
Halm til energiformål er udarbejdet i 1998 for Energistyrelsen af Videncenter for Halm- og Flisfyring (www.sh.dk/~cbt). Publikationen findes på adressen: www.ens.dk. Den trykte udgave kan fås ved henvendelse til Energistyrelsen eller Videncenter for Halm- og Flisfyring på følgende adresser:

- | | | | | | |
|------------------------------|----------------------|------------------|------------------|-----------------|--|
| • Energistyrelsen | Amaliegade 44 | 1256 København K | tlf. 33 92 67 00 | fax 33 11 47 43 | www.ens.dk |
| • Dansk Teknologisk Institut | Teknologiparken | 8000 Århus C | tlf. 89 43 89 43 | fax 89 43 85 43 | www.dti.dk |
| • dk-TEKNIK | Gladsaxe Møllevej 15 | 2860 Søborg | tlf. 39 55 59 99 | fax 39 69 60 02 | www.dk-teknik.dk |
| • Forskningscenter Bygholm | Schüttesvej 17 | 8700 Horsens | tlf. 75 60 22 11 | fax 75 62 48 80 | www.agrsci.dk |

Forfattere: Lars Nikolaisen (redaktør)
Carsten Nielsen
Mogens G. Larsen
Villy Nielsen
Uwe Zielke

Jens Kristian Kristensen
Birgitte Holm-Christensen

Forsidefoto: Lars Nikolaisen, DTI og M. Carrebye, SK Energi

Layout: BioPress

Tryk: Trøjborg Bogtryk. Trykt på 100% genbrugspapir

ISBN: 87-90074-16-5

Halm til energiformål

Teknik - Miljø - Økonomi

2. udgave

Videncenter for Halm- og Flisfyring

1998

Indholdsfortegnelse

Forord	5
1. Dansk energipolitik	6
2. Halm som energiressource	9
3. Etårige energiafgrøder	13
4. Halmhåndtering	15
5. Anlæg til gårde og institutioner	19
6. Nabovarme	24
7. Fjernvarmeværker	26
8. Kraftvarme- og kraftværker	34
9. Forgasning og pyrolyse	43
10. Andre teknikker til elproduktion på halm	45
11. Restprodukter	47
12. Yderligere oplysninger	48
13. Litteraturliste	49
14. Fabrikantliste	51
15. Oversigt over idriftværende halmfyrede værker	52
16. Oversigt over Videnblade	54

Forord

Denne publikation viser, hvordan det i Danmark er lykkedes at udnytte et tidligere overskudsprodukt, halm, til miljøvenlig og CO₂-neutral energiproduktion. Den giver et indblik i den nyeste danske udvikling inden for anvendelse af halm til energiformål, både med hensyn til teknik, miljø og økonomi.

På FN's klimakonference, der blev afholdt i Kyoto i Japan i december 1997, blev der sat fokus på udledningen af drivhusgasser. For første gang nogensinde blev der fastsat bindende grænser for industrilandenenes udledning af drivgasser. Deres samlede udledning skal reduceres med 5,2% inden år 2012, og EU har påtaget sig den største reduktion på 8% i forhold til niveauet i 1990.

Et af redskaberne til at reducere udledningen af drivhusgasser er at øge andelen af vedvarende energi i energiproduktionen. I dag dækkes kun 6% af EU's energiforbrug af vedvarende energi, men det vil ændre sig i de kommende år. EU's Hvidbog for Vedvarende Energi, som blev offentliggjort i december 1997, foreskriver en fordobling af andelen af vedvarende energi i år 2010. Biomasse er den sektor, som skal udvikles mest og hurtigst. Den vil i år 2010 skulle bidrage med 74% af EU's samlede forbrug af vedvarende energi.

Energi 21, regeringens plan for en bæredygtig energiuudvikling i Danmark, prioriterer ligeledes vedvarende energi højt. Det langsigtede perspektiv er at udvikle et energisystem, hvor en stadigt stigende del af energiforbruget dækkes af vedvarende energi. Det forudsætter, at der sker en kontinuerlig og gradvis indpasning af vedvarende energi i takt med de teknologiske og økonomiske muligheder.

Den danske regering sigter mod en udbygning på i gennemsnit 1% om året. Det betyder, at den vedvarende energis andel af energiforsyningen forøges til 35% i år 2030. Udbygningen vil primært ske ved en øget anvendelse af bioenergi og vindkraft, og biomasse kommer derfor til at bidrage betydeligt til Danmarks energiproduktion i de kommende årtier.

Der er store perspektiver for anvendelse af biomasse - både i Danmark og internationalt, og de danske erfaringer er allerede betragtelige. Vi er kommet langt både med den individuelle og den kollektive energiforsyning. Danmarks styrkepositioner er især inden for den kollektive forsyning og decentral kraftvarme på biomasse. Det er områder, som rummer store muligheder for den danske energiindustri - også på eksportmarkedet.



Svend Auken
Miljø- og energiminister

1. Dansk Energipolitik

Dansk energipolitik er i stadig udvikling. Regeringens energihandlingsplan fra 1996, Energi 21, er den fjerde i rækken af planer, der alle har og har haft til formål af optimere den danske energisektor til de aktuelle nationale og internationale vilkår på energiområdet.

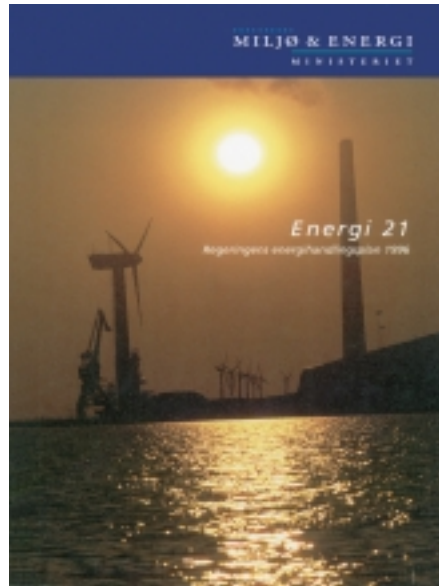
De fire energiplaner

Den første energiplan, Dansk Energipolitik 1976, havde til formål at sikre Danmark mod forsyningskriser som energikrisen i 1973/74.

Den anden plan, Energiplan 81, lagde øget vægt på samfundsøkonomiske og miljømæssige hensyn, ligesom arbejdet fortsatte med at mindske afhængigheden af brændselsimport. Op gennem 1980'erne blev olie- og gasfelterne i Nordsøen kraftigt udbygget, ligesom det landsdækkende naturgasnet blev anlagt. De første støtteordninger for udnyttelse af halm og flis blev igangsat og via voksende afgifter på fossile brændstoffer (olie og kul) blev det muligt at gøre biomasse konkurrencedygtigt som brændsel. Se figur 1. De første kraftvarmeverker på halm blev bygget, og antallet af halmfyrede fjernvarmeverker og gårdanlæg voksede kraftigt.

Den tredje energiplan i rækken er handlingsplanen Energi 2000 /ref. 5/ fra 1990. Denne plan er et ambitiøst forsøg på at øge anvendelsen af miljøvenlige brændsler. Samtidig introduceres målet om en bæredygtig udvikling af energisektoren. I Energi 2000 bliver de miljøvenlige brændsler defineret som naturgas, sol, vind og biomasse (halm, træ, gylle og husholdningsaffald). Brugen af biomasse begrundes ud fra, at den er CO₂-neutral, at den sparer udenlandsk valuta, at den skaber danske arbejdspladser, og at den udnytter affaldsprodukter fra landbrug, skovbrug, husholdning og industri.

Den ambitiøse målsætning i Energi 2000 er, at Danmark sammenlignet med år 1988 skal nå følgende mål i år 2005:



Energi 21 skal bidrage til en bæredygtig udvikling af det danske samfund. Energisektoren skal fortsat være en økonomisk, livskraftig og teknologisk effektiv sektor, som indgår i en dynamisk samfundsudvikling.

- Energiforbruget reduceres med 15%.
- Forbruget af naturgas øges med 170%.
- Forbruget af vedvarende energi øges med 100%.
- Forbruget af kul mindskes med 45%.
- Forbruget af olie mindskes med 40%.
- CO₂-emissionen reduceres med mindst 20%.
- SO₂-emissionen reduceres med 60%.
- NO_x-emissionen reduceres med 50%.

Målene nås gennem en bred vifte af aktiviteter: energibesparelser, afgift på CO₂-udledning, omstilling til brug af miljøvenlige brændsler ved kraftvarmeproduktion, anlægs- og driftsstøtte til kollektiv varmeforsyning, støtte til etablering af biobrændselskedler i landdistrikterne m.v.

Den fjerde og sidste energiplan er Energi 21 /ref. 1/, der blev introduceret i 1996. Her lægges op til at "husholdningen" med vores ressourcer skal have en central rolle. Energi-

sektoren domineres fortsat af vores forbrug af udtømmelige, fossile energikilder, og udledningerne fra energi forbrug og energiproduktion belaster atmosfæren og miljøet. Et vigtigt holddepunkt i Energi 21 er, at man fastholder den eksisterende målsætning fra Energi 2000 om, at Danmark skal reducere sin CO₂-udledning med 20% i år 2005 i forhold til 1988-niveauet, og at udledningen i år 2000 stabiliseres under 1990-niveauet. Derudover vil man i de internationale klimaforhandlinger gå ind for, at de industrialiserede lande inden år 2030 skal halvere udledningen af CO₂ i forhold til 1990-niveauet. På FN's klimakonference i Kyoto i 1997 blev EU's reduktion fastsat til 8% i 2012 i forhold til 1990-niveauet.

Energi 21 forudsætter at vedvarende energi dækker 10% af landets samlede energiforbrug i år 2000. Det svarer til ca. 75 petajoule (PJ) og forøgelsen sker primært som følge af de centrale elværkers øgede anvendelse af halm og flis (se afsnittet om Biomasseaftalen). En øget anvendelse af biogas og lossepladsgas medvirker ligeledes til, at målet på 75 PJ nås.

Initiativerne på biomasseområdet retter sig dermed mod følgende delmål i Energi 21:

- Øget brug af halm og flis i de centrale elværker.
- Øget udbygning af decentral kraftvarmeproduktion på halm, flis, biogas og lossepladsgas.
- Størst mulig omstilling af 350 blokvarmecentraler over 250 kW i landdistrikter fra fossilt brændsel til biobrændsel.
- Adgang til etablering af biobrændselsanlæg, der tidligere var reserveret for naturgas.
- Gennemføre et demonstrations- og udviklingsprogram, der kan belyse en fremtidig brug af energiafgrøder (herunder korn, raps m.v.).
- Gennemføre et mindre forsøgsprogram, der kan belyse grundlaget for produktion og anvendelse af flydende biobrændstoffer.

Fordelingen af de enkelte vedvarende energikilder er vist i figur 2. Heraf

ses bl.a., at den fulde udnyttelse af halm og flis planlægges nået allerede i år 2000, og brugen af energiafgrøder (ét- og flerårige) begynder i år 2005 stigende frem til år 2030, hvor andelen af energiafgrøder er planlagt til at være ca. 45 PJ svarende til ca. 3.000.000 tons halm.

Påvirkning fra EU

I EU's Hvidbog for Vedvarende Energi fra 1997 /ref. 28/ fastsættes en stigning i EU's anvendelse af vedvarende energi fra 6% til 12% frem til 2010. Biomassesektoren forventes at blive den hurtigst voksende sektor indenfor VE teknologierne. Landbrugets arealanvendelse er tæt forbundet med EU's landbrugspolitik. I EU's nyeste udspil vedrørende den fremtidige landbrugspolitik forventes braklægningsforpligtigelsen ophævet og der bliver én tilskudssats uanset afgrødevalg. Dette vil påvirke landmændenes dispositioner også m.h.t. at dyrke energiafgrøder på frivilligt braklagte arealer.

Varmeforsyningsloven

For at iværksætte aktiviteterne foreslået i Energi 2000 /ref. 5/ blev Varmeforsyningsloven af 13. juni 1990

vedtaget af Folketinget. Hermed fik Energiministeren vidtrækkende beføjelser til at regulere brændselsvalget i blokvarmecentraler, fjernvarmeværker og decentrale kraftvarmeværker. Dette blev gjort ved såkaldte "specifikke og generelle forudsætningskrivelser" /ref. 24/, der rundsendes til kommuner og anlægsejere i tre tidsmæssigt forskudte faser. De "specifikke forudsætningskrivelser" beskriver detaljeret omstillingen til miljøvenlige brændsler over for udvalgte kommuner og anlægsejere. Derudover blev der til alle landets kommuner udsendt "generelle forudsætningskrivelser", der beskriver muligheden for frivilligt at ændre brugen af kul og olie til mere miljøvenligt brændsel.

Omstillingen blev straks igangsat. 1. fase forløb i perioden 1990-1994 og omhandlede omstilling af en del kul- og naturgasfyrede fjernvarmeværker, der skulle omlægges til naturgasfyret, decentral kraftvarme. 2. fase forløb i perioden 1994-1996 og omfattede resterende kul- og naturgasfyrede fjernvarmeværker, der omlægges til naturgasfyret decentral kraftvarme. Derudover skulle mindre fjernvarmeværker uden for de store fjernvarmenet omlægges til biobrændsler.

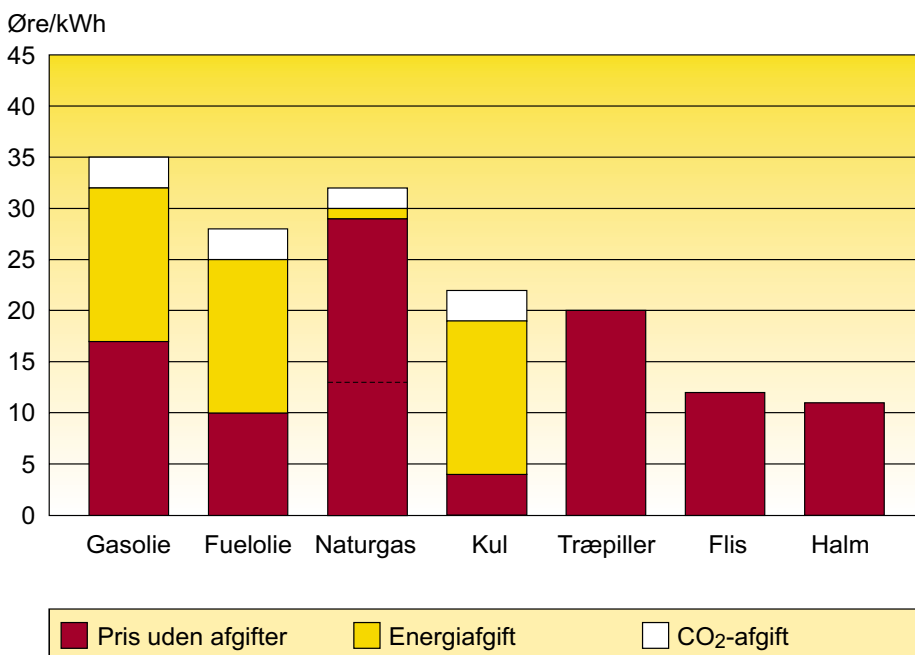
3. fase startede i 1996 og er ikke afsluttet. Det var forudsat, at mindre, gasfyrede fjernvarmeværker konverteres til naturgasfyret, decentral kraftvarme samt at øvrige fjernvarmeværker omlægges til biobrændsler. Se også afsnittet om Biomasseaftalen om justering af faseforløbet.

CO₂-lovene

Varmeforsyningsloven blev fulgt op af tre love, der gav mulighed for at give tilskud til omstillingsprocessen til mere miljøvenlige brændsler. Hensigten var, at Energiministeren derved kunne modvirke, at forbrugerne fik pålagt højere varmepriser p.g.a. omstillingen.

De tre love er nr. 2, 3 og 4/1992 og har følgende titler:

- "Lov om statstilskud til fremme af decentral kraftvarme og udnyttelse af biobrændsler". Her er der mulighed for op til 50% anlægstilskud. I praksis har tilskuddet været på 20-30% af anlægssummen. Ordningen blev i 1997 forlænget til 2000.
- "Lov om tilskud til elproduktion". Der gives 10 øre/kWh til elproduktion på naturgas og 27 øre/kWh til elproduktion på halm og flis. Ordningen har ingen tidsbegrænsning. Dog er der 1. januar 1997 trådt en bekendtgørelse i kraft, der bl.a kræver en 80% totalvirkningsgrad på biomasseanlægget for at kunne få hele tilskuddet.
- "Lov om statstilskud til færdiggørelse af fjernvarmenet". Her blev givet op til 50% anlægstilskud. Ordningen stoppede ved udgangen af 1997.



Figur 1: Brændselspriser primo 1998 til opvarmningsformål incl. afgifter men uden moms. Kul og olie til elproduktion er ikke pålagt afgifter. Naturgasprisen til elproduktion er ca. 13 øre/kWh. Afgiften på el påføres regningen til forbrugerne.

UVE-ordningen og Biomasseudvalget

Som rådgivende organ nedsatte Energiministeren i 1991 "Udvalget for Biomasse til Energiformål". Udvalget har bl.a. udarbejdet to 3-årige udviklingsprogrammer. Bioenergi Udviklingsprogram (BUP-95) /ref. 35/ er et 3-årigt udviklingsprogram for perioden 1995-97, der beskriver aktiviteter, som kan fremme den teknologiske udvikling af biomassebaserede anlæg. I programmet anbefales bl.a. følgende aktiviteter:

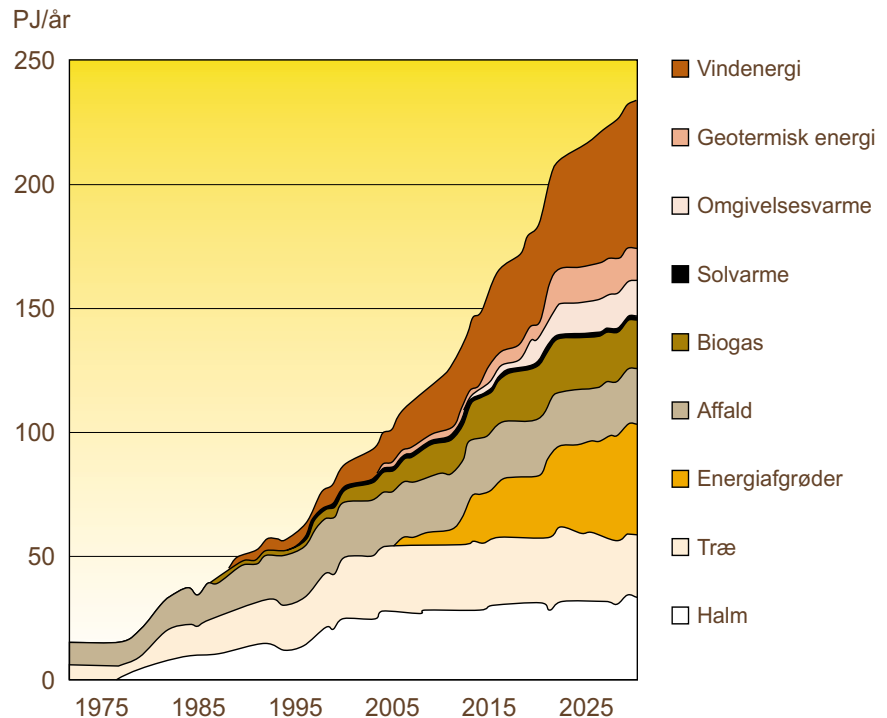
- Udviklingen af kraftvarmeteknologi med halm og flis som brændsel. Teknologierne er damp, forgasning og stirlingmotor.
- Fjernvarmeanlæg bør fokusere på brændselsfleksibilitet og miljøvenlig brændselshåndtering.
- Til private boliger bør udvikles miljø- og brugervenlige kedelanlæg.
- Energiafgrøder bør undersøges med henblik på dyrkning, håndtering og anvendelse.

Energistyrelsens ordning med titlen "Udviklingsprogrammet for Vedvarende Energi" støtter projekter til fremme af biomasse i energiforsyningen og bruger bl.a. BUP-95 som baggrundsmateriale ved behandling af ansøgninger.

Biomasseaftalen

For at sikre, at målene i Energi 2000 blev nået, indgik regeringen, Det konservative Folkeparti, Venstre og Socialistisk Folkeparti den 14. juni 1993 en aftale om øget brug af biomasse i energiforsyningen, med særligt henblik på anvendelse i de centrale elværker. Hovedpunkterne i aftalen er følgende:

1. Der skal ske en gradvis forøgelse af elværkernes anvendelse af biomasse, så der senest i år 2000 anvendes 1,2 mio. tons halm og 0,2 mio. tons flis årligt svarende til 19,5 PJ.
2. Elleve byer i naturgasområder inden for fase 1 og fase 2, der endnu ikke har omstillet til naturgasfyret kraftvarme, kan vælge mellem biobrændsel og naturgas som brændsel. Der er mulighed for udskydelse til 2000 bl.a. for at afvente kommercielt tilgængelig teknologi inden for biomasseområdet.
3. Fase 2 byer uden for naturgasområder kan vente med omstilling til 1998, såfremt der vælges biomassebaseret kraftvarme.
4. Seks byer i fase 3 kan vente med omstilling til biomassebaseret kraftvarme til 2000.



Figur 2: Energi 21's forslag til anvendelse af vedvarende energikilder frem til 2030 /ref. 1/.

5. Ca. 60 mindre byer i fase 3 skal senest ved udgangen af 1998 være omstillet til biomassebaseret fjernvarme.

Aftalen har bl.a. medført, at Sønderjyllands Højspændingsværk har opført et biomassebaseret kraftværk i Åbenrå med et forbrug på 120.000 tons halm og 30.000 tons flis om året. Sjællandske Kraftværker har opført et halm- og træflisfyret kraftvarmeværk på Masnedø, og et værk ved Maribo er under planlægning.

Den 1. juli 1997 har de politiske partier bag Biomasseaftalen udarbejdet en tillægsaftale, som skal forbedre mulighederne for at indpasse biomasse i energiforsyningen. Tillægsaftalen indebærer i hovedtræk, at:

- De centrale elværker stilles friere i valget mellem halm, træflis og pileflis, idet der skal omsættes 1,0 mio. tons halm, 0,2 mio. tons flis og resten valgfrit, dog således at den totale mængde er 19,5 PJ.
- Der tillades biomassebaseret kraftvarme i naturgasområder.

- Kommunerne skal prioritere kraftvarme på biogas, lossepladsgas og anden forgasset biomasse.
- Syv byer i fase 3 kan fortsætte den nuværende fjernvarmeforsyning, indtil omstilling til biomassebaseret kraftvarme er teknisk og økonomisk hensigtsmæssigt.

Politisk enighed

Det er karakteristisk, at skiftende regeringer, folketingsflertal og energiministre siden midten af 1980'erne har fastholdt betydningen af en aktiv energipolitik med stigende vægt på den ressourcebaserede og miljøansvarlige linie. Omstillingen til brug af vedvarende energikilder kan synes meget omkostningstung, men er, med den viden vi i dag har om globale kredsløb og drivhuseffekten, en tvingende nødvendighed. Danmark har en førerstilling inden for flere VE-områder, og Energi 21 vil fastholde denne førerstilling.