



Emne:

### Tørring af flis til kraftvarmeproduktion

Projektet "Tørring af flis til kraftvarmeproduktion" er udarbejdet af Dansk Teknologisk Institut, Hedeselskabet, Elsam og Elkraft. Formålet med projektet er at undersøge de tørringsmuligheder, der er for flis, at beskrive tørringskoncepterne, at opstille energibalancer for processerne samt beregne prisen for det færdige produkt. Rapporten er koncentreret om 2 hovedområder samt et bilag om litteratursøgning på emnet.

1. hovedområde er generel beskrivelse af tørrekoncepter. Herunder er der beskrevet tromletørring, rotørovnstørring, båndtørring, fluid-bed tørring og naturlig tørring (i det fri).

2. hovedområde er beregningseksempler ud fra de forskellige tørrekoncepter. I dette afsnit af rapporten er der ud fra konkrete eksempler regnet energibalancer og økonomi og for hvert eksempel opstillet 4 nøgletal, der skal give et billede af konceptets rentabilitet.

Der er lavet 13 beregningseksempler med varianter (i alt 24). Der er regnet på nedtørring fra 50% og 40% til hhv. 25% og 10% vandindhold. Ved 25% er flisen lagerstabil, og det er den øvre grænse for brug i en medstrømsforgasser. 10% vandindhold er et velegnet udgangspunkt for en formaling af flisen til træpulver.

Det mest prisgunstige tørrekoncept er tørring på kraftværker, hvor man via tromle- eller båndtørring kan opnå en færdigvarepris, der ikke overstiger råvareprisen 34 kr/GJ. Det betyder, at værdien af energiforøgelsen ved tørring er større end omkostningerne ved tørreprocessen. Derved kan opnås en færdigvarepris på 32 kr/GJ. - Det dyreste koncept er tørring om sommeren vha. overskudsvarme på et biomassefyret kraftvarmewærk. Prisen er her 66 kr/GJ, og der er indregnet udgifter til at lagre flisen under tag.

Yderligere kan følgende konkluderes:

- Ved etablering af nye tørringsanlæg udgør forrentning og afdrag 50-60% af driften.
- Ved tørring på eksisterende tørringsanlæg belaster den ekstra transport til slutbruger og indkøb af brændsel driften med ca. 70%.
- Det er ikke ud fra beregningerne muligt at fremhæve et bestemt tørringskoncept, men rapporten giver mulighed for ud fra et konkret behov at vurdere relevante løsninger.
- Beregningerne i forbindelse med Måbjergværket viser, at der er minimal prisforskel, om der nedtørres til 25% eller 10%, og at der er stordriftfordele ved at tørre mere end værkets eget forbrug.

Nøgletal:

1. Specifik fordampningspris i kr. pr. fordampet tons vand
2. Specifik fordampningsenergi i GJ pr. fordampet tons vand
3. Færdigvarepris i kr. pr. GJ tørret træ (ved den nedtørrede vand%)
4. Tørringsvirkningsgrad = 
$$\frac{\text{Energiforøgelsen}}{\text{Energiforbruget}}$$

Nøgletallene og andre vigtige data er vist i skemaform på bagsiden. Følgende forkortelser er brugt:  
R: Røggas, D: Damp, V: Vand, S: Sol.

Rapporten + Bilag kan købes hos DTI Energi, Århus, tlf. 8943 8556 for 150 kr. + moms.

#### Yderligere oplysninger hos:

dk-TEKNIK ENERGI & MILJØ  
Gladsaxe Møllevej 15  
2860 Søborg  
Tlf. 39 55 59 99  
Fax 39 69 60 02

Teknologisk Institut  
Kongsvang Allé 29  
8000 Århus C  
Tlf. 72 20 12 00  
Fax 72 20 12 12

Danmarks JordbrugsForskning  
Bygholm, 8700 Horsens  
Tlf. 76 29 60 00  
Fax 76 29 61 00

Forskningscentret for Skov & Landsk  
Hørsholm Kongevej 11  
2970 Hørsholm  
Tlf. 45 76 32 00  
Fax 45 76 32 33

VEND

Beregnings- eksempel	Tørre- koncept	Tør- re- med.	Pris tørre- medie	Nøgletal 1	Nøgletal 2	Nøgletal 3	Nøgletal 4	Flis mængde
			kr/GJ	kr/t vand	GJ/t vand	kr/GJ	Dim.løs	tons våd
Masnedø 7.1	Bånd	R	Gratis	149	3,0	38,2	0,84	24.216
Helsingør 7.2	Bånd	R	Gratis	453	3,4	52,8	0,74	22.623
Slagelse 7.3	Bånd	R	Gratis	103	2,9	35,8	0,87	37.340
Asnæs 7.4	Bånd	R	Gratis	56	2,9	33,7	0,88	145.630
Nyt anlæg 7.5*	Trom.	R	9,9	39	1,1	32,1	1,41	270.000
Høgild 7.6	Bånd	R	Gratis	620	4,7	60,5	0,52	1000
Grønttør. 7.7-1 **	Trom.	R	21,8	153	3,7	37,5	0,67	71.280
Grønttør. 7.7-2 **	Trom.	R	21,8	167	3,5	37,2	0,73	106.900
Grønttør. 7.7-3 **	Trom.	R	21,8	185	3,8	35,7	0,65	83.160
Grønttør. 7.7-4 **	Trom.	R	21,8	241	4,0	34,3	0,66	109.300
Asnæs 7.8 ***	F-bed	D	22,6	134	0,24	33,8	1,51	60.000
Nyt anlæg 7.9	Roto.	V	37,8	190	3,7	39,6	0,66	73.200
Esbjerg 7.10	Bånd	V	8,3	68	3,9	34,3	0,61	300.000
Måbjerg 7.11.1-1	Bånd	V	Gratis	291	4,13	45,1	0,57	2.600
Måbjerg 7.11.1-2	Bånd	V	Gratis	732	4,13	66,3	0,57	2.600
Måbjerg 7.11.1-3	Bånd	V	Gratis	642	4,13	62,0	0,57	2.600
Måbjerg 7.11.2-1	Bånd	V	Gratis	133	3,9	37,3	0,61	33.300
Måbjerg 7.11.2-2	Bånd	V	Gratis	211	3,9	41,1	0,61	33.300
Måbjerg 7.11.2-3	Bånd	V	Gratis	204	3,9	40,7	0,61	33.300
Måbjerg 7.11.3-1	Bånd	V	Gratis	140	3,9	37,1	0,61	44.400
Måbjerg 7.11.3-2	Bånd	V	Gratis	225	3,9	40,2	0,61	44.400
Måbjerg 7.11.3-3	Bånd	V	Gratis	218	3,9	40,0	0,61	44.400
Olsker 7.12	Plansilo	S	Gratis	442	0,47	51,2	5,3	1520
Skoven 7.13	Kule	S	Gratis	365	0	37,4	∞	

Der er brugt stjernemarkering med følgende forklarende tekst:

\* Der er regnet med genindvinding af afkastluften (120°C) til fjernvarme.

\*\* Incl. transport til slutbruger (30 kr/tons)

\*\*\* Procestdamp indgangstryk 20 bar, afgangstryk 3,3 bar. Afkastdampen genindvindes til fjernvarme. Marginal fjernvarmepris.