkostninger

I 2005 stillede Dansk Landbrugsrådgivning følgende regnestykke op til opgørelse af produktionsomkostningerne for halm:

---

<sup>11</sup> Som eksempel giver vinterhvede på uvandet mark, jordbundstype 1 og 3, 3200 kg/ha halm, mens en vandet mark giver 3900 kg/ha. Udgift til vanding skal betales af indtægt ved øget halmsalg plus kornsalg.

Omkostningsart	Gennemsnitlig omkostning (øre/kg. Halm)	Omregnet til kr./GJ
1 Værdi af halm ab mark	3,6	2,5
2 Vending	3,7	2,6
3 Presning	13,8	9,5
4 Bjærgning	4,2	2,9
5 Lagring	10,0	6,9
6 Forsikring	2,0	1,4
7 Andre omkostninger	2,0	1,4
8 Risikodækning	5,9	4,0
<b>I alt</b>	<b>45,2</b>	<b>31,2</b>

Tabel 17: Produktionsomkostninger for halm ab gård. Dansk Landbrugsrådgivning, 2005 tilført omregning til kr./GJ.

Der er tale om gennemsnitlige omkostninger, eftersom fx omkostninger til lager kan variere meget i forhold til den konkrete lagerløsning, der vælges.

Umiddelbart forekommer en omkostning på 31 kr./GJ ab gård høj, eftersom halmprisen an kraftværk i lange perioder har ligget på omkring 30 kr./GJ inklusiv transport og avance. I nærværende rapport er posterne 1, 6, 7 og 8 udeladt efter følgende overvejelser:

Det kan diskuteres om den første post, som omhandler tab af værdi på mark pga. fjernelse af næringsstoffer, er en reel produktionsomkostning. Omkostningen foreslås ikke medregnet i denne sammenhæng. På samme måde kan der sættes spørgsmålstejn ved om omkostninger til forøgede forsikringspræmier til bygninger som følge af lager på egen grund er en reel produktionsomkostning (post 6). Andre omkostninger (post 7) dækker over tab af rente i forbindelse med forsinket betaling i forhold til produktionstidspunktet samt administration. Førstnævnte er der ikke redegjort for i materialet fra Dansk Landbrugsrådgivning og det foreslås i denne sammenhæng ikke medtaget. Risikodækning (post 8) dækker over omkostninger til svind. Svind dækker over halm, som er presset, men ikke kan sælges og tilfælde, hvor køber ikke har kunnet aftage de aftalte mængder. I regnestykket er der forudsat et svind på 15 %. Denne type svind vurderer vi ikke bør indgå i beregningen af produktionsomkostningen for de halmmængder som faktisk afsættes.

Til de øvrige poster skal bemærkes, at omkostninger til vending (post 2) er et vurderet gennemsnit, eftersom halmen ikke skal vendes hvert år og at antallet af nødvendige vendinger afhænger af afsætningssted samt vejforhold.

Fratrækkes nævnte omkostningselementer, fås en samlet omkostning på ca. 23 kr./GJ i 2009-priser. I denne rapport antages det, at en retvisende produktionsomkostning ligger et sted imellem denne pris og ovenfor nævnte 30 – 31 kr./GJ, dvs. 25 – 27 kr./GJ.

## Træ

Til fremstilling af henholdsvis træpiller og træflis er der i denne rapport regnet med, at der principielt er 2-3 typer råvarer:

1. Affaldstræ fra industri mv. Denne type træ er f.eks. overskydende savsmuld fra møbelproduktion. Denne type træ har historisk haft en lav omkostning.
2. Udtyndingstræ fra skovbrug. Træ til energi er i dette tilfælde et biprodukt fra produktion af træ til andre formål.
3. Evt. hele træer fra dedikerede plantager (fx eucalyptus i Australien). Svarer i store træk til energiafgrøder.

Omkostningerne til anskaffelse af råvaren har stor betydning for de samlede produktionsomkostninger for træflis og træpiller. Derfor foretages her en vurdering af prisen på hver af de enkelte typer af råvarer.

### Affaldstræ

Savsmuld fra træindustri har længe været den foretrukne råvare til produktion af træpiller. For affaldstræ fra industri mv. har omkostningen historisk været lav. I visse tilfælde har der sågar været tale om en negativ omkostning, hvis den pågældende industri har været parat til at betale for bortskaffelsen af restproduktet. Imidlertid har den stigende efterspørgsel på træbrændsler ændret på prisen for affaldstræ. Således kan savværker i dag afsætte deres restprodukter (savsmuld) til flere forskellige formål, som ud over træpilleproducenter tæller papirindustrien, MDF produktion og uafhængige energiproducenter. Flere savværker er desuden begyndt selv at anvende deres eget resttræ til energiproduktion. Der er dermed skabt en konkurrence på efterspørgslen af resttræ fra savværkerne, som gør at prisen på råvaren er steget. Affaldstræ er dog stadig den billigste råvare til bioenergi.

Wood Pellet Association of Canada oplyser i juni 2010 en råvarepris på 12 kr./GJ for savsmuld (Murray, 2010). Denne pris er lav sammenlignet med andre landes oplysninger. IEA's e Pellet Handbook oplyser en pris på savsmuld i Østrig på 28 kr./GJ i 2002 (Obernberger & Thek, 2010), mens svensk savsmuld angives typisk at koste 29 kr./GJ (Porsö, 2010).

På denne baggrund vurderes anskaffelsesprisen for savsmuld i denne rapport at udgøre 20-25 kr./GJ i 2010.

Overordnet set er der dog en begrænset mængde affaldstræ tilgængelig, og med en stigende efterspørgsel efter træbrændsler i fremtiden er det ikke sandsynligt, at affaldstræ vil være prissættende i markedet.

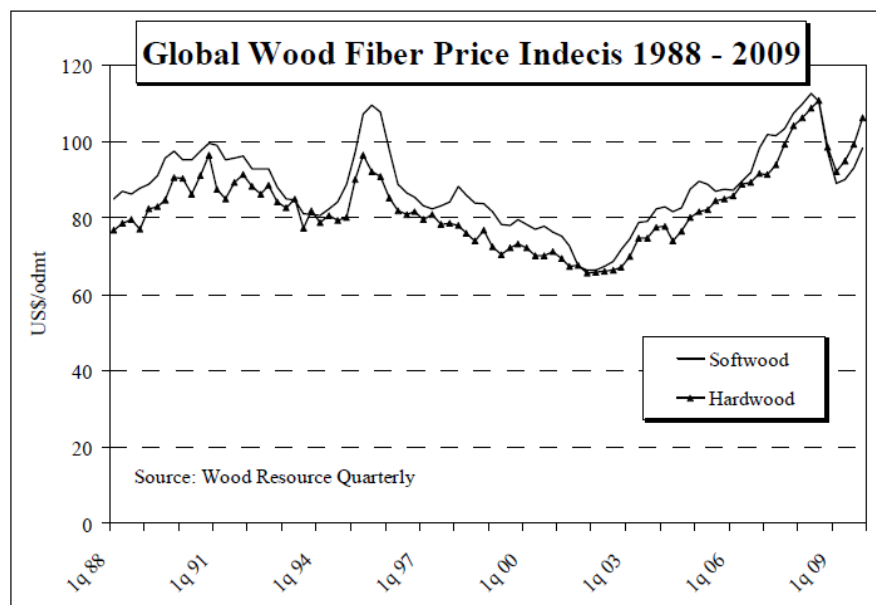
Priserne på piller til kraftværker og fjernvarmeværker (industri-piller) afhænger i et vist omfang af udviklingen på markedet for piller til boliger (konsum-piller). Privatkunderne kan betale en noget højere pris, og hvis afstanden mellem konsum-piller og industri-piller øges, bliver det vanskeligere for køberne af industri-piller at holde leverandørerne fast på indgåede aftaler. Dette skete fx i efteråret 2008, hvor udbuddet faldt, og hvor visse leverandører valgte at springe fra aftaler for at sælge til konsum-markedet.

Sammenhængen mellem priserne for industri-piller og konsum-piller vil muligvis blive løst med tiden, idet der ventes at indtræffe en større differentiering i kvaliteten af de to hovedtyper piller. Dette vil bl.a. medføre, at de enkelte produktioner af piller i højere grad vil blive indrettet efter at fremstille bestemte kvaliteter af piller.

#### Udtyndingstræ

Omkostningen til anskaffelse af udtyndingstræ forventes at variere i forhold til størrelsen og typen af skov samt omkostninger til arbejdskraft i det pågældende land, træet kommer fra. Ifølge European Biomass Industry Association (EUBIA) ligger anskaffelsesprisen for træflis fra resttræ fra skovene mellem 17 kr./GJ for resttræ fra udtynding (toppe, grene mm.) og 26 kr./GJ for hele fældede træer (EUBIA, 2010), inklusiv transport til aftager. Trækkes transporten fra, ender prisen på råvaren på omkring 10-20 kr./GJ.

Den amerikanske udgivelse Wood Resource Quarterly offentliggør i sit nyhedsbrev fra 4. kvartal af 2009 udviklingen i råvarepriserne på træflis leveret til papirindustrien. Nedenstående figur viser udviklingen i perioden 1988 – 2009.



Figur 9: Udviklingen i råvareprisen på træflis leveret til papirindustrien 1988-2008, målt i USD/ton ovntørt træ. (World Resource Quarterly, 2010)

Som det fremgår af figuren har prisen på træflis leveret til papirindustrien historisk ligget meget stabilt på omkring 80 – 100\$/ton. De seneste priser ligger på omkring 100\$/ton, hvilket svarer til ca. 31 kr./GJ, inkl. transport.

Da træflisprisen leveret til papirindustrien har været så relativt stabil over en tyveårig periode, tages der i denne rapport udgangspunkt i disse priser. På det lange sigt har prisen ligget omkring 90 US\$/ton (tør vægt), svarende til 30-33 kr./GJ eksklusiv transportomkostninger, mens prisen de seneste år har ligget lidt højere, omkring 100 US\$/ton, svarende til 34-37 kr./GJ.

Der kan forekomme situationer, hvor der kan være store mængder dødt træ til rådighed. Dette var f.eks. gældende i Danmark efter decemberstormen i 1999, hvor store skovplantager blev væltet og i betydeligt større omfang i dele af Canada, hvor den såkaldte mountain pine beetle har dræbt store mængder træ (MPB wood). Disse store mængder dødt træ vurderes typisk at have priser på niveau med udtyndingstræ, muligvis en anelse lavere.

### Træflis

Træflis produceres i øjeblikket primært fra udtyndingstræ fra skove og plantager. I de ovenstående omkostninger til råvaren er omkostninger til flisning og transport fra skov til vej indregnet. Således skal produktionsomkostningerne for træflis beregnes ud fra indkøb af råvare plus transportomkostninger fra opsamlingssted til forbrugssted.

## Træpiller

Træpiller produceres primært på affaldstræ fra træindustrien og i stigende grad også på udtyndingstræ fra skovene. Træpiller produceres på særskilte produktionsanlæg, der typisk er placeret tæt ved, hvor råvaren er tilgængelig. Produktionsprocessen består overordnet set af tørring, pulverisering og pelletering og kræver almindeligvis et betydeligt input af energi til tørring, damp til opblødning af lignin, nedkøling og mekanisk arbejde.

Pellet@las

Der eksisterer meget forskellige opgørelser over produktionsomkostningerne for træpiller, afhængigt af hvilke kilder man benytter. Nedenstående tabel viser produktionsomkostninger til træpiller som de fremgår af rapporten "Logistic Management of Wood Pellets" udgivet af Pellet@las i 2009:

Ved produktion af 30.000 tpa	€/ton	Kr./ton	Kr./GJ
Biomass	59,1	440,1	25,1
Transport biomass	9,8	73,0	4,2
Storage biomass	0,8	5,6	0,3
Drying	7,5	56,2	3,2
Pelleting	25,1	187,3	10,7
Storage pellets	18,3	136,7	7,8
Capital costs pellets	5,0	37,5	2,1
Packing	23,1	172,3	9,8
Transport pellets	17,1	127,3	7,3
Sales	16,1	119,8	6,8
<b>Total</b>	<b>182</b>	<b>1355,8</b>	<b>77,5</b>

Tabel 18: Produktionsomkostninger for træpiller. EUBIA, 2009. Omregnet til kroner.

I en præsentation på PelletsAtlas projektets afsluttende workshop (Junginger, 2009) blev vist en figur med omkostningerne for tre forskellige træpilleanlæg. Her var omkostningerne for at transportere råvaren til fabrik 2-10 kr/GJ. Til de videre beregninger antages en gennemsnits omkostning på 6 kr/GJ.

Fratrækkes omkostningerne til biomasse, pakning, transport til og fra fabrik samt omkostningerne til salg, bliver de samlede rene produktionsomkostninger (konvertering af råvaren til piller) **24,1 kr./GJ**. Ifølge Junginger (2009) ligger de rene konverteringsomkostninger mellem 10 og 26 kr/GJ.

Produktionsomkostninger på samme niveau finder man i IEA udgivelsen "The Pellet Handbook" (Oberberger & Thek, 2010), hvor produktionsomkostningerne (uden transport) beløber sig til 58 kr./GJ. Nedenstående tabel viser bogens neddeling af omkostninger på aktiviteter.

Aktivitet	Omkostning kr./ton	Omkostning kr./GJ
Råmateriale <sup>12</sup>	437	25
Tørring	358	20
Pulverisering	20	1
Pelletering (inkl. nedkøling)	71	4
Personale	65	4
Andet udstyr og generel investering	38	2
Lager	28	2
<b>Total</b>	<b>1017</b>	<b>58</b>

Tabel 19: Omkostninger til produktion af træpiller baseret på The Pellet Handbook fra IEA. (Oberberger & Thek, 2010)

Noget lavere ligger produktionsomkostningerne i de oplysninger, vi har modtaget fra konkrete pilleproducenter. Ifølge direktøren for Wood Pellet Association of Canada, beløber de samlede produktionsomkostninger sig til 29 kr./GJ (Murray, 2010). Det er her uklart, hvilken slags træ, der anvendes som råvare, men der er regnet med en meget lav råvareomkostning på 12 kr./GJ og en konverteringsomkostning på 17 kr./GJ. På den baggrund må det antages at være træpiller på enten affaldstræ (savsmuld) eller dødt træ.

Der er således en vis variation i de forskellige kilders angivelse af omkostningerne, meget afhængig af hvilket land træpillefabrikken er placeret i, og hvilken type råvare der anvendes. I denne rapport regnes med en gennemsnitlig konverteringsomkostning fra råvare til træpiller på 20 kr/GJ i 2010.

### Energiafgrøder (pileflis)

Fødevarøkonomisk Institut antager, at pileflis bør afsættes til en pris, der ligger ca. 10 % under prisen på træflis an værk, grundet større barkindhold (mere aske) og lavere brændværdi pr. m<sup>3</sup> (Fødevarøkonomisk Institut, 2010). Hvis pileflis ikke kan produceres og leveres til højst denne pris, vil den ikke kunne finde afsætning. Aftagerne vil i stedet vælge skovflis, idet der ikke findes andre argumenter end netop prisen for at vælge pileflis. På ovenstående grundlag fastsættes prisen for pileflis an værk som

<sup>12</sup> Råmateriale er i denne sammenhæng vådt savsmuld, som i Oberberger & Thek (2010) betegnes som den overvejende relevante ressource.

udgangspunkt til prisen på skovflis minus 10 %. Spørgsmålet er så, om der i Danmark er vilje til at producere til en pris der er lavere end prisen på skovflis.

At det er markedet der bestemmer prisen, medfører, at pil i princippet kun vil blive dyrket under forhold, hvor produktionsomkostningerne kan holdes under denne pris. Ressourcepotentialet for pileflis i Danmark er således bestemt af prisen på skovflis i det internationale marked. Vurderinger af produktionsomkostningerne er reduceret betydeligt de seneste år, men data fra storskala produktion i Danmark vil først foreligge efter høsten 2011 (et større areal ved Assens og 500-600 hektar ved Ringkøbing).

Nedenfor er vist en beregning udført på grundlag af data fra Fødevarerøkonomisk Institut og AgroTech.

		Dårlig sandjord	God sandjord	Fugtig marginaljord	Lerjord
Udbytte	Ton tørstof/ha/år	8	10	12	14
Stykomkostninger (etablering, gødning, pesticider)	Kr./ha/år	1728	1728	1728	1728
Maskin- og arbejdsomkostninger	Kr./ha/år	672	672	672	672
Høst	Kr./ha/år	3352	3450	3552	3640
Samlede omkostninger, ekskl. transport (uden jordleje)	Kr./ha/år	4546	4644	4746	4834
Skønnet jordrente <sup>13</sup>	Kr./ha/år	300	1000	2000	2500
Produktionspris	Kr./ha/år	4846	5644	6746	7334
Svarende til	Kr./GJ	37,7	35,1	35,0	32,6
Transportomkostning, 30 km	Kr./GJ	6,6	6,6	6,6	6,6
<b>Samlet pris an anlæg</b>	<b>Kr./GJ</b>	<b>44,3</b>	<b>41,7</b>	<b>41,6</b>	<b>39,2</b>

Tabel 20: Beregning af produktionsomkostninger for pileflis på forskellige jordtyper, baseret på data fra Fødevarerøkonomisk Institut (2010) og Agrotech (2010)

Jordrenten er eget skøn. Ved en jordpris på 100.000 kr./ha, og en lånerente på 3 % over 30 år, skal landmanden tjene 5.100 kr./ha. Han får 2.300 kr. i hektarstøtte. Afgrøden skal derfor levere 2.800 kr./ha. Jordrenten hænger sammen med prisen på landbrugsjord som varierer meget, og også styres af husdyrtætheden i området (Harmonikrav).

Grøn Vækst aftalen (juni, 2009) indebærer, at etablering af pil vil modtage et tilskud på 40 % af etableringsomkostningerne, ligesom der må foretages straksafskrivning. Dette tilskud, der i øvrigt kun har lille indflydelse på den samlede driftsøkonomi, er ikke medregnet i ovennævnte beregning. EU's Enkeltbetalingsstøtte, ca. 2300 kr./ha/år til al landbrugsjord uanset anvendelse, er heller ikke medregnet.

<sup>13</sup> Jordrenten er det beløb, som er tilbage til aflønning af produktionsfaktoren jord efter udgifterne til råvarer er afholdt og alle øvrige produktionsfaktorer er aflønnet. Jordrenten er hermed et udtryk for den forpagtningsafgift det er muligt for en jordejer at opnå, hvilket igen er direkte forbundet med prisen på landbrugsjord.



Fødevarøkonomisk Institut (2010) konkluderer, at:

1. Der er ingen væsentlig indtjeningsmargin i pile dyrkning på sandjord (lang areal- og kapitalbinding).
2. På lerjord kan pil konkurrere med korn, men risikoen (igen den lange areal- og kapitalbinding) vurderes at være for stor.
3. Fugtige marginaljorde er den mest attraktive mulighed for pile dyrkning.

På dette grundlag vurderes den aktuelle pris an anlæg at udgøre 42 kr./GJ. Dette svarer til, hvad både Fødevarøkonomisk Institut og AgroTech antager som forudsætning for deres beregninger.

I denne rapport er skovflisprisen an anlæg vurderet til 44 kr./GJ i 2010 (jf. afsnit 4.1). Denne pris minus 10 % er 39,6 kr/GJ, og med de forudsætninger, der ellers er anvendt, herunder forudsætninger om jordrente, vil det ofte ikke kunne betale sig at dyrke pil i Danmark.

Der kan naturligvis argumenteres for, at jordrenten skal være lavere end denne rapport skøn som indgår i Tabel 20. På marginaljord kan renten endda være nul. Omvendt kan der sættes spørgsmålstejn ved de udbytter på 12 – 14 tons/ha som er opgivet af fødevarøkonomisk institut. Der er med andre ord noget usikkerhed om hvilke priser en landmand er villig til at levere pileflis til. Med udgangspunkt i Tabel 20, er det dog sandsynliggjort at der kan produceres pileflis af mark til priser omkring 30 - 40 kr/GJ. I praksis må der forventes en stor spredning i omkostningsniveauet.

Fødevarøkonomisk Institut antager, at der i Danmark frem til 2020 kan dyrkes pil på 35.000 ha fugtig marginaljord og 35.000 ha god sandjord, svarende til et udbytte på 12 PJ/år. Hvis behovet bliver større end dette, vil det blive nødvendigt at inddrage dårlig sandjord og/eller lerjord. På dårlig sandjord øges prisen med et par kr./GJ, jf. ovenstående tabel. Perspektivet for at benytte lerjord afhænger naturligvis også af fødevarprisernes udvikling, der i et vist omfang styrer landmandens krav til forrentning af jorden.

## 4 Historiske priser

Prisfremskrivningerne i denne rapport tager udgangspunkt i observerede markedspriser. Som beskrevet i kapitlerne 2 og 3 har prisfastsættelsen for de fleste markedssegmenters vedkommende været domineret af udbudssiden, og dette forventes at fortsætte (mere herom i kapitel 5).

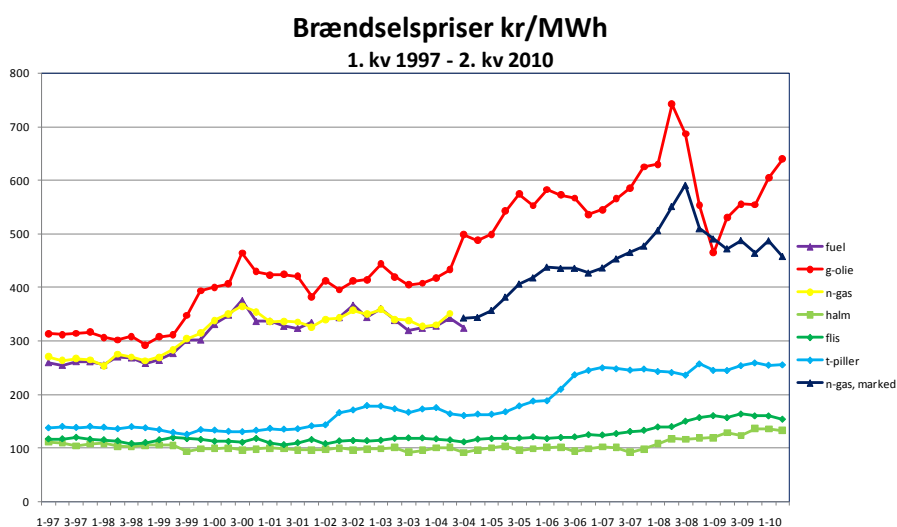
De observerede markedspriser er CIF-priser eller an forbrugssted. Den samlede pris an forbrugssted opfattes i denne rapport som bestående af tre hovedkomponenter:

1. Pris af leverandør, dvs. af dansk producent eller af dansk havn.
2. Transport- og håndteringsomkostninger fra leverandør til forbrugssted.
3. Avancer

Transportomkostninger er beskrevet i kapitel 6. Trækkes de indenlandske transportomkostninger fra de observerede markedspriser (an forbrugssted) fås en pris, der udtrykker summen af produktionsomkostninger, eventuelt international transport og avancer. Ved at sammenholde disse priser med produktionsomkostningerne i afsnit 3.2 kan man således få et indtryk af de samlede avancers størrelse. Men det er kun et indtryk. Der er ikke fundet empirisk belæg for, hvor store avancerne faktisk er, ligesom det ikke har været muligt at identificere, hvor store avancer der ligger hos henholdsvis producenter og transportselskaber.

For denne rapport gælder generelt, medmindre andet er nævnt, at pris af leverandør er inkl. avance til producenten plus avance til de selskaber, der i givet fald transporterer biomassen fra udenlandsk producent til dansk havn. For transport i Danmark er de opgjorte transportomkostninger ligeledes inkl. avance.

## Biomasse til fjernvarme



Figur 10: Historiske priser på brændsler til fjernvarmeproduktion fra 1. kvartal 1997 til 2. kvartal 2010. Priserne er i kr./GJ, er angivet i løbende priser ekskl. moms, og indeholder afgifter til varmeproduktion. Den viste pris er gennemsnitsprisen for alle værker (aritmetisk gennemsnit, ikke vægtet). (Dansk Fjernvarme, 2010)

De gennemsnitlige priser i 2009 var:

Type	Pris (kr./GJ)	Afrundet pris (kr./GJ)
Halm	35,20	35
Træflis	44,49	44
Træpiller	69,64	70

Tabel 21: Gennemsnitlige priser for biomasse i 2009 (Dansk Fjernvarme, 2010)

Priserne stemmer godt overens med de forskellige omkostningselementer beskrevet i andre dele af denne rapport:

Type	Pris (kr./GJ)	Afsnit
<b>Halm</b>		
Ab leverandør	25 - 27	3.2
Transport til fjernvarmeanlæg:	8,7	6.2
<b>I alt</b>	<b>34 - 36</b>	
<b>Træflis</b>		
Ab leverandør	34 - 37	3.2
Skibstransport fra Baltikum:	7,3	6.1
<b>I alt, dansk havn</b>	<b>41 - 44</b>	
<b>Træpiller</b>		
Råvare	20 - 25	3.2
Transport til fabrik	6	3.2
Konvertering af råvare til piller	20	3.2
Transatlantisk transport	17	6.1
Transport i Danmark	4	6.2
<b>I alt</b>	<b>67 - 72</b>	

Tabel 22: Omkostningselementer til biomasse som beskrevet i denne rapport.

## **Biomasse til el-selskaber**

Vi har anmodet DONG Energy og Vattenfall om at få oplyst historiske priser på indkøbt biomasse. Anmodningen er i begge tilfælde blevet afvist. Foreningen Danske Halmleverandører har heller ikke været i stand til at indhente sådanne data, ligesom en anmodning om aktindsigt hos Energitilsynet har været resultatløs.

For halm korrigeres for forskellen i transportomkostninger til henholdsvis kraftværker og fjernvarmeselskaber (afsnit 6.2). Herved bliver halmprisen an kraftværk:

$$35 - 9 + 13 \text{ kr./GJ} = 39 \text{ kr./GJ.}$$

Prisen på træflis antages bestemt af det internationale marked. Der er i dag to værker (Assens og Randers), som indkøber træflis både internationalt og fra danske skove. Det antages, at prisen an disse værker er som ovenfor anført (Dansk Fjernvarmes kvartalsstatistik), dvs. 44,49 kr./GJ. Det betyder, at prisen for importeret flis (CIF) er 44,49 kr./GJ. Med perfekt priskonkurrence skal danske skove i princippet levere til samme pris an værk. Da transportomkostningen er ca. 11 kr./GJ (afsnit 6.2), vil prisen ab danske skove skulle være:

$$44 - 11 \text{ kr./GJ} = 33 \text{ kr./GJ.}$$

Dette medfører, at hvis danske skove ikke kan levere de mængder, som efterspørges af fjernvarmeværker uden havn, eller hvis priskonkurrencen ikke fungerer, da vil disse værker skulle indkøbe importeret flis plus betale for transporten fra havn til eget anlæg. I en sådan situation, hvor danske skove nærmer sig den maksimale produktion, vil prisen fra danske skove formentlig gradvist nærme sig den internationale pris an værk. En sådan udvikling forventes imidlertid ikke at slå igennem før eventuelt efter 2030.

For træpiller antages, at alle træpiller til kraftværker importeres, og der vil således ikke være en indenlandsk transportomkostning. Da omkostningen for transport fra havn til fjernvarmeværk er 4 kr./GJ, jf. afsnit 6.2, kan prisen for træpiller an kraftværk sættes til:

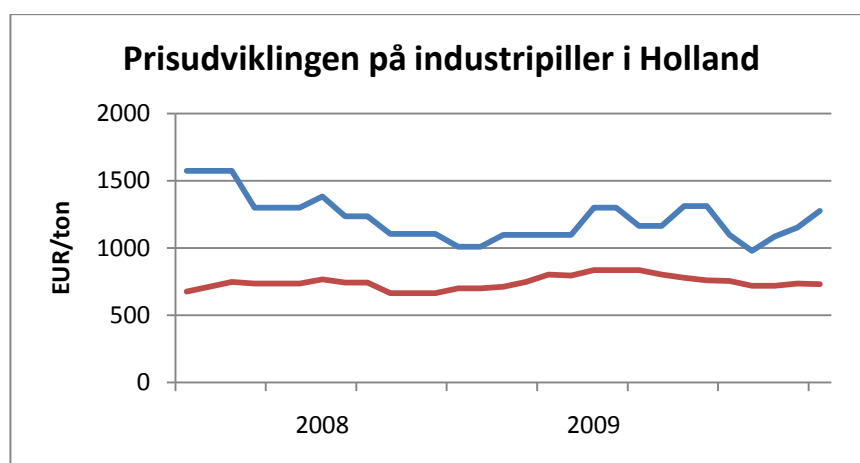
$$70 - 4 \text{ kr./GJ} = 66 \text{ kr./GJ.}$$

## **Pil**

Som nævnt i afsnit 3.2 antages prisen for pileflis an værk at være lig med prisen på skovflis minus 10 %.

## Træpiller til forbrugere

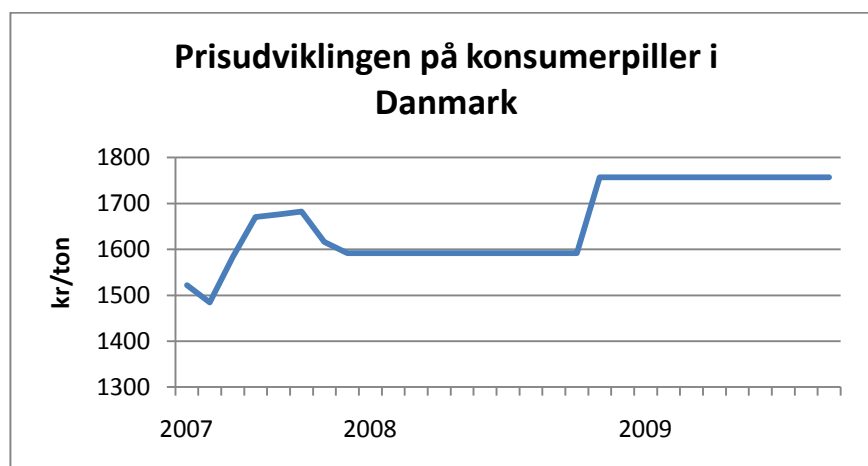
De såkaldte industripiller er en lavere kvalitet og betydeligt billigere end konsumpiller. Kurven nedenfor viser prisudviklingen (EUR/ton) i Holland siden sommeren 2007. Den røde kurve er industripiller til kraftværker, den blå konsumpiller i løs vægt.



Figur 11: prisudviklingen mellem hhv. industripiller til kraftværker (rød) og konsumpiller (blå) (Pellets@las, 2010).

På dette grundlag skønnes prisforskellen (CIF) mellem konsumpiller og industripiller at udgøre omkring 175 kr./ton = 10 kr./GJ (for løs vægt).

Pellets@las angiver også priserne i Danmark. Kurven viser prisen (kr./ton, ekskl. moms) for træpiller leveret i løs vægt til husstande fra sommeren 2007 til slutningen af 2009:



Figur 12: prisudviklingen på konsumpiller i Danmark. (Pellets@las, 2010)

Prisen i 2009 var konstant 1757 kr./ton eller 100,40 kr./GJ, afrundet til 100 kr./GJ.

#### 4.1 Start priser 2010

På ovenstående grundlag benyttes følgende priser som start for fremskrivningerne (kr./GJ, 2009 prisniveau):

Type	Pris (kr./GJ)
Halm	
An kraftværk	39,0
An fjernvarmeværk	35,0
Træflis	
An kraftværk	44,0
An fjernvarmeværk	44,0
Træpiller	
An kraftværk	66,0
An fjernvarmeværk	70,0
An forbruger	100,0
Energiafgrøder (pil)	
An kraftværk	39,6
An fjernvarmeværk	39,6

Tabel 23: Startpriser på biomasse 2010 (2009 prisniveau).

For energiafgrøder er der som nævnt tale om en substitutionspris for træflis, beregnet som prisen på træflis fratrukket 10%. Det er som antydnet i denne rapport tvivlsomt, at mange producenter er i stand til at levere til denne pris.

## 5 Hvad driver priserne?

### 5.1 Generelle forhold

Kapitlerne 3 og 4 beskriver særlige forhold af betydning for prisdannelsen på henholdsvis efterspørgsels- og udbudssiden. I denne sammenhæng er det som tidligere nævnt konsulentens vurdering, at priserne også i Danmark i stigende grad bestemmes i det internationale marked for biomasseprodukter, hvor den danske efterspørgselsfunktion kun har mindre betydning. Nærværende afsnit beskriver hvilke forhold, der påvirker disse priser. Beskrivelsen er i sit udgangspunkt generel, idet der ikke skelnes mellem forskellige former for biomasse og forskellige markedssegmenter (kraftværker, fjernvarmeværker og forbrugere).

- A. Det voksende internationale pres på jordbrugets arealanvendelse (stor bioenergi efterspørgsel i EU, biobrændstoffer til transport, stærkt stigende forbrug af kød, erstatning af klæder fremstillet af olieprodukter med biologiske råmaterialer osv.) kan bevirke, at det generelle prisniveau for forskellige typer biomasse, herunder til energiformål, kan stige. I modsat retning tæller stigende effektivitet i jordbruget, især i udviklingslandene. Samlet set kan der dog forventes stigende priser ifølge bl.a. FAO.
- B. Stigende fødevarerpriser kan påvirke priserne for biomasse anvendt til energiformål (restprodukter fra landbrug samt energiafgrøder).

Stigende efterspørgsel efter korn kan øge halmmængden og måske sænke prisen på halm. Men stigende fødevarerpriser kan samtidig medføre forskydninger i afgrødesammensætningen, der bl.a. medfører et fald i halmmængden. Endvidere kan bl.a. de Europæiske landmænd i stigende grad forvente øgede indtægter fra biprodukter for at kunne klare sig i den internationale konkurrence, især hvis det eksisterende arealtilskud fra EU på ca. 2.300 kr/ha reduceres eller helt forsvinder.

- C. Konkurrence mellem forskellige anvendelsesformer om de samme råvarer kan øge priserne; Vi forventer øget konkurrence, mellem energiformål og celluloseindustri og/eller spånpladefabrikation. På længere sigt kan der endvidere opstå efterspørgsel efter træ-agtige og halm-agtige biomasser til produktion af 2. generations biobrændstoffer. Vi vurderer dog ikke umiddelbart, at 2. generations

biobrændsler får nævneværdig betydning for prisdannelsen i perioden frem til 2030.

D. Konkurrence mellem forskellige former for biomasse. Fx har der i årevis været tæt konkurrence mellem halm og træflis i fjernvarmesektoren.

E. Politiske beslutninger og målsætninger, såsom:

- EU's målsætninger på energi – og klimaområdet.
- Stramning af EU's CO2 kvotemarked. Højere CO2 pris medfører større incitament til at anvende biomasse.
- EU's landbrugspolitik; afvikling/nedsættelse af landbrugsstøtte; liberalisering af priser (tilpasning til verdensmarkedet; dvs. lavere priser).
- Den politiske målsætning om fordobling af skovarealet indenfor en skovgeneration (80-100 år), betyder, at der skal afgives et landbrugsareal på omkring 70.000 ha til skovrejsning over de næste 15 år, hvis målsætningen realiseres ligeligt over årene.
- Forsyningselskaber kan af forskellige grunde (især klimahensyn) etablere egne målsætninger for bl.a. biomasse-anvendelse, der er mere ambitiøse end EU og nationale målsætninger.
- Fritagelse for energi- og CO2-afgifter samt tilskud til el-produktion baseret på biomasse.
- Tilskud til miljøvenligt landbrug.

De politiske beslutninger om CO2 reduktion og øget anvendelse af VE har tydeligt øget efterspørgslen efter biomasse til energiformål i lande som Danmark, Sverige, Belgien og Holland. Efterspørgslen i England forventes også at stige betydeligt i de kommende år.

F. Økonomiske konjunkturer. Her gør flere mekanismer sig gældende, fx: i) Et højt aktivitetsniveau i samfundet driver produktionsomkostninger og priser i vejret. ii) Høj efterspørgsel efter bygningstræ øger træfældning og giver mere energitræ.

G. Herunder hører langsigtede strukturelle ændringer i økonomien, såsom at træ- og møbelindustri flytter til Asien, hvorved der bliver færre råvarer til pilleproduktion.



- H. Stigende olie- og kulpriser vil kunne øge priserne på biomasse. Dette spiller især ind på tre måder:
1. Olieforbrug til dyrkning, gødsning, høst, lagring og transport af biomasse bliver dyrere.
  2. Priserne på fossile brændsler fungerer som referencepris og bestemmer dermed betalingsvilligheden, fx olieprisen for private og kul m.m. for kraftværker.
  3. Høje priser på fossile brændsler øger efterspørgslen, og dermed prisen, på biomasse.
- I. Udbredelse af økologisk og miljøvenligt jordbrug har betydning for den fremtidige arealanvendelse, afgrødesammensætning samt udbyttensniveau.
- J. Størrelsen af den fremtidige husdyrproduktion i Danmark er afgørende for den overskydende halmmængde, som kan benyttes til energiformål, idet såvel afgrødefordeling og dermed halmudbyttet som halmforbruget til foder og strøelse afhænger af husdyrholdet. Nye krav til dyrevelfærd kan betyde en udvidelse af brug af halm til strøelse.
- K. Jordrenten er en betydende faktor for en typisk landbrugsbedrift. Harmonireglerne (for, hvor stor en mængde husdyrgødning, der må udbringes pr. hektar pr. år på en landbrugsbedrift) har medvirket til ganske høje forpagtningsafgifter og jordpriser i områder med meget svineavl. Hermed indgår de forskellige afgrøders evne til at optage kvælstof fra husdyrbrugene i de samlede overvejelser ved valg af afgrøde, herunder også energiafgrøder.
- L. Udvikling og fortsat effektivisering af håndteringsudstyr til transport, lagring og pelletering af biomasse, samt effektiviteten i selve markedet. Markedseffektiviteten kan forbedres med standardisering af handelsprodukter samt ved offentliggørelse af prisnoteringer.
- 
- M. Eventuelle skærpede bæredygtighedskriterier i skovbrug og landbrug især i lande som i dag ikke håndhæver sådanne krav.

I denne udredning er der især lagt vægt på følgende faktorer:

- Den generelle forventede prisudvikling på fødevarer og andre biomasseprodukter, som vurderet af bl.a. FAO samt papirindustrien.
- Lokal balance mellem udbud og efterspørgsel efter biomassetyper, hvor den internationale prisdannelse afkobles som følge af betydelige transportomkostninger (halm).
- Prisudviklingen på energiprodukter generelt, i det omfang dette direkte påvirker omkostningerne på udbudssiden. Her vurderes især oliepriser og CO2 priser at have betydning.
- Forventninger om omkostningsreduktion på udbudssiden (effektivisering) som følge af stigende markedsvolumen.

## 5.2 Konkrete konsekvenser for prisdannelsen

Dette afsnit beskriver, hvilke konkrete forhold der er lagt til grund for prisfremskrivningerne i dette notat.

### Træflis

Træ er en international handelsvare og prisen for træflis er delvist knyttet til prisen på andre træprodukter. I skovbruget og træindustrien er der et hierarki fra højværdige til lavværdige produkter: Tømmer har højest værdi efterfulgt af korttømmer, emballage, cellulose (papirproduktion), spån- og fiberplader, og lavest rangerende træ til energiformål. Volumen til cellulose er meget stort, og der er en glidende overgang mellem fraktioner anvendt til cellulose og energi. Udbudsprisen for træflis er derfor først og fremmest styret af prisen på træ til papirfremstilling.

Importeret flis fra bl.a. Østeuropa antages at være prissættende. Skovflis kan importeres som flis eller som hele stammer, der derefter flises af køber. Kraftværkerne i både Randers og Assens gør begge dele. Det antages imidlertid, at købers omkostninger til flisning svarer til prisforskellen mellem importeret flis og hele stammer, således at priserne an værker er de samme.

Det internationale træflismarked har vist en svagt stigende tendens frem til finanskrisens prisfald. Nogle kilder vurderer at priserne fremadrettet vil stige pænt på grund af den hastighed som efterspørgslen vokser med til alle formål, især til energi. Andre kilder forventer ligefrem et fortsat fald i priserne frem mod 2020.

FAO/OECD14 har vurderet forskellige scenarier for udviklingen i udbud og efterspørgsel efter landbrugsafgrøder. Der konkluderes, at prisen i 2010-2019 vil ligge 16 - 40 % over prisen i 2000-2009. Midterværdien på 28 % for en 10-årig periode svarer til en prisstigning på 2,5 % p.a. Denne stigning angives især at skyldes prisstigninger på produktionsfaktorer som energi, gødning og pesticider.

Nogle af disse produktionsfaktorer vil også slå igennem i skovbruget. Som det er beskrevet i denne rapport, kan der fremadrettet forventes en vis konkurrence mellem flis fra skovene og flis produceret på landbrugsjord. Herved kan der argumenteres for, at de globale prisstigninger på fødevarer i et vist omfang vil slå igennem også i flismarkedet. Såfremt der opstår en egentlig mangelsituation, kan flispriserne i Danmark stige meget betydeligt op til substitutionsniveauet med fossile brændsler. Det kan naturligvis forekomme i enkelte år, men vurderes generelt ikke at blive tilfældet frem til 2030.

Med en balanceret vurdering af de forskellige kilder kombineret med analyserne i denne rapport, vurderes det at priserne på skovflis vil stige med en stigningstakt der er noget lavere end hvad FAO forventer for fødevarer. Som en central antagelse er der valgt en stigningstakt på 1,5 % p.a.

### **Træpiller**

Efterspørgslen på træpiller i Europa og globalt vil stige betydeligt (jf. kapitel 3), men det antages fortsat at produktionsomkostningerne og ikke betalingsvilligheden i Danmark bliver prisbestemmende i et marked i balance og med god konkurrence.

Det antages endvidere, at især tre forhold vil få betydning for produktionsomkostningerne:

1. Effektivisering af produktion og logistik.
2. Større produktionsanlæg og logistik-funktioner.
3. Stigende råvarepriser.

Pillefremstilling kan teknisk set stadig opfattes som en ung industri, og eftersom der forventes voldsom vækst i markedet i de kommende år, vil teknisk udvikling og teknisk-økonomisk optimering kunne reducere omkostningerne til produktion, lastningsfaciliteter i eksportthavne, transport og losningsfaciliteter i importthavne.

---

<sup>14</sup> "OECD-FAO Agricultural Outlook 2010-2019", OECD/FAO 2010.

Ifølge Pellets@las' "Logistic Management" er der et betydeligt forbedringspotentiale i stort set hele forsyningskæden, og det forventes at prisen vil falde med 5 – 8 kr./GJ i perioden 2005 - 2020.

Der er i dag mange små fabrikker, og med det voksende marked, kan det forventes, at den gennemsnitlige fabriksstørrelse vil øges med tiden. Ifølge Pellets@las' "Logistic Management" er produktionsomkostningen for en fabrik, der fremstiller 30.000 tons/år 11 kr./GJ lavere end en fabrik, der fremstiller 10.000 tons/år. Besparelsen ved at gå fra 10.000 til 20.000 tons/år er betydeligt større end fra 20.000 til 30.000 tons/år. I dag bygges betydeligt større fabrikker. I Canada og USA er det således almindeligt at bygge fabrikker omkring 100.000 tons/år.

Råvaren må forventes at blive dyrere, dels fordi der forventes øget konkurrence om savsmuld, bl.a. fra virksomheder, der fremstiller fiberplader, og dels fordi det bliver nødvendigt at benytte råvarer til en højere pris.

I afsnit 3.2 er råvarepriserne for savsmuld og skovflis vurderet til henholdsvis 20 – 25 kr./GJ og 34 – 37 kr./GJ i 2010. Dette betyder, at råvareprisen for pillefabrikker kan stige med op til omkring 10 kr./GJ.

Hvis omkostningerne til at konvertere råvaren til piller ikke mindskes betydeligt, vil visse større aftagere muligvis etablere nye anlæg til fyring med træflis frem for træpiller. En sådan konkurrence vil kunne dæmpe prisen på træpiller.

Det er behæftet med meget betydelig usikkerhed at lægge disse forskellige tendenser sammen. Samlet set er vurderingen i nærværende rapport, at prisen vil stige jævnt med 10 kr./GJ over perioden 2010-2030 (jf. kapitel 3.2).

### **Pil**

Pil dyrkes på landbrugsjord, og det antages derfor, at produktionsprisen følger samme udvikling som korn (og halm). Som tidligere nævnt [afsnit 3.2] antages det imidlertid, at pileprisen fastsættes af markedet således, at prisen på pileflis er lig med skovflisprisen minus 10 % (an værk).

Det er dermed markedet, der bestemmer, på hvilke jorde, der vil kunne produceres pil med en acceptabel produktionsomkostning.

Skulle der opstå underforsyning af skovflis, kan produktionsomkostningen på pileflis blive prisbestemmende, idet der i så fald kan blive inddraget mindre egnede jorde til pileyndyrkning.

### **Halm**

Umiddelbart vil man kunne antage, at prisen på halm følger prisen på korn, idet der benyttes samme produktionsfaktorer, og landmændene skal have dækket deres udgifter hertil ved salg af korn og halm. Imidlertid er halm et restprodukt og prisen vil derfor ikke nødvendigvis følge prisen på hovedproduktet korn. Såfremt der vedvarende er overskud af halm, vil prisen fortsat blive bestemt af omkostningerne ved bjærgning m.v. Da det samlede halmforbrug ventes at falde (jf. afsnit 2.1) fra 19 PJ/år i 2010 til 14 PJ/år i 2030, kan det antages, at forbruget af halm til energiformål ikke vil nå i nærheden af mængden af overskudshalm inden for de næste 20 år.

Såfremt der etableres grundlag for produktion af 2 generations biobrændsel i Danmark kan der herved opstå en vis efterspørgsel af halm. I denne rapport forventes imidlertid, at dette ikke vil få væsentlig betydning for mængden af overskudshalm til rådighed for anden energiproduktion inden 2030.

I Energistyrelsens forrige fremskrivning forventedes halmprisen at stige med 1,3 % p.a. i perioden 2010 – 2030, svarende til halvdelen af udviklingen for korn. I mellemtiden har el-selskaberne meldt ud, at de i vid udstrækning ønsker at erstatte halm med træpiller. Det er derfor sandsynligt, at prisforholdet mellem halm og træflis vil ændres fremadrettet, til ugunst for halmleverandørerne. I denne rapport er det derfor antaget at halmprisens stigning vil udgøre ca. 2/3 af prisstigningen på træflis. Hermed er halmprisens stigning fastlagt til 1,0 % p.a.

Denne prisudvikling gælder for både kraftværker og fjernvarmeselskaber.

## 6 Transportomkostninger

I international handel (via skibe) benyttes især to slags priser, FOB og CIF:

- FOB (Free on Board eller Freight on Board) er prisen for varen ved udskibningshavn, efter den er lastet. I en kontrakt angives navnet på havnen, fx 'FOB Tallinn'.
- CIF (Cost, Insurance and Freight) er prisen for varen ved ankomsthavn, før den losses fra skibet. Også her angives navnet på havnen, fx 'CIF Fredericia'. I dette notat benyttes CIF for en hvilken som helst dansk havn. CIF = FOB + fragt + forsikring.

De samfundsøkonomiske priser på forbrugsstedet opgøres som priserne ab leverandør tillagt indenlandske distributionsomkostninger. Der anvendes følgende definitioner:

Leverandør:	For indenlandske brændsler er en leverandør lig med en producent, fx en landbrugsbedrift, en skov eller en træpille fabrik. For importerede brændsler er leverandør lig med havn eller nationalgrænse (altså ikke den udenlandske leverandør).
Ab leverandør:	Brændslet er klar til afhentning. For dansk træflis betyder dette afhentning ved offentlig vej. For brændsler, der importeres via havn, er prisen lig med CIF prisen tillagt vareafgift plus omkostninger til losning, vejning, spedition og håndtering (intern transport). For kraftværker med egen havn skal brændslet være lossat og ligge på brændselslager.
An forbrugssted:	Brændslet befinder sig i forbrugsstedets brændselslager.
Transporttillæg:	Dette indeholder samtlige omkostninger ved at bringe brændslet fra 'ab leverandør' til 'an forbrugssted'.

Den primære hensigt med disse definitioner er at skabe parallelitet mellem 'ab producent' (indenlandsk brændsel) og 'ab havn' (importeret brændsel), således at der kan benyttes samme indenlandsk transporttillæg.

### 6.1 International skibsfragt

Omkostningerne til skibsfragt afhænger i høj grad af, hvorfra biomassen kommer og i hvor store skibe det fragtes. I et speciale udarbejdet på DTU i 2010 (Ravn og Engstrøm) fremgår det, at træpiller, der transporteres indenfor Europa, typisk fragtes i skibe der kan laste omkring 5.000 tons, men at der

foregår transporter på op til 12.000 tons på de lange distancer. Kapaciteten på skibe, der krydser Atlanten, har til gengæld en kapacitet på op til 25.000 tons. Hvor store skibe, der kan modtages i de enkelte havne, afhænger især af havdybden. I Danmark kan i visse havne kun modtages mindre skibe på op til 10.000 tons (se Bilag 2). Derfor må træpiller, der fragtes over Atlanten, i nogle tilfælde omlastes til mindre skibe i Rotterdam, før de sejles videre til Danmark (Ravn og Engstrøm, 2010).

I nævnte speciale oplyser en kilde fra Dong Energy nogle konkrete priseksempler på træpilletransport til Danmark. Disse fremgår af tabellen nedenfor.

Transportomkostninger	kr./ton	kr./GJ
<b>Fra Canada</b>	244-259	14-15
<b>Fra Brasilien</b>	259	15
<b>Fra Baltikum</b>	52-74	3-4

Tabel 24: Transportomkostninger for træpiller leveret til Danmark. Kilde: Dong Energy (Ravn og Engstrøm, 2010).

En australsk kilde, Stephen Addicott, Forest Business Manager i Willmott Forests oplyser, at prisen for at sejle træpiller fra Australien til Rotterdam 320 kr./ton eller 18 kr./GJ (Addicott, 2010).

I en præsentation fra juli 2010 af Direktør for Wood Pellet Association of Canada, Gordon Murray, fremgår nedenstående CIF priser for levering af træpiller fra Canada til Rotterdam (se Tabel 25).

Omkostninger	kr./ton	kr./GJ
Fibre	215	12
Konvertering	295	17
Transport til havn	188	11
Skib til Europa	295	17
<b>Totale omkostninger</b>	<b>993</b>	<b>57</b>

Tabel 25: Omkostninger ved levering af træpiller fra Canada til Rotterdam (Murray 2010).

Som det fremgår af neddelingen af leveringsprisen, ligger selve skibstransporten fra Canada til Rotterdam sig tæt op af de øvrige kilders udsagn, nemlig 17 kr./GJ. Afhængigt af hvor pillefabrikken befinder sig i afsenderlandet, skal der dog påregnes en transport fra fabrik til havn, som i dette tilfælde beløber sig til 11 kr./GJ. I Canada er flere af de store træpilleproducenter naturligt placeret i nærheden af store skovområder og

træindustrier, som fx ved Prince George i British Columbia, hvor der er 700 - 800 km. til udskibningshavn i enten Prince Rupert eller Vancouver.

Omkostningen til at sejle træflis fra Baltikum til Danmark er ca. 60 kr./ton (2002 prisniveau), svarende til ca. 7,3 kr./GJ i 2009 prisniveau (Cowi, 2003).

Nogle observatører venter et fald i fragtraterne de næste 10-15 år, specielt de næste 5 år, grundet en betydelig vækst i bygningen af nye skibe. Balancen mellem udbud og efterspørgsel på skibe er cyklisk, og de nuværende høje fragtrater kan forventes at føre til overforsyning af transportkapacitet.

Eksempel på påvirkning af udbudsprisen:

Transport af biomasse

Ved en stigning i efterspørgsel globalt, og især en stigning i international handel med træpiller, vil der være et stigende behov for skibe til at transportere træpiller. Der er i dag kun et begrænset antal skibe, som effektivt kan transportere træpiller, og der kan hurtigt være efterspørgsel efter flere skibe, end der er til rådighed. Dette vil være med til at presse priserne på transportomkostninger op.

For at undgå at et stigende internationalt marked for træpiller vil betyde stigende priser til transport, er der behov for:

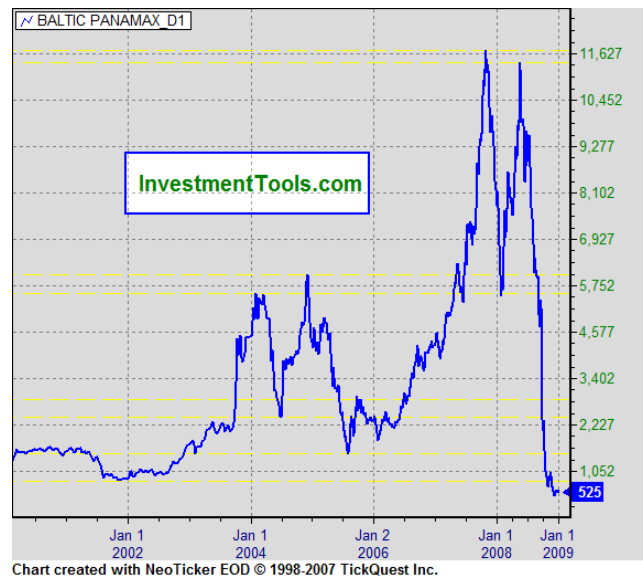
- At udbygge havnefaciliteter i nogle af eksportlandene, hvor der i dag er begrænset kapacitet.
- At der bygges flere nye, store skibe til transport af træpiller.

Hertil kommer, at træpiller udgør en ubetydelig del af international skibsfragt, og at fragtpriiserne på træpiller derfor er meget afhængige af den generelle udvikling i fragtraterne, herunder i hvilken udstrækning de pågældende skibe er nødt til at sejle (delvist) tomme retur efter at have lodset træpillerne.

I 2007 var fragtraterne meget høje; 2-3 gange niveauet i 2004. Dette skyldtes især den voldsomme økonomiske vækst i Kina samt flere andre asiatiske lande (Baltic Exchange Panamax Index, 2010). I anden halvdel af 2008 faldt raterne til niveauet omkring 2005-2006.

Nedenstående figur illustrerer de meget voldsomme udsving, der har været i fragt-raterne siden 2003:





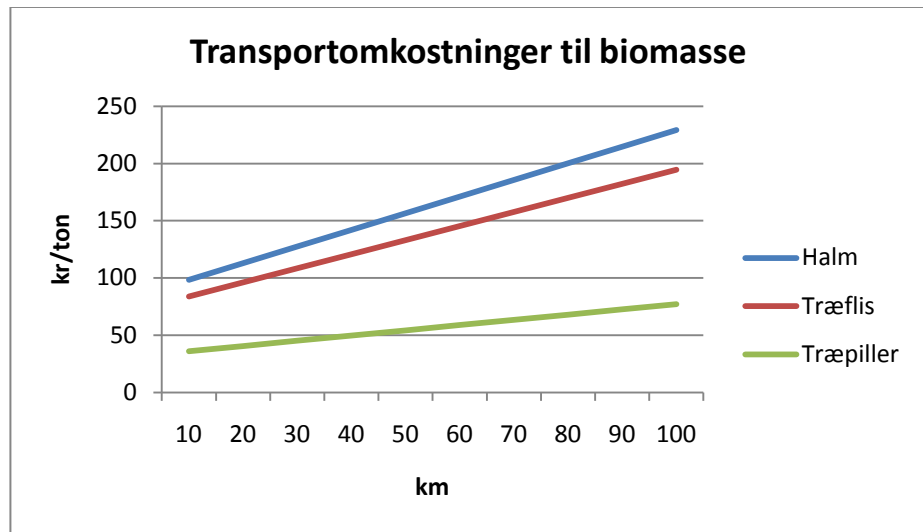
Figur 13: Prisindex for fragtrater på Panamax skibe, startende med index = 1000 i januar 1985 (Baltic Exchange Panamax Index, 2010).

Til nærværende rapport er det antaget, at internationale fragtrater holder sig på nuværende niveau, uanset flere forhold kan bidrage til at presse raterne i vejret, både på kort og mellemlang sigt (fortsat kraftig økonomisk vækst i Asien og Sydamerika) og på lang sigt (krav til nedsat brændstofforbrug øger omkostningerne).

## 6.2 Dagens indenlandske transportomkostninger

### Generelt

I Pellets@las rapporten "Logistic management of wood pellets" (2009) er biomasse transportomkostninger angivet som funktion af biomassens densitet og transportafstand. I figuren nedenfor er data omregnet til de tre former for biomasse, der i fokus for nærværende notat (pris i kr./ton som funktion af afstand i km):



Figur 14: Transportomkostninger til halm, træflis og træpiller (EUBIA, 2009).

## Halm

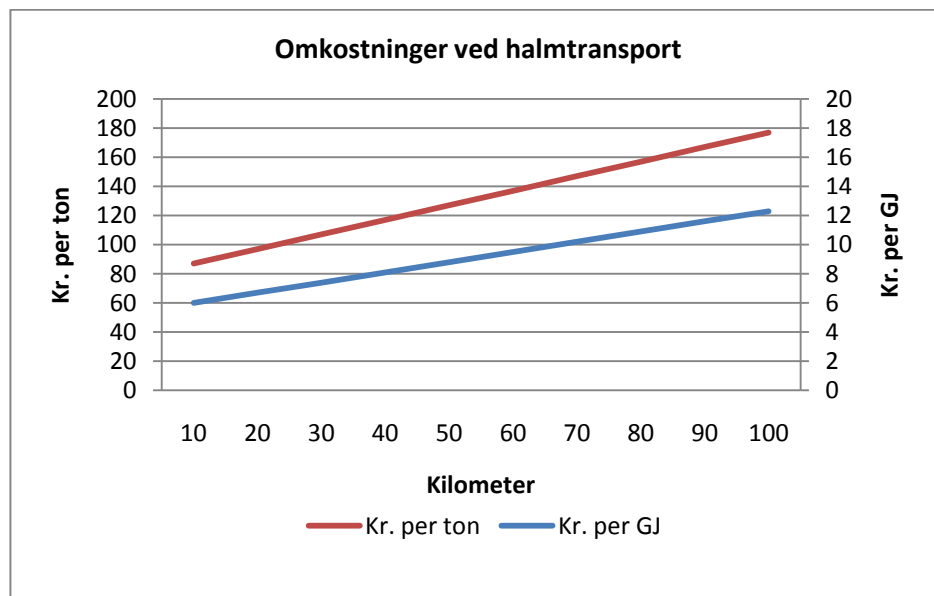
Transport af halm må som tidligere nævnt ofte betragtes som et regionalt anliggende primært indenfor Danmarks grænser. Der kan ikke siges noget entydigt om, over hvor store afstande halm transporteres i dag. Ifølge Danske Halmleverandører henter de små værker typisk halmen lokalt indenfor en radius af ca. 30 km, mens de store værker, som fx Avedøreværket og Fynsværket, henter det fra langt større afstande. Således opkøber Avedøreværket halm fra fx Lolland, mens Fynsværket får halm leveret helt fra Århusområdet. Der er også eksempler på halmleverandører, der transporterer halm fra Jylland til Sjælland (Holst, 2010a).

Halmen transporteres på lastbil specielt bygget til halmtransport med 24 baller pr læs. Hver halmballe vejer mellem 500-600 kg pr. stk., hvilket vil sige at en typisk transport kan laste 12-14 tons (Holst, 2010b).

Dong Energy og Fødevareøkonomisk Institut har tidligere samstemmigt estimeret, at prisen for transport af halm er cirka 6-7 kr./GJ. Vi regner i denne rapport med 6 kr./GJ svarende til 87 kr./ton. Dette gælder for de første 10 kilometer i lastbil.

Omkostningen til transport af halm angives af DONG Energy som et grundbeløb på 8-9 øre/kg svarende til ca. 6 kr./GJ for de første 10 km, hvorefter transportprisen stiger lineært med afstanden med 1 øre/10 km/kg svarende til ca. 0,7 kr./GJ/10km. Det vurderes, at gennemsnitsafstanden er ca. 50 km fra landmand til værk i Østdanmark og ca. 30 km i Vestdanmark.

Afstanden afhænger bl.a. af den mængde, der skal transporteres. Som eksempel er gennemsnitsafstanden omkring 75 km for Avedøreværket, som aftager meget store mængder.



Figur 15: Omkostninger ved halmtransport. Kilde: DONG Energy, 2003.

Transport af halm frem til varmegærker foregår i større stil af landmanden selv end tilfældet er for levering til kraftværker. Herved bliver omkostningerne til transport frem til varmegærket lavere. Fødevareøkonomisk Institut har opgjort, at læsning og transport samlet set koster 7 kr./GJ. Det vurderes, at læsning udgør ca. 2 kr./GJ, og transport udgør 5 kr./GJ i gennemsnit til varmegærker (Fødevareøkonomisk Institut, 2003.).

Transportomkostningen for halm afhænger således af transportafstanden mellem mark og kraftvarmegærk. På den baggrund har Boldt (2009) for Energistyrelsen vurderet, at transportomkostninger til mindre varme- og kraftvarmegærker er 8,7 kr./GJ, mens de er 12,9 kr./GJ til større kraftvarmegærker.

Med en halmpris på 37,8 kr./GJ til et decentralt fjernvarmegærk (prognose for 2010 ifølge Energistyrelsen, 2010) udgør transportomkostningerne ved en transport på 50 km således cirka 23 % af den samlede halmpris ved levering til værk.

Omkostningerne til halmtransport bekræftes af Thomas Holst fra Landbrug & Fødevarer, som også er sekretær for danske Halmleverandører (Holst, 2010b).

Sammenfattende betyder dette, at der kan benyttes samme transportomkostninger som i Energistyrelsens seneste fremskrivning (2010), blot opdateret til 2009 prisniveau:

Kraftværker: 13 kr./GJ  
Fjernvarmeværker: 9 kr./GJ

### **Træflis**

Transportomkostningen ved lastbiltransport fra mellemlager eller produktionssted i Danmark typisk udgør 35-50 kr./ton. Dette svarer til i alt 9,8-11,6 kr./GJ (2009 priser) i middel ca. 11 kr./GJ for transport af dansk produceret træflis (Cowi, 2003).

### **Træpiller**

Fragt med bil til et varmeværk afhænger af afstanden, jf. figur 14. Af denne figur fremgår, at transportprisen for træpiller for afstande mellem 30 og 60 km er ca. 40 % af transportprisen for træflis. På dette grundlag sættes den gennemsnitlige pris for transport af træpiller til 40 % af 10,7 kr/GJ, afrundet til 4 kr/GJ.

Omkostningen til indenlandsk transport af træpiller til forbrugere er anslået på anden vis (her 2010):

- CIF-prisen for industri-piller er lig med prisen an kraftværk, dvs. 66 kr./GJ (jf. kapitel 4).
- Merprisen for konsum-piller er anslået til 10 kr./GJ (jf. afsnit 3.2), hvilket betyder, at CIF-prisen for konsum-piller er 76 kr./GJ.
- Salgsprisen for konsum-piller, løs vægt, er vurderet til 100 kr./GJ (jf. kapitel 4).
- Den samlede omkostning til transport og avance vil således være  $100 - 76 = 24$  kr./GJ.

### **Energipil**

Der antages samme transportomkostninger som for træflis.

## **6.3 Fremtidens indenlandske transportomkostninger**

Transportomkostningerne opdeles i en olie-afhængig komponent og en ikke-olieafhængig komponent. Den ikke-olieafhængige komponent antages at følge den almindelige inflation, dvs. konstant i faste priser.

Den olie-afhængige komponent antages at følge udviklingen på prisen af dieselolie, eftersom det meste energiforbrug foregår som diesel i køretøjer (høst og transport).

Der benyttes samme andele som i Energistyrelsens seneste notat om "Fremtidige priser på biomasse til energiformål" (januar, 2009), hvilket vil sige, at den olie-afhængige andel af de samlede omkostninger til transport og avance udgør:

Halm: 2,3 %.

Træflis: 3,7 %.

Træpiller: 3,6 %.

Disse andele af transportomkostningerne justeres direkte proportionalt i forhold til ændringer i olieprisen.

## 7 Fremskrivning af biomassepriser

De resulterende priser baseret på fremskrivninger af produktionsomkostninger i kapitel 5 og transportpriser i kapitel 6 fremgår af nedenstående tabel. Argumentation for prisudviklingen findes i de forrige kapitler.

Samfundsøkonomiske brændselspriser i kr./GJ, 2009 prisniveau									
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2020	2025	2030
<b>Halm</b>									
Ab leverandør	26,0	26,3	26,5	26,8	27,1	27,3	28,7	30,2	31,7
Transport til kraftværk	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,1	13,1	13,1
Transport til fjernvarmeværk	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,1	9,1	9,1
An kraftværk	39,0	39,3	39,5	39,8	40,1	40,4	41,8	43,3	44,8
An fjernvarmeværk	35,0	35,3	35,5	35,8	36,1	36,4	37,8	39,3	40,8
<b>Træflis</b>									
Ab dansk skov	33,0	33,5	34,0	34,5	35,0	35,6	38,3	41,3	44,4
Transport til fjernvarmeværk	11,0	11,0	11,0	11,1	11,1	11,1	11,1	11,2	11,2
An kraftværk	44,0	44,5	45,0	45,6	46,1	46,6	49,4	52,4	55,6
An fjernvarmeværk	44,0	44,5	45,0	45,6	46,1	46,6	49,4	52,4	55,6
<b>Træpiller (industri)</b>									
Ab leverandør	66,0	66,5	67,0	67,5	68,0	68,5	71,0	73,5	76,0
Transport til kraftværk	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Transport til fjernvarmeværk	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,1	4,1
An kraftværk	66,0	66,5	67,0	67,5	68,0	68,5	71,0	73,5	76,0
An fjernvarmeværk	70,0	70,5	71,0	71,5	72,0	72,5	75,0	77,6	80,1
<b>Træpiller (konsum)</b>									
Ab leverandør	76,0	76,5	77,0	77,5	78,0	78,5	81,0	83,5	86,0
Transport til forbruger	24,0	24,0	24,1	24,1	24,1	24,2	24,3	24,4	24,4
An forbruger	100,0	100,5	101,1	101,6	102,1	102,7	105,3	107,9	110,4
<b>Energiafgrøder (pil)</b>									
Ab leverandør	28,6	29,0	29,5	30,0	30,4	30,9	33,4	36,0	38,9
Transport til kraftværk	11,0	11,0	11,0	11,1	11,1	11,1	11,1	11,2	11,2
Transport til fjernvarmeværk	11,0	11,0	11,0	11,1	11,1	11,1	11,1	11,2	11,2
An kraftværk	39,6	40,1	40,5	41,0	41,5	42,0	44,5	47,2	50,1
An fjernvarmeværk	39,6	40,1	40,5	41,0	41,5	42,0	44,5	47,2	50,1

## 8 Referencer

AgroTech (2010): *"Følsomhedsanalyser for driftsøkonomi ved dyrkning af energipil"*, AgroTech, december 2010

Addicot, 2010: Personlig korrespondance med Stephen Addicot, Forest Business Manager i Willmott Forests, juni 2010.

Cowi (2003): *"Samfundsøkonomiske priser for ikke-fossile brændsler på forbrugsstedet"*, Cowi for Energistyrelsen, september 2003

Dansk Fjernvarme (2010): *"Brændselsprisstatistik 2. kvartal 2010"* (regneark, fortroligt).

Danmarks statistik (2010): [www.dst.dk](http://www.dst.dk)

Dansk Landbrugsrådgivning (2005): *"Prisen på halm til kraftvarme?"*, februar 2005.

DIR 2009/28/EF: EU's VE-Direktiv 2009/28/EF af 23. april 2009

EEA (2003): *"How much bioenergy can Europe produce without harming the environment"*, EEA, juni 2006

ECN (2010): *"Renewable Energy Projections as Published in the National Renewable Energy Action Plans of the European Member States"*, Energy research Center of the Netherlands, September, 2010.

ENS (2010a): *"Danmarks Energifremskrivning 2010"*, Energistyrelsen, april 2010.

ENS (2010b): *Forudsætninger for samfundsøkonomiske analyser på energiområdet*. Energistyrelsen, april 2010.

ENS (2010c): *"Energistatistik 2009"*, Energistyrelsen, 2010

ENS/Energinet.dk (2010): *Technology data for Energy Plants"*, Energistyrelsen og Energinet.dk, juni 2010.

EUBIA (2010): European Biomass Industry Association.

<http://www.eubia.org/191.0.html>

EUBIA (2009): "Logistic management of wood pellets: data collection on transportation, storage and delivery management". European Biomass Industry Association, oktober 2009.

FAO (2009): "*State of the World's Forests 2009*", United Nations Food and Agriculture Organization (FAO), 2009.

Fødevarerøkonomisk Institut (2010): "*Økonomiske analyser for landbruget af omkostningseffektive klimatiltag*", Fødevarerøkonomisk Institut, Rapport nr. 205, 2010

HedeDanmark (2009): "*Markedet for træflis i Danmark*". Materiale til Det Energipolitiske Udvalg. Oktober 2009

Holst (2010a): Telefon interview med Thomas Holst, Landbrug & Fødevarer, januar 2010

Holst (2010b): E-mail korrespondance med Thomas Holst, Landbrug & fødevarer, 25. oktober 2010.

IFIA (2008): "*Long-term outlook for timber prices in the US south, Pacific Northwest and new Zealand*", International Forestry Investment Advisors. Fortrolig rapport, juni 2008.

Junginger (2009): "International pellet trade. Results of the Pellets@tlas project". Presentation at closing meeting, Brussels, 18 November 2009.

Klimakommissionen (2010). "*GRØN ENERGI - vejen mod et dansk energisystem uden fossile brændsler. Dokumentationsdelen til Klimakommissionens samlede rapport*". Klimakommissionen, september 2010.

Mantau et al. (2010): mantau, U. et al: "*EUWood – Real potential for changes in growth and use of EU forests*". Final report. Hamburg, Germany, juni 2010.

Murray (2010): "*Canadian Wood Pellet Industry Overview*", Gordon Murray, Executive Director of Wood Pellet Association of Canada, presentation from July 19, 2010.



Obernberger & Thek (2010): *“The Pellet Handbook”*. Ingwald Obernberger og Gerold Thek for IEA Bioenergy, 2010.

OECD/IEA (2010): *“World Energy Outlook 2010”*.

Pellets@las (2010): <http://www.pelletsatlas.info/>

Porsö (2010): *“The effect of new raw materials on pellet prices”*. Charlotta Porsö, SLU Institut for energy og tektik, Swedish University of Agricultural Sciences, 2010.

Ravn og Engstrøm (2010): *Modelling of wood pellet production and distribution for energy consumption*. Anne Ravn og Stine Panzer Engstrøm, DTU, 2010.

Södra, European Climate Foundation, Sveaskog, Vattenfall (2010): *Biomass for heat and power – opportunity and economics*. 2010.

## Bilag 1: Om bæredygtighed

Dette bilag belyser spørgsmål vedrørende biomasse og bæredygtighed, med formålet at kunne belyse følgende aspekter:

- Spørgsmål omkring bæredygtighed af den anvendte biomasse
- CO<sub>2</sub>-emission fra biomasse (er den nul?)
- Krav til producenter
- Hvordan påvirkes tilgængelige mængder af krav om bæredygtighed?

I de seneste 20-30 år er der kommet fokus på at skovbrug og landbrug skal foregå på en bæredygtig måde. Ønsket om bæredygtighed er især fremkommet på baggrund af, at øget efterspørgsel efter landbrugsjord og tropiske træprodukter har medført gigantiske tab af skovområder i de tropiske egne. Andre skovområder omlægges til egentlig plantagedrift, og der er bekymring for, at moderne landbrug visse steder udpiner jorden og skader biodiversiteten.

De emner der drøftes er især:

- Biodiversitet
- Tab af skov
- Lokale effekter for miljø og økonomi
- Menneskerettigheder, rettigheder for oprindelige folk
- Arbejdsbetingelser

Med debatten omkring biobrændsler i de allerseneste år er kravet om bæredygtighed og certificering optrappet. I arbejdet med EU målsætningen om 10 % VE i transportsektoren blev der rejst berettiget tvivl om den faktiske CO<sub>2</sub> effekt af at skifte fra benzin og diesel til ethanol og biodiesel. Samtidig oplevede verden stigende fødevarerpriser, herunder stigende priser på sukker og majs, der er foretrukne råvarer for produktion af bioethanol i Brasilien og USA.

Denne udvikling har føjet to nye elementer til debatten om bæredygtig biomasse til energiformål:

- Konkurrence med fødevarer
- Udledning af CO<sub>2</sub> (Klimagasser)

## **VE direktivet (2009/28/EF)**

Efter flere års debat og udredningsarbejde blev direktivet om fremme af anvendelsen af energi fra vedvarende energikilder endeligt fremlagt i april 2009. Direktivet er en del af EU's klimapakke og formålet er at øge andelen af vedvarende energikilder i EU's samlede energiforbrug til 20 % i 2020. Som en del af direktivet er der krav om oprindelsesgaranti for VE baseret el, varme og køling (artikel 15) samt bæredygtighedskriterier for flydende biobrændstoffer (Artikel 17). Endelig omhandler direktivet kontrolforanstaltninger (certificering) i artikel 18.

I direktivets bilag V er der fremlagt regler for beregning af drivhusgaseffekten af forskellige biobrændsler og referencebrændsler. Biobrændstoffer, der ikke overholder bæredygtighedskriterierne, kan ikke indgå i landenes opfyldelse af deres VE målsætning.

### **Direktivets bæredygtighedskriterier for flydende biobrændstoffer**

En betydelig del af de flydende biobrændstoffer der forventes at bidrage til transportsektorens VE målsætning på 10 % i 2020, påregnes at hidrøre fra lande udenfor EU, herunder især udviklingslande. Dette har skabt bekymring for om øget rydning af oprindelig skov i disse lande kan henføres til EU's VE målsætninger. Endvidere har der været rejst tvivl om den faktiske besparelse i drivhusgasemission ved anvendelse af visse typer biomasser og ved ineffektive processer. På den baggrund er følgende kriterier opstillet:

1. Besparelsen i drivhusgasemissionen skal være mindst 35 % (mindst 50 % fra januar 2017 og 60 % fra nye anlæg efter januar 2018).
2. Biomassen må ikke stamme fra arealer med høj biodiversitetsværdi, herunder:
  - a. Primærskov og skov hvor der ikke er klare synlige tegn på menneskelig aktivitet
  - b. Naturbeskyttelsesområder og områder til beskyttelse af sjældne, truede eller udryddelsestruede økosystemer eller arter.
  - c. Græsarealer med høj biodiversitet. Herunder både naturlige arealer samt arealer der er ikke-naturlige (græsarealer, der ville ophøre med at være græsarealer uden menneskelig intervention, og som er artsrige og ikke nedbrudte, medmindre det dokumenteres, at det er nødvendigt at høste råmaterialet for at bevare deres status som græsarealer.)
3. Biomassen må ikke stamme fra arealer med stort kulstoflager i januar 2008, hvis ikke de fortsat har denne status. Herunder:

- a. Vådområder
  - b. Sammenhængende skovarealer (Træbevoksede arealer på over 1 ha).
4. Biomassen må ikke stamme fra arealer, der var tørvebundsarealer i januar 2008, medmindre det dokumenteres at afvanding ikke forekommer.
  5. Biobrændsler, der baseres på landbrugsråvarer skal være i overensstemmelse med forordningen om landbrugsstøtteregele.

For at opnå godkendelse af de anvendte biobrændstoffer til at opfylde direktivets VE mål, skal aktørerne dokumentere at bæredygtighedskriterierne er opfyldt. Kommissionen aflægger rapport i 2010 og 2012 om de anvendte verifikationsmetoder.

Kommissionen aflægger i øvrigt hvert andet år rapport om overholdelse af kriterierne m.v. Den første rapport forelægges i 2012.

### **Faste biobrændsler**

Langt hovedparten af faste biobrændsler til energiformål i EU landene er baseret på direkte eller indirekte restprodukter fra skov- og landbrug indenfor EU. Med den store forventede vækst i efterspørgslen fra energisektoren, er der dog udtrykt bekymring for om dette vil ændre dyrkningsmetoder – herunder ved at en (for) stor del af materiale fra udtyndinger m.v. fjernes fra skoven. I ekstreme tilfælde kan den samlede vedmasse mindskes, idet yngre træer får større værdi. Dette kan have negative effekter på CO<sub>2</sub> og på biodiversitet.

Da faste biobrændsler som ovenfor nævnt primært forventes at hidrøre fra EU landene, har der ikke på samme måde som ved flydende biobrændsler været behov for at opstille bæredygtighedskriterier. Det har været anført fra forskellige aktører, at landenes nationale regler samt eksisterende certificeringsordninger var tilstrækkelig sikring af bæredygtighed for faste biobrændsler.

I henhold til VE direktivet skulle kommissionen senest december 2009 fremlægge en rapport om *"En bæredygtighedsordning for energianvendelser af biomasse, bortset fra biobrændstoffer og flydende biobrændsler"*.

## **Kommissionens rapport om bæredygtighedskrav for biobrændsler til el- varme og køling**

Kommissionen fremlagde ovennævnte rapport 25. februar 2010. Rapporten drøfter forskellige emner for bæredygtighed og fremlægger forslag til kriterier som kan anvendes af medlemsstaterne.

I pressemeddelelsen fra fremlæggelsen kunne bl.a. læses:

In the absence of harmonized rules at EU level, Member States are free to put in place their own national schemes for solid and gaseous biomass used in electricity, heating and cooling. The report provides recommendations for Member States to follow similar patterns and most importantly to be guided by the sustainability criteria explained in the report. In this way, it will be possible to minimize the risk of the development of varied and possibly incompatible criteria at national level, leading to barriers to trade and limiting the growth of the bio-energy sector.

The recommended criteria relate to:

- (a) a general prohibition on the use of biomass from land converted from forest, other high carbon stock areas and highly biodiverse areas;
- (b) a common greenhouse gas calculation methodology which could be used to ensure that minimum greenhouse gas savings from biomass are at least 35% (rising to 50% in 2017 and 60% in 2018 for new installations) compared to the EU's fossil energy mix;
- (c) the differentiation of national support schemes in favour of installations that achieve high energy conversion efficiencies; and
- (d) monitoring of the origin of biomass.

It is also recommended not to apply sustainability criteria to wastes, as these must already fulfill environmental rules in accordance with waste legislation at national and at European level, and that the sustainability requirements should apply to larger energy producers of 1 MW thermal or 1MW electrical capacity or above.

Under the Renewable Energy Directive, Member States must submit National Renewable Energy Action Plans in June 2010. These will be a key tool for identifying the EU's ambitions for exploiting its biomass potentials, whether in electricity, heating or transport. Following the submission of these plans and analysis of emerging national schemes, the Commission will consider in 2011 whether additional measures such as common sustainability criteria at EU level would be appropriate.

*Figur 16: Uddrag fra pressemeddelelse ved udgivelse af kommissionens rapport om bæredygtighedskrav for biobrændsler til el- varme og køling, 25. februar 2010.*

Hermed lægges op til at der grundlæggende anvendes samme kriterier som indgår i VE-direktivets artikel 17. Kommissionen anbefaler endvidere, at medlemsstaterne nøje følger og registrerer oprindelsen for den biomasse som anvendes til energiformål, og at disse oplysninger tilgår kommissionen.

I bilag II til rapporten er der fremlagt en liste over det beregningsmæssige CO<sub>2</sub> indhold i forskellige biomasser, efter samme retningslinier som indgår i selve VE direktivet, baseret på en LCA metodik. Bilag 2 fra EU rapporten er vist i nedenstående tabel.

Primary solid and gaseous biomass pathways	Typical greenhouse gas emissions (gCO <sub>2eq</sub> /MJ)	Default greenhouse gas emissions (gCO <sub>2eq</sub> /MJ)
Wood chips from forest residues (European temperate continental forest)	1	1
Wood chips from forest residues (tropical and subtropical forest)	21	25
Wood chips from short rotation forestry (European temperate continental forest)	3	4
Wood chips short rotation forestry (tropical and subtropical e.g. eucalyptus)	24	28
Wood briquettes or pellets from forest residues (European temperate continental forest) – using wood as process fuel	2	2
Wood briquettes or pellets from forest residues (tropical or subtropical forest) – using natural gas as process fuel	17	20
Wood briquettes or pellets from forest residues (tropical or subtropical forest) – using wood as process fuel	15	17
Wood briquettes or pellets from forest residues (European temperate continental forest) – using natural gas as process fuel	30	35
Wood briquettes or pellets from short rotation forestry (European temperate continental forest) – using wood as process fuel	4	4
Wood briquettes or pellets from short rotation forestry (European temperate continental forest) – using natural gas as process fuel	19	22
Wood briquettes or pellets from short rotation forestry (tropical and sub-tropical e.g. eucalyptus) – wood as process fuel	18	22

*Tabel 26: Liste over det beregningsmæssige CO<sub>2</sub> indhold i forskellige biomasser. 'Typical and default values for solid and gaseous biomass if produced with no net carbon emissions land use change.' Fra bilag 2 fra Kommissionens rapport om faste biobrændsler*

## **Overblik over eksisterende certificeringsordninger**

Der eksisterer en lang række certificeringsordninger, som omhandler bæredygtighedskriterier for biomasse og certificerer at biomassen – eller biomassebaserede produkter – hidrører fra bæredygtigt skovbrug. Ordningerne certificerer, at en skov dyrkes bæredygtigt indenfor en række kriterier, dog ikke fokus på udledning af klimagasser. Eksempler på sådanne ordninger er:

- PEFC (Programme for the Endorsement of Forest Certification Schemes)
- FSC (Forest Stewardship Council)

Andre ordninger er etableret for at certificere, at el og varmeproduktion fra biomasse er bæredygtig.

## **Konklusioner og anbefalinger**

Inden for bæredygtighed af faste biobrændsler peger EU rapporten på følgende konklusioner og anbefalinger:

- Hvis der er tale om restprodukter fra skovbrug og landbrug i EU lande er man "på den sikre side". Sådanne restprodukter fra lande udenfor EU (især udviklingslande) er usikre, idet der kan være tale om produkter der bidrager til ikke-bæredygtig skovdrift. Lokale certificeringsordninger er ikke altid en garanti.
- Hvis der ikke er tale om restprodukter, eller hvis biomassen kommer fra lande udenfor EU, kan der opstå særlig usikkerhed om bæredygtighed, herunder konkurrence med fødevarer, biodiversitet og CO<sub>2</sub> effekt. I disse tilfælde vil anbefalingerne fra Kommissionens rapport om bæredygtighedskrav for biobrændsler til el- varme og køling være en god rettesnor.

Omkring bæredygtighed har rapporten følgende anbefalinger til aftagere af biomasse:

- Markere, at kontrol af bæredygtighed og certificering bør håndteres af EU eller af den danske stat gennem bindende kriterier, således at producenter ikke kan spille forskellige aftagere ud mod hinanden.
- Spille proaktivt ind i debatten som ansvarlig aftager af biomassebaseret varme.
- Kræve at biobrændsler, der anvendes i kraftværkerne, er oprindelsesdokumenteret, og som udgangspunkt lever op til Kommissionens anbefalinger. Ved anvendelse af restprodukter fra

tropisk skov bør der i særlig grad lægges vægt på certificering af bæredygtighed.

- Anmode produktionsselskabet om data vedr. det fossile energiforbrug ved evt. tørring af brændslet.
- Men ikke på nuværende tidspunkt kræve en bestemt certificeringsordning af kraftværkerne. Dertil er der endnu for stor usikkerhed om de forskellige ordningers effekt.
- Drøfte med Energistyrelsen, hvordan de CO<sub>2</sub> emissionsfaktorer, der anbefales i Kommissionens rapport kan anvendes i praksis.
- I øvrigt fortsat følge med i debatten om bæredygtig anvendelse af biomasse.



## Bilag 2: Havnedybder ved danske kraftværker

I det følgende belyses havnefaciliteterne ved de centrale værker i Danmark og herunder muligheden for indsejling af biomasse. I dag har en række af værkerne egne havnefaciliteter, mens andre ligger i forbindelse med eksisterende havne. Flere værker modtager dog i dag deres brændsler på anden vis end skib - fx via lastbil eller rørføring.

### Reguleringen af skibsfart, naturområder mv.

Visse områder af de danske farvande, bl.a. ud for nogle de centrale værker, er reguleret af Søfartsstyrelsens "[Bekendtgørelse om forbud mod sejlads, ankring og fiskeri m.v. i visse områder i danske farvande](#)" pga. fx fare for eksplosion af udkastet ammunition og sprængstof.

Et eksempel herpå er området ud for Studstrupværket. Jf. bekendtgørelsens § 8, stk. 3, kan Søfartsstyrelsen på særlige betingelser tillade sejlads med skibe til Studstrupværket gennem en oprenset og afmærket sejlrende gennem forbudsområdet.

Desuden er der såkaldt lodspligt ved anløb af visse havne i henhold til "[Bekendtgørelse om anvendelse af lods](#)". I tilfælde af lodspligt skal skibsførerne rådgive sig med en lods<sup>15</sup>.

Yderligere reguleres visse områder nær de danske kraftværker af diverse miljø- og naturlovgivninger.

Det er således vigtigt at være opmærksom på, at der i en række tilfælde er andre forhold end de umiddelbare indsejlingsforhold (dybde, bredde og længde på kajanlæg), der er afgørende for anløbsmuligheden. Disse forhold er ikke udførligt belyst i det følgende.

### Amagerværket (AMV)

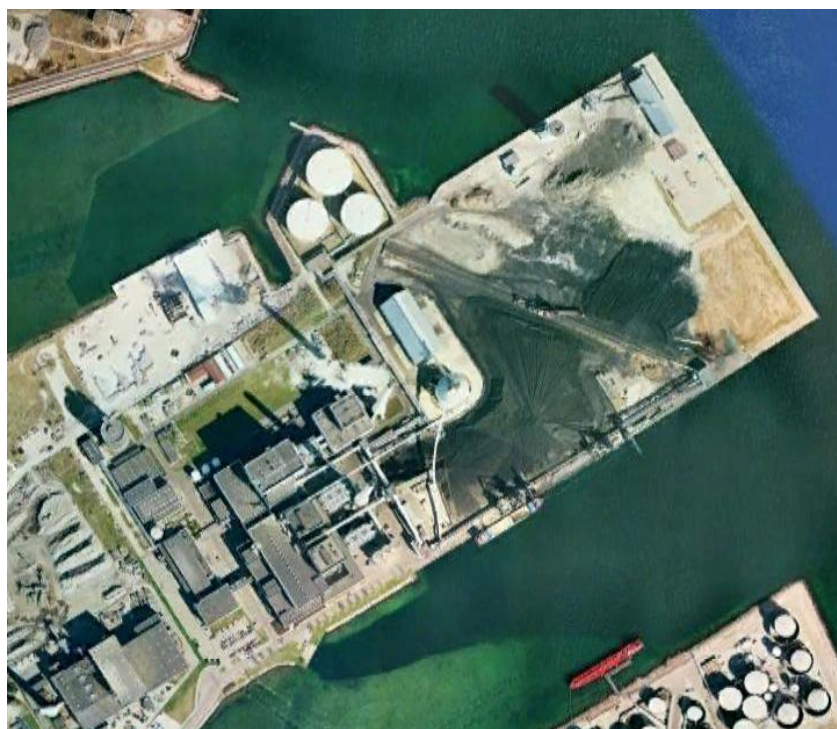
Værket generelt

Amagerværket er ejet af Vattenfall og ligger i København på den nordligste del af Amager. Værket fyrer i dag hovedsageligt med kul men også en væsentlig andel biomasse i form af halm- og træpiller. Olie anvendes til opstart.

---

<sup>15</sup> En lods er en farvandskendt navigatør, der vejleder skibe gennem vanskelige farvande og ved havneanløb.

Mulighed for anløb



Figur 17: Amagerværket set lodret oppefra i ca. 1,3 km højde. Nordøst for værket ses dets kulplads og i sydøst dets kaj anlæg. Kilde: Google 2010.

Kullet tilføres værket med kulpramme. Hver pram transporterer ca. 10.000 tons, som enten kommer fra kulterminalen ved Enstedværket eller direkte fra eksterne leverandører (Vattenfall 2010a).

Kaj anlægget ud for kulpladsen er ca. 520 m. lang, havnen er 12 m. dyb, mens indsejlingen er omtrent 240 m. bred. Muligheden for anløb til Amagerværkets Havn vurderes at være rigtig god.

### **Avedøreværket (AVV)**

Værket generelt

Avedøreværket ligger på Avedøre Holme syd for København. Værket benytter primært kul (på blok 1), men (blok 2) kan også fyre med mange forskellige former for brændsler, herunder naturgas, olie, halm og træpiller (DONG 2010b).

Avedøreværket har egen havn med kaj anlæg, der anvendes til losning af kul (kulpramme), olie og træpiller til værket samt til udskibning af gips og slagge (skibe).



Figur 18: Avedøreværket set lodret oppefra i ca. 1,36 km højde. Henholdsvis øst og sydøst for værkets ses dets kulplads og havn. Kilde: Google 2010.

Sejlrenden ind til værket er 7 m. dyb og 55 m. bred. Dybden i havnebassinet er 7 m. men 7,5 m. langs kulkajen, som er ca. 300 m. lang (KMS 2009a). Ifølge Panzer & Ravn (2010) kan værket modtage skibe, der transporterer 5.000 tons træpiller. Muligheden for anløb til Avedøreværkets Havn vurderes at være god.

### Asnæsværket (ASV)

Værket generelt

Asnæsværket ligger ved Kalundborg Fjord og anvender i dag kul som hovedbrændsel og olie som reservebrændsel.

Mulighed for anløb

Dybden i den 100 m. brede indsejlingsrende er 15 m. Havneanlægget består af en oliekaj med 9,5 m. vanddybde, en kulpier med 13,5 m vanddybde, en kulkaj med 9,5 m. vanddybde og en askekaj med 6,7 m. vanddybde.

De maksimale dybgang for anløb af Asnæsværkets Havn er 13,2 m. For de enkelte kajer er følgende maksimale mål gældende (KMS 2007):

Kulpier: Længde 290 m., bredde 45 m., dybgang 13,0 m.

Oliekaj: Længde 300 m., bredde 50 m., dybgang 9,2 m.

Kulkaj: Længde 200 m, dybgang 9,2 m.

Askekaj: Længde 120 m, dybgang 6,2 m.



Figur 19: Asnæsværket set lodret oppefra i ca. 1,22 km højde. Nord for værket ses dets kulplads omkranset af værket havnefaciliteter. Kilde: Google 2010.

Muligheden for anlæg af Asnæsværket vurderes at være rigtig god.

### **Esbjergværket (ESV)**

Værket generelt

Esbjergværket ligger ved havnen i Esbjerg i den sydøstlige ende. Værket anvender i dag primært kul og olie som supplerende brændsel.





Figur 20: Esbjergværket set lodret oppefra i ca. 1,38 km højde. Øst for værkets ses dets kulplads og stik syd kajanlægget. I det nordvestlige hjørne anes Søderhavn. Kilde: Google 2010.

Mulighed for anløb

Dybden i indsejlingen til Esbjerg Havn fra Nordsøen er ca. 10 m. og 200 m. i bredden. Ved besejling af Esbjergværket er den maksimale dybgang dog 9,3 m (KMS 2010). Muligheden for anløb af Esbjergværket vurderes at være god.

Værket generelt

### **Fynsværket (FV)**

Fynsværket ligger i det nordlige Odense ud til Odense Kanal. Værket fyrer i dag primært med kul men også en væsentlig andel halm.

Havnefaciliteter



Figur 21: Fynsværket set lodret oppefra i ca. 1,35 km højde. Nordøst for værkets ses dets kulplads og stik nord kaj anlægget ud til Odense Kanal. Kilde: Google 2010.

#### Mulighed for anløb

Indsejlingen til Odense kanal er 7,5-11 m. dyb og kanalen er på de smalleste steder 35-70 m. bred. Dybden ud for Fynsværket er 7,5 m.

De største skibe der kan besejle Fynsværket har en dybgang på 6,8 m. og en længde på 160 m. Ifølge Vattenfall (2010) sejles størstedelen af kullet til værket med kulpramme. Hver pram transporterer ca. 9.200 tons, som kommer fra kulterminalen ved Enstedværket nær Åbenrå. Muligheden for anløb af Fynsværket vurderes at være god.

#### Værket generelt

##### **H.C. Ørstedværket (HCØ)**

H. C. Ørstedværket ligger i Københavns Sydhavn og fyrer i dag hovedsageligt naturgas men også olie.

#### Havnefaciliteter



Figur 22: H.C. Ørstedværket set lodret oppefra i ca. 1,27 km højde. Nordøst for værkets ses Tømmergraven, mod øst og syd, Sydhavnen og i syd/sydvest ses Frederiksholmsløbet. Kanalen øst for værket er Belvederekanalen. Kilde: Google 2010.

Mulighed for anløb

H.C. Ørstedværket har i dag ingen brændselsrelaterede havnefaciliteter. En potentiel indsejling til værket skulle foregå via Kalvebodløbet fra Køge Bugt eller igennem Københavns Havn nordfra. Begge ruter har dybder på ned til ca. 3,5-4 m. (KMS 2008), hvorfor muligheden for anløb af værket anses for ringe.

**Svanemølleværket (SMV)**

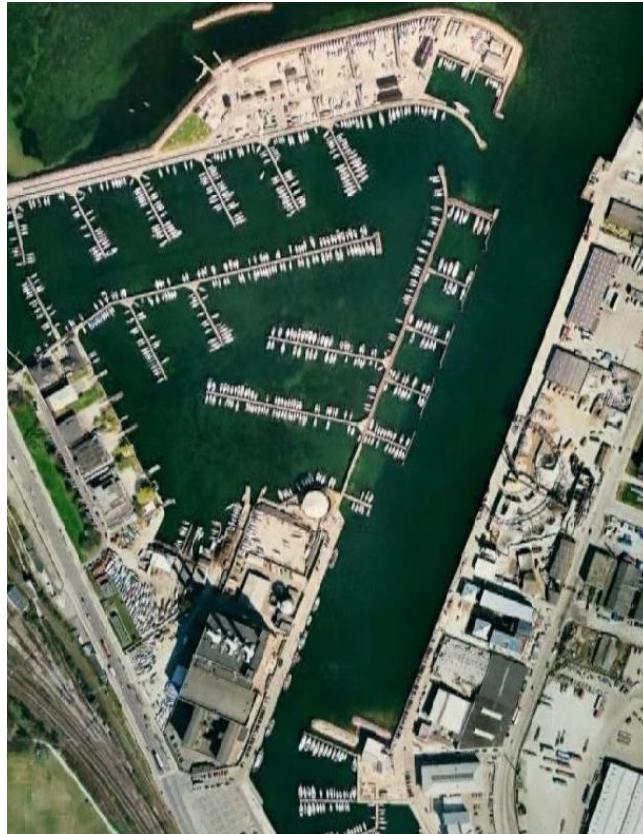
Værket generelt

Svanemølleværket ligger syd for Svanemøllehavnen i Københavns Nordhavn. Værket fyrer i dag med naturgas og olie.

Havnefaciliteter

Værket har i dag ingen brændselsrelaterede havnefaciliteter. Der findes dog en indsejling nordøst for værket til de omkringliggende lystbådehavne med en dybde på 6,3-6,7 m. (KMS 2010a).





Figur 23: Nederst ses Svanemølleværket lodret oppefra i ca. 1,3 km højde. Henholdsvis nord og sydøst for værket anes lystbådehavnene Svanemøllehavnen og Kalkbrænderihavnen. Fra øverste højre hjørne og ned mod værket ses Kalkbrænderiløbet og øst for en del af Nordhavnen. Kilde: Google 2010.

Bredde på indsejlingen er på det smalleste sted lidt over 80 m. Der forekommer dog en indsnævring til ca. 35 m. ud for værket. Kajanlægget ud for Svanemølleværkets østside er omtrent 180 m. frem til indsnævringen.

Både Svanemøllehavnen og Kalkbrænderihavnen, der ses henholdsvis nord og sydøst for værket i figur 24, bruges i dag som lystbådehavne. Erhvervsfartøjer henvises til Københavns Havn (KMS 2010).

Mulighed for anløb

Muligheden for anløb til Svanemølleværket er som udgangspunkt god, men grundet de lystbådehavnene må den alligevel vurderes til at være meget ringe.

Værket generelt

### Stignæsværket (STV)

Stignæsværket ligger ved Skælskør og fyrer i dag med kul som hovedbrændsel. Desuden anvendes der en mindre andel olie som start- og reservebrændsel.

Havnefaciliteter





Figur 25: Stignæsværket set lodret oppefra i ca. 1,25 km højde ud til Agerø Sund og Storebælt. Vest for værket ses dets kulplads og kajananlæg. Kilde: Google 2010.

#### Mulighed for anløb

Den maksimale dybgang for anløb af Stignæsværkets Havn er 17 m. For de enkelte havnafsniit er følgende maksimale mål gældende (KMS 2005):

Kulhavn: Længde 290 m, bredde 45 m og dybgang 17 m.

Pramhavn: Længde 150 m og bredde 19 m.

Oliepier: Længde 335 m og dybgang 15,5 m.

Muligheden for anløb til værket vurderes at være rigtig god.

#### **Studstrupværket (SSV)**

#### Værket generelt

Studstrupværket ligger ud til Valø Vig, nord for Århus. Værket fyrer i dag med kul og halm som hovedbrændsler. Derudover anvendes også en mindre andel brændselolie og letolie (DONG 2010). Der foreligger pt. planer om at fortrænge en væsentlig andel af kullet med træpiller.

#### Havnefaciliteter

Studstrupsværkets Havn består af et uddybet bassin med et ca. 495 m. langt kajlanlæg sydøst for værket. På havnen findes der desuden tre 12-tons kulkraner.



Figur 26: Studstrupværket og dets kulplads samt havnefaciliteter i Valø Vig, nord for Århus, set lodret oppe fra i 1,2 km højde. Af billedet fremgår et kul-lastskib med en længde på ca. 95 m. og en bredde på ca. 20 m. Kilde: Google 2010.

Dybden i indsejlingen og ved de yderste 405 m. af kaj anlægget er 11,3 m., mens den ved de inderste 90 m. af kaj anlægget er 7,7 m.

Mulighed for anløb

Værket gode anløbsmuligheder fra Kattegat via Århus Bugt og Valø Vig.

Værket generelt

### Skærbækværket (SKV)

Skærbækværket ligger ved Skærbæk ved nordsiden af Kolding Fjord. Værket fyrer i dag hovedsageligt med naturgas. Derudover benyttes der også en mindre andel olie.

Havnefaciliteter

Indsejlingen til SKV foregår via én af to indsejlingsrender med dybder på henholdsvis 7 og 11,8 m.



Figur 27: Skærbækværret set lodret oppe fra i ca. 1,3 km. Kilde: Google 2010.

#### Mulighed for anløb

De største skibe der kan besejle havnen har en dybgang på 6,7 m. dog er der mulighed for anløb af skibe ved værkets oliepier med en dybgang på 11,3 m. og længde på 250 m.

Anløbmuligheden til værket vurderes at være god.

#### Referencer til Bilag 2:

DONG (2010b): Dong Energy, 2010:

<http://www.dongenergy.com/da/forretningsaktiviteter/generation/elproduktion/centrale%20kraftvaerker/pages/avedoerevaerket.aspx>

DONG (2009): Dong Energy, 2009:

[http://www.dongenergy.com/SiteCollectionDocuments/NEW%20Corporate/PDF/Groenne\\_regnskaber\\_2008/Svanemollevaerket\\_2008.pdf](http://www.dongenergy.com/SiteCollectionDocuments/NEW%20Corporate/PDF/Groenne_regnskaber_2008/Svanemollevaerket_2008.pdf)

DONG (2009a):

[http://www.dongenergy.com/SiteCollectionDocuments/NEW%20Corporate/PDF/Groenne\\_regnskaber\\_2008/SSV\\_groent\\_regnskab\\_2008.pdf](http://www.dongenergy.com/SiteCollectionDocuments/NEW%20Corporate/PDF/Groenne_regnskaber_2008/SSV_groent_regnskab_2008.pdf)

KMS (2009a): Kort & Matrikelstyrelsen, 2009:

<http://www.danskehavnelods.dk/#HID=683>

KMS (2007): Kort & Matrikelstyrelsen, 2007:

<http://www.danskehavnelods.dk/#HID=579>

KMS (2010): Kort & Matrikelstyrelsen, 2010:

<http://www.danskehavnelods.dk/#HID=405>

KMS (2008): Kort & Matrikelstyrelsen, 2008:

<http://www.danskehavnelods.dk/#HID=716>

KMS (2005): Kort & Matrikelstyrelsen, 2005:

<http://www.danskehavnelods.dk/#HID=313>

KMS (2010): Kort & Matrikelstyrelsen, 2010: <http://www.danskehavnelods.dk>

KMS (2010a): Kort & Matrikelstyrelsen, 2010:

<http://www.danskehavnelods.dk/#HID=716>

Vattenfall (2010a): *Brochure om Amagerværket:*

[http://www.vattenfall.dk/da/file/10419AmagervarketDK080121\\_7843253.pdf](http://www.vattenfall.dk/da/file/10419AmagervarketDK080121_7843253.pdf)

Vattenfall (2010b): *Brochure om Fynsværket:*

[http://www.vattenfall.dk/da/file/10445FynsvarketDK080121\\_7841589.pdf](http://www.vattenfall.dk/da/file/10445FynsvarketDK080121_7841589.pdf)