

## NOTAT

### Samfundsøkonomisk vurdering af energiudnyttelse af affald

En række forbrændingsanlæg nærmer sig slutningen af deres levetid, og skal fornyes. Samtidig er nye metoder til energiudnyttelse af affald på vej, herunder energiudnyttelse af affald på kraftværker (medforbrænding).

På den baggrund skal der tages stilling til det fremtidige behov for kapacitet til energiudnyttelse af affald. *affald danmark* repræsenterer 70 % af forbrændingskapaciteten i Danmark og har medlemmer med interesser i både medforbrænding og dedikeret affaldsforbrænding. Derfor har foreningen ønsket et neutralt og troværdig beslutningsgrundlag, der samtidig kan kvalificere debatten.

Det er baggrunden for, at *affald danmark* har fået udarbejdet 3 analyser.

En kapacitetsanalyse (ved Rambøll), der viser, at der fortsat er behov for både forbrænding og medforbrænding af affald, hvis der skal være sikkerhed for fremtidig behandlingskapacitet – også med forventet øget genanvendelse af affald.

En miljøvurdering (Ved DTU Miljø), der viser, at dedikeret forbrænding, medforbrænding og bioforgasning i store træk er miljømæssigt ligeværdige – med en lille fordel til medforbrænding vedr. drivhuseffekt og en lille fordel til dedikeret forbrænding vedr. anden luftforurening.

En samfundsøkonomisk vurdering (ved Cowi) som nu offentliggøres og som her præsenteres kort.

### Den samfundsøkonomiske vurdering

Vurderingen omfatter dedikeret forbrænding, medforbrænding og en kombineret biogas/komposteringsproces (KBK). Vurderingen er baseret på data fra den tidligere miljøvurdering samt økonomiske oplysninger fra relevante aktører på området: Vestforbrænding, Amagerforbrænding, AffaldVarme Århus, Reno Nord, Dong Energy, NOMI og Solum.

Alle forudsætninger og data er afklaret i en følgegruppe med disse aktører samt Energistyrelsen og Miljøstyrelsen, og vurderingen er efterfølgende kvalitetssikret af konsulentfirmaet: ea-energianalyse.

**affald danmark**  
Vodroffsvej 59, 1.  
1900 Frederiksberg C

T 32 96 04 30  
F 32 96 04 31  
E ad@affalddanmark.dk  
W www.affalddanmark.dk

## Scenarier

Vurderingen tager udgangspunkt i de 3,9 mio. ton forbrændingsegnet affald, der forventes genereret i 2020<sup>1</sup>. Det er det tidspunkt, hvor medforbrænding tidligst kan forventes fuldt udbygget til de maksimalt ca. 700.000 ton/år, som kraftværkerne vurderes at kunne håndtere.

De tre undersøgte behandlingsmetoder kan ikke sammenlignes enkeltvis, idet de behandler affaldsfraktioner med meget forskellige brændværdier. Derfor vurderes 4 grundscenarier, der er forskellige kombinationer af de 3 behandlingsmetoder:

1. *Forbrænding på dedikeret forbrændingsanlæg*  
3,9 mio ton forbrændingsegnet affald behandles på dedikerede forbrændingsanlæg uden forbehandling.
2. *Medforbrænding*  
Erhvervsaffald og storskrald leveres til sorteringsanlæg, hvor der udsorteres og efterfølgende produceres 0,7 mio ton RDF<sup>2</sup>, der kan anvendes direkte i kraftværkerne som erstatning for kul. Andre 0,2 mio ton træaffald frasorteres til genanvendelse. De resterende 3 mio. ton forbrændes.
3. *Kombineret bioforgasning og kompostering (KBK-proces)*  
Alt dagrenovation kildesorteres, og 0,4 mio ton bioaffald udnyttes til biogas- og kompostproduktion. De resterende 3,5 mio ton forbrændes.
4. *Kombination af Scenarium 2 og 3*  
Kombination af medforbrænding og bioforgasning. Resten (2,6 mio ton) leveres til forbrænding.

## Dedikeret forbrænding er referencen

Vurderingen tager udgangspunkt i Scenarium 1: Dedikeret affaldsforbrænding (referencen) og omfatter dermed alene samfundsøkonomiske konsekvenser ved ændringer i forhold til Scenarium 1.

F.eks. omfatter vurderingen af Scenarium 2 (medforbrænding) de samfundsøkonomiske meromkostninger ved medforbrænding, trægenanvendelse og forbrænding af restaffaldet i forhold til forbrænding af hele mængden.

For affaldsforbrænding har det stor samfundsøkonomisk betydning, hvilken energiproduktion som forbrændingsanlægget fortrænger. Derfor skelnes her mellem to alternativer:

- Et forbrændingsanlæg placeres ved et centralt kulfyret kraftvarmeforsynet varmenet (f.eks. Århus-området) eller
- som erstatning for et decentralt naturgasfyret kraftvarmeanlæg (f.eks. Viborg/Silkeborg).

---

<sup>1</sup> jvf. *affald danmarks* kapacitetsundersøgelse

<sup>2</sup> Refused Derived Fuel

Og endelig skelnes mellem to mulige udgangspunkter for investering i ny forbrændingskapacitet:

- Enten som en marginal investering ved at bygge en ny ovn, der i forvejen skal bygges, større
- eller som en investering i en helt ny ovn, som ellers ikke ville blive bygget.

Begge forudsætninger er relevante - afhængig af lokale forhold og muligheder.

### **Brændværdien har stor betydning**

Der er i vurderingen taget udgangspunkt i, at det forbrændingsegnete affalds brændværdi er stigende. Det forudsættes at den gennemsnitlige brændværdi i 2020 er steget til 11,3 GJ/ton, hvor den i dag typisk ligger på 10,5 – 11 GJ/ton.

Brændværdien for RDF forudsættes at være 17,3 GJ/ton<sup>3</sup>, og hvis den potentielle mængde på 700.000 ton affald frasorteres til medforbrænding, vil det reducere restaffaldets brændværdi til 9,6 GJ/ton (Scenarium 2). Det er efter undersøgelse hos forbrændingsanlæg vurderet, at denne lavere brændværdi på de fleste anlæg vil kunne håndteres uden ekstra driftsomkostninger pr ton.

Brændværdien for bioaffald forudsættes at være 4,3 GJ/ton, og med frasortering af bioaffald hos alle husholdninger vil det forøge restaffaldets brændværdi til 12,1 GJ/ton (Scenarium 3).

### **Overordnet konklusion**

Samlet giver vurderingen ikke et entydigt svar på, hvilken behandlingsmetode, der er samfundsøkonomisk bedst. Det afhænger i alle tilfælde af forudsætningerne om den konkrete investeringssituation for ny forbrændingskapacitet og delvist af, hvilket varmeopland forbrændingen foregår i.

Overordnet kan konkluderes at:

Medforbrænding af affald er samfundsøkonomisk mere fordelagtig end dedikeret forbrænding, hvis alternativet er at bygge nye forbrændingsovne. Omvendt er dedikeret forbrænding samfundsøkonomisk mest fordelagtig, hvis der i forvejen skal bygges nye ovne, som kan bygges marginalt større.

Biologisk behandling er ligeledes samfundsøkonomisk mere fordelagtigt end dedikeret forbrænding på nye ovnlinier, men mindre fordelagtigt hvis alternativet er at bygge nye ovne marginalt større – *men kun hvis den øgede brændværdi af restaffaldet ikke medfører behov for investering i ekstra forbrændingskapacitet. Alternativt kommer bioforgasning på niveau med forbrænding på nye ovnlinier.*

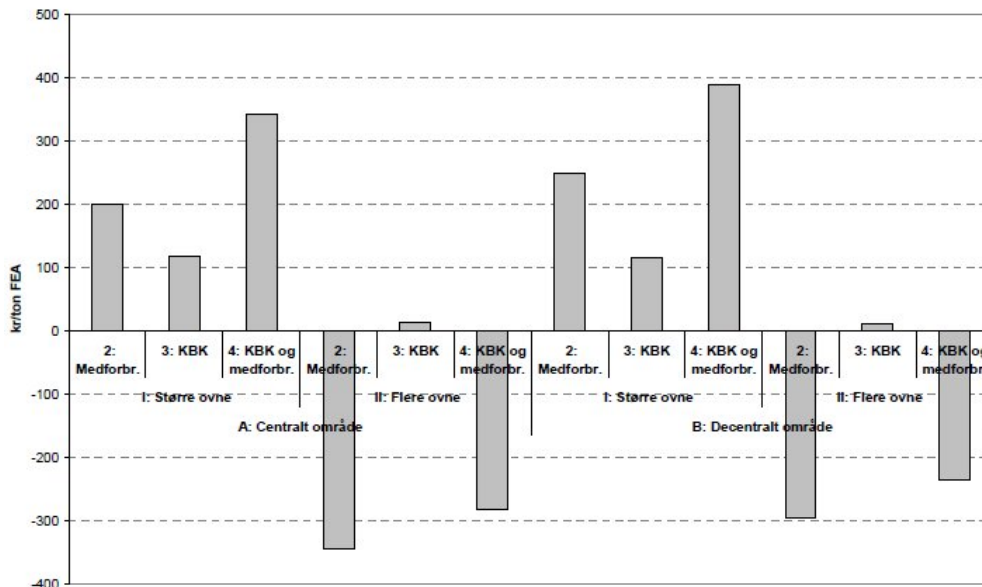
---

<sup>3</sup> Svarer til 20,4 GJ/ton tør vægt

## Samlet opgørelse

De samfundsøkonomiske konsekvenser er i følgende figur opgjort for hvert scenarium som meromkostningerne i forhold til dedikeret affaldsforbrænding (referencen) per ton gennemsnitligt forbrændingseget affald.

Meromkostninger (positive søjler) og besparelser (negative søjler) er beregnet for alle 3,9 mio ton forbrændingseget affald i 2020 - men alene fordelt på de knap 1,3 mio tons affald, som behandles forskelligt i de 3 øvrige scenarier.



### Centralt kraftværksområde og marginalt større ovne

De 3 første søjler viser de samfundsøkonomiske konsekvenser ved, at en del af det forbrændingsegnet affald behandles ved medforbrænding, biofor-gasning (KBK) og kombinationen heraf - set i forhold til, at det samme affald i stedet blev behandlet på forbrændingsanlæg i et centralt kraftværksområde og på marginalt større forbrændingsovne, der i forvejen skal bygges.

Alle 3 scenarier medfører større samfundsøkonomiske omkostninger end forbrænding.

For medforbrænding skyldes dette primært, at medforbrænding målt per GJ har højere investerings- og driftsomkostninger end forbrænding på marginalt større ovne. I modsat retning trækker, at der er et reduceret behov for at investere i ny forbrændingskapacitet, fordi eksisterende forbrændingsanlæg kan behandle mere affald pga. den lavere brændværdi af restaffaldet.

Desuden er der meromkostninger forbundet med genanvendelse af træaffald og der er større transportomkostninger, fordi der er færre anlæg til medforbrænding end til dedikeret forbrænding.

Både medforbrænding og dedikeret forbrænding sparer i dette tilfælde kul – enten direkte på kraftværker eller indirekte ved at el- og varme fra forbrændingsanlæg erstatter tilsvarende kulbaseret el – og varmeproduktion. Fortrængningen målt per GJ er stort set ens i de to tilfælde. Dog er der en besparelse forbundet med en lille CO<sub>2</sub>-gevinst ved medforbrænding.

For **KBK** skyldes resultatet primært, at KBK i sig selv har væsentligt højere investerings- og driftsomkostninger målt per GJ end forbrænding af gennemsnitligt affald på marginalt større ovne.

Det skyldes bl.a., at selvom biogasanlægget forudsættes at være billigere i investering og drift pr ton affald – også når der medregnes ekstra omkostninger på godt 100 kr/ton til todelt indsamling og transport af bioaffald – så er energiindholdet i denne type affald meget lavere end gennemsnitligt forbrændingsegnet affald.

Dertil kommer, at den øgede brændværdi af restaffaldet udløser et merinvesteringsbehov i forbrændingskapacitet. I modsat retning trækker, at der vil være en ekstra gevinst ved øget energiproduktion ved forbrænding pga. den højere brændværdi.

Endelig er der ved KBK en lille besparelse i emissioner (undtagen. CO<sub>2</sub>) i forhold til forbrænding.

### **Centralt kraftværksområde og nye ovne**

De næste 3 søjler i grafen viser de 3 scenarier sammenlignet med forbrændingskapacitet bygget som nye ovne i det centrale område. Det er væsentligt dyrere end at bygge et forbrændingsanlæg marginalt større, og dermed er billedet vendt for medforbrænding set i forhold til dedikeret forbrænding.

Nu medfører medforbrænding en samfundsøkonomisk besparelse i forhold til forbrænding.

Biogasløsningen ligger her på niveau med forbrænding. Denne konklusion er baseret på, at der til biogasløsningen er medregnet investeringsomkostninger til ny forbrændingskapacitet pga. højere brændværdi i restaffaldet (pga. udsorteret bioaffald). Hvis det ikke er nødvendig, vil biogasløsningen i stedet medføre en samfundsøkonomisk besparelse i forhold til nye forbrændingsovne.

### **Decentralt naturgasfyret område og marginalt større ovne**

Hvis de 3 scenarier i stedet sammenlignes med etablering af forbrændingskapacitet i et varmeopland baseret på et naturgasfyret kraftvarmeværk, er der andre forudsætninger:

- For det første er medregnet en ekstrainvestering til etablering af en transmissionsledning mellem to varmenet. Det skyldes, at der ikke i Danmark findes tilstrækkeligt store naturgasfyrede varmeoplande til et effektivt nyt forbrændingsanlæg på 200.000 ton årskapacitet. Omkostninger til transmissionsledningen er baseret på afstanden mellem de to varmenet i Viborg og Silkeborg.
- For det andet medfører affaldsforbrænding her primært sparet naturgas, der samfundsøkonomisk er meget dyrere end kul (naturgas: 70 kr./GJ, kul: 32 kr./GJ<sup>4</sup>). Affaldsforbrænding medfører derfor væsentligt større brændselsbesparelser end medforbrænding, der sparer kul.

---

<sup>4</sup> Udmeldte samfundsøkonomiske priser fra Energistyrelsen jan. 09)

- Den sparede naturgas medfører modsat også en mindre besparelse af miljøomkostninger ved forbrænding i det decentrale naturgasområde, fordi naturgas er et renere brændsel end kul.

Samlet opvejer disse forhold hinanden, således at de samfundsøkonomiske konsekvenser i store træk svarer til det centrale kraftværksområde. Men her er resultatet meget afhængig af naturgasprisen, og en følsomhedsvurdering viser, at ændringer i gasprisen har stor betydning for det samfundsøkonomiske resultat.

### **Følsomhedsvurderinger**

En anden følsomhedsvurdering har vist, at for især biogasløsningen er det af stor betydning, om forbrændingsanlæggenes kapacitet er begrænset af affaldsmængde eller energimængde. Til gengæld har det ikke afgørende betydning for biogasløsningen, om der medregnes øgede indsamlingsomkostninger i tætbyområder.

Følgende øvrige følsomhedsvurderinger har vist sig ikke at have afgørende effekt:

- Prissætning for sparet CO<sub>2</sub> fra forbrændingsanlæg, der ikke er omfattet af CO<sub>2</sub>-kvotesystemet
- Sparede investeringsomkostninger ved energiproduktion, der fortrænges af affaldsforbrænding
- Undtagelse af ekstra transportomkostninger ved medforbrænding
- Øgede indsamlingsomkostninger i etageboligområder for KBK, baseret på data fra Københavns Kommune.

### **Ikke værdisatte effekter**

Den samfundsøkonomiske vurdering omfatter de forhold, som det er muligt at værdifastsætte. Men derudover findes relevante forhold som ikke er værdisat.

Det gælder bl.a. en række emissioner, som er beregnet i miljøvurderingen, men ikke er medtaget i den samfundsøkonomiske vurdering, fordi de vurderes at være små og usikre.

Værdien af fleksibiliteten i el-systemet er heller ikke værdisat. Her kan det være en fordel at udnytte affald på centrale eller decentrale kraftvarmeanlæg, der tjener som ”mellemlast” i elsystemet – frem for forbrændingsanlæg, der tjener som ”basislast”.

Endelig har det ikke været muligt at sætte værdi på effekten i forhold til at Danmarks internationale forpligtelse til at nedbringe bruttoenergiforbruget.

## Bilag

Tabel 6.3 viser de samfundsøkonomiske omkostninger ved de enkelte behandlingsmetoder i kr. pr ton behandlet affald.

Tallene kan ikke sammenlignes direkte, da de er baseret på forskellige affaldstyper med forskellig brændværdi, der har forskellig konsekvens for især energiudnyttelsen i det samlede system. En meningsfuld sammenligning kan derfor kun gennemføres ved at belyse de samlede scenarier (jf. figuren på side 4).

Tabel 6.3 Behandlingsomkostninger inklusiv fortrængt energiproduktion, kr/ton behandlet affaldsfraktion

	Centralt område			Begge	Decentralt område		
	Dedikerede forbrændingsanlæg		KBK	Medforbrænding	Dedikerede forbrændingsanlæg		KBK
	Større ovne	Flere ovne			Større ovne	Flere ovne	
Behandlet affaldsfraktion	Gns. affald 11,3 GJ/t	Gns. affald 11,3 GJ/t	Bioaffald 4,3 GJ/t	RDF 17,3 GJ/t	Gns. affald 11,3 GJ/t	Gns. affald 11,3 GJ/t	Bioaffald 4,3 GJ/t
<b>Faste omkostninger</b>							
Investeringsomkostninger	150	502	149	269	222	574	149
Faste omkostninger	125	158	57	0	125	158	57
<b>Variable driftsomkostninger</b>							
Øvrige variable omkostninger	77	77	208	380	74	74	208
<b>Indsamlings- og transportomk.</b>							
Merindsamling- og transportomk. (ekskl. moms)	0	0	106	83	0	0	106
<b>Netto fortrængning</b>							
Brændselsomk., fortrængning	-339	-339	-101	-550	-853	-853	-181
Kvoteomk., fortrængninger	-235	-235	-70	-299	-26	-26	-38
Restprodukter	0	0	-11	30	0	0	-11
<b>Miljøeffekter og eksternaliteter</b>							
Ikke-kvotebelagt GHG	82	82	14	-49	134	134	22
Eksternaliteter ab skorsten	-104	-104	-34	-249	138	138	3
Eksternaliteter fra mertransport	0	0	5	3	0	0	5
<b>Totale omk. ekskl. afgifter</b>	-245	140	323	-382	-186	199	320
Afgifter (naf)	-49	85	123	-48	-114	21	109
Skatteforvridning	-38	66	95	-37	-88	-16	84
<b>Totale omk. inkl. afgifter og skatteforvridning</b>	-332	291	541	-466	-387	236	514
Totale omk. inkl. afgifter og skatteforvridning, kr/GJ	-29,4	25,8	125,7	-26,9	-34,3	20,9	119,6

Note: Medforbrændingsomkostningerne er eksklusiv omkostninger til genanvendelse af træ.