



Kapacitetstilpasningsplan for affald

Analyserapport



December 2020

Udarbejdet af:

Ea Energianalyse
Gammeltorv 8, 6. tv.
1457 København K
T: 60 39 17 16
E-mail: info@eaea.dk
Web: www.eaea.dk

Indhold

Opsummering og konklusion	5
Data, metode og hovedresultater	5
Tilpasningsprofil økonomi og følsomhedsberegninger	8
Kommentarer til lukkelisten	13
Den danske affaldssektor – et overblik	15
Internationale rammer for affaldshåndtering	18
Rammer for kapacitetstilpasningsplanen	20
Tolkning af den politiske aftale	21
Analysemetode og modelværktøjer	25
Indikativ liste (liste A)	25
Systemanalyser til endelig liste (liste B)	25
Fremskrivning af forbrændingseget affald mod 2040	29
Anlægsoverblik baseret på indhentede data	31
Fastlæggelse af tekniske data	31
Fastlæggelse af miljødata	33
Fastlæggelse af økonomiske data	34
Alternativ varmforsyning	36
Overblik og sammenligning af data for anlæg	40
Indikativ lukkeliste (Liste A)	47
Systemoptimering og den endelige lukkeliste (Liste B)	51
Varmeproduktion lokalt ved lukning af affaldsanlæg	56
Transport af affald	58
Opsamling på anlæg til lukning i liste B	61
Følsomhedsanalyser	65

Transportomkostningerne	65
Højt modtagegebyr på importaffald	65
Uden afgifter på affald	66
ARGO holdes i drift.....	67
MEC Bioheat & Energy	67
REFA lukkes	68
Mulighed for investering i ny affaldskapacitet fra 2026	68
Øgede affaldsmængder	68
Stigende affaldsmængder efter 2030	70
Oversigt over konsekvenser af følsomhedsanalyser.....	70
Bilag 1: Overblik over data for affaldsforbrændingsanlæg	74
Bilag 2: Forudsætninger og data	75
Generelle økonomiske data	75
Brændselspriser.....	75
Elpriser og elnettariffer	76
Afgifter.....	78
CO ₂ indhold i affald.....	79
Emissionsomkostninger.....	79
Varmebehovet i Danmark	80
Transportomkostninger.....	80
Varmepumpedata	83
Ny affaldskapacitet.....	83

1 Opsummering og konklusion

Igennem de seneste 10-15 år har rammerne for affaldssektoren i både Danmark og EU som helhed gennemgået betydelige forandringer. Der er fastlagt rammer for international handel med affald, og der er i EU betydelig fokus på cirkulær økonomi.

Et bredt flertal i Folketinget indgik den 16. juni 2020 en politisk aftale, "Klimaplan for en grøn affaldssektor og cirkulær økonomi". Konkret indeholder aftalen en række tiltag målrettet mod øget genanvendelse, samt tiltag der skal reducere forbrændingskapaciteten i Danmark. Vigtigste tiltag til reduktion af forbrændingskapaciteten er, at Kommunernes Landsforening udarbejder en plan for kontrolleret nedlukning af affalds-forbrændingskapaciteten. Nærværende rapport indeholder baggrundsanalyser til planen.

Aftalen af 16. juni 2020

Den samlede danske, miljøgodkendte kapacitet til forbrænding af affald skal nedbringes til de nationale affaldsmængder frem mod 2030, som fremskrevet af Miljø- og Fødevareministeriet, og skal opliste anlæg til nedlukning. Planen skal sikre, at de miljømæssigt dårligste anlæg lukker, skal sikre en effektiv fordeling af affaldsmængder mellem anlæggene og skal sikre, at de mindst effektive anlæg lukkes. Den miljøgodkendte kapacitet på 3,95 mio. tons skal således reduceres med 30% til 2,77 mio. tons i 2030.

Nærværende analyserapport oplister anlæg til nedlukning baseret på de ovenfor nævnte kriterier i den politiske aftale. Den politiske aftale indeholder også andre kriterier, herunder om lovmedholdelighed, udbud, organisation, finansiering og indikatorer. Disse øvrige forhold og kriterier er ikke belyst her.

1.1 Data, metode og hovedresultater

Som hovedgrundlag for analysen er der søgt indhentet data fra alle de dedikerede og multifyrede forbrændingsanlæg i Danmark med fokus på driftsårene 2017, 2018 og 2019. Hvis der ikke var særlige udfordringer i driften for 2019, anvendes data for dette seneste, fulde driftsår. Alle de kommunalt ejede anlæg har indsendt data, imens forbrugerejede anlæg har afstået. Som data-check og som grundlag for analyse af de forbrugerejede anlæg, er der anvendt data indsamlet af myndighederne til den årlige lovpligtige benchmarking af

affaldssektoren (BEATE¹). Hertil kommer data om el- og varmesystemets udvikling frem mod 2040 baseret på en række kilder: Fjernvarmeselskaber der modtager affaldsvarme, Miljøstyrelsen, SKAT, Energistyrelsen samt elprisfremskrivninger og transportomkostninger for affald udarbejdet af Ea Energianalyse.

Analysemetode

I spørgeskemaerne er der lagt vægt på, at indsendte data er sammenlignelige på tværs, og at økonomiske data repræsenterer omkostninger til drift og vedligehold af forbrændingsanlægget ekskl. afgifter, ekskl. kapitalomkostninger og ekskl. transport af affald. For hvert forbrændingsanlæg er omkostningerne herefter fordelt på hver aktiv ovnlinje af Ea Energianalyse. Endvidere er emissioner per ovn omregnet til omkostninger per forbrændt ton affald ved brug af de samfundsøkonomiske skadesomkostninger, og der er tillagt indmeldte og anslåede nødvendige omkostninger til reinvesteringer for at leve op til BREF krav og for at holde ovnlinjen i drift frem mod 2030 og 2040.

Indikativ lukkeliste (liste A)

De samlede omkostninger for hver ovnlinje beskrevet ovenfor, fratrækkes herefter beregnede værdier af varmesalg og elsalg², under forudsætning om fuld drift (8.000 driftstimer per år). Endelig er der indregnet værdien af varme- og elsalg baseret på anlæggets tekniske virkningsgrader og på standardværdier for elektricitet og fjernvarme. I den indikative liste indregnes ikke afgifter og omkostninger til affaldstransport.

Den indikative liste fortæller således, hvilke ovnlinjer der bør lukkes i henhold til den politiske aftale, såfremt der ikke tages hensyn til anlæggenes geografiske placering, og dermed behovet for øget affaldstransport. Endvidere tager den indikative liste ikke hensyn til, at en stor del af fællesomkostningerne på et forbrændingsanlæg er uafhængige af, om der lukkes en ovnlinje. Det sidste betyder, at lukning af en ovnlinje på et anlæg med flere ovnlinjer, vil gøre de resterende ovnlinjer dyrere at drive videre (målt per ton), da fællesomkostningerne³ nu fordeles på færre tons affald. Beregningerne til liste A er gennemført uden affaldsafgifter, og viser dermed et samfundsøkonomisk perspektiv.

Endelig lukkeliste (liste B)

Den endelige liste, liste B, er opstillet ved at gennemføre en samlet systemoptimering i energisystemmodellen Balmorel. Balmorel er en partiel

¹ Data til benchmarking af affaldssektoren skal indsendes til myndighederne årligt i henhold til Affaldslovens §88. Ifølge loven skal myndighederne endvidere hvert år senest den 1. november offentliggøre en benchmarking på baggrund af oplysningerne. I skrivende stund vedrører seneste BEATE rapport 2016 data, offentliggjort på Energistyrelsens hjemmeside. Projektet har dog haft adgang til 2017 data samt ukonsoliderede 2018 og 2019 data.

² Der regnes for alle ovnlinjer en værdi på 350 kr./MWh elproduktion og en værdi på 65 kr./GJ leveret varme.

³ Det indregnes, at 85% af de faste omkostninger er fællesomkostninger.

ligevægtsmodel, der finder den optimale måde at tilfredsstille energieforspørgslen på ud fra forudsætninger om tekniske, økonomiske og lovgivningsmæssige begrænsninger. Herved sikres det, at opgaven med affaldsforbrænding og affaldstransport håndteres til lavest mulige omkostninger, inkl. omkostninger til alternativ el- og varmeproduktion ved lukning af forbrændingsanlæg.

I modeloptimeringen er der sat et mål om afbrænding af en faldende mængde dansk affald. Dansk affald, der skal forbrændes, falder til 2,595 mio. tons i 2030 og i 2040. Endvidere er der sat et mål om, at affaldsimport skal falde til maksimalt 169.000 tons i 2030. Optimering er gennemført med indregning af gældende affaldsafgifter, og viser dermed et selskabsøkonomisk perspektiv for både investeringsbeslutninger og lastfordeling lokalt.

Nedenstående tabel viser den resulterende lukkeliste baseret på driftsøkonomi, reinvesteringsbehov, emissionsomkostninger, transportomkostninger og behovet for investeringer i ny varmeproduktionskapacitet i de relevante varmeområder.

Anlæg til lukning 2030		Anlæg med fortsat drift efter 2030	
Anlæg	Kap. Ton/år	Anlæg	Kap. Ton/år
AffaldPlus Slagelse	87.000	AffaldPlus Næstved	159.432
Affaldsselskabet Vendsyssel Vest, Hjørring	90.000	AffaldVarme Aarhus	250.000
ARGO	350.000	Energist Kolding	160.000
Bornholms Affaldsbehandling	24.090	Energist Esbjerg	205.000
Hammel Fjernvarme	34.000	Fjernvarme Fyn	289.000
I/S Norfors, Hørsholm	152.000	Fjernvarme Horsens A/S	100.000
MEC Bioheat & Power, Holstebro	185.000	Frederikshavn Affaldskraftvarme- værk A/S	42.000
Sønderborg Kraftvarme I/S	67.000	I/S Amager Ressourcecenter	560.000
Svendborg Kraftvarme A/S	54.000	I/S Kraftvarmeværk Thisted	55.000
Aars Fjernvarme	60.000	I/S Reno Nord	270.000
		I/S REFA, Nykøbing Falster	149.000
		I/S Reno Syd, Skanderborg	70.000
		I/S Vestforbrænding, Glostrup	600.000
Total	1.103.090		2.909.432

Tabel 1: Anlæg til lukning og anlæg til videre drift efter 2030. De viste kapaciteter er de miljøgodkendte kapaciteter.

Analyserne viser stor overensstemmelse mellem den indikative liste A og den endelige liste B. Men der er også forskelle. Forskellene skyldes især:

- Når der kun spares få fællesomkostninger ved lukning af enkelte ovn-linjer, er det mest effektivt at holde hele anlægget i drift, eller at lukke hele anlægget.
- Da der er mere forbrændingskapacitet i Østdanmark i forhold til produceret affald til forbrænding, lukkes der forholdsvis mere kapacitet i Østdanmark for at spare transportomkostninger.
- I Balmorelmodellen indgår de faktiske (beregnete) elpriser og omkostninger til etablering og drift af alternativ varmemforsyning, og der indregnes gældende affaldsafgifter. I liste A anvendes standardiserede værdier for el- og varme, og der regnes uden affaldsafgifter.
- I Balmorelmodellen findes den optimale løsning, der tilfredsstiller målet om at begrænse afbrænding af dansk affald. Den optimale løsning findes ved en lidt højere miljøgodkendt forbrændingskapacitet end i aftaleteksten, da værdien af fleksibilitet er høj på nogle anlæg.

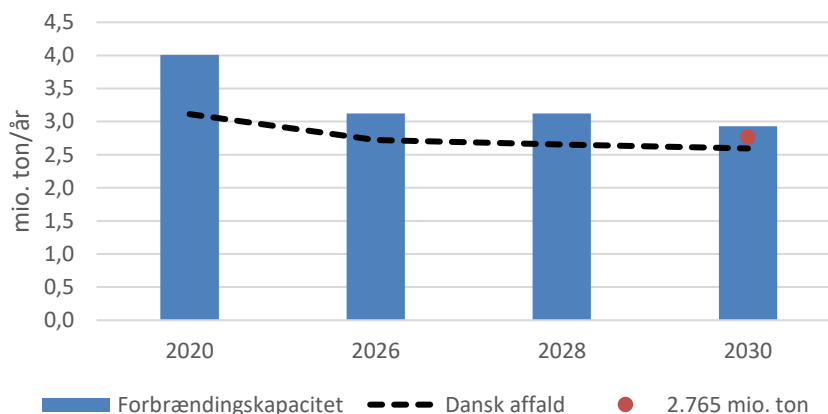
De ovennævnte forhold gør, at nogle anlæg, der listes til lukning i den endelige liste (liste B), kun lukkes delvist eller listes til fortsat drift i den indikative liste, liste A. Endvidere er der godt 100.000 ton/år mere kapacitet i drift i 2030 i liste B end i den indikative liste, liste A.

Ud over at den samlede optimering kun lukker hele anlæg og ender med en lidt højere kapacitet i 2030, har også transportomkostninger og de detaljerede beregninger af erstatningsvarme betydning. Det betyder konkret, at enkelte forbrændingsovne i Vestdanmark og på Sjælland, der er mindre effektive holdes i drift, mens isoleret set mere effektive ovne i hovedstadsområdet lukkes. Den samlede optimering vurderes at være bedst i overensstemmelse med den politiske aftale.

1.2 Tilpasningsprofil økonomi og følsomhedsberegninger

Tilpasningsprofil og erstatningsvarme

Der er beregnet optimal tilpasning i årene 2020, 2026, 2028, 2030, 2035 og 2040. Det første år, der kan lukkes forbrændingskapacitet og etableres ny varmemforsyning, antages at være 2026.



Figur 1: Kapacitetsudviklingen baseret på den samlede analyse (Liste B). Den tekniske forbrændingskapacitet i 2030 er 2,9 mio. ton/år, altså godt 100.000 ton mere end måltallet for den miljøgodkendte kapacitet i den politiske aftale.

Der er indregnet et modtagegebyr på 350 kr. per ton affald, der importeres fra andre lande. Modelberegningen viser, at hovedparten af de dyreste anlæg lukker allerede i 2026, fremfor at køre videre baseret på importaffald eller med reduceret drift. Den manglende elektricitet produceres på andre anlæg og ved øget udveksling med nabolande. Den manglende varme produceres som hovedregel på varmepumper, der idriftsættes i 2026. Der etableres i alt godt 600 MW varmepumpekapacitet i de fjernvarmebyer, hvor forbrændingsanlæg lukkes.

Udvikling i samlede netto-omkostninger

I analysen af de samlede netto-omkostninger indgår alle indregnede omkostninger ved affaldsforbrænding og affaldstransport fratrasket indtægter for affaldsimport, varmesalg og elsalg. Endvidere indgår renter og afskrivninger på historiske investeringer samt renter og afdrag på nødvendige reinvesteringer⁴. Endelig indgår de samfundsøkonomiske skadesomkostninger ved emissioner af NO_x, SO₂ og partikler⁵ samt den fremskrevne kvotepris for udledning af fossil CO₂.

De samlede netto-omkostninger falder fra knap 2,1 mia. kr. i 2020 (657 kr. per ton affald) til 1,5 mia. kr. i 2030 (537 kr./ton affald). Heraf udgør omkostninger til affaldstransport 92 mio. kr. i 2020 stigende til 129 mio. kr. i 2030⁶. De samfundsøkonomiske skadesomkostninger ved forbrænding falder fra 48 mio. kr. i 2020 til 34 mio. kr. i 2030.

⁴ Der indregnes en samlet gæld på knap 10 mia. kr. der beregningsmæssigt rest-afskrives lineært over 15 år med en årlig rentebetaling på 4% af restgælden. Nye investeringer i de eksisterende forbrændingsanlæg indregnes som årlig annuitet med 4% rente og 15 års levetid.

⁵ Skadesomkostninger for dioxiner er analyseret, men indgår ikke i optimeringsmodellen. Omkostningerne er så små, at det ikke påvirker resultatet.

⁶ Transportomkostningerne indeholder ikke omkostninger til afhentning.

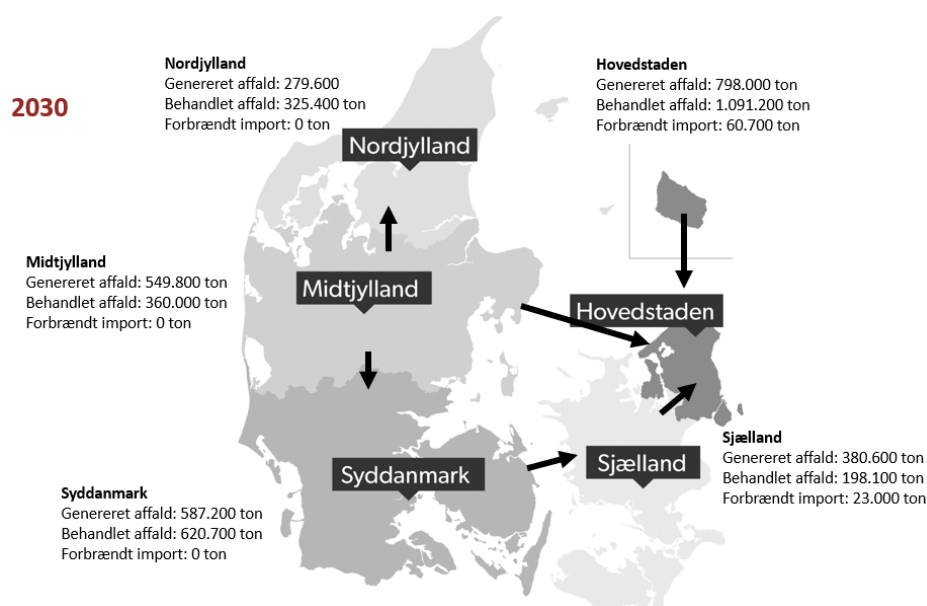
At de gennemsnitlige netto-omkostninger per ton affald falder i perioden kan tolkes sådan, at de gennemsnitlige danske omkostninger til affaldshåndtering og varmeforsyning falder med de anvendte forudsætninger. Det er vigtigt at understrege, at det ikke er analyseret, hvordan en gennemsnitlig omkostningsreduktion kan udmøntes lokalt.

Klimaeffekt

Klimaeffekten ved tilpasningsplanen ligger især i udsortering af plastik fra det danske affald samt ved mindre import af affald fra udlandet. Importaffald kan indeholde betydeligt mere plast end det gennemsnitlige danske affald til forbrænding. Med data for dansk affalds indhold af fossilt CO₂ leveret af Energistyrelsen, giver tilpasningsplanen en reduktion på 0,5 mio. ton CO₂ fra 2020 til 2030. Andre veje til at nå den samme eller yderligere CO₂-besparelse, fx ved etablering af anlæg for CO₂-fangst (CCS) er ikke analyseret.

Affaldstransport 2030

På trods af at der lukkes betydelig forbrændingskapacitet i hovedstadsområdet og på Sjælland, er hovedstadsområdet også i 2030 den region med det største overskud af forbrændingskapacitet, målt i forhold til lokalt genereret affald.



Figur 2: Illustration af hvor det danske affald opstår og hvor det behandles (ekskl. eventuelt importaffald) i hhv. 2020 og 2030. Pilene viser, hvordan affaldsmængderne bevæger sig mellem regionerne. Derudover vises den mængde importaffald, som forbrændes.

De samlede omkostninger til indenlandsk transport af affald vokser med ca. 40 mio. kr./år i perioden 2020 til 2030, hvilket vil kræve en effektiv fordeling af affald imellem de anlæg der fortsat er i drift.

Følsomhedsberegninger

Der er udarbejdet en række følsomhedsanalyser for at vurdere lukkelistens robusthed overfor ændrede forudsætninger:

1. **Ændrede transportomkostninger** Der ses her på henholdsvis 30% højere og 30% lavere transportomkostninger.
2. **Højt modtagegebyr.** Modtagegebyr for importaffald er 550 kr. per ton (350 kr. per ton i base case).
3. **Uden affaldsafgifter.** I basecase indregnes eksisterende affaldsafgifter
4. **ARGO holdes i drift** (Da ARGO er det eneste større anlæg der lukkes i basecase, ses på konsekvensen af at dette anlæg alligevel holdes i drift).
5. **MEC holdes i drift.** Anlægget i Holstebro er på lukkelisten i basecase.
6. **REFA lukkes.** Da REFA ventes lukket alligevel kort tid efter 2030, ses på konsekvensen af at det lukkes "før tid".
7. **Nye anlæg før 2030** Mulighed for ny affaldskapacitet allerede før 2030. Her ses på konsekvensen af at der tillades nyinvesteringer i affaldsforbrænding.
8. **Øgede affaldsmængder** Her indregnes også imprægneret træ og haveaffald til forbrænding svarende til yderligere ca. 280.000 ton i 2030.
9. **Aff. Stiger efter 2030** I basecase holdes affaldsmængderne konstant efter 2030.

Tabel 2		Basecase	1. Ændret trans. Omk.	2. Højt modtagegebyr	3. Uden affaldsaftifter	4. ARGO inde	5. MEC inde	6. REFA ude	7. Nye anlæg før 2030	8. Øget affald før 2030	9. Aff. stiger efter 2030
I/S Amager Ressourcecenter	I drift										
ARGO	Lukket					x					
Energist Esbjerg	I drift										
Frederikshavn Affaldskraftvarmeværk	I drift										
Hammel Fjernvarme	Lukket										
Affaldsselskabet Vendsyssel Vest	Lukket										
MEC Bioheat & Power	Lukket						x				
Fjernvarme Horsens A/S	I drift										
I/S Norfors	Lukket										
I/S REFA	I drift					x		x			
AffaldPlus Næstved	I drift					x					
Fjernvarme Fyn	I drift										
I/S Reno Syd	I drift										
Bornholms Affaldsbehandling	Lukket										
AffaldPlus Slagelse	Lukket										
Svendborg Kraftvarme A/S	Lukket										
Sønderborg Kraftvarme I/S	Lukket		x	x						x	
I/S Kraftvarmeværk Thisted	I drift										
Energist Kolding	I drift										
I/S Vestforbrænding	I drift										
I/S Reno Nord	I drift										
AffaldVarme Aarhus	I drift										
Aars Fjernvarme	Lukket		x							x	

Tabel 2: Oversigt hvor hvilke anlægs status i 2030 påvirkes i følsomhedsanalyserne ift. Basecase

Ændrede transportomkostninger har ingen konsekvenser for lukkelisten. Hvis modtagegebyr for importaffald er 550 kr. per ton i hele perioden, holdes også Sønderborg og Aars i drift. Endvidere udskydes en række lukninger fra 2026 til 2028 eller 2030. Hvis ARGO holdes inde, så lukkes REFA og AffaldPlus i Næstved i stedet, men derved stiger de samlede omkostninger med knap 20 mio. kr./år.

At holde MEC inde i 2030 eller at lukke REFA før tid har ingen konsekvenser for den øvrige lukkeliste. Modellen vælger ikke at investere i ny kapacitet, selvom det er muligt, og stigende affaldsmængder efter 2030 ændrer heller ikke listen.

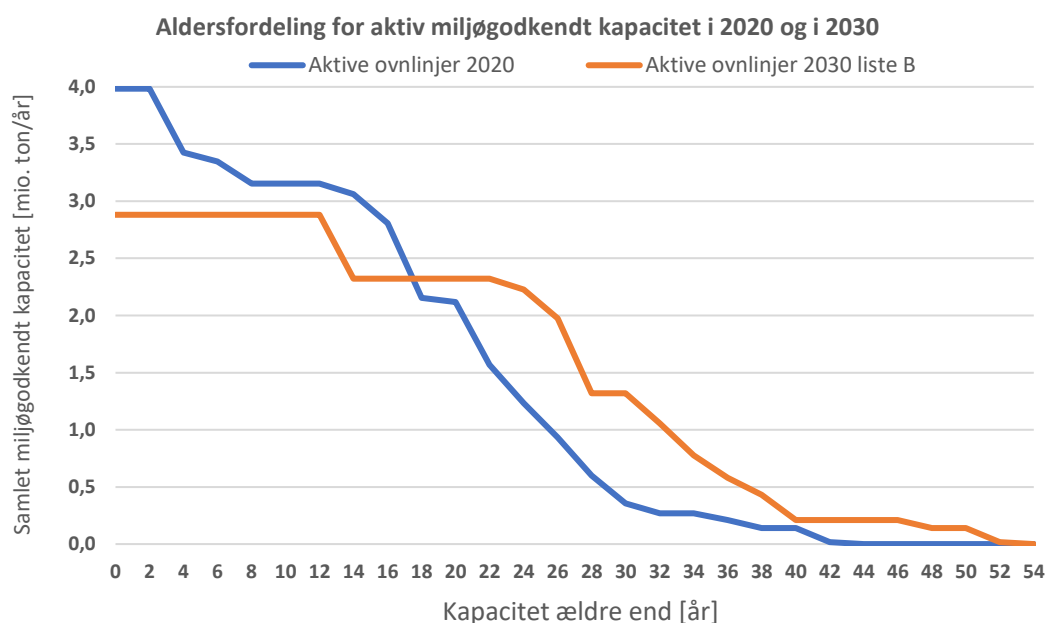
Såfremt de samlede danske affaldsmængder til forbrænding, er ca. 280.000 tons højere i 2030 end i den politiske aftale, vil også anlæggene i Sønderborg og i Aars blive i drift i 2030, svarende til resultatet af følsomhed 2 med højt modtagegebyr for importaffald.

1.3 Kommentarer til lukkelisten

Kapacitetsloftet	Den resulterende, miljøgodkendte kapacitet i drift i 2030 er ca. 100.000 ton højere end kapacitetsloftet i den politiske aftale. Det er et udtryk for energisystemets høje værdisætning af en vis fleksibilitet på anlæggene, at der ikke bør lukkes yderligere kapacitet. Det skal derfor inden 2030 afklares, hvordan disse 100.000 ton "bufferkapacitet" bedst håndteres aftalemæssigt og reguleringsmæssigt.
Datakvalitet	Hovedgrundlaget for analysen er de data, der er indhentet hos affaldsselskaberne. En retvisende lukkeliste hviler på, at de indsendte data er udarbejdet efter nogenlunde ensartede metoder. For de forbrugerejede anlæg er der dog ikke modtaget data direkte fra selskaberne. ⁷ Der er også spurgt til behov for reinvesteringer frem mod 2040, og besvarelserne er her mere varierende, sandsynligvis også fordi spørgsmålet forstås forskelligt. Her har det været nødvendigt at supplere med standardantagelser om behov for investering i større levetidsforlængelser efter 25 års drift og herefter hvert 15. år.
Transport og fjernvarme	Beregninger af omkostninger til affaldstransport og til investering og drift af anlæg til erstatningsvarme hviler på bedst tilgængelige og generaliserede forudsætninger beskrevet i analyserapporten. En generaliseret forudsætning er bl.a., at intet forbrændingsanlæg er bundet af lokale, aftalemæssige bindinger, der reducerer mulighederne for at brænde affald.
Lokale forhold	Det er i det hele taget vigtigt at notere, at den beregnede lukkeliste ikke har kunnet inddrage en række forhold omkring lokal affalds- og varmeplanlægning. Derfor er det afgørende, at analysearbejdet umiddelbart følges op med lokale vurderinger af faktiske aftaleforhold og bindinger, samt konkrete muligheder for erstatningsvarme og for alternativ afsætning af affald til forbrænding. Dette bør også ses i lyset af den nødvendige varmeplanlægning, der skal aftegne fjernvarmens fremtidige rolle lokalt.
Restgæld	Det skal understreges, at håndtering af den eksisterende restgæld på ca. 10 mia. kr. ikke indgår i analysen. En række af de anlæg, der er listet til lukning, har restgæld.
Anlæggenes alder	

⁷ Konsulenten har kontaktet anlæg hvor der var antagelser om fejl eller misforståelser i de tilsendte data. Der er ikke foretaget en yderligere kvalitetssikring af indsendte data.

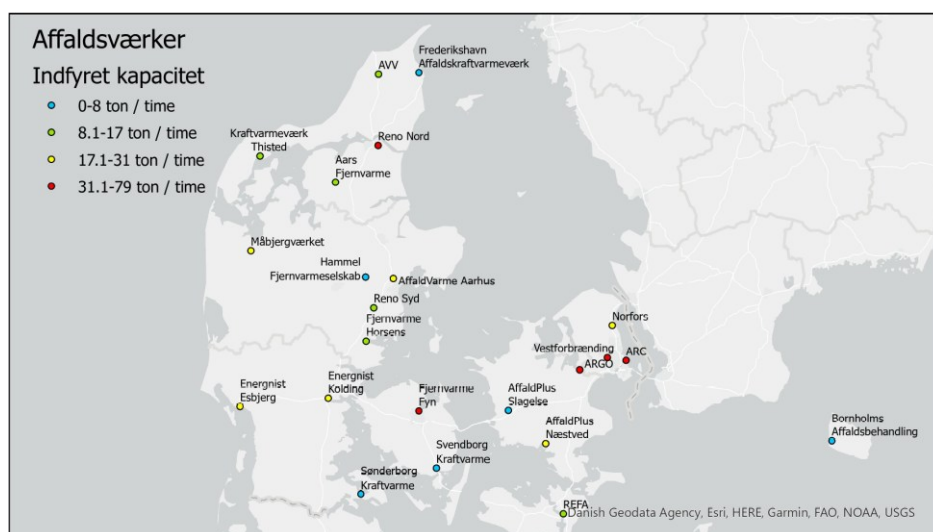
Med den kapacitetstilpasning, der er resultatet af analysen, vil den gennemsnitlige danske ovnlinje have en alder på 34 år i 2030, og den ældste ovnlinje, der stadig er i drift, vil være 52 år gammel (Se Figur 3). Det er en forudsætning i denne analyse, at det er muligt at holde eksisterende ovne i drift ved at foretage levetidsforlængelser hvert 15. år til ca. 20% af omkostningerne for et tilsvarende barmarksanlæg. Følsomhedsberegningerne viser, at levetidsforlængelser er mere attraktivt end etablering af nye, tilsvarende anlæg. Såfremt omkostningerne til reinvesteringer på nogle af de ældre ovne skønnes væsentligt højere end antaget, eller såfremt der med fordel kan investeres i ny teknologi, kan analysens resultater udfordres.



Figur 3: Varighedskurve over forbrændingskapacitet i drift i 2020 og i 2030.

2 Den danske affaldssektor – et overblik

I gennem de seneste 10-15 år har rammerne for affaldssektoren i både Danmark og EU som helhed gennemgået betydelige forandringer. Der er fastlagt rammer for international handel med forskellige affaldsstrømme⁸, og der er i EU betydelig fokus på cirkulær økonomi og på at mindske andelen af affald, der deponeres. Værktøjerne er øget genanvendelse og øget energiudnyttelse. I Danmark, hvor andelen af affald, der går til deponi, allerede er reduceret betydeligt siden midten af 1990'erne, er der nu særlig fokus på at flytte affaldsstrømme fra energiudnyttelse til genbrug og genanvendelse, under overskriften cirkulær økonomi. Tilbage i 1997 blev der indført stop for deponering af forbrændingseget affald, hvilket førte til en betydelig udbygning af forbrændingskapaciteten, således at der i dag er 23 aktive multifyrede og dedikerede affaldsforbrændingsanlæg i Danmark med en samlet miljøgodkendt kapacitet på 3,95 mio. ton. Hertil kommer specialanlæggene Nr. Alslev, Nyborg samt Aalborg Portland, der ikke er vist på figuren.



Figur 4: Multifyrede og dedikerede affaldsforbrændingsanlæg (Affaldsenergianlæg) i Danmark.

De danske kommuner er forpligtede til at sikre kapacitet til affaldsforbrænding, enten ved at kommunen selv opfører kapacitet og driver egne værker, eller ved at de tegner kontrakt med andre operatører om affaldsforbrændingskapacitet. Disse andre operatører kan enten være andre kommuner, der har egne affaldsforbrændingsanlæg, eller kommercielle operatører.

Afgifter på forbrænding

⁸ Gennem bl.a. Transportforordningen

Affald betragtes afgiftsmæssigt som et brændsel, men har særskilte afgiftssatser, primært pga. varierende sammensætning af affald, som leder til varierende brændværdi og CO₂-udledning. Siden 1. januar 2015 er VE-affald (herunder biomasseaffald) ikke afgiftsbelagt. Afgifterne på affald opdeles i:

- Tillægsafgift
- Affaldsvarmeafgift
- CO₂-afgift

Hertil kommer bl.a. SO₂-afgift og NO_x afgift, som dog kun har mindre økonomisk betydning. Tillægsafgiften ligger på brændslet og den brændværdi affaldet indeholder, men beregnes på basis af den producerede varme. Affaldsvarmeafgiften er direkte pålagt den leverede og udnyttede varme fra forbrænding af affald. CO₂-afgiften er pålagt som en emissionsafgift på samme måde som for andre ikke-bionedbrydelige brændsler.

Omfattet af CO₂-kvotelo-
ven

I Danmark (og Sverige) er affaldsforbrænding over 20 MW indfyret effekt omfattet af CO₂ kvotelovent, og skal svare CO₂ kvoter af den udledte fossilt baserede CO₂. Prisen i kvotemarkedet er (november 2020) ca. 200 kr./ton CO₂. Der er en forventning i branchen om, at CO₂-afgiften på et tidspunkt fjernes for kvoteomfattede anlæg, for at undgå dobbeltbeskatning af CO₂.

Muligheder for CO₂-re-
duktion

Udledning af fossil CO₂ fra affaldsforbrænding styres af hvilken andel af fossilt kulstof der er i affaldet. Fossilt kulstof findes især i plastik, visse tekstiler, bil-dæk mm. Muligheder for CO₂ reduktion fra affaldsforbrænding ligger derfor i at udsortere disse fraktioner, og/eller udvikle og implementere CO₂-fangst fra røggassen med efterfølgende lagring (CCS) eller udnyttelse (CCU). CCS er typisk elforbrugende, og kan øge den samlede varmeleverance fra anlæggene. Analyser peger på, at CCS koster 700 – 1.000 kr. per ton CO₂⁹ inklusiv værdisætning af den øgede varmeleverance.

Økonomisk regulering

Alle de danske anlæg afsætter varme til lokale fjernvarmenet og er i dag, efter varmforsyningsloven underlagt hvile-i-sig-selv-princippet. I 2009 nedsatte den daværende regering en tværministeriel embedsmands-gruppe, der skulle afdække alternative organiseringsformer for affaldsforbrændingsområdet. I december 2010 blev markedet for erhvervsaffald til eksport liberaliseret som følge af EU-regulering, og den tværministerielle arbejdsgruppe offentliggjorde rapporten "Forbrænding af affald - Afrapportering fra den tværministerielle arbejdsgruppe vedrørende organisering af affaldsforbrændingsområdet" (Miljøstyrelsen, 2010). Udvalget anbefalede en fremtidig regulering af

⁹ Svarende til 300-400 kr. per ton 2020-gennemsnitsaffald, såfremt der kun fjernes og lagres svarende til det fossile CO₂-indhold.

affaldsforbrænding efter principperne i et såkaldt "licitationsscenario", hvor også forbrænding af husholdningsaffald liberaliseres.

Siden 2010 har genanvendeligt erhvervsaffald samt affald, der eksporteres til nyttiggørelse, været konkurrenceudsat. Således også kommunalt indsamlet restaffald og kildesorteret organisk dagrenovation (KOD), når kommunen ikke selv behandler dette.

Prisloftregulering på varmesiden

Da affaldsafbrændingsanlæggene er afskåret fra at kræve en højere pris for varme end de nødvendige varmeproduktionsomkostninger, skal der udarbejdes en omkostningsfordeling på det enkelte anlæg. På mange af de danske anlæg deles de såkaldte fællesomkostninger med 60% til varmesiden og 40% til affaldssiden. Dertil kommer, at varmeafregningsprisen inklusive afgifter for affaldsvarme i henhold til gældende prisloftbekendtgørelse skal være den laveste af følgende priser:

- Den omkostningsbestemte pris (prisen fastsat i medfør af varmeforsyningslovens § 20),
- Substitutionsprisen¹⁰ eller
- Det af Forsyningstilsynet udmeldte prisloft.

Prisloftet udmeldes årligt, og fastsættes som den vægtede gennemsnitspris inklusive afgifter for opvarmet vand produceret på de centrale kraftvarmeanlæg i Danmark¹¹. Prisloftet for 2020 er 94 kr./GJ. Prisloftet for 2021 er udmeldt til 98 kr./GJ.

Aftale 16 juni om affald og cirkulær økonomi

Et bredt flertal i folketinget indgik den 16. juni 2020 en politisk aftale, "Klimaplan for en grøn affaldssektor og cirkulær økonomi". Med aftalen udtrykkes en vision om at affaldssektoren skal være klimaneutral i 2030, at 80 pct. af dansk plast skal udsorteres fra forbrændingen i 2030 samt at affaldskurven skal knækkes bl.a. ved fastsættelse af EU reduktionsmål.

Konkret indeholder aftalen en række tiltag målrettet mod øget genanvendelse, samt tiltag der skal reducere forbrændingskapaciteten i Danmark. Vigtigste tiltag til reduktion af forbrændingskapaciteten er at Kommunernes Landsforening udarbejder en plan for kontrolleret nedlukning af affaldsforbrændingskapaciteten. Nærværende rapport indeholder baggrundsanalyser til planen.

¹⁰ Substitutionsprisen, er egenproduktionsprisen, eller den pris, som varmeværket alternativt kan købe varmen til fra tredjemand.

¹¹ De to dyreste anlæg indgår dog ikke i prisberegningen.

2.1 Internationale rammer for affaldshåndtering

En stigende del af rammerne for affaldshåndtering samt import og eksport af affald i Europa fastlægges på mellemstatsligt niveau, dvs. i EU-regi. De vigtigste regler for import og eksport af affald er fælles for alle EU-lande og findes i Forordningen om overførsel af affald, i daglig tale "Transportforordningen" samt i den såkaldte grønne forordning.

Orange og grønt affald

Affald til nyttiggørelse (hovedsageligt genanvendelse og forbrænding) inddeles i to forskellige affaldstyper: grønt og orange affald, for hvilke der gælder forskellige regler for grænseoverskridende transport.

Orange affald er omfattet af et krav om anmeldelse, og der skal foreligge skriftligt samtykke fra de kompetente myndigheder, før overførslen finder sted. Ifølge bilag IV til transportforordningen er bl.a. husholdningsaffald kategoriseret som orange affald. Affald, der ikke er opført på nogen liste (ulistet affald), skal følge proceduren for orange affald. Grønlistet affald i rene fraktioner er som udgangspunkt ikke anmeldepligtigt, men bliver det, hvis fraktionerne blandes.

I modsætning til ulistet og orangelistet affald, kan import/eksport af grønlistet affald¹² til nyttiggørelse ske uden skriftligt samtykke og anmeldelse til Miljøstyrelsen. Dog skal det til hver en tid være muligt at spore affaldet, som derfor anføres et såkaldt ledsagerdokument (Bilag VII), som bl.a. giver oplysninger om indehaver og modtager af affaldet.

Nyttiggørelsesanlæg

Alle de danske kommunale affaldsforbrændingsanlæg er i gældende EU-lovgivning på grund af høj energiudnyttelse klassificeret som nyttiggørelsesanlæg, hvilket bl.a. har betydning for anlæggenes godkendelse til import af affald.

EU affaldsstrategi

I januar 2018 vedtog EU-rådet en pakke om cirkulær økonomi (EU's affaldspakke), der bl.a. indeholder følgende mål:

- 60% genanvendelse af kommunalt affald i 2030, og 65% i 2035
- 70% genanvendelse af emballageaffald i 2030
- Højest 10% deponi af kommunalt affald i 2035
- Krav om særskilt indsamling af bioaffald senest i 2023

¹² Grønlistet affald er som hovedregel rene affaldsfraktioner der ikke er farligt affald, og hvor fx energinyttiggørelse ikke forhindrer effektiv genbrug/genanvendelse. Miljøstyrelsen vedligeholder listen over grønt affald.

Endvidere var der i januar 2018 enighed om en plaststrategi med krav om minimum 50% genanvendelse af plast i 2030, og krav til øget design af plastemballage til genbrug/genanvendelse.

EU Handlingsplan for cirkulær økonomi

I marts 2020 offentliggjorde EU i en meddelelse til parlamentet og rådet, en ny handlingsplan for cirkulær økonomi. Handlingsplanen oplister en række initiativer indenfor bl.a. områderne bæredygtige produkter, værdikæder, affaldsforebyggelse, værdisætning af sekundære råmaterialer m.m. Det fremgår herunder, at der planlægges konkrete reduktionsmål for specifikke affaldsstrømme, samt øget harmonisering af affaldssortering.

3 Rammer for kapacitetstilpasningsplanen

Rammerne for nærværende analyse af kapacitetstilpasningsplanen tager udgangspunkt i følgende centrale indhold den politiske aftale af 16. juni 2020 side 10 og side 11:

- Der fastsættes et kapacitetsloft svarende til udviklingen i danske affaldsmængder, der forventes reduceret med 30 pct. i 2030 set i forhold til i dag. Det betyder, at den samlede danske miljøgodkendte kapacitet til forbrænding af affald (iht. Miljøbeskyttelseslovens kap. 5) skal nedbringes til de nationale affaldsmængder frem mod 2030, som fremskrevet af Miljø- og Fødevareministeriet (den aktuelle kapacitet er 3,95 mio. tons, mens de forventede nationale affaldsmængder til forbrænding på de multifyrede og dedikerede affaldsforbrændingsanlæg i 2030 er 2,6 mio. tons).
- Planen skal oplyste anlæg til nedlukning iht. ovenstående kapacitetsloft.
- Planen skal sikre, at de miljømæssigt dårligste anlæg lukker.
- Planen skal tage højde for varme- og elforsyningsloven, som sikrer, at affaldsforbrændingsanlæg ikke kan lukke, uden der kan findes alternativt varmegrundlag, hvilket muliggør en hensigtsmæssig varmeplanlægning og elforsyningssikkerhed.
- Planen skal sikre en effektiv fordeling af affaldsmængder mellem anlæggene.
- Planen skal sikre, at de mindst effektive anlæg lukkes. Planen for lukning af de mindst effektive anlæg vurderes af Forsyningstilsynet.

Den politiske aftale indeholder også andre kriterier, herunder om lovmedholdelighed, udbud, organisation, finansiering og indikatorer. Disse øvrige forhold og kriterier er ikke belyst her.

Det fremgår endvidere af aftalen, at såfremt planen ikke kan godkendes af relevante myndigheder, vil der automatisk blive iværksat en konkurrencemodell med stramning af miljøkravene til anlæggene samt evt. ny forbrændingsafgift eller CO₂-afgift.

Det er ikke i aftalen skrevet helt præcist, hvilken kapacitet som de danske forbrændingsanlæg skal have i 2030. Aftalen nævner dog, at der skal ske en reduktion med 30 % frem mod 2030. Forstås dette som, at affaldsforbrændingskapaciteten skal reduceres med 30 %, giver det et kapacitetsloft på 2,765 mio. tons. Energistyrelsen har bekræftet, at aftalen skal fortolkes på denne måde.

Det fremgår endvidere, at loftet sættes som den samlede danske miljøgodkendte kapacitet til forbrænding, hvilket kan opfattes som, at den tekniske kapacitet kan være større. Desuden er det præciseret, at kapacitetsloftet gælder for de multifyrede og dedikerede affaldsforbrændingsanlæg, dvs. ikke for specialanlæggene i fx Nyborg og Nr. Alslev.

3.1 Tolkning af den politiske aftale

Aftaleteksten er ikke præcis mht., hvordan centrale elementer i tilpasningsplanen skal udarbejdes. Derfor har det i arbejdet med nærværende analyserapport været nødvendigt at tage nogle valg, som undervejs er drøftet med myndighederne med henblik på at give dem indblik i den valgte fremgangsmåde. Nedenfor redegøres der for disse valg.

Planen skal sikre, at de mindst effektive anlæg lukkes

Det fremgår ikke af aftalen, hvad der konkret menes med "mindst effektive" anlæg. Men da det i teksten anføres, at Forsyningstilsynet skal vurdere dette, lægges det til grund af der her tales om økonomisk effektivitet, altså hvor omkostningseffektivt opgaven med at forbrænde affald kan løses. Aftalen er dog ikke entydig med hvorvidt:

- a) Den økonomiske effektivitet skal beregnes ved, at de mindst effektive anlæg lukkes, beregnet anlæg for anlæg baseret på historiske regnskabsdata
- b) Den økonomiske effektivitet skal beregnes ved, at de mindst effektive anlæg lukkes, i en samlet vurdering mod 2030.

Der kan i praksis være betydelig forskel på, om den ene eller den anden tolkning lægges til grund for, hvilke anlæg der lukkes.

Gæld, afskrivning og reinvesteringer

Nye anlæg med en hurtig afskrivningsprofil og høje låneomkostninger kan regnskabsmæssigt set have høje forbrændingsomkostninger, imens ældre anlæg, der opererer med et afskrevet kapitalapparat, regnskabsmæssigt kan have lave forbrændingsomkostninger.

Men hvis de nye anlæg listes til lukning på baggrund af en historisk omkostningssammenligning baseret på regnskaber, kan betydelige aktiver gå tabt. Samtidig kan de ældre anlæg stå overfor markante reinvesteringer, såfremt de drives videre. Både de tabte værdier på nye driftsmæssigt effektive anlæg, og de ventende reinvesteringer på ældre anlæg vil øge de samlede danske omkostninger i forbrændingssektoren mod 2030, hvis ovenstående tolkning a) lægges til grund.

I valget mellem tolkning a) og tolkning b) kan det lægges til grund, at den politiske aftale af 16. juni 2020 har til formål at sikre en effektiv og miljørigtig forbrændingssektor i Danmark samlet set, og med væsentlig lavere forbrændingskapacitet end i dag. Det kan altså ikke være et formål at lukke et specifikt anlæg med høje historiske forbrændingsomkostninger, såfremt det ikke samtidig bidrager til en mere effektiv forbrændingssektor samlet set.

På den baggrund vælges tolkning b), altså at den økonomiske effektivitet skal beregnes ved at de mindst effektive anlæg lukkes, i en samlet vurdering mod 2030.

Ovenstående medfører naturligt, at regnskabsmæssige afskrivninger og låneomkostninger ikke medregnes i det enkelte anlægs omkostninger, men i stedet bør vurderes for den samlede anlægsportefølje. Ovenstående medfører også, at forventede reinvesteringer, der er nødvendig for at leve op til stramme miljøkrav og for at holde anlægget i drift i det hele taget, bør medtages.

Varme og elektricitet

Alle de danske affaldsforbrændingsanlæg producerer fjernvarme til et lokalt fjernvarmenet, og størstedelen af anlæggene producerer tillige elektricitet til egetforbrug og/eller salg gennem elnettet. Varme- og elproduktion har, sammen med affaldsgrundlaget, som hovedregel spillet en stor rolle ved anlæggenes design, godkendelse og etablering og kan derfor ses som en integreret del af det enkelte anlæg.

Hertil kommer, at el og varme repræsenterer en kommerciel værdi for anlægsejeren og tillige en samfundsøkonomisk værdi. Når den politiske aftale udmøntes, og der skal lukkes et antal anlæg, kan der ikke gennemføres en retvisende analyse af anlæggenes omkostningseffektivitet uden at indregne værdien af såvel elproduktion som varmeproduktion. Hvis et anlæg lukkes, er det helt nødvendigt at indregne den manglende el- og varmeproduktion i de sparede omkostninger til affaldsforbrænding, som lukningen giver anledning til.

Beregning af værdi af varme og el

Ved beregning af værdien af varme og el frem mod 2030 kan der tages udgangspunkt i historiske salgspriser eller i beregnede værdier baseret på et substitutionsprincip. Substitutionsprincippet udtrykker omkostningerne ved at levere en tilsvarende mængde el eller varme. Såfremt der anvendes historiske salgspriser, vil disse være afhængige af lokale aftaler og varmeforsyningsloven

vedrørende varmesiden, og hvordan anlægget er tilsluttet nettet på elsidens. Sådanne forskellige aftaler og tilslutninger giver ikke nødvendigvis en retvisende sammenligning af varme- og elværdien på tværs af anlæggene. Eksempelvis kan et anlæg, der sælger hele sin elproduktion, være svært at sammenligne med et anlæg, der producerer el til egetforbrug. Endvidere kan et anlæg, der sælger varme baseret på affaldsvarmeprisloftet på grund af en aggressiv afskrivningsprofil, være svært at sammenligne retvisende med et anlæg, der er fuldt afskrevet og sælger varme til den omkostningsbestemte pris, baseret på en 50/50 deling af fællesomkostningerne.

På den baggrund vælges et substitutionsprincip til værdisætning af anlæggets el- og varmeproduktion frem mod 2030.

Transport af affald

Transport af affald vil ofte, som konsulenten forstår det, kunne godkendes som en fællesomkostning idet anlægget ikke kan drives uden at affaldet (brændslet) føres frem til anlæggets silo eller lager. Der kan dog være uklarhed over præcis, hvor skillelinjen ligger mellem fællesomkostninger og særømkostninger. En del af transportomkostningerne kan også ses som særømkostninger for affald, i det omfang transporten i højere grad vedrører afhentning hos virksomheder og borgere end transport til anlæg.

Det er konsulentens opfattelse, at en fair og fremadrettet sammenligning af forbrændingsomkostninger på tværs af forbrændingsanlæggene bør tage udgangspunkt i affald leveret **an anlæg**. Hvis dette ikke præciseres i datagrundlaget, kan der opstå en tilsyneladende forskel mellem to anlægs omkostninger til at forbrænde affald, der i virkeligheden kan henføres til historiske omkostninger til transport/afhentning af affald. Eftersom affaldsstrømmene og transportomkostningerne netop ændrer sig som følge af den politiske aftale, vil dette ikke være retvisende.

På den baggrund vælges at opgøre omkostninger til forbrænding af affald på det enkelte anlæg eksklusiv historiske transportomkostninger. Endvidere vælges at fremskrive transportomkostninger (ekskl. afhentningsomkostninger) fremadrettet, for at den samlede omkostning kan indgå i udpegning af de mindst effektive anlæg mod 2030.

Planen skal sikre, at de miljømæssigt dårligste anlæg lukker

Det fremgår af aftalen, at det skal sikres, at de miljømæssigt dårligste anlæg lukker. Det er dog ikke specificeret, hvilke miljøfaktorer der specifikt skal

indregnes, og hvordan de forskellige miljøegenskaber skal prioriteres overfor hinanden.

Den miljømæssige regulering af anlæggene foregår i vidt omfang gennem grænseværdier, der ikke må overskrides, samt krav om monitorering og rapportering. Ved kontakt til Miljøstyrelsen og ved input fra flere af anlæggene er det sandsynliggjort, at overskridelse af grænseværdier ofte vedrører anlæggenes historiske drift og karakteristik af bestemte affaldsfraktioner. Det er altså ofte ikke kun anlæggets tekniske karakteristika, der har betydning for overskridelse af grænseværdier og/eller niveauet for emissioner af miljøskadelige stoffer.

For at kunne lave en håndterbar prioritering mellem miljø- og driftsomkostninger er det svært at finde bedre data end et udvalg af historiske emissioner, samt at forsyne disse emissioner med en **pris**. Emissioner vedrørende NO_x, SO₂, partikler og dioxin opgøres på alle anlæg, og myndighederne har historisk fået udarbejdet samfundsøkonomiske skadesomkostninger for disse emissioner, der kan anvendes til sammenligning på tværs af miljøindikatorer.

På den baggrund vælges at opgøre NO_x, SO₂, partikler og dioxin baseret på historisk drift og multiplicere med de samfundsøkonomiske skadesomkostninger.

4 Analysemetode og modelværktøjer

Beregningsen af kapacitetstilpasningslisten foretages med to forskellige metoder, med hver sine fordele og ulemper. De metoder resulterer i to lister, hvor affaldsanlæggene rangeres efter økonomisk effektivitet. Listerne betegnes liste A og liste B:

- A. **Indikativ liste.** En samlet økonomisk rangering af anlæggene med antagelse om fuld kapacitetsudnyttelse baseret på beregning af behandlingsomkostninger for hver ovnlinje. Listen udarbejdes i regneark.
- B. **Endelig liste.** Systemoptimering af anlæg til lukning, hvor transport af affald fra kilde til forbrændingsanlæg indgår, og der tages hensyn til lokale forhold omkring fjernvarmeforsyningen.

4.1 Indikativ liste (liste A)

Med henblik på at kunne sammenligne anlæggenes økonomiske effektivitet og miljømæssige påvirkninger er der opstillet et regnearksværktøj, som indeholder alle anlæggenes data.

Eftersom en række af anlæggene har flere ovnlinjer med forskellige aldre og egenskaber er det valgt at, så vidt muligt, at indsamle og opstille data i regnearket på ovnlinjeniveau. Anlæg og ovne sammenlignes i et scenarie, hvor deres fulde kapacitet udnyttes for at kunne vurdere hvilke, der, isoleret set, er mest effektive.

Med regnearksværktøjet beregnes behandlingsomkostninger for hver ovnlinje ud fra specifikke tekniske og økonomiske oplysninger for hver ovnlinje. Der tages ikke hensyn til transport af affald, og der anvendes standardiserede forudsætninger omkring prisen for alternativ varmeforsyning.

I regnearket er det primære fokus økonomisk effektivitet, hvilket hovedsageligt er betinget af driftsomkostninger, virkningsgrader, emissionsomkostninger og omkostninger til levetidsforlængelser. Miljømæssig effektivitet indgår i regnearket som en samfundsøkonomisk omkostning.

Regnearket har et samfundsøkonomisk perspektiv, hvorfor afgifter og tilskud ikke indregnes.

4.2 Systemanalyser til endelig liste (liste B)

Liste B opstilles ud fra en systemoptimering af det danske el-, fjernvarme- og affaldssystem. Til denne systemoptimering anvendes el- og varmemarkedsmodellen Balmorel.

Balmorel er en partiel ligevægtsmodel til samtidig optimering af produktion, transmission og forbrug af elektricitet og varme under forudsætning af konkurrencedygtige markeder. Modellen finder den optimale måde at tilfredsstille energifterspørgslen på ud fra forudsætninger om tekniske, økonomiske og lovgivningsmæssige begrænsninger. Balmorel er skrevet i GAMS modelleringssprog (General Algebraic Modelling System) og er bygget i en generisk, modulær struktur. Derfor kan nye energityper og teknologier (f.eks. transport af affald, PtX-energianlæg) inkluderes gennem tilføjelser, såkaldte addons, til de grundlæggende modelleringsrammer. Balmorel-kernemodellen er i udgangspunktet lineær, men til særlige modelleringsproblemer kan der anvendes heltalsprogrammering, fx til start-stop begrænsninger på kraftværksanlæg eller investeringer i fuld eller ingen levetidsforlængelse af anlæg.

Modellen er datadrevet og har en høj grad af fleksibilitet med hensyn til tidsmæssige og geografiske muligheder. Udbudssiden består af forskellige produktionsteknologier, hvis planlagte kapacitet, idriftsættelse og nedlukning defineres eksogent. Nye, modelbestemte kapacitetsinvesteringer og nedlukninger kan også bestemmes i optimeringen. Teknologierne specificeres ved brændselstype, effektivitet, investerings- og drift og vedligeholdelsesomkostninger, forholdet mellem el- og varmeproduktion (kraftvarmeenheder), forventet teknisk levetid samt miljømæssige karakteristika for hver teknologi; f.eks. SO₂-, NO_x- eller CH₄-emissioner. Energiteknologier med variabel energiproduktion (f.eks. vind- og solenergi) har produktions- eller indstrømningsprofiler, der leveres eksogent på hvert tidssegment og geografisk lokalitet.

Udover produktion og forbrug kan også modelleres energilagring som en del af modellen. Der anvendes to typer oplagring i Balmorel: hhv. korttidslagring af og langtidslagring af brændsler, elektricitet eller varme.

Udveksling af el og varme kan i Balmorel finde sted mellem forskellige områder, forudsat at der transmissionskapacitet mellem disse. Modellen kan også som en del af optimeringen beregne investeringer i ny transmissionskapacitet.

Anvendelse af modellen i dette projekt

I dette projekt er modellen afgrænset til kun at omfatte det danske energisystem, der så til gengæld modelleres i betydelig detalje. Modellen indeholder en detaljeret repræsentation af det danske el- og fjernvarmesystem. Med modellen kan der analyseres investeringsbeslutninger i fjernvarmesektoren baseret på det konkrete udgangspunkt i fjernvarmebyerne og på en række forudsætninger om teknologiudvikling, brændselspriser, skatter og afgifter m.m.

Det antages, at alle fjernvarmeselskaber optimerer deres investeringer og drift med henblik på lavest mulige varmepriser.

Balmorel-modellen er videreudviklet, så den mere nøjagtigt repræsenterer affaldsanlæggene. Desuden anvendes i dette projekt et affaldstransportmodul, som muliggør analyse af transport af affald fra landets kommuner til forbrændingsanlæggene.

Der er opbygget et dansk affaldstransportnet for at bestemme de faktiske kørselsafstande fra kommunerne, hvor affaldet produceres, til affaldsforbrændingsanlæg, hvor affaldet kan forbrændes. Transportnettet er opbygget ved, at der med udgangspunkt i data om transportafstande i Danmark og viden om placering af eksisterende forbrændingsanlæg er indlagt nogle trafikale knudepunkter. Tilsvarende findes kørselsafstande fra de enkelte kommuners geometriske centrum til transportnetværket og transportafstande fra de eksisterende forbrændingsanlæg til de fastlagte trafikknudepunkter. Givet alle de definerede kørselsafstande minimerer modellen transportafstande og dermed transportomkostninger på vejnettet. Dvs. modellen altid vælger den korteste vej gennem transportnetværket.

En række transportomkostninger er implementeret, både omkostninger per transporteret kilometer i lastbil, men også omkostningerne ved at krydse broer og ved at transportere affald med skib/pram. Derudover er det muligt at modtage importaffald ved udvalgte danske havne som herefter kan transporteres til de danske anlæg og afbrændes. Anlæggene kan foruden affald også forbrænde biomasse.

De danske affaldsværker har alle en miljøgodkendelse for den mængde affald, der må behandles i løbet af et år. Denne begrænsning er også inkluderet i modellen. Begrænsningen ligger på de samlede forbrændingsanlæg og er ikke fordelt på ovnlinjerne.

I standardversionen af modellen er de faste driftsomkostninger for el- og varmeproduktionsanlæg knyttet til det enkelte produktionsanlæg. Et anlæg, der består af flere blokke eller ovnlinjer, har dog typisk driftsomkostninger, som knytter sig til hvert delanlæg samt fællesomkostninger, som er fælles for alle delanlæg (fx bemanning af kontrolrum mv.). Til dette projekt er modellen udviklet, så driftsomkostninger er opdelt, så en del er knyttet til hvert delanlæg, mens den resterende del er fælles for det samlede anlæg.

Analysens rammer og data

Data i analysen er som hovedregel baseret på offentligt tilgængelige kilder, herunder Energistyrelsens og Energinets teknologikatalog for nye teknologier, mens data vedrørende affaldsanlæggene er baseret på fortrolige myndighedsdata, herunder Energiproducenttællingen og BEATE, samt data modtaget fra anlæggene vha. de udsendte spørgeskemaer.

De væsentligste nye beslutninger i Klimaaftalen for energi og industri og i Klimaftalen for affald fra juni 2020 er indregnet. Dette gælder mere specifikt forudsætninger om ophævelse af kraftvarmekrav og brændselsbindinger og fjernelse af elvarmeafgiften.

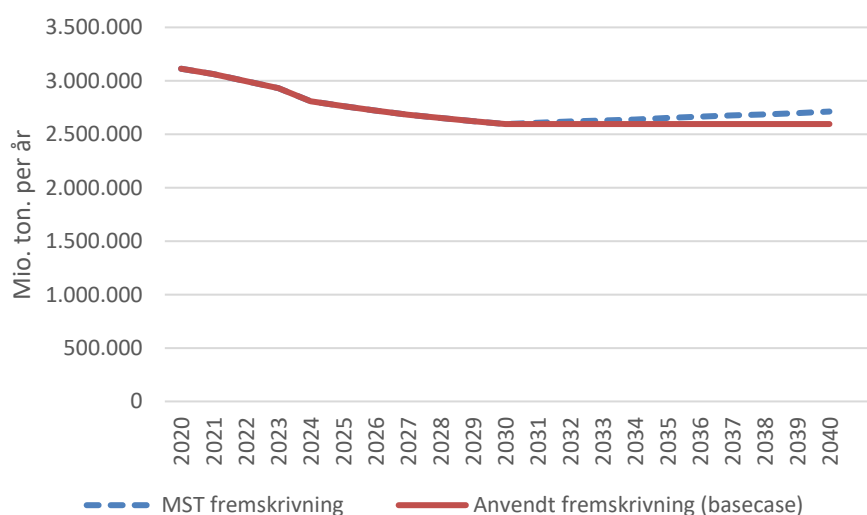
Systemoptimeringen foretages for årene 2020, 2026, 2028, 2030, 2035 og 2040. Der forudsættes en gradvist faldende mængde dansk affald til forbrænding, og modellen optimerer med dette udgangspunkt kapaciteten af danske forbrændingsanlæg ved at lukke de anlæg, som i et systemperspektiv har den laveste økonomiske effektivitet. Grunden til at årene mellem 2020 og 2026 ikke simuleres skyldes, at det ikke vurderes muligt at etablere den alternative varmforsyning før efter 2025, medmindre processen allerede er igangsat. Hvert år er inddelt i 26 sæsoner og hver sæson er inddelt i 11 repræsentative tidsafsnit.

5 Fremskrivning af forbrændingseget affald mod 2040

Der tages udgangspunkt Miljøstyrelsens fremskrivning af affaldsmængderne inkl. effekten af virkemidler¹³. I denne fremskrivning falder de danske affaldsmængder til forbrænding med ca. 17% i perioden 2020 til 2030. Herefter stiger affaldsmængderne igen med ca. 5 % i perioden 2030 til 2040.

Til denne analyses basisscenarie antages det ikke, at affaldsmængderne vil stige igen efter 2030 og derfor anvendes en flad profil efter 2030. Der laves en følsomhedsanalyse med fremskrivningen, hvor affaldsmængderne stiger efter 2030.

Figur 5 viser Miljøstyrelsens fremskrivning af affaldsmængderne samt den anvendte fremskrivning.



Figur 5: Fremskrivning af danske affaldsmængder.

Affaldsmængderne fordeles på kommuner samt på husholdninger og industrielt affald vha. den historiske fordeling i 2018. Dette betyder, at fordelingen af affaldet antages uændret gennem perioden. Fx vil det være sådan, at hvis Københavns Kommune i 2018 producerede 10% af Danmarks affaldsmængder til forbrænding, antages kommunen fortsat at producere 10% af de totale affaldsmængder i 2030.

¹³ : <https://mst.dk/service/publikationer/publikationsarkiv/2020/jul/virkemiddelkatalog-for-oeget-genanvendelse-af-husholdningsaffald-og-lignende-affald-fra-andre-kilder-municipal-waste/>

Ifølge aftalen skal den miljøgodkendte kapacitet til behandling af affald i Danmark reduceres med 30% til 2,765 mio. ton/år i 2030. Ifølge Miljøstyrelsens fremskrivning udgør de danske affaldsmængder i 2030 2.595 mio. ton, og der er således et overskud af behandlingskapacitet på 169.000 ton. Det antages i denne analyse, at dette er den tilladt mængde importaffald i 2030. I 2020 forventes den importerede mængde affald at udgøre 290.000 ton baseret på den historiske import af affald til forbrændingsanlæg i Danmark. Der lægges et lineært forløb af importmængderne ind i perioden 2020-30, hvor de falder jævnt over perioden. Efter 2030 forsættes reduktionen af importmængder lineært til 0 ton i 2040.

6 Anlægsoverblik baseret på indhentede data

Dette afsnit har til hensigt at skabe transparens og give et overblik over de indhentede anlægsdata og behandlingen af disse. Herudover giver det et overblik over, hvilke data der anvendes i analyserne. Bilag 2 indeholder anlægsdata for alle anlæg, og et eksempel herpå kan findes under afsnit 6.3.

For at kunne gennemføre analyserne af kapacitetstilpasningen er der for behov følgende data for affaldsforbrændingsanlæggene:

- **Tekniske data:** Idriftsættelsesår, indfyret kapacitet, el- og varme-kapacitet, el- og varmekoefficiensgrad, elforbrug, el- og varmeproduktion, bortkølet varmemængde, energiinput, afbrændte affaldsmængder, driftstimer og årstal for levetidsforlængelser.
- **Emissionsdata:** Historiske emissioner fra anlæggene og samfundsøkonomiske skadesomkostninger.
- **Økonomiske data:** Totale driftsomkostninger opdelt på faste- og variable driftsomkostninger, transportomkostninger, omkostninger til levetidsforlængelser og investeringer for at efterleve BREF krav.

Flere af disse data, bl.a. økonomiske nøgletal og emissionsfaktorer, findes kun på anlægsniveau, hvorfor det har været nødvendigt i analysen at fordele disse på ovnlinjeniveau. Metoden hertil beskrives efterfølgende. For hvert anlæg er der opstillet en oversigt over hoveddata. Disse oversigter fremgår også af bilag 1.

6.1 Fastlæggelse af tekniske data

De væsentligste data er indhentet direkte fra anlæggene, suppleret med data fra BEATE, Energiproducenttællingen og andre kilder. Dette gælder: Idriftsættelsesår, indfyret kapacitet, historisk el- og varmeproduktion, bortkølet varmemængde, elforbrug, energiinput og afbrændte affaldsmængder.

Ovnlinjespecifikke spørgsmål	
Elkapacitet (netto) [MW]	Idriftssat årstal [årstal]
Varmekapacitet [MW]	Forventet årstal for levetidsforlængelse [årstal]
Energiinput (alle brændsler) [GJ]	Forventet levetidsforlængelse [antal år]
Brutto elproduktion [MWh]	Omkostninger ved eventuel levetidsforlængelse [Kr.]
Varmeproduktion [GJ]	Nødvendige investeringer for at leve op til 2022 krav? [Kr.]
Elvirkningsgrad årsgennemsnit [%]	Årstal for investering til at opnå emissionskrav? [Årstal]
Varmevirkningsgrad årsgennemsnit [%]	Er der etableret røggaskondensering?
Forbrændingskapacitet [ton / time]	Er der etableret varmepumpe?
Driftstimer [timer]	
Anlægsspecifikke spørgsmål	
Tekniske forhold	Miljømæssige
Ef - Energiinput fra støttebrændere [GJ]	Restproduktsmængde excl. slagge inkl. gips [ton]
Ei - Andet energiinput [GJ]	Samlet indtægt fra salg af restprodukter [Kr.]
Ew - Energiinput fra affald [GJ]	Affaldsmængder til deponi (Slagge) [ton]
Brutto elproduktion [MWh]	Samlet udgift til deponi [Kr.]
Eget elforbrug [MWh]	Røggasresningstype
Varmeproduktion [GJ]	Røggas mængde [Nm ³]
Bortkølet varmemængde [GJ]	Dioxin DCDD og PCDF [kg]
Miljøgodkendt kapacitet [ton/år]	Partikler [kg]
Brændte affaldsmængder ekskl. biomasse inkl. Import [ton]	CO [kg]
Brændte affaldsmængder fra import [ton]	SO ₂ [kg]
Brændværdi for affald ekskl. Biomasse [GJ / ton]	NOX [kg]
Forbrændte biomasse mængder [ton]	Har der været forhold som har ført til øgede emissioner, hvis ja, hvilke?
Brændværdi for biomasse [GJ / ton]	
Økonomiske	
A. Totale driftsomkostninger ekskl. afgifter og afskrivninger [Kr.]	Afskrivning [Kr.]
Heraf "vedligeholdende reinvesteringer"*	Restgæld [Kr.]
Heraf evt. finansielle omkostninger til lån	Gennemsnitlig affadstakst [Kr. / Ton]
Heraf evt. køb af brændsel, fx biomasseaffald	Gennemsnitlig afregningspris for varmen ekskl. afgifter [Kr. / GJ]
Heraf evt. transport af affald/brændsel	Gennemsnitlig afregningspris for varmen inkl. afgifter [Kr. / GJ]
Heraf fradrag for salg af el eller andet, såfremt A. indeholder sådanne fradrag	Hvor meget ville faste driftsomkostninger reduceres, hvis en eller flere af ovnlinjerne måtte lukke jævnt før regeringens kapacitetstilpasningsplan? [Evt. procent eller kommentar]
Heraf evt. særomkostninger, som er indeholdt i A. men som i skønner ikke indgår i anlæggets "fællesomkostninger" i Varmeforsyningslovens forstand.	
Generelle	
Ved behov for at reducere affaldskapaciteten på en eller flere ovnlinjer, har i gjort overvejelser for hvilke ændringer/investeringer i kunne/ville foretage?	Har i i øvrigt bud på hvordan manglende affaldsvarme bedst vil kunne erstattes med CO ₂ neutral varmeproduktion fremadrettet?

Tabel 3: Spørgsmål sendt til forbrændingsanlæg.

Som det kan ses på Tabel 3 har elforbrug, bortkølet varmemængde og afbrændte affaldsmængder været på anlægsniveau, hvorfor der har været behov for at fordele disse data ud på ovnene for anlæg med flere ovnlinjer. Disse data er fordelt på ovnlinjerne ved at udregne en faktor baseret på: Ovnlinje energiinput / samlet energiinput for anlægget.

Der er valgt at udregnet varme- og elvirkningsgrader samt el- og varmekapaciteter baseret på realiserede værdier frem anlæggenes nominelle kapaciteter. Dette er delvist valgt for at vurdere anlæg i forhold til deres realiserede driftsegenskaber og delvist fordi oplyste nominelle effekter og oplyste virkningsgrader har varieret markant iblandt de tilgængelige datakilder.

El- og varmevirkningsgrader er udregnet som følgende:

$$\text{Varmevirkningsgrad} = \frac{\text{varmeproduktion} + \text{bortkølet varmemængde}}{\text{energiinput}}$$
$$\text{Elvirkningsgrad} = \frac{\text{elproduktion} - \text{elforbrug}}{\text{energiinput}}$$

El- og varmekapaciteter er udregnet som følgende:

$$\text{Elkapacitet} = \text{indfyret kapacitet} * \text{elvirkningsgrad}$$
$$\text{Varmekapacitet} = \text{indfyret kapacitet} * \text{varmевirkningsgrad}$$

Varmeproduktion er baseret på Energiproducenttællingen, da bortkølet varmemængde ikke medregnes her. Herudover er datakilderne BEATE og spørgeskemaer.

Det bør i øvrigt noteres, at værker, der udover affald anvender andre brændsel på andre delanlæg kan have højere virkningsgrad grundet de alternative karakteristika for andre delanlæg.

6.2 Fastlæggelse af miljødata

På baggrund spørgeskemaer suppleret med historiske data fra BEATE udregnes der for hvert anlæg en emissionsfaktor. Nogle værker har, som følge af defekte målere og uregelmæssig drift, haft markante udsving i emissionsværdier i enkelte år. Derfor udregnes emissionsfaktorer som et gennemsnit over de tre seneste år, eller det antal år anlægget har været i drift hvis det er mindre end tre år.

Emissioner af CO₂ måles dog ikke på anlæggene, hvorfor der er anvendt den samme emissionsfaktor per ton affald for CO₂ på alle anlæg. Denne emissionsfaktor udvikler sig med årene som følge af øget udsortering af plast i affaldet. Tabel 19 i bilag 2 indeholder en oversigt over CO₂ indholdet i affaldet fra 2020 til 2040.

Miljø indgår i analyserne som en økonomisk parameter baseret på samfundsøkonomiske skadesomkostninger for emissioner af SO₂, NO_x, PM2.5, dioxiner

og CO₂. Disse samfundsøkonomiske skadesomkostninger for emissioner er hentet fra MST – DCE. Se Bilag 2.

Med udgangspunkt i historiske emissionsfaktorer fra flere år og nævnte skadesomkostninger er emissionsomkostninger fra værkerne udregnet. I afsnit 6.5 findes **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.**, som indeholder en oversigt over emissionsfaktorer, og samfundsøkonomiske skadesomkostninger for emissioner kan aflæses.

6.3 Fastlæggelse af økonomiske data

Drift- og vedligeholdelsesomkostninger

Det er meget væsentligt for sammenligningen af den økonomiske effektivitet mellem anlæggene, at der tilvejebringes retvisende data for de enkelte anlægs- og ovnlinjers drifts- og vedligeholdelsesomkostninger (også benævnt D&V-omkostninger).

Totale driftsomkostninger ekskl. afgifter og afskrivninger er indhentet på anlægsniveau fra spørgeskemaer suppleret med BEATE og. Grundet forskelle i de indhentede data fra henholdsvis spørgeskemaer og BEATE har det været nødvendigt at få præciseret, hvordan totale driftsomkostninger opgøres på anlæggene. Derfor har værkerne præciseret om og i hvilket omfang følgende poster indregnes i de totale driftsomkostninger: Vedligeholdende reinvesteringer, finansielle omkostninger, køb af brændsel, transportomkostninger, indtægter fra salg af el eller andre produkter og eventuelle særomkostninger.

Med dette udgangspunkt er det valgt at udregne totale D&V-omkostninger som:

$$\begin{aligned} \text{Total D\&V omkostning} = & \text{total driftsomkostning} - \text{finansielle omkostninger} - \\ & \text{omkostninger til køb af brændsel} - \text{transportomkostninger} + \\ & \text{indtægter fra salg af el eller andre produkter} \end{aligned}$$

Herudover er det, anlæg for anlæg, vurderet om eventuelt specificerede særomkostninger skal indregnes under totale D&V-omkostninger.

Anlæg, som ikke er kommunalt eller fælleskommunalt ejede, har ikke ønsket at svare på Ea spørgeskemaer, hvorfor D&V-omkostninger for disse anlæg er baseret på BEATE data. Et enkelt selskab, Hammel Fjernvarme, har ikke udfyldt økonomidata i BEATE, hvorfor D&V-omkostninger for affaldsforbrændingsanlægget i Hammel er baseret på gennemsnitlige omkostninger for alle øvrige værker.

For at meningsfuldt kunne udføre analyser, som sammenligner de enkelte anlæg og ovnlinjer, er de totale D&V-omkostninger opdelt i faste- og variable D&V-omkostninger. Baseret på input fra affaldsværker og Energistyrelsens Teknologikatalog er der fastsat en generel variabel D&V-omkostning på 130 kr. per ton affald.

Faste D&V-omkostninger kan derfor udregnes ved:

$$\text{Faste D\&V omkostninger} = \text{Totale D\&V omkostninger} - 130 * \text{afbrændte affaldsmængde}$$

For anlæg med flere ovnlinjer er det nødvendigt at fordele de faste D&V-omkostninger på ovnlinjerne. Dog vurderes det, bl.a. med udgangspunkt i tilbage-meldinger fra anlæggene, at 85% af de faste D&V-omkostninger er fælles D&V-omkostninger for ovnlinjerne, hvorfor blot 15% af de faste D&V-omkostninger kan tilskrives de enkelte ovnlinjer.

Disse 15% fordeles på ovnlinjerne baseret på ovnlinjernes kapacitet og en generelt antaget aldersstraf på 1% per år. Herved får de ældre ovne procentvis en større del af de faste omkostninger. Se følgende formel:

$$\text{Faste D\&V omkostninger} * 0,15 * \frac{\text{Ovnlinje indfyret kapacitet}}{\text{Anlæg indfyret kapacitet}} * 1,01^{2020-\text{idriftår}} * \left(\frac{\text{sum af ovnlinjespecifikke faste omkostninger uden aldersstraf}}{\text{sum af ovnlinjespecifikke faste omkostninger med aldersstraf}} \right)$$

Det sikres ved sumcheck, at de samlede variable og faste D&V omkostninger for alle ovnlinjer passer med de angivne værdier fra spørgeskema og BEATE, ved behandling af de tilsvarende affaldsmængder. Opdeling på ovne og på faste og variabel er dog nødvendig for en retvisende sammenligning på tværs af anlæg, når affaldsmængderne ændrer sig.

Omkostninger til levetidsforlængelse af anlæg

Årstal og omkostninger til levetidsforlængelser er baseret på en standardiseret levetidsprofil for affaldsforbrændingsanlæggene, kombineret med anlæggenes egne inputs. Den standardiserede levetidsprofil bygger på en antagelse om, at et anlæg har behov for en reinvestering svarende til 20% af et nyt anlæg af samme type og kapacitet, efter 25 års drift. Herefter er der behov for en reinvestering af samme omfang hvert 15. år.

De facto kan værkerne have forskellig vedligeholdelsesstrategi, hvorfor Ea har bedt værkerne om input til deres forventede årstal for levetidsforlængelse og omkostninger hertil, hvilke i videst mulige omfang er anvendt i analyserne.

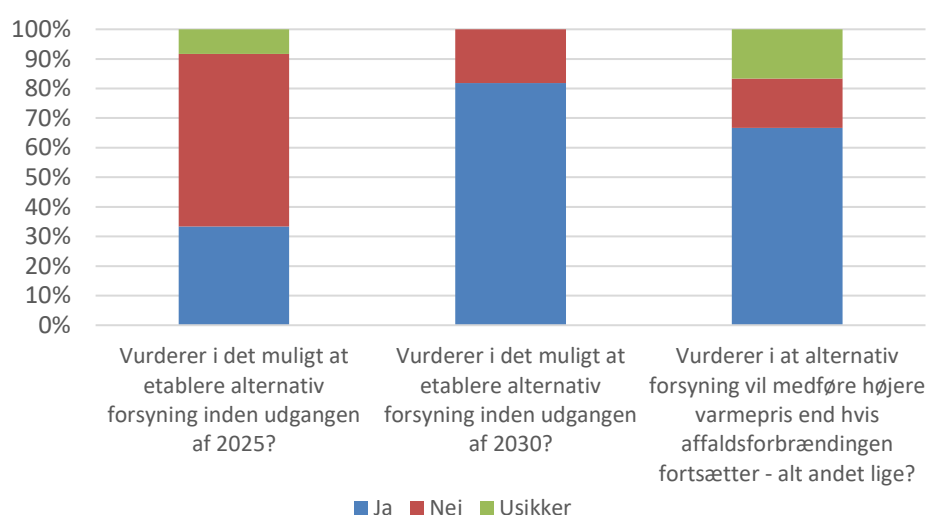
I år 2040 indregnes en scrapværdi svarende til den tilbageværende værdi af henholdsvis levetidsforlængende reinvesteringer eller den oprindelige investering i værket. Hvis et anlæg er under 25 år gammelt i år 2040, og derfor ikke har fået en levetidsforlængelse, da udregnes scrapværdien efter anlæggets alder og en omkostning svarende til omkostningen for et nyt anlæg¹⁴. Scrapværdien udregnes ved en lineær afskrivning af investeringen.

6.4 Alternativ varmeforsyning

Ea har udsendt spørgeskemaer til de relevante forsyningsselskaber, som distribuerer fjernvarmen i områderne, hvor affaldsforbrændingsanlæggene er beliggende. Hensigten med spørgeskemaerne har været at opnå indsigt i om og hvordan affaldsvarmen kunne erstattes, og hvad det ville betyde for varmeprisen, hvis et affaldsforbrændingsanlæg måtte lukke. I den forbindelse er forsyningsselskaberne blevet bedt om at svare på følgende spørgsmål:

- Vurderer I det muligt at etablere alternativ forsyning inden udgangen af 2025?
- Vurderer I det muligt at etablere alternativ forsyning inden udgangen af 2030?
- Vurderer I at alternativ forsyning vil medføre højere varmepris end hvis affaldsforbrændingen fortsætter - alt andet lige?

Se forsyningsselskabernes svar i Figur 6.

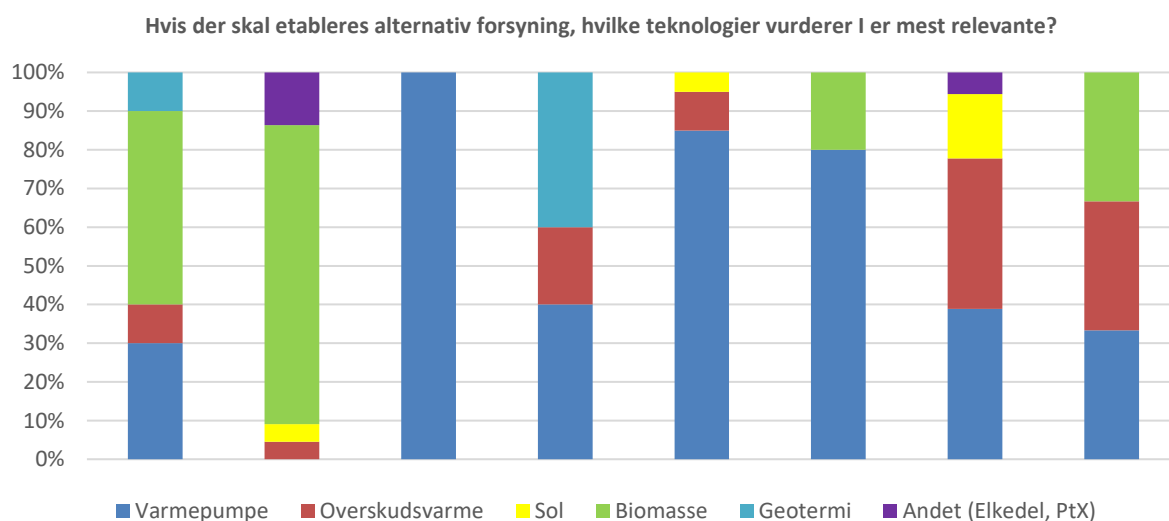


Figur 6: Spørgsmål til forsyningsselskaberne i affaldsforbrændingsområderne.

¹⁴ Dette er gældende for Amager Ressourcecenter I/S og Norfors I/S Ovn 5.

Af figuren kan det ses, at størstedelen af forsyningsselskaberne vurderer, at det er muligt at etablere alternativ forsyning inden år 2030. Dog vurderer godt 67% af selskaberne, at varmeprisen vil stige. Deres begrundelse er at affaldsvarme, efter deres mening, er blandt de billigste måder at producere varme på, på nuværende tidspunkt. Det skal hertil bemærkes, at denne analyserapport vurderer, at omkostningerne til alternativ forsyning ligger omkring 65 kr. per GJ-varme leveret til net (se Figur 9), hvilket er lavere end de beregnede omkostninger på en række af forbrændingsanlæggene, og også væsentligt lavere end gældende prisloft for affaldsvarme.

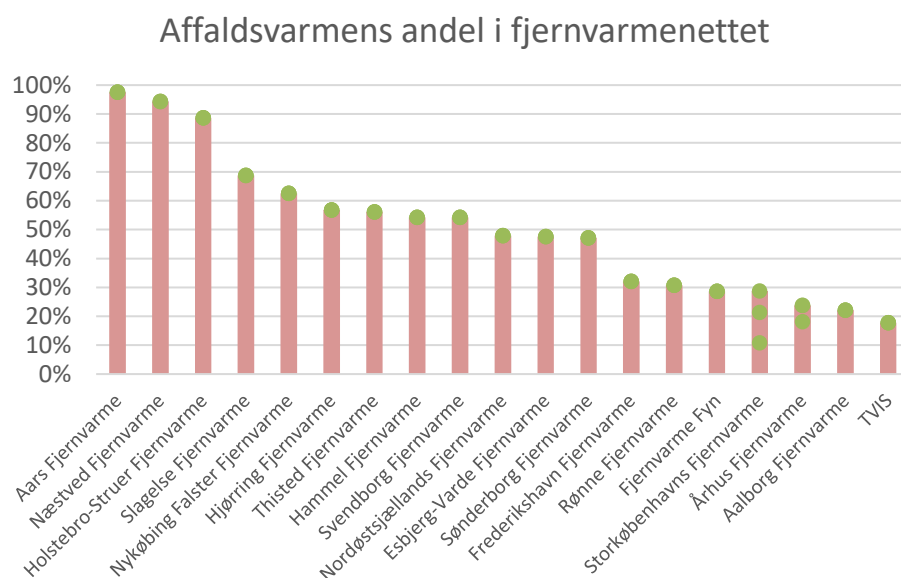
Figur 7 viser forsyningsselskabernes svar på, hvilken alternativ forsyning de finder mest relevante at etablere.



Figur 7: Hvis der skal etableres alternativ forsyning, hvilke teknologier vurderer I er mest relevante?

På figuren udgør hver søjle besvarelsen fra ét forsyningsselskab. Her kan det ses, at den foretrukne alternative teknologi varierer markant for hvert forsyningsselskab. Da det må antages, at geotermi og overskudsvarme anvender varmepumpeteknologi, kan det ses, at 6 ud af 8 selskaber finder varmepumper mest relevante. Herudover ses det, at Aarhus og DIN Forsyning finder, at biomasse vil være den mest relevante alternative forsyningsteknologi. Det skal bemærkes, at de mest økonomisk attraktive løsninger i denne analyserapport er forskellige typer varmepumper. Den anvendte optimeringsmodel vil derfor typisk vælge at erstatte affaldsforbrænding, der er på lukkelisten, med en kombination af øget produktion på andre anlæg og investering i ny varmepumpekapacitet.

Affaldsvarmens andel af varmeproduktionen i fjernvarmenettet er én af de faktorer, der har betydningen for, hvordan affaldsvarmen bedst erstattes, og hvilke teknologier der sandsynligvis ville erstatte varmen. Derfor er der lavet en opgørelse af affaldsvarmens andel i hver af de 23 forsyningsområder.



Figur 8: Affaldsvarmens andel af varmeproduktionen i fjernvarmenettet i 2018.

På Figur 8 illustrerer søjlerne affaldsvarmens andel af varmeproduktionen. Den grønne prik på hver søjle illustrerer varmeproduktionen fra ét affaldsforbrændingsanlæg, hvorfor der for Storkøbenhavns Fjernvarme og Aarhus Fjernvarme er flere prikker, da der er flere affaldsforbrændingsanlæg i de sammenhængende fjernvarmeområder.

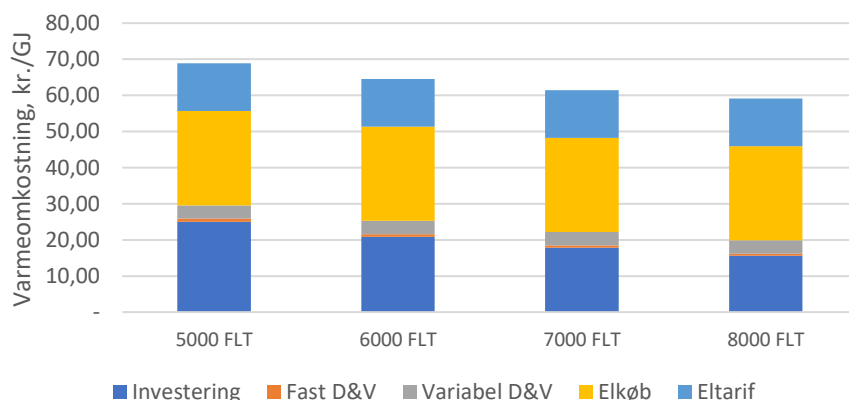
Det kan på figuren ses, at affaldsvarmen i nogle fjernvarmeområder udgør over 90% af den producerede varme, hvorfor det i disse områder kræver en næsten fuldstændig omstilling, hvis affaldsvarmen skal erstattes. Dog bortkøles der i disse områder også mere affaldsvarme. Den gennemsnitlige procentvise bortkøling for alle affaldsforbrændingsanlæg er 2,5%, hvor den gennemsnitlige bortkøling for AffaldPlus Næstved, Aars Fjernvarme og MEC Bioheat & Power i Holstebro er 12,1%.

Omkostninger til alternativ varmeforsyning

I de fleste tilfælde vil etablering af varmepumper være bedste alternativ til affaldsvarmen, da varmepumper med den senest besluttede nedsættelse af elvarmeafgiften nu oftest udgør det billigste alternativ til etablering af ny fjernvarmeproduktionskapacitet. Figur 9 viser beregnede

varmeproduktionsomkostninger ved forskellige fuldlasttimer for en luft-varmepumpe i et centralt varmeområde, fx i hovedstadsområdet. Varmepumpens varmeomkostning ligger i intervallet 60-70 kr./GJ afhængig af antallet af fuldlasttimer.

I dette eksempel anvendes data for en varmepumpe etableret i perioden 2025-29 (Se Bilag 2). Der anvendes en elpris på 350 kr./MWh og en eltarif på 177 kr./MWh.¹⁵ For investeringen antages en rente på 3% og en levetid på 20 år. Der anvendes en COP-værdi for varmepumpen på 3,73. I Balmorel optimeres driften over året, og COP-værdien og elkøbsprisen kan derfor variere og være anderledes end disse standardforudsætninger.



Figur 9: Beregnede omkostninger ved en luft-varmepumpe i et centralt varmeområde.

I det omfang at der er ledig kapacitet på eksisterende anlæg i et område kan disse anlæg også bidrage til at dække varmebehovet, hvis affaldsanlæg i området lukkes. Varmeproduktionsomkostninger afhænger af brændselstype og teknologi, men da anlæggene allerede er etableret, vil varmeproduktionsomkostningerne ofte være lavere end omkostningerne ved etablering af nye varmeproduktionsanlæg.

Ud fra ovenstående overvejelser er det til analyser af økonomi på affaldsanlæggene i den indikative liste, liste A, valgt at anvende en alternativ varmeproduktionsomkostning på 65 kr./GJ. I analyserne med Balmorel (liste B) anvendes lokale forudsætninger for hvert fjernvarmenet til at bestemme de alternative varmeproduktionsomkostninger.

¹⁵ Svarer til den gennemsnitlige elpris og eltarif anvendt i analysen for 2025.

6.5 Overblik og sammenligning af data for anlæg

Ud fra dataindsamlingen og metoderne for databehandling som beskrevet i afsnit 6.1, 6.2 og 6.3 er oversigtstabellerne Tabel 4, **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.** og Tabel 6 opstillet. Tabel 4 indeholder tekniske nøgletal for anlæg og ovnlinjer. **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.** indeholder nøgletal for emissioner og samfundsøkonomiske skadesomkostninger. Endelig indeholder Tabel 6 økonomiske nøgletal. I bilag 1 findes i øvrigt en række tabeller, der viser data anlæg for anlæg.

Anlæg navn	Ovnlinje	Idriftår [Årstal]	Miljøgodkendt kapacitet Anlæg Total [ton / år]	Teknisk kap. [ton / time]	Årlig gennem- snits varme- virkningsgrad inkl. Bortkølet	Årlig gennem- snits virknings- grad	Røggas- konden- sering	Varme- pumpe
AffaldVarme Aarhus	Ovnlinje 4	2004		16	90%	15%	Ja	Nej
AffaldVarme Aarhus	Ovnlinje 1	1979	250.000	7,6	76%	13%	Ja	Nej
AffaldVarme Aarhus	Ovnlinje 2	1979		7,6	72%	13%	Ja	Nej
I/S REFA	Ovnlinje 3	2000	149.000	12,5	78%	19%	Ja	0
I/S REFA	Ovnlinje 2	1983		4,6	98%	-2%	Ja	0
ARGO	Ovnlinje 6	2013	350.000	25	71%	18%	Ja	Nej
ARGO	Ovnlinje 5	1999		20	75%	15%	Nej	Nej
AVV	Ovnlinje 2	1986	90.000	4	114%	-3%	Ja	Nej
AVV	Ovnlinje 3	1998		7	85%	19%	Ja	Nej
BOFA	Ovnlinje 1	1991	24.090	2,5	91%	-3%	nej	Nej
Energist Esbjerg	Ovnlinje 1	2003	205.000	26	98%	13%	Ja	Nej
Energist Kolding	Ovnlinje 1	1994		10	64%	19%	Nej	Nej
Energist Kolding	Ovnlinje 2	2007	160.000	14	99%	-2%	Nej	Nej
Fjernvarme Fyn	Ovnlinje 3	2000	289.000	19	105%	16%	Ja	Ja
Fjernvarme Fyn	Ovnlinje 1	1996		8	103%	13%	Ja	Ja
Fjernvarme Fyn	Ovnlinje 2	1996		9	102%	13%	Ja	Ja
Fjernvarme Horsens	Ovnlinje 1	1992	100.000	5	74%	16%	Ja	0
Fjernvarme Horsens	Ovnlinje 2	1992		5	74%	16%	Ja	0
Frederikshavn Affalds- kraftvarmeværk A/S	Ovnlinje 1	1994	42.000	5	80%	14%	Nej	Nej
Hammel Fjernvarme	Ovnlinje 2	2002	34.000	4,3	110%	-4%	Ja	0
Amager Ressourcecenter	Ovnlinje 1	2017	560.000	35	77%	15%	Ja	Ja
Amager Ressourcecenter	Ovnlinje 2	2017		35	77%	15%	Ja	Ja
Kraftvarmeværk Thisted	Ovnlinje 1	1978	55.000	3	83%	14%	Ja	0
Kraftvarmeværk Thisted	Ovnlinje 2	1991		6,3	84%	13%	Ja	0
I/S Norfors	Ovnlinje 5	2016	152.000	10	73%	18%	Ja	Ja
I/S Norfors	Ovnlinje 4	1999		10	75%	14%	nej	Nej
I/S Reno Nord	Ovnlinje 3	1991		10	85%	11%	Nej	Nej
I/S Reno Nord	Ovnlinje 4	2005	270.000	22,5	70%	18%	Ja	Færdig 2022
I/S Reno Syd	Ovnlinje 1	1984	70.000	4,5	95%	-3%	Ja	Nej
I/S Reno Syd	Ovnlinje 2	1993		5,5	95%	15%	Ja	Nej
I/S Vestforbrænding	Ovnlinje 6	2004	600.000	42,3	73%	18%	Ja	Under etablering
I/S Vestforbrænding	Ovnlinje 5	1998		36,6	80%	15%	Ja	Ja
MEC Bioheat & Power	Ovnlinje 1	1993	185.000	12	72%	18%	Ja	Nej
MEC Bioheat & Power	Ovnlinje 2	1993		12	72%	18%	Ja	Nej
AffaldPlus Næstved	Ovnlinje 2	1995	159.432	4,5	64%	19%	Nej	Nej
AffaldPlus Næstved	Ovnlinje 3	1995		4,5	64%	19%	Nej	Nej
AffaldPlus Næstved	Ovnlinje 4	2005		9,2	67%	18%	Ja	Ja
AffaldPlus Slagelse	Ovnlinje 1	1990	87.000	6	73%	17%	Nej	Nej
Svendborg Kraftvarme	Ovnlinje 1	1999	54.000	6	71%	15%	Nej	Nej
Sønderborg Kraftvarme	Ovnlinje 1	1996	67.000	8	86%	14%	Ja	0
Aars Fjernvarme	Ovnlinje 1	1986	60.000	3,5	105%	-2%	0	0
Aars Fjernvarme	Ovnlinje 2	1995		5	89%	11%	0	0

Tabel 4: Oversigt over tekniske nøgletal.

I Tabel 4 kan det ses, at varmemirkningsgraden for ovnlinjerne varierer markant. For kraftvarmebaserede ovnlinjer varierer varmemirkningsgraden fra 64%-105%, hvor den for kedelbaserede ovnlinjer varierer fra 91%-114%. Disse variationer i virkningsgraden kan skyldes tekniske parametre som hvorvidt ovnlinjen har røggaskondensering og varmepumpe, men også hvordan ovnlinjen driftes samt beskaffenheden af det affald og eventuelle andre brændsler, som ovnlinjen anvender.

Den gennemsnitlige varmemirkningsgrad for kraftvarmebaserede ovnlinjer med røggaskondensering er 83%, hvor den for kraftvarmebaserede ovnlinjer uden røggaskondensering er 72%. Såfremt der også er installeret varmepumpe, stiger den gennemsnitlige varmemirkningsgrad for kraftvarmebaserede ovnlinjer til 89%.

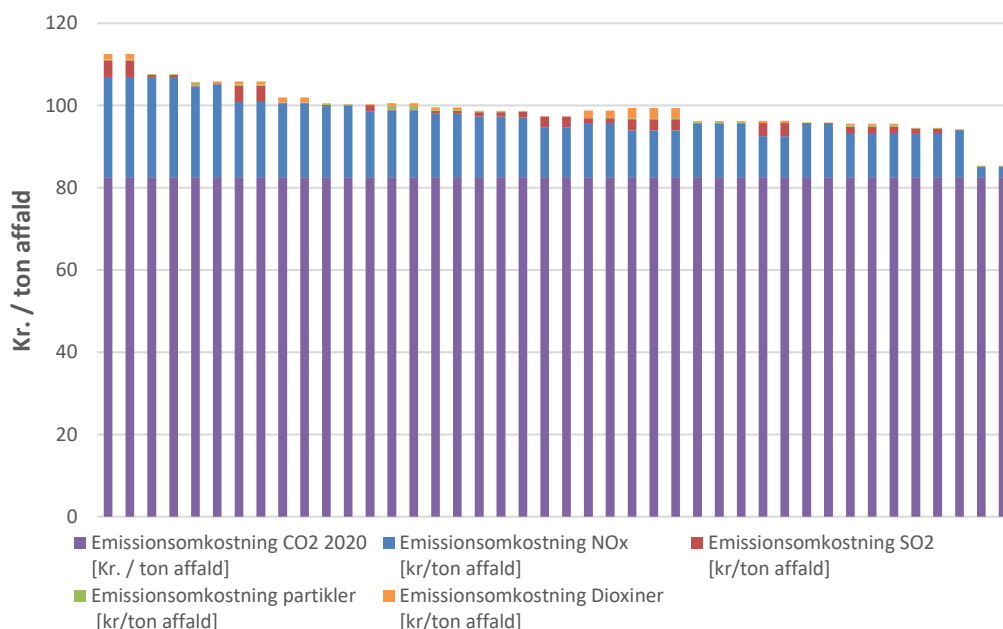
Hvis man summerer el- og varmemirkningsgraden til totalvirkningsgrad, kan det nævnes, at den gennemsnitlige totalvirkningsgrad for ovnlinjer med røggaskondensering er 9%-points højere end for ovnlinjer uden røggaskondensering.

Værk Navn	Ovnlinje	Emissionsomkostning uden CO2 [kr. / ton affald]	Emissionsfaktor					Røggaskondenseringstype	Røggaskondensering
			SO2 [kg/ton affald]	NOx [kg/ton affald]	PM2.5 [kg/ton affald]	CO [kg/ton affald]	Dioxin [g/ton affald]		
		30	0,20	1,63	0,00	0,10	4,5E-07	Tør	Ja
		30	0,20	1,63	0,00	0,10	4,5E-07	Tør	Ja
		25	0,02	1,63	0,00	0,07	1,2E-08	Tør	0
		25	0,02	1,63	0,00	0,07	1,2E-08	Tør	0
		23	0,20	1,22	0,01	0,10	2,4E-07	Tør	Nej
		23	0,20	1,22	0,01	0,10	2,4E-07	Tør	Nej
		23	0,01	1,51	0,00	0,11	1,4E-07	Våd	Nej
		23	0,01	1,47	0,02	0,14	3,1E-11	Semitør	Ja
		19	0,00	1,20	0,00	0,06	4,0E-07	Semitør	Ja
		19	0,00	1,20	0,00	0,06	4,0E-07	Semitør	Ja
		18	0,02	1,15	0,01	0,00	2,2E-08	Våd	Nej
		18	0,01	1,09	0,02	0,05	2,2E-07	Våd	Ja
		18	0,01	1,09	0,02	0,05	2,2E-07	Våd	Ja
		18	0,07	1,07	0,00	0,18	6,4E-08	Våd	Ja
		18	0,01	1,16	0,00	0,02	8,7E-09	Våd	Ja
		17	0,04	1,03	0,00	0,06	2,2E-07	Semitør	Nej
		17	0,04	1,03	0,00	0,06	2,2E-07	Våd	Ja
		17	0,14	0,76	0,01	0,10	7,7E-07	Våd	Ja
		17	0,14	0,76	0,01	0,10	7,7E-07	Våd	Ja
		17	0,14	0,76	0,01	0,10	7,7E-07	Våd	Ja
		16	0,06	0,88	0,01	0,06	5,0E-07	Semitør	Ja
		16	0,06	0,88	0,01	0,06	5,0E-07	Våd	nej
		16	0,06	0,98	0,00	0,05	3,4E-08	Våd	Ja
		16	0,06	0,98	0,00	0,05	3,4E-08	Våd	Nej
		16	0,07	0,96	0,00	0,03	3,9E-08	Semitør	Nej
		15	0,13	0,81	0,00	0,05	2,6E-08	Semitør	Ja
		15	0,13	0,81	0,00	0,05	2,6E-08	Semitør	Ja
		14	0,16	0,66	0,00	0,14	1,6E-07	Våd	Ja

Værk Navn	Ovnlinje	Emissionsomkostning uden CO2 [kr. / ton affald]	Emissionsfaktor					Røggasrensningstype	Røggaskondensering
			SO2 [kg/ton affald]	NOx [kg/ton affald]	PM2.5 [kg/ton affald]	CO [kg/ton affald]	Dioxin [g/ton affald]		
	14		0,16	0,66	0,00	0,14	1,6E-07	Våd	Ja
	14		0,16	0,66	0,00	0,14	1,6E-07	Våd	Ja
	14		0,01	0,87	0,00	0,04	8,1E-08	Semitør	Nej
	14		0,01	0,87	0,00	0,04	8,1E-08	Semitør	Nej
	14		0,01	0,87	0,00	0,04	8,1E-08	Semitør	Ja
	13		0,01	0,86	0,00	0,06	1,1E-08	Tør	Ja
	13		0,01	0,86	0,00	0,06	1,1E-08	Tør	Ja
	13		0,08	0,72	0,01	0,05	1,2E-07	Våd	Ja
	13		0,08	0,72	0,01	0,05	1,2E-07	Semitør	Ja
	13		0,08	0,72	0,01	0,05	1,2E-07	Semitør	Ja
	12		0,05	0,72	0,00	0,04	1,7E-08	Våd	Ja
	12		0,05	0,72	0,00	0,04	1,7E-08	Våd	Ja
	12		0,00	0,76	0,00	0,02	1,4E-08	Semitør	nej
	3		0,00	0,17	0,00	0,02	1,3E-08	Våd	Ja
	3		0,00	0,17	0,00	0,02	1,3E-08	Våd	Ja

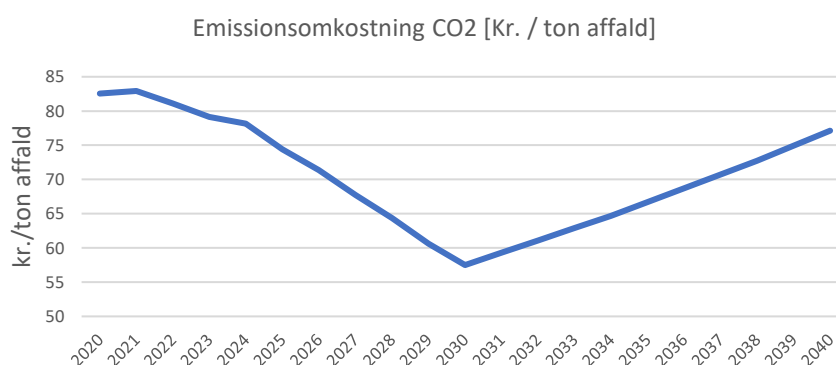
Tabel 5 Emissionsfaktorer og samfundsøkonomiske skadesomkostninger.

Tabellen er sorteret fra højeste til laveste emissionsomkostning. Samlede skadesomkostningerne for emissioner ekskl. CO₂ på det enkelte ovnlinjer svinger mellem 3 og 30 kr. per ton affald, hvor gennemsnittet er 16 kr. per ton affald. Den gennemsnitlige D&V-omkostning for afbrænding af et ton affald er 472 kr., hvorfor emissionsomkostningerne uden CO₂ udgør en mindre del de samlede omkostninger. Desuden kan det ses af Figur 10, at NOx udgør størstedelen af emissionsomkostningerne fra de øvrige emissioner.



Figur 10: Emissionsomkostninger fra affaldsforbrænding på de 42 ovnlinjer.

Det skal noteres, at emissionsomkostningen for CO₂ varierer år for år, som følge af en stigende samfundsøkonomisk skadesomkostning for CO₂ og en faldende emissionsfaktor pga. stigende udsortering af bl.a. plast fra affaldet. Den endelige emissionsomkostning for et ton affald, dvs. summen af CO₂-emissionsfaktor og CO₂-omkostning i kr./ton, kan ses i Figur 11.



Figur 11: Emissionsomkostninger for CO₂.

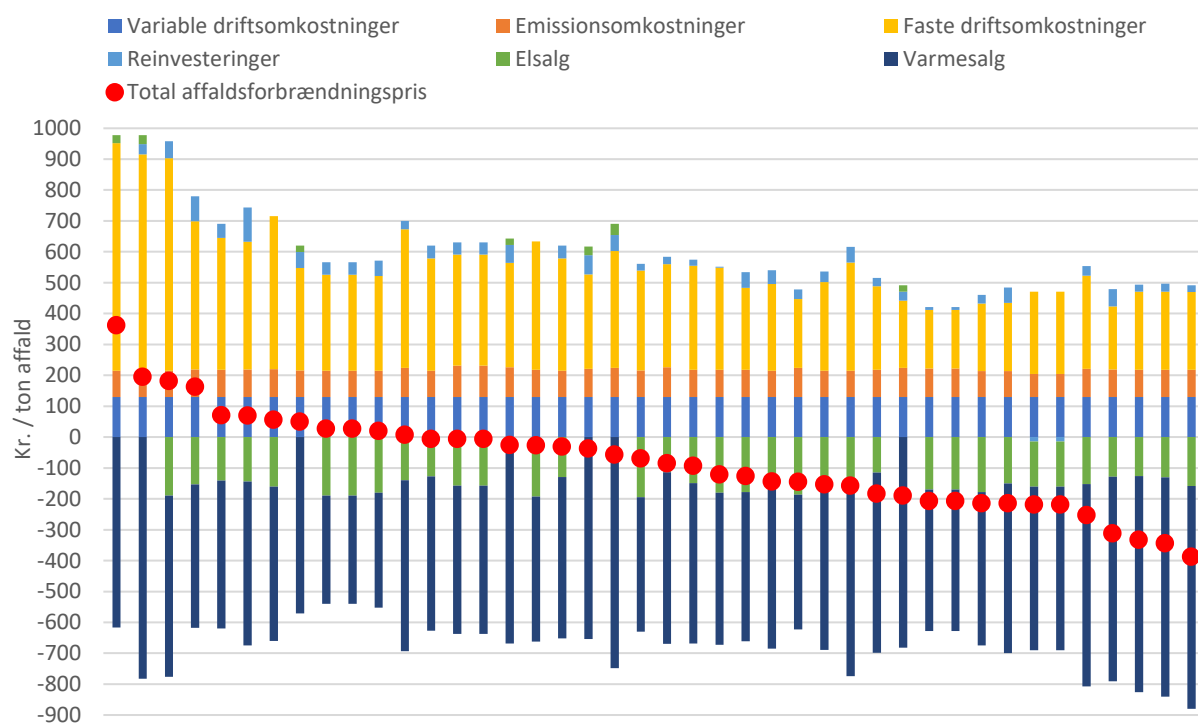
Der er i øvrigt lavet en opgørelse af gennemsnitlige emissionsomkostninger uden CO₂ for hver røggasrensningstype. Se nedenstående tabel.

Røggasrensningstype	Middel emissionsomkostninger uden CO ₂ [kr. / ton affald]	Antal ovne
Tør	22,9	8
Semitør	15,9	14
Våd	14,8	20

Tabel 5: Gennemsnitlige emissionsomkostninger uden CO₂ for røggasrensningstyper.

I tabellen kan det ses, at anlæg med tør røggasrensning i gennemsnit har en højere emissionsomkostning.

For at skabe overblik over omkostninger og indtægter for de enkelte ovnlinjer er disse vist på Figur 12. Alle omkostninger og indtægter er udregnet ved 8000 fuldlasttimer. For at kunne sammenligne ovnlinjerne er omkostninger og indtægter opgjort efter kr. per ton affald. Ligeledes kan omkostninger og indtægter aflæses på Tabel 6.



Figur 12: Omkostninger og indtægter for ovnlinjerne ved 8000 fuldlasttimer.

I tabellen nedenfor ses et samlet overblik over omkostninger og indtægter for ovnlinjerne i analysen. Anlæg navn						
Ovnlinje	D&V / faktisk forbrændt mængde [Kr. / ton]	D&V 8000 fuldlasttimer [Kr. / ton]	Emission-somkostning [Kr. / ton]	El- og varmeindtægter [Kr. / ton]	Reinvesteringer [Kr. / ton]	
	514	481	84	-774	51	
	517	494	84	-652	42	
	508	494	84	-627	42	
	534	453	86	-630	22	
	1008	461	86	-550	52	
	463	461	87	-673	3	
	459	468	87	-669	19	
	844	832	85	-754	33	
	770	819	85	-776	54	
	841	867	85	-591	0	
	334	334	89	-791	56	
	350	352	95	-623	31	
	457	348	95	-660	28	
	408	381	88	-880	23	
	365	383	88	-841	26	
	364	383	88	-826	23	
	522	490	101	-637	39	
	522	490	101	-637	39	
	699	579	95	-693	27	
	547	508	94	-712	53	
	443	397	74	-676	-14	
	443	397	74	-676	-14	
	592	417	85	-689	34	
	592	411	85	-685	45	
	568	547	88	-654	-8	
	587	557	88	-620	46	
	1104	400	88	-699	27	
	408	395	88	-661	51	
	590	436	91	-626	62	
	438	432	91	-808	31	
	378	350	83	-675	28	
	399	352	83	-699	50	
	367	320	92	-628	9	
	367	320	92	-628	9	
	483	441	85	-540	41	
	483	441	85	-540	41	
	483	437	85	-553	50	
	715	626	90	-660	0	
	591	610	89	-618	81	
	502	544	89	-675	111	
	777	468	96	-648	57	
	511	464	96	-670	24	

Tabel 6: Oversigtstabel over økonomiske nøgletal. Omkostninger ved fuld kapacitetsudnyttelse er beregnet ved 8.000 fuldlasttimer.

Det fremgår af tabellen, at D&V omkostninger varierer markant både i kolonnen med faktiske forbrændte mængder og i kolonnen med fuld kapacitetsudnyttelse. Selvom gennemsnittet ved fuld kapacitetsudnyttelse er 472 kr. per ton affald, svinger omkostningerne mellem 320 og 867 kr. per ton affald.

I tabellen kan det ses, at kolonnen der angiver D&V ved 8.000 fuldlasttimer generelt er lavere end D&V ved faktiske forbrændte affaldsmængder. Dette er især markant for ovnlinjer, der historisk ikke har været driftet ret meget. Dog

er der også ovnlinjer, som har brændt mere affald end ved de beregnede 8.000 fuldlasttimer (BOFA og Fjernvarme Fyn), hvorfor D&V ved 8.000 fuldlasttimer på disse anlæg er højere i kolonnen "D&V 8000 fuldlasttimer".

Af tabellen kan det også udledes at emissionsomkostninger generelt har større indflydelse end reinvesteringsomkostninger. For emissionsomkostninger er det dog CO₂, som udgør hovedparten, og emissionsomkostningerne fra CO₂ er ens for alle ovnlinjer, når opgørelsen er lavet per ton affald.

7 Indikativ lukkeliste (Liste A)

Den første liste, betegnet som Liste A, beregnes i regnearksværktøjet og tager udgangspunkt i et scenarie, hvor alle ovnes kapacitet udnyttes fuldt ud, hvilket defineres som 8.000 fuldlasttimer om året. Formålet med listen er at illustrere, hvor omkostningseffektivt affald kan afbrændes på de enkelte ovnlinjer.

Inputdata til listen er beskrevet i afsnit 6. Med udgangspunkt i disse data er omkostninger og indtægter udregnet for hver af de enkelte ovnlinjer i perioden 2020 til 2040.

Der er anvendt en fast, samfundsøkonomiske fjernvarmepris på 65 kr./GJ for alle anlæg. Elprisen er beskrevet i bilag 2. Der er i øvrigt indlagt en antagelse om, at selvom anlæggene driftes 8.000 fuldlasttimer om året, da bortkøles procentvis den samme mængde varme, som der historisk er bortkølet. Ud fra denne antagelse vil den solgte mængde varme stadig stige for de værker, der bortkøler og ikke udnytter deres fulde kapacitet, men stigningen vil, alt andet lige, være mindre markant.

Omkostninger og indtægter er tilbagediskonteret til 2020 og er opgjort efter ovnlinjens forbrændte affaldsmængde i perioden.

Værkerne *AffaldPlus Slagelse*, *Bornholms Affaldsbehandling* og *MEC Bioheat & Power* har indmeldt til Ea, at de har planlagt nedlukning af deres eksisterende anlæg umiddelbart efter år 2030. Derfor er indtægter og udgifter for disse anlæg beregnet herefter, så der ikke indregnes drift efter 2030.

I Tabel 7 vises alle ovnlinjernes økonomiske effektivitet ved fuld kapacitetsudnyttelse ranglistet med de mindst effektive anlæg øverst.

Kolonnen "D&V" opsummerer ovnlinjernes driftsomkostninger for perioden 2020-2040¹⁶, hvilket dækker over faste- og variable driftsomkostninger ved 8000 fuldlasttimer. Emissionsomkostninger for ovnlinjerne kan aflæses i kolonnen "Emissionsomkostning". Kolonnen "El- og varmeindtægt" opsummerer ovnlinjens indtægter. Kolonnen "Reinvesteringer" indeholder ovnlinjens investeringer i levetidsforlængelser, investeringer til at efterleve BREF krav samt en scrapværdi for anlægget i 2040. Endeligt kan summen af alle kolonnerne aflæses i kolonnen "Sum behandlingsomkostning". En negativ

¹⁶ For *AffaldPlus Slagelse*, *Bornholms Affaldsbehandling* og *MEC Bioheat & Power* er perioden 2020-2031.

behandlingsomkostning betyder, at ovnlinjens drift i perioden reelt udgør en indtægt. Transportomkostninger er ikke medregnet. Ligeledes er afgifter ikke medtaget, da tabellen viser en samfundsøkonomisk opgørelse af omkostningerne ved afbrænding af et ton affald.

Den lilla skillelinje i tabellen viser hvornår kapacitetsloftet på 2.765.000 ton er nået. Alle ovne over den lilla linje udgør dermed liste A.

Det kan bemærkes, at ovnene på ARC og Norfors ovnlinje 5 har en negativ re-investeringsomkostning. Dette skyldes, at anlæggene ikke har levetidsforlængende eller BREF-reinvesteringer i perioden, men tildes alligevel en scrap-værdi i 2040, da anlæggene er under 25 år gamle i 2040.

Værk navn	Ovnlinje	Teknisk kapacitet [ton / time]	Idriftår [årstal]	D&V [Kr. / ton]	Emissions-omkostning [Kr. / ton]	El- og varme-indtægt [Kr. / ton]	Reinvesteringer [Kr. / ton]	Sum behandlings-omkostning [Kr. / ton]
				867	85	-591	0	362
				832	85	-754	33	195
				819	85	-776	54	181
				610	89	-618	81	162
				557	88	-620	46	70
				544	89	-675	111	69
				626	90	-660	0	55
				461	86	-550	52	49
				441	85	-540	41	27
				441	85	-540	41	27
				437	85	-553	50	19
				579	95	-693	27	7
				494	84	-627	42	-6
				490	101	-637	39	-6
				490	101	-637	39	-6
				468	96	-648	57	-26
				547	88	-654	-8	-28
				494	84	-652	42	-31
				436	91	-626	62	-38
				508	94	-712	53	-57
				453	86	-630	22	-69
				464	96	-670	24	-86
				468	87	-669	19	-94
				461	87	-673	3	-121
				395	88	-661	51	-127
				411	85	-685	45	-144
				352	95	-623	31	-145
				417	85	-689	34	-154
				481	84	-774	51	-158
				400	88	-699	27	-183
				348	95	-660	28	-190
				320	92	-628	9	-207
				320	92	-628	9	-207
				350	83	-675	28	-214
				352	83	-699	50	-215
				397	74	-676	-14	-219
				397	74	-676	-14	-219
				432	91	-808	31	-254
				334	89	-791	56	-312
				383	88	-826	23	-333
				383	88	-841	26	-344
				381	88	-880	23	-388

Tabel 7: Liste A. Oversigt over ovnlinjernes omkostninger, indtægter og totale behandlingsomkostninger per ton affald. Tallene er opgjort som en nutidsværdiberegning over perioden 2020-2040.

I Tabel 8 er der udregnet tre middelværdier for ovnlinjerne over og under kapacetsloftet. Den miljøgodkendte kapacitet per ovnlinje er udregnet ved:

$$\text{Anlæg miljøgodkendt kapacitet} * \frac{\text{ovnlinje indfyret kapacitet}}{\text{anlæg indfyret kapacitet}}$$

	Teknisk kapacitet [ton / time]	Idriftår [årstal]	Miljøgodkendt per ovnlinje [ton / år]
Middel af de mindst omkostningseffektive ovne	6	1993	51.972
Middel af de mest omkostningseffektive ovne	18	2000	142.035

Tabel 8: Middelværdier af ovnlinjerne henholdsvis over og under kapacitetsgrænsen.

Her kan det ses, at ovnlinjerne over kapacitetsgrænsen generelt er ældre og mindre.

I tillæg til listen på ovnlinjeniveau er der udarbejdet en liste på anlægsniveau. Se tabellen nedenfor.

Anlæg navn	D&V [Kr. / ton]	Emissionsomkost- ning [Kr. / ton]	El- og var- meindtægt [Kr. / ton]	Reinvesterin- ger [Kr. / ton]	Sum be- handlings- omkost- ning [Kr. / ton]
	867	85	-591	0	362
	824	85	-768	46	186
	610	89	-618	81	162
	544	89	-675	111	69
	626	90	-660	0	55
	439	85	-546	45	23
	552	88	-637	19	21
	579	95	-693	27	7
	490	101	-637	39	-6
	455	86	-609	30	-38
	508	94	-712	53	-57
	466	96	-661	38	-61
	487	84	-708	46	-90
	464	87	-671	10	-109
	397	88	-672	43	-144
	413	85	-687	41	-147
	434	91	-726	45	-157
	349	95	-645	29	-171
	320	92	-628	9	-207
	350	83	-686	38	-215
	397	74	-676	-14	-219
	334	89	-791	56	-312
	382	88	-859	23	-365

Tabel 9: Oversigt over anlæggenes omkostninger, indtægter og totale behandlingsomkostninger per ton affald. Tallene er opgjort som en nutidsværdiberegning over perioden 2020-2040.

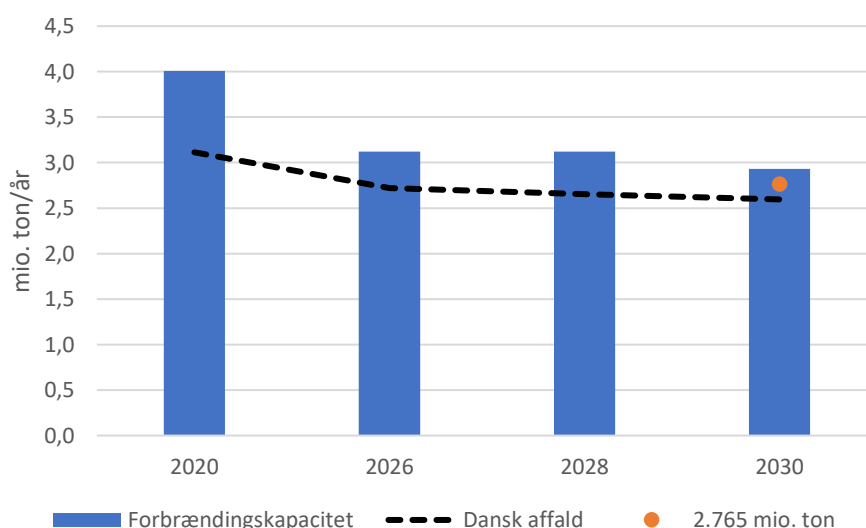
Ved en sammenligning af listen på anlægsniveau med listen på ovnlinjeniveau, kan det ses, at AffaldVarme Aarhus og Reno Syd, som har ovnlinjer på begge sider af kapacitetsgrænsen i Liste A, ender henholdsvis over og under kapacitetsgrænsen, når der opgøres på anlægsniveau. For AffaldVarme Aarhus trækker de to ældre ovne anlægget over kapacitetsgrænsen, hvor den nyeste ovn på Reno Syd trækker anlægget under kapacitetsgrænsen.

8 Systemoptimering og den endelige lukkeliste (Liste B)

Systemoptimeringen i Balmorel bygger på de samme data for affaldsforbrændingsanlæggene, som der anvendes i Liste A, men analysen har en højere detaljeringsgrad og inddrager også systemperspektivet ved både at tage hensyn til indpasning i el- og fjernvarmesystemet og til transport af affald.

Til optimeringen anvendes data for det enkelte fjernvarmeområde, og der indregnes effekten, at værker med flere ovne har betydelige fælles faste D&V-omkostninger, som kun kan spares ved at lukke alle ovne.

Figur 13 viser modelberegningernes resultater for den tekniske kapacitet, her beregnet som den maksimale indfyrede effekt på anlæggene gange med 8.000 timer. Figuren viser, at kapaciteten på de danske affaldsforbrændingsanlæg falder fra knap 4 mio. ton per år i dag til ca. 2,9 mio. ton per år i 2030. I 2020 fastholdes systemet som i dag, mens modellen fra 2026 kan lukke affaldsforbrændingsanlæg såfremt det er økonomisk fordelagtigt. Modellen har ikke tilladelse til at etablere ny forbrændingskapacitet før 2030 selvom dette skulle være økonomisk fordelagtigt.



Figur 13: Kapacitetsudviklingen ved Liste B. Forbrændingskapaciteten i 2030 er 2,9 mio. ton/år.

Som figuren viser, er der i dag væsentligt mere forbrændingskapacitet til rådighed end de danske affaldsmængder til forbrænding, og frem mod 2030 forventes mængderne i henhold til den politiske aftale at falde yderligere.

Modellen har mulighed for i begrænset mængde at importere affald til et modtagegebyr på 350 kr. per ton leveret i dansk havn.

For en række af de dyreste anlæg kan modellen finde alternativ varmforsyning der er billigere end affaldsvarme baseret på importaffald. Derfor lukkes der i modeloptimeringen 0,9 mio. ton teknisk indfyret affaldskapacitet allerede i 2026, og herefter lukkes der i 2030 yderligere et forbrændingsanlæg (MEC i Holstebro) på baggrund af deres egen vurdering af den tilbageværende tekniske levetid på anlægget¹⁷.

Jf. konsulentens tolkning af den politiske aftale, skal den miljøgodkendte affaldskapacitet være 2,765 mio. ton/år i 2030, men niveauet for den tekniske kapacitet er ikke direkte præciseret. I Balmørel er det derfor valgt at begrænse affaldsmængderne til samlet 2,765 mio. tons, og den tekniske forbrændingskapacitet på affaldsanlæggene vil så blive optimeret i modelberegningerne. Metoden garanterer således ikke en kapacitet på 2,765 mio. ton/år i 2030, men optimerer lukningen af anlæg ift. de tilgængelige, danske affaldsmængder, affaldsmængder ved import samt alternativomkostninger til produktion af fjernvarme i de enkelte områder.

Samlet set er kapaciteten på de danske affaldsanlæg der er i drift i 2030 (ved 8.000 fuldlasttimer) beregnet til 2,93 mio. tons i 2030, eller ca. 6 % over kapacitetsloftet. Modellen viser, at det er økonomisk attraktivt at drive nogle af anlæggene ved et lavere antal fuldlasttimer, frem for at lukke et eller to yderligere anlæg, spare de faste omkostninger og transportere affaldet ud af området. Anlæggenes brændsels-fuldlasttimer i 2030 i modelberegningerne har et gennemsnit på ca. 7.300 timer.

Den endelige liste B ses i Tabel 10 og er rangeret efter samme rækkefølge af ovnlinjerne som Liste A, og den beregnede behandlingsomkostning fra liste A er også vist.

¹⁷ Jf. opfølgende spørgsmål til værket i Holstebro, forventes værket ikke at kunne forsætte drift efter 2031.

Tabel 11	Behandlings- omk. kr./ton (fra Liste A)	Status 2030	Lukkeår
		Lukket	2026
		Lukket*	2026
		Lukket*	2026
		Lukket*	2026
		Lukket	2026
		Lukket*	2026
		Lukket	2026
		I drift	
		I drift	
		I drift	
		I drift	
		I drift	
		I drift	
		I drift	
		Lukket*	2026
		Lukket	2026
		I drift	
		I drift	
		Lukket	2026
		I drift	
		Lukket	2026
		Lukket*	2026
		Lukket	2026
		I drift	
		I drift	
		I drift	
		I drift	
		I drift	
		I drift	
		I drift	
		Lukket	2030
		Lukket	2030
		I drift	
		I drift	
		I drift	
		I drift	
		I drift	
		I drift	
		I drift	
		I drift	

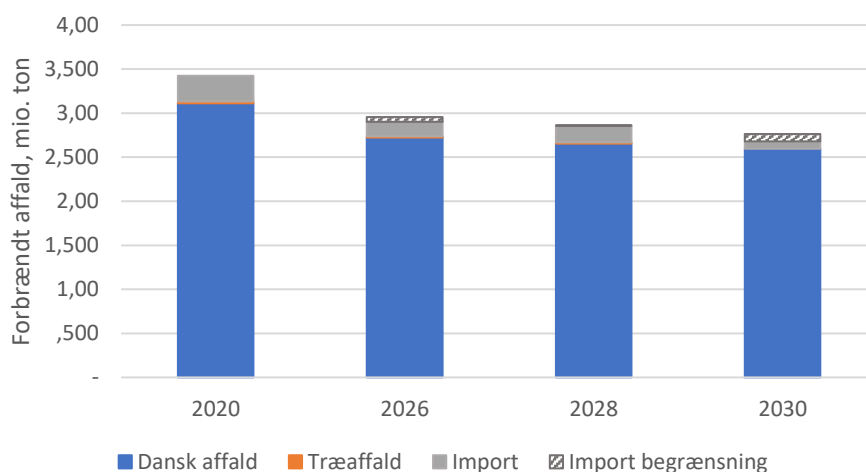
Tabel 10: Liste B beregnet som en Systemoptimering i Balmorel-modellen. Årstallet beskriver det første år anlægget er ude af drift, hvor det er vigtigt at pointere at simuleringsårene er 2020, 2026, 2028, 2030, 2035 og 2040. *) Anlægget lukkes i forbindelse med en levetidsforlængelse.

Udvikling i forbrændte affaldsmængder

Figur 14 viser de forbrændte affaldsmængder i modellen, herunder også træaffald og importaffald. Det er i modellen et krav, at dansk affald til forbrænding behandles på danske anlæg.

I 2020, hvor anlægskapaciteten fastholdes, udnyttes det tilgængelige importaffald fuldt ud, da 350 kr. per ton er tilstrækkeligt til at dække de variable omkostninger og affaldsafgifter fratrasket energiindtægter. I 2026 er det "tilladt" at lukke anlæg, og her udnyttes muligheden for import ikke længere fuldt ud. Dette skyldes, at i nogle tilfælde er den alternative varmforsyning billigere end den varmeomkostning, som opnås ved at brænde importaffald.

I 2028 falder de danske affaldsmængder yderligere, og det bliver derfor lidt mere attraktivt at anvende importaffald på de tilbageværende anlæg. I 2030 lukkes anlægget i Holstebro, hvorved importen igen falder.



Figur 14: Forbrændte affaldsmængder opdelt på type. De danske affaldsmængder til forbrænding er fastlåst, og det er et krav, at de behandles på danske anlæg.

I Balmorel optimeres også perioden 2030-40 for at få et indblik i, om Liste B også er robust med et langtidsperspektiv. Denne optimering viser, at der i 2035 lukkes yderligere et forbrændingsanlæg: REFA's to ovne. Dette skyldes en blanding af, at begrænsningen for importaffald i analysen er faldende frem mod 2040, samt at den ene ovn står overfor en levetidsforlængelse efter 2030. Disse to faktorer betyder, at det ikke længere er økonomisk at forsætte driften. Den anden ovn levetidsforlænges før 2030, hvor det derfor kunne overvejes, hvorvidt REFA også bør indgå i kapacitetstilpasningen og lukkes op til 2030. Der er udarbejdet en følsomhedsanalyse, som undersøger effekten af denne ændring.

Gennemsnitlig alder

I 2020 er gennemsnitsalderen af de eksisterende ovnlinjer 24 år. Hvis ovnlinjerne tages ud af drift jf. Liste B er den gennemsnitlige alder i 2030 34 år. Dette peger på, at det ikke kun er de gamle anlæg, der lukkes, da bestanden i gennemsnit er blevet 10 år ældre fra 2020 til 2030.

Systemomkostninger

Tabel 11 opsummerer økonomien ved behandling af de danske affaldsmængder. Tabellen medregner ikke modtagegebyret for dansk affald, da behandlingsomkostningen netop er resultatet af beregningen. Omkostningerne ved brug af importaffald (-350 kr./ton) og biomasse inkluderes. Der antages i tabellen en gennemsnitlig varmegærdi på 65 kr./GJ, da det ikke indenfor tidsrammen var muligt at udtrække modellens faktiske beregning af alternativ varmeproduktionsomkostning i alle områder med affaldsforbrænding.

Beregningerne viser, at dansk affald behandles til en gennemsnitlig omkostning på ca. 660 kr./ton i 2020 med eksisterende affaldsaftifter m.v. Efter tilpasning af kapaciteten falder denne omkostning til ca. 540 kr./ton i 2030, fordi de dyreste anlæg lukkes, og affaldet derfor behandles mere omkostningseffektivt.

mio. kr.	2020	2026	2028	2030
Investering i levetidsforlængelser	-	10	63	103
Renter og afdrag på eks. gæld	1,045	889	836	784
Omk. til anskaffelse af import- og bioaffald	-92	-49	-59	-29
D&V-omkostninger	1.673	1.242	1.240	1.184
Afgifter	1,318	1,036	984	955
Emissioner (CO ₂)	281	206	183	154
Andre emissioner	48	38	37	34
Transport	92	101	98	129
Elsalg	-405	-470	-474	-436
Varmegærdi	-1.894	-1.572	-1.559	-1.472
Total	2.065	1.428	1.348	1.406
Behandlet dansk affald, ton	3,14	2,75	2,68	2,62
Total, per ton affald	657	520	503	537
- Heraf transport	29	37	37	49
CO ₂ -omkostning, kr./ton	214	256	271	287
Gns. elsalgspris, kr./MWh	270	371	378	374

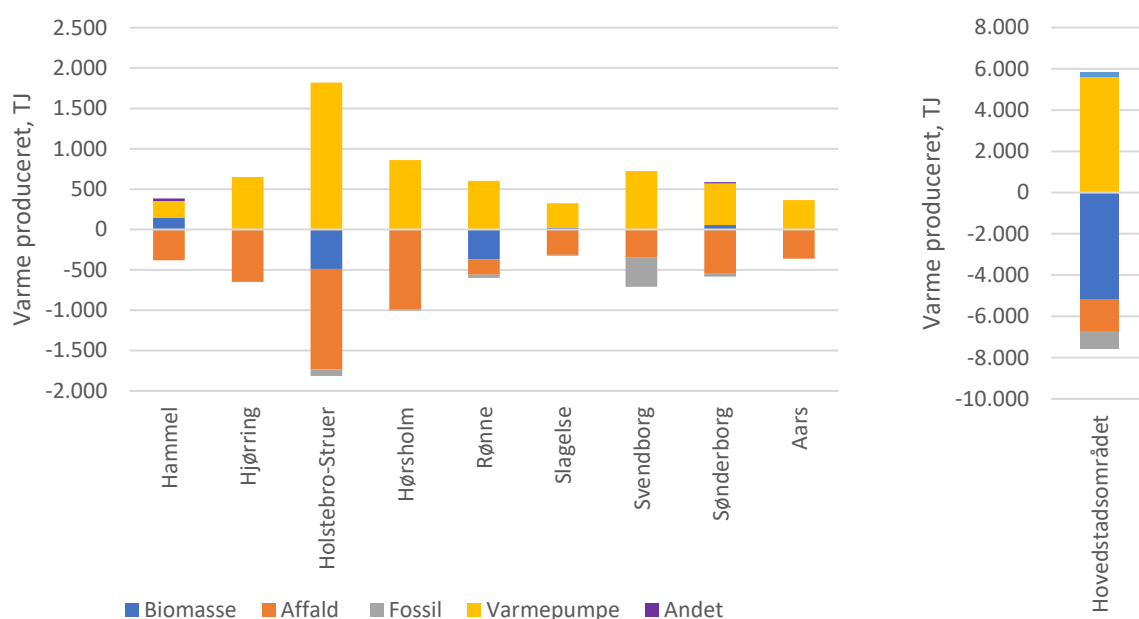
Tabel 11: Opsummering af økonomien ved affaldsforbrænding ved Liste B. Der antages i denne beregning en gennemsnitlig system-varmegærdi på 65 kr./GJ.

Ny kapacitet efter 2030

Efter 2030 får modellen mulighed for at installere ny affaldskapacitet, med forudsætninger beskrevet i Bilag 2. I alt installeres 37,6 MW-varme ny affaldskapacitet svarende til behandlingskapacitet på knap 96.500 ton affald per år. Denne kapacitet installeres i Vestdanmark.

8.1 Varmeproduktion lokalt ved lukning af affaldsanlæg

I beregningen til liste B indgår investeringer og drift af den nødvendige erstatningsvarme når der lukkes forbrændingsanlæg. Figur 15 viser, hvordan varmen produceres i 2020 og 2030 for byer, hvor der lukkes et affaldsanlæg.



Figur 15: Ændringen i hvordan varmen produceres i de byer, hvor der lukkes affaldsanlæg for 2030 ift. 2020.

Figuren viser, at det især er varmepumper som overtager varmeproduktion, Varmepumper omfatter en kombination af luft-, overskudsvarme-, havvands- og spildevandsvarmepumper. Forudsætningerne ved de forskellige typer varmepumpe er beskrevet i Bilag 2. I de 10 fjernvarmeområder, hvor affaldsanlæg lukkes, etableres der ny varmepumpekapacitet som vist i tabellen nedenfor.

Ny varmepumpekapacitet	MW-varme
Hammel	9
Hjørring	28
Holstebro-Struer	104
Hovedstadsområdet	316
Hørsholm	49
Rønne	34
Slagelse	16
Svendborg	37
Sønderborg	28
Aars	21

Tabel 12: Ny varmepumpekapacitet i fjernvarmeområder, hvor affaldsanlæg lukkes.

Hammel

Hammels fjernvarmesystem er sammenkoblet med fjernvarmesystemet i Hinnerup med en transmissionsledning, og de to systemer samkøres, så produktionsanlæggene udnyttes bedst muligt. Foruden affaldsanlægget i Hammel er der i systemet flis- og halmfyrede kedler, som forsyner de to fjernvarmesystemer. Når affaldsanlægget lukker i 2030, erstattes varme herfra dels med øget produktion på de biomassefyrede kedler og dels med nye varmepumpeanlæg på ca. 9 MW varmekapacitet.

Hjørring

Når affaldsanlægget lukkes, erstattes varmen af varme fra nye varmepumpeanlæg med en varmekapacitet på 28 MW. Der anvendes primært luft-varmepumpe, men også overskudsvarme.

Holstebro

Med lukning af MEC's affaldsanlæg i 2030 lukkes også den del af anlægget, der anvendes biomasse. Foruden varme fra affald skal varmen fra biomasse-delen af anlægget også erstattes af anden varmeproduktion. Ifølge modelberegningerne erstattes den fulde varmeproduktion fra MEC's anlæg af varmeproduktion fra varmepumper, i alt 104 MW-varme.

Hovedstadsområdet

Ifølge modelberegningerne er ARGO ét af de anlæg, som lukkes før 2030. ARGO er en del af det sammenhængende fjernvarmesystem i hovedstadsområdet, og varmeproduktionen fra anlægget udgør i dag ca. 6 % af den samlede varmeproduktion i området. Det er en forudsætning i modelberegningerne, at både Vestforbrænding og ARC kan forbrænde affald svarende til deres miljøgodkendelse, hvilket giver en lidt større varmeproduktion end i dag. Frem mod 2030 reduceres anvendelsen af biomasse også, og den samlede

reduktion af varmeproduktionen fra affald og biomasse erstattes af produktion fra ca. 300 MW varmepumper, der etableres frem mod 2030.

Rønne

I Rønne lukkes affaldsforbrændingsanlægget, og derudover forudsættes det flisfyrede kraftvarmeanlæg også at have nået enden af den tekniske levetid på dette tidspunkt. Der er derfor behov for etablering af 34 MW ny varmepumpekapacitet for at erstatte den eksisterende varmeproduktion. Størstedelen heraf etableres af modellen for at erstatte varme fra det eksisterende flisanlæg, som også vælges udfaset.

Slagelse

I Slagelse erstattes varmen fra affaldsanlægget med produktion fra 16 MW varmepumper, der etableres frem mod 2030. Godt halvdelen af varmeproduktion vil fortsat blive leveret fra de eksisterende biomasseanlæg.

Svendborg

I Svendborg produceres varmen i dag på en kombination af affald og naturgas. Størstedelen af denne produktion vil ifølge modelberegningerne blive erstattet med varmepumper frem mod 2030, hvilket kræver etablering af 37 MW ny varmepumpekapacitet. Svendborg har igangsat et projekt med etablering af en 20 MW luftvarmepumpe og har derfor allerede taget første skridt i omstilling af varmeproduktionen til varmepumper.

Sønderborg

I Sønderborg erstattes de ca. 500 TJ varme, som produceres på affaldsanlægget med en lille forøgelse af produktionen fra det eksisterende biomasseanlæg og med produktion fra nye varmepumper på i alt 28 MW.

Aars

I Aars leveres varmeproduktionen i dag helt overvejende fra affaldsanlægget i byen. Modelberegningerne viser, at ved lukning af anlægget bør varmeproduktionen erstattes af varmepumper, og der etableres i alt en ny kapacitet på 21 MW.

8.2 Transport af affald

Transport af affald medregnes i Balmorel optimeringen og indgår derfor i grundlaget for Liste B. Her tages der højde for, at hvis et anlæg lukkes skal affaldet i stedet transporteres til et andet anlæg som holdes i drift. Der anvendes en transportomkostning per km for hvert ton, som transporteres. Derudover er der omkostninger per ton knyttet til transport over broer og/eller

transport med skib eller pram. De anvendte forudsætninger for transportomkostningerne er beskrevet i Bilag 2.

Transportomkostninger gør det mindre attraktivt at fx lukke ældre anlæg i Vestdanmark og transportere det til Østdanmark. I følgende illustrative eksempel beskrives de indregnede omkostninger ved at skulle transportere affald fra Aarhus til København.

Eksempel: Affald fra Aarhus til ARC

Jf. affaldsmatrixen er der ca. 310 km fra Aarhus Havn til København (Amager). Med de anvendte forudsætninger vil det med vejtransport koste ca. 570 kr./ton for husholdningsaffald. Det er også muligt i modellen at pramme affaldet, hvilket vurderes at medføre en omkostning på ca. 250-300 kr./ton.



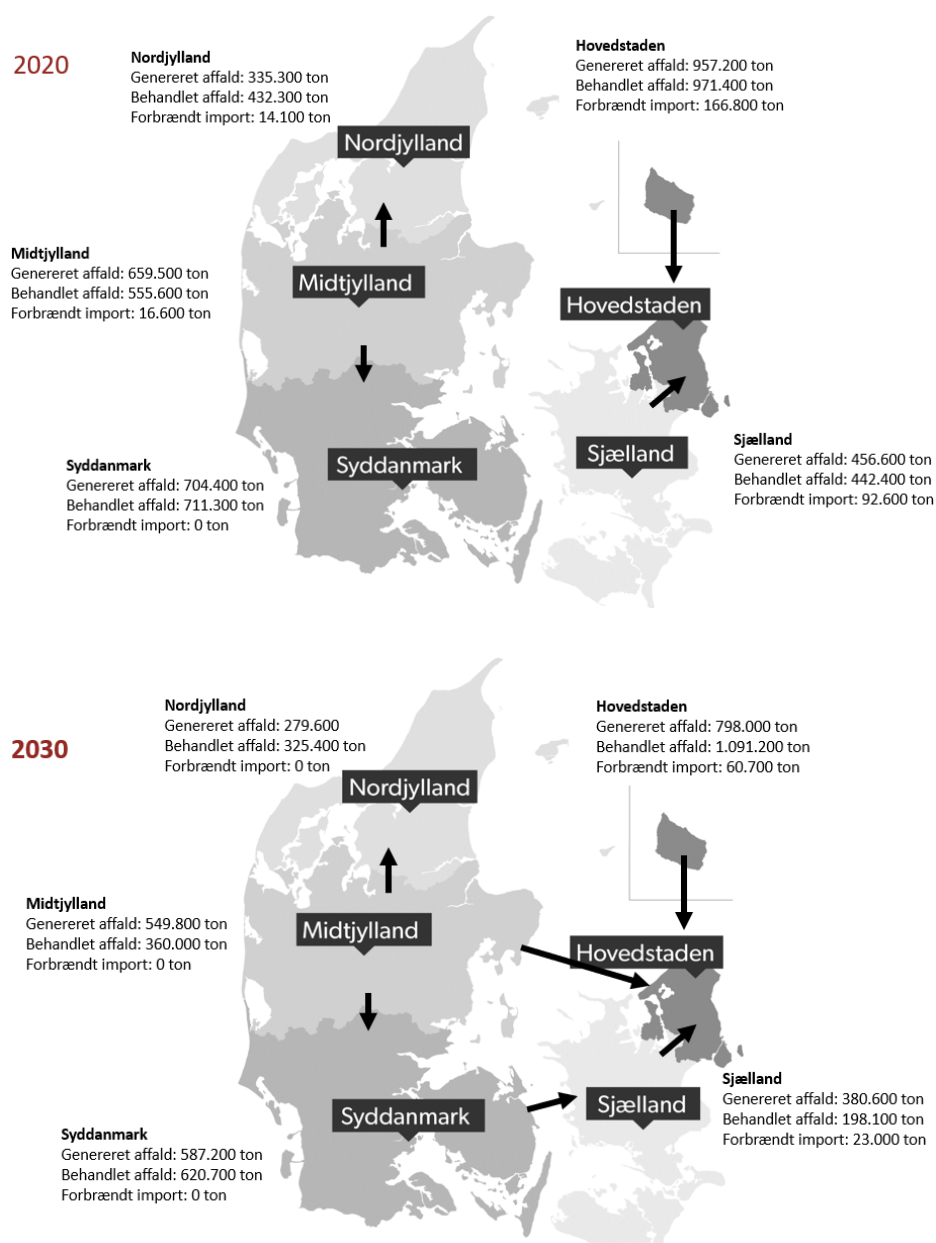
Figur 16: Illustrativt eksempel for transportmuligheder fra Aarhus Havn til Københavns Havn (Amager).

Transportomkostninger er et af de elementer der er betydende for at liste B er anderledes end liste A. Fx ligger anlægget i Frederikshavn relativt højt på Liste A, men lukkes alligevel ikke på liste B. Det skyldes at den besparelse der opnås ved at lukke anlægget, ikke kan opveje den efterfølgende meromkostning til transport af affaldsmængderne.

Som anlæggene begynder at lukke, stiger de totale omkostninger til transport også. I 2020 er den gennemsnitlige transportomkostning per ton behandlet dansk affald 29 kr./ton¹⁸, og i 2030 er dette steget til 50 kr./ton. Stigningen

¹⁸ Det skal noteres, at disse omkostninger kun indeholder km-omkostninger til længere transport, og ikke alle omkostninger afhentning i komprimatorbiler, af- og pålæsning, omlasteanlæg m.v.

skyldes i høj grad, at der i 2030 er påbegyndt affaldstransport fra vest til øst, hvorved der udover de sædvanlige omkostninger per kilometer nu også tillægges bro/pram omkostninger. Op til 2030 er affaldsmængderne i øst og vest i modellen blevet behandlet på affaldsanlæg, der er beliggende på samme side af Storebælt, som dér hvor affaldet produceres.



Figur 17: Illustration af hvor det danske affald opstår og hvor den behandles (eks. eventuelt importaffald) i hhv. 2020 og 2030. Pilene viser hvordan affaldsmængderne bevæger sig mellem regionerne. Derudover vises den mængde importaffald som forbrændes.

Figur 17 er en illustration af affaldsbalancerne i de 5 danske regioner, altså hvor affaldet genereres og hvor affaldet behandles. Figuren viser både 2020

og 2030 baseret på Balmorel-optimeringen. Som nævnt transporteres der ikke før 2030 affald mellem vest- og øst, mens der i 2030 transporteres affald fra vest til øst (til hovedstadsområdet).

8.3 Opsamling på anlæg til lukning i liste B

For forbrændingsanlæg med flere ovnlinjer er der i analyserne regnet med, at 85 % af drifts- og vedligeholdelsesomkostninger er fælles for hele anlægget, mens 15 % knytter sig til de enkelte ovnlinjer. Denne forudsætning er bl.a. fastlagt ud fra nogle af besvarelsene i spørgeskemaundersøgelsen. At så stor en del af omkostningerne er fælles for hele anlægget betyder, at det modellen ikke finder tilstrækkelige besparelser ved delvist at lukke forbrændingsanlæg. Enten bevares et anlæg i sin helhed, eller også lukkes det helt.

Nedenstående tabel viser en oversigt over, hvilke anlæg som er de mest omkostningseffektive og dermed fortsætter driften efter 2030, og hvilke som lukker. Det fremgår, at 10 anlæg lukker, mens 13 anlæg fortsætter driften efter 2030.

Anlæg til lukning 2030	Anlæg med fortsat drift efter 2030
AffaldPlus Slagelse	AffaldPlus Næstved
Affaldsselskabet Vendsyssel Vest, Hjørring	AffaldVarme Aarhus
ARGO	Energist Kolding
Bornholms Affaldsbehandling	Energist Esbjerg
Hammel Fjernvarme	Fjernvarme Fyn
I/S Norfors, Hørsholm	Fjernvarme Horsens A/S
MEC Bioheat & Power, Holstebro	Frederikshavn Affaldskraftvarmeværk A/S
Sønderborg Kraftvarme I/S	I/S Amager Ressourcecenter
Svendborg Kraftvarme A/S	I/S Kraftvarmeværk Thisted
Aars Fjernvarme	I/S Reno Nord
	I/S Refa, Nykøbing Falster
	I/S Reno Syd, Skanderborg
	I/S Vestforbrænding, Glostrup

Tabel 13: Anlæg til lukning og videre drift efter 2030.

AffaldPlus Slagelse

Slagelses anlæg lukkes i 2026, og som konsekvens heraf sendes affaldsmængderne i stedet i høj grad til behandling på anlægget i Næstved i stedet. Jf. Tabel 7 har anlægget drifts- og vedligeholdelsesomkostninger på ca. 660 kr./ton affald, hvorved anlægget er blandt de dyreste.

Selskabet har oplyst, at de i 2020 har ansøgt om tilladelse til nedlukning i 2030.

Affaldsselskabet Vendsyssel Vest, Hjørring

De to ovne i Hjørring lukker i 2026, hvilket skyldes de høje behandlingsomkostninger. I liste A (Tabel 7) er ovnene de dyreste, kun overgået af anlægget på Bornholm, hvilket er hovedårsagen til, at det er et af de 10 anlæg, som lukkes. Det affald, som tidligere blev behandlet i Hjørring, sendes i stedet til behandling på de forholdsvis billigere anlæg i Aalborg og Frederikshavn.

ARGO

ARGO lukkes på Liste B, selvom begge anlæggets to ovne ligger lige under skillelinjen på liste A. Dette har flere årsager.

ARGO ligger i hovedstadsområdet sammen med Vestforbrænding og ARC, hvor ARGO har de højeste behandlingsomkostninger per ton af disse tre anlæg. De 3 anlægs fælles forbrændingskapacitet er væsentligt højere end affaldsmængderne i det nærliggende opland, hvorfor det er nødvendigt at hente affald fra et større område, hvilket hæver transportomkostningerne.

Længere væk fra København ligger anlæggene i Næstved og Nykøbing (REFA) som ikke lukkes trods deres umiddelbart højere behandlingsomkostninger jf. Liste A. Anlæggene i Nykøbing og Næstved har tilsammen en miljøgodkendt kapacitet på knap 280.000 tons, mens ARGO har en miljøgodkendt kapacitet på 350.000 ton. Herved ses det, at kapaciteten på hhv. ARGO og samlet i Næstved og Nykøbing er i samme størrelsesorden.

I beregningen inddrages den alternative varmemforsyning, der skal etableres i forbindelse med at et affaldsanlæg lukkes. Den alternative varmemforsyning er afhængig af hvilket område der betragtes. Næstved og Nykøbings varmeområder er ikke tilkoblet et større net, og langt størstedelen af varmen produceres i dag på affaldsanlæggene. Ved at lukke disse anlæg skal stort set hele varmemforsyningen erstattes af ny varmemforsyning. Den marginale varmemproduktion, når affaldsanlæggene lukkes i de to byer, er luft-varmepumper, mens den alternative varmemforsyning i nettet, hvor ARGO leverer sin varme, er bl.a. de andre affaldsanlæg (VF og ARC) samt biomasseanlæg.

I Liste B tages der også hensyn til anlæggenes placering og deres adgang til affald og transport heraf. Grundet transporten viser resultatet, at der er et vist incitament til at kapaciteten tilpasses lokale affaldsmængder. Hvis Næstved

og Nykøbing lukkes i stedet for ARGO, skal affaldet fra en stor del af Sjælland transporteres til hovedstadsområdet, hvilket kræver at disse anlæg er væsentligt mere effektive. Ellers kan de øgede transportomkostninger ikke dækkes.

Pga. billigere alternativ varme i hovedstadens fjernvarmeområde (hvor ARGO leverer varme til) end i Næstved og Nykøbing samt pga. transportomkostningerne viser beregningerne, at det bedre kan betale sig at lukke ARGO og holde de dyrere anlæg i Næstved og Nykøbing i drift.

Bornholms Affaldsbehandling

Anlægget på Bornholm er det dyreste anlæg jf. liste A (Tabel 7 Tabel 6), hvilket er medvirkende til, at det er ét af de anlæg, som lukkes frem mod 2030. Besparelsen er stor nok til også at kunne forsvare de efterfølgende omkostninger til at transportere affaldet til behandling i hovedstadsområdet. Transporten fra Rønne til København (ARC) er henholdsvis 360 kr./ton og 240 kr./ton for husholdningsaffald og industrielt affald.

Hammel Fjernvarme

Der er ikke modtaget data for kedlen i Hammel, og den er derfor blot blevet tildelt middelværdien for alle andre affaldsanlæg i analysen. Trods dette ligger anlægget stadig på listen over anlæg, som bør lukkes frem mod 2030. Dette skyldes, at Hammel ligger tæt på Aarhus, hvor der ligger både AffaldVarmes anlæg i Aarhus og RenoSyd i Skanderborg. Hammel modtager i analysen en stor del af sit affald fra Favrskov Kommune, hvor den ekstra transportomkostning til anlægget i Aarhus kun udgør ca. 24-36 kr. per behandlet ton. AffaldVarmes største ovn har betydeligt lavere behandlingsomkostninger.

Desuden har Hammel både halm og biomasse som alternativ varmforsyning, hvilket giver en relativt lav omkostning til erstatningsvarme. (Ikke behov for investering i så meget ny varmekapacitet).

I/S Norfors, Hørsholm

Norfors har to ovne, hvor den ene er markant ældre end den anden. Ovn 4 er idriftsat i 1999 mens Ovn 5 er idriftsat i 2016. Ovn 4 har de femte højeste behandlingsomkostninger jf. Tabel 7, mens Ovn 5 har lavere omkostninger. Da de fælles faste D&V-omkostninger udgør 85% af de samlede, faste D&V-omkostninger, kan der kun opnås relativt lave besparelser på D&V-omkostningerne ved blot at lukke den ene ovn. De lavere omkostninger ved Ovn 5 er ikke tilstrækkeligt til at holde den ældre ovn i drift, hvorved begge ovne lukkes. Affaldet sendes i stedet til behandling i hovedstadsområdet.

MEC Bioheat & Power, Holstebro

De to ovne i Holstebro har forholdsvis lave behandlingsomkostninger, og jf. liste A (Tabel 7), burde de ikke indgå på listen over anlæg, som lukkes. Dog har anlægget meddelt, at anlægget er teknisk udtjent i 2031. Til optimeringen har konsulenten derfor valgt at fremrykke lukningen et år for at give plads til de anlæg hvis drift kan fortsætte i flere år.

Sønderborg Kraftvarme I/S

Ovnen i Sønderborg har de sjette højeste behandlingsomkostninger jf. liste A (Tabel 7Tabel 6), og derfor viser analyserne, at denne ovn lukkes. Desuden ligger anlægget forholdsvis tæt på Energinet i TVIS-området, som har betydeligt lavere behandlingsomkostninger.

Svendborg Kraftvarme A/S

Ovnen i Svendborg har de fjerde højeste behandlingsomkostninger ifølge liste A, hvilket medvirker til, at det er et af de anlæg, som lukkes frem mod 2030. Desuden ligger Svendborg tæt på Odense, hvor Fjernvarme Fyn har 3 omkostningseffektive ovne, hvilket yderligere giver incitament til at lukke ovnene frem mod 2030.

Aars Fjernvarme

Aars ligger relativt tæt på Aalborg, som er et billigere anlæg, og det er mere økonomisk at transportere affaldet videre til det større mere effektive anlæg nordpå.

9 Følsomhedsanalyser

For at teste robustheden af Liste B er der udført en række følsomhedsanalyser. Disse gennemgås i det følgende.

9.1 Transportomkostningerne

Transportomkostningerne har betydning for liste B, hvor nogle anlæg holdes i drift af hensyn til de omkostninger, det ville medføre at transportere affaldet til et andet anlæg.

Der er udført to variationer af transportomkostninger: én, hvor de hæves 30%, og én, hvor de sænkes 30%. Ændringen påvirker både omkostningen per km, pramomkostningerne mellem Århus og Køge/København, samt færgeomkostningerne fra Bornholm til København. Omkostningen ved transport over Storebælt påvirkes ikke.

Følsomhedsanalysen viser ingen ændringer af Liste B. Dermed er en reduktion af transportomkostningerne på 30 % ikke tilstrækkeligt til, at det er økonomisk attraktivt at lukke flere anlæg og yderligere centralisere affaldsforbrændingen. På den anden side er en forøgelse af transportomkostningerne med 30 % ikke tilstrækkeligt til, at det kan betale sig at holde flere anlæg i drift, så affaldet i højere grad behandles lokalt.

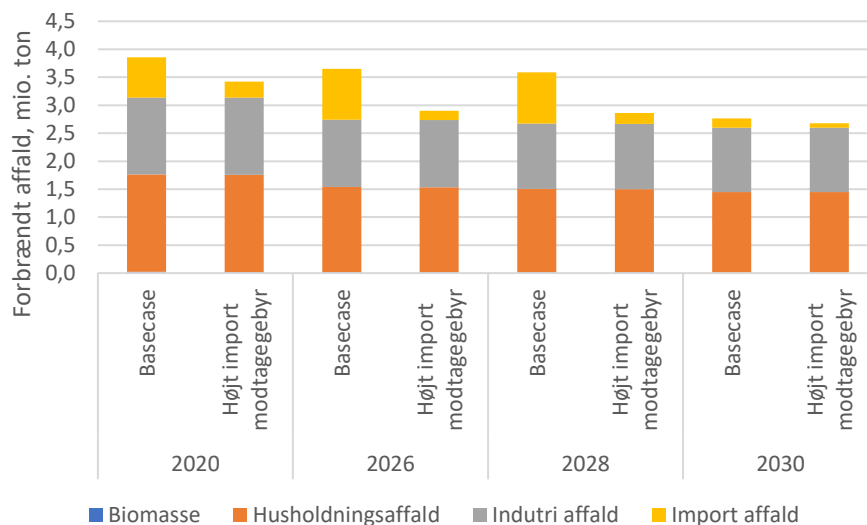
9.2 Højt modtagegebyr på importaffald

I referencen er modtagegebyret for importaffald fastsat til 350 kr./ton. Der er betydeligt usikkerhed om udviklingen af prisen for importaffald frem mod 2030. Som beskrevet i Afsnit 5 er det forudsat, at importaffaldet i 2020 udgør maksimalt 290.000 ton, faldende til maksimalt 170.000 ton i 2030, og den til-ladte import antages at falde lineært fra 2020 til 2030.

Der laves en følsomhedsanalyse for disse to antagelser hvor:

- Modtagegebyret hæves til 550 kr./ton
- Samtidig indføres begrænsningen på import først i 2030, så perioden 2020-30 ikke har en begrænsning.

Dette gør importaffald mere attraktivt og medfører til et højere forbrug af import i perioden 2020-29, sammenlignet med referencescenariet, som set i Figur 18. I 2030 træder begrænsningen i kraft.



Figur 18: Forbrændt affald fordelt på type i følsomhed for højt modtagegebyr.

Dette medfører, at flere anlæg holdes i drift i 2030, da det kan sikre flere driftstimer, hvor specifikt Sønderborg og Aars (begge ovne) holdes i drift.

Begge holdes også i drift frem til 2040, selvom importmængderne falder igen, hvilket skyldes timing. I referencescenariet lukker Holstebro i 2030, og nu hvor Sønderborg og Aars holdes i live, til efter Holstebro tages ud af drift, kan det godt betale sig at beholde anlæggene alligevel. Dette medfører også, at investeringerne i ny affaldskapacitet i Vestdanmark i perioden 2030-40 reduceres med ca. 26 MW-varme.

Derudover gør den ekstra adgang til importaffald op til 2030, at flere anlæg holdes i drift længere. Anlæggene i Hørsholm, Slagelse samt ARGO holdes i drift og lukkes først i 2030, når begrænsningen træder i kraft, mens Hammel tages ud af drift i 2028 frem for 2026.

9.3 Uden afgifter på affald

Balmorel optimerer selskabsøkonomisk, hvor Liste A er baseret på samfundsøkonomi. Derfor laves to følsomhedsanalyser, hvor afgifterne på affald fjernes. I den ene fastholdes CO₂-prisen, og i den anden hæves den lineært til 1.500 kr./ton i 2030. De 1.500 kr./ton er med inspiration fra Klimarådets rapport om en ensartet CO₂ afgift og fra klimapartnerskabernes anbefalinger til at nå 70%-målsætningen.

Ved at fjerne afgifterne påvirkes alle anlæggene i høj grad ens, hvor det blot er deres effektivitet, som kan påvirke deres økonomi forskelligt i forhold til hinanden.

Ved blot at fjerne afgifterne (uden af hæve CO₂-omkostningen) holdes anlægget i Sønderborg i drift. Der er ikke nogen yderligere effekt på Liste B i 2030, hvis CO₂-omkostningen samtidig hæves til 1.500 kr./ton.

9.4 ARGO holdes i drift

I Liste B tages der hensyn til anlæggenes placering, den alternative varmeforsyning samt deres adgang til affald og transport heraf.

Grundet disse effekter lukkes ARGO i Balmorel-beregninger, selvom den ikke ligger højt på liste A, mens anlæggene i Næstved og Nykøbing holdes i drift.

Der laves en følsomhedsanalyse, hvor det ikke er muligt for modellen at lukke ARGO, for at undersøge systemeffekten af dette. Denne ændring medfører, at Nykøbings og Næstveds anlæg lukker, og affaldet transporteres i stedet til ARGO.

Dette medfører en stigning i systemomkostningerne i el- og fjernvarmesystemet i Danmark på ca. 18 mio. kr. i 2030, hvilket bl.a. skyldes højere omkostninger til faste D&V og højere transportomkostninger.

9.5 MEC Bioheat & Energy

I Basecase tages MEC Bioheat & Energy's to ovne ud af drift før 2030, da de i spørgeskemaet har angivet, at anlægget er teknisk udtjent i 2031. Det er valgt at tage anlægget ud af drift til 2030 for at sikre, at et anlæg som ellers ville kunne fortsætte drift længere end 2031 ikke kommer på listen over anlæg til lukning i 2030. Derved kunne der være risiko for manglede kapacitet i 2031 og efterfølgende.

Derfor laves en følsomhedsanalyse, hvor anlægget ikke antages udtjent i 2031, men kan fortsætte drift. Dog indføres en levetidsforlængelse når anlægget er 40 år.

Da anlægget generelt har lave behandlingsomkostninger jf. Liste A (Tabel 7), holdes det i drift til efter 2030. Der er ingen påvirkning af Liste B, udover at Holstebro ikke længere er på listen.

9.6 REFA lukkes

Balmorel simuleringen viser, at REFA's anlæg lukker i 2035 (det første år simuleret efter 2030). Der kunne argumenteres for, at REFA bør indgå i kapacitetstilpasningen frem til 2030, da det alligevel ifølge modelberegningerne lukkes nogle få år efter 2030.

Derfor laves en følsomhedsanalyse, hvor REFA lukkes i 2026, hvilket er det første simuleringsår, hvor modellen kan lukke anlæg, for at undersøge, hvordan dette påvirker, hvorvidt andre anlæg lukkes i perioden.

Denne ændring påvirker ikke resten af systemet, hvor der ikke sker ændringer i de resterende anlægs status. Det medfører, at de gennemsnitlige fuldlasttimmer (dvs. kapacitetsudnyttelsen) stiger, og samtidig øges transportomkostningerne. De totale årlige systemomkostninger øges i 2030 med ca. 6-8 mio. kr. i perioden op til 2030.

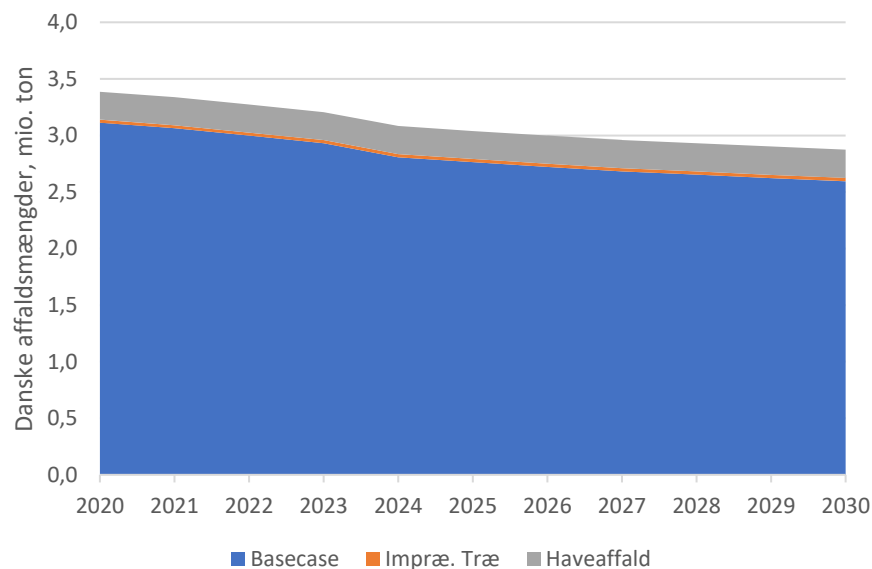
9.7 Mulighed for investering i ny affaldskapacitet fra 2026

I referencescenariet tages der udgangspunkt i, at de danske affaldsmængder skal behandles på de eksisterende anlæg. Dog kan der argumenteres for, at der kan være tilfælde, hvor det ville være relevant at etablere nye affaldsanlæg allerede før 2030. Derfor laves en følsomhedsanalyse, hvor det er muligt at investere i både ny affaldskraftvarme og -kedler. Se Bilag 2 vedrørende antagelser om de nye teknologier.

Følsomhedsanalysen viser, at det ikke er interessant at investere i ny kapacitet før 2030. Dog investeres der i 2030 i ny kapacitet, hvilket til dels skyldes, at Holstebro lukkes. Dog betyder det, at der installeres en mindre mængde ny kapacitet i 2035 sammenlignet med referencescenariet, da investeringerne i høj grad blot fremskyndes til 2030. Følsomhedsanalysen resultater i, at systemet i 2040 har en ny kapacitet svarende til 10.100 ekstra ton per år. Dette medfører også en lavere transport af affald fra vest til øst, da den nye kapacitet etableres i Vestdanmark.

9.8 Øgede affaldsmængder

Der er udarbejdet en følsomhedsanalyse, hvor de danske affaldsmængder også inkluderer imprægneret træaffald samt have- og parkaffald. Disse faktorer er frasorteret i Miljøstyrelsens fremskrivning som anvendes i Basecase.

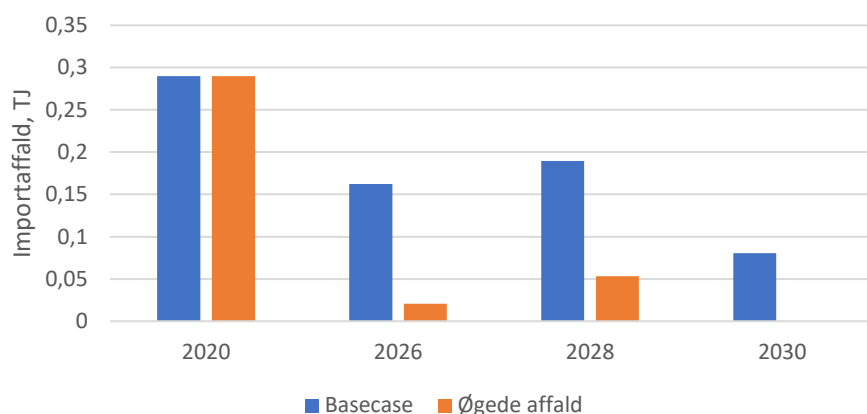


Figur 19: De danske affaldsmængder inkl. imprægneret træ og haveaffald. Basecase referer til det affald som indgår i Miljøstyrelsens fremskrivning af affaldsmængder til forbrænding som også anvendes i Referencescenariet.

De øgede mængder resulterer i, at både anlægget i Aars (begge ovne) og anlægget i Sønderborg holdes i drift. De øvrige anlæg påvirkes ikke. Anlægget i Nykøbing lukkes i 2035 i referencescenariet, men i denne følsomhedsanalyse medfører den højere mængde affald, at anlægget i Nykøbing holdes i drift frem til 2040.

Derudover betyder de øgede affaldsmængder, at mængden af importaffald forbrændt på danske anlæg reduceres efter 2020.

Nedenstående figur viser den forbrændte mængde importaffald i hhv. referencescenariet og i denne følsomhedsanalyse. I 2020 har modellen ikke mulighed for at lukke anlæg, hvorved det, trods de højere affaldsmængder, stadig er økonomisk at importere den maksimale mængde for at få bedre økonomi på de eksisterende anlæg. Fra 2026 lukker modellen anlæg, hvor de højere danske affaldsmængder betyder, at der er mindre behov for importaffaldet.



Figur 20: Forbrændt importaffald i hhv. referencescenariet og følsomhedsanalysen, hvor affaldsmængderne øges.

9.9 Stigende affaldsmængder efter 2030

Som beskrevet i Afsnit 5 stiger affaldsmængderne efter 2030 i Miljøstyrelsens fremskrivning, mens der i referencescenariet regnes med, at mængderne efter 2030 er konstante. Der er lavet en følsomhedsanalyse, hvor mængderne stiger som antaget af Miljøstyrelsen.

Følsomhedsanalysen ændrer ikke Liste B og påvirker kun systemet efter 2030. Den eneste effekt på systemet er, at efter 2030 beholdes REFA i drift frem til 2040, i stedet for at det lukkes i 2035.

9.10 Oversigt over konsekvenser af følsomhedsanalyser

Følgende opsummerer de gennemførte følsomhedsanalyser for Balmorel-beregningerne (Liste B):

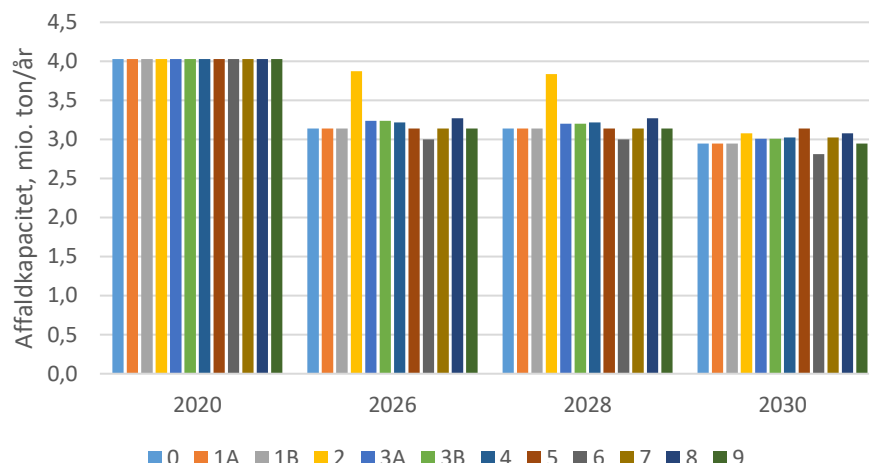
1. Transportomkostninger. 1A - 30% højere og 1B – 30% lavere.
2. Højt modtagegebyr for importaffald
3. Uden affaldsafgifter
4. ARGO holdes i drift
5. MEC holdes i drift
6. Nykøbing lukkes
7. Mulighed for ny affaldskapacitet allerede før 2030
8. Øgede affaldsmængder før 2030
9. Udviklingen af affaldsmængder efter 2030

Tabel 14 viser en oversigt over hvilke anlæg, som ændrer status (lukket eller i drift) i 2030 ift. Referencescenariet. Tabellen er opsummeret per anlæg i stedet for ovnniveau da der aldrig lukkes enkelt ovne på anlæg med flere ovne.

Tabel 15		Basecase	1. Ændret trans. Omk.	2. Højt modtagebyr	3. Uden affaldsafgifter	4. ARGO inde	5. MEC inde	6. REFA ude	7. Nye anlæg før 2030	8. Øget affald før 2030	9. Aff. stiger efter 2030
I/S Amager Ressourcecenter	I drift										
ARGO	Lukket					x					
Energist Esbjerg	I drift										
Frederikshavn Affaldskraftvarmeværk	I drift										
Hammel Fjernvarme	Lukket										
Affaldsselskabet Vendsyssel Vest	Lukket										
MEC Bioheat & Power	Lukket						x				
Fjernvarme Horsens A/S	I drift										
I/S Norfors	Lukket										
I/S REFA	I drift					x		x			
AffaldPlus Næstved	I drift					x					
Fjernvarme Fyn	I drift										
I/S Reno Syd	I drift										
Bornholms Affaldsbehandling	Lukket										
AffaldPlus Slagelse	Lukket										
Svendborg Kraftvarme A/S	Lukket										
Sønderborg Kraftvarme I/S	Lukket			x	x					x	
I/S Kraftvarmeværk Thisted	I drift										
Energist Kolding	I drift										
I/S Vestforbrænding	I drift										
I/S Reno Nord	I drift										
AffaldVarme Aarhus	I drift										
Aars Fjernvarme	Lukket			x						x	

Tabel 14: Oversigt hvor hvilke anlægs status i 2030 påvirkes i følsomhedsanalyserne ift. referencescenariet (0). 1A/1B og 3A/3B er slået sammen. Da kun hele anlæg lukkes, er oversigten ikke vist på ovnniveau.

Den resulterende forbrændingskapacitet i hver følsomhedsanalyse er vist i Figur 21 nedenfor. Spændet i behandlingskapacitet er 2,8 – 3,1 mio. ton/år i 2030, hvor referencescenariet har en behandlingskapacitet på 2,9 mio. ton/år.



Figur 21: Indfyret kapacitet ved 8.000 fuldlasttimer i Referencescenariet og de 7 følsomhedsanalyser. Der er to variationer af transportfølsomhedsanalysen (1A og 1B) samt 2 variationer af afgiftsfølsomhedsanalysen (3A og 3B).

I transportfølsomhederne (Følsomheder 1A og 1B) påvirkes anlæggene ikke og derfor lukkes anlæggene i samme takt som i referencescenariet.

I følsomhed 2 øges modtagegebyr for importaffald, hvorved der holdes en række anlæg i drift frem mod 2030, som derefter lukkes i 2030. Lukning af ARGO, Nofors, Hammel, og Slagelse forsinkes ift. referencescenariet, og kapaciteten i perioden før 2030 er derfor også markant højere sammenlignet med referencescenariet. I 2030 er anlægget i Aars (begge ovne) og anlægget i Sønderborg i drift hvor disse lukkes i referencescenariet.

I følsomhederne 3A og 3B fjernes afgifter på affaldsforbrænding. Dette medfører at anlægget i Sønderborg holdes i drift frem til og med 2030, hvorved den totale forbrændingskapacitet er lidt højere over hele forløbet.

I følsomhed 4 holdes ARGO i drift, hvorved anlæggene i Nykøbing og Næstved lukkes i 2026 i stedet. Disse to anlæg har tilsammen lidt lavere kapacitet end ARGO, hvorved den totale forbrændingskapacitet over forløbet er lidt højere sammenlignet med referencescenariet.

I følsomhed 5 tages MEC ikke ud af drift til 2030. Dette medfører at kapacitetens forløb er ens med referencescenariet frem til 2030, men i 2030 holdes MEC i stedet i live, hvorved den totale forbrændingskapacitet er højere i følsomheden.

I følsomhed 6 lukkes Nykøbing før 2030, men de resterende anlæg påvirkes ikke og det er ikke økonomisk at holde et andet anlæg i drift i stedet. Den totale kapacitet er derfor lavere end i referencescenariet.

I følsomhed 7 tillades investering i ny affaldskapacitet før 2030, men da det først er relevant i 2030, er forløbet identisk med referencescenariet frem mod 2030, hvor der er lidt mere forbrændingskapacitet i 2030, hvor der installeres ny affaldskapacitet.

I Følsomhed 8 øges de totale danske affaldsmængder allerede fra 2020. Dette medfører at den totale kapacitet også er højere da anlæggene i Sønderborg og Aars holdes i drift. De resterende anlæg på Liste B lukkes i samme takt som de gjorde i referencescenariet.

I følsomhed 9 stiger affaldsmængderne efter 2030, hvor de forbliver på samme niveau som 2030 i referencescenariet. Dette medfører ikke ændring i kapacitet tilpasningen frem mod 2030.

10 Bilag 1: Overblik over data for affaldsforbrændingsanlæg

Nedenfor vises anlæg for anlæg en oversigt over tekniske og økonomiske data.

Tabeller for alle anlæg er i separat fortroligt bilag.

11 Bilag 2: Forudsætninger og data

11.1 Generelle økonomiske data

Balmorel anvender en rente på 3% og en tilbagebetalingstid på 20 år for alle teknologier på nær levetidsforlængelserne på affaldsanlæggene, hvor der i stedet anvendes en tilbagebetalingstid på 15 år.

I regnearket anvendes en diskonteringsrate på 4%.

11.2 Brændselspriser

De anvendte brændselspriser er baseret på den seneste World Energy Outlook 2019 fra IEA. Der benyttes samme metode som Energistyrelsen til fremskrivning af fossile priser, hvor der på kort sigt baseres på forwardpriser og derefter konvergeres mod WEO's langsigtede fremskrivning i 2030. Efter 2030 benyttes IEA's priser. Det skal nævnes, at de anvendte forwardpriser er fra før udbruddet af Corona-virus, som har medført et betydeligt fald i forwardpriserne på kort sigt. De nuværende forwards i markedet antages at være udtryk for en korterevarende nedgang i priserne og vurderes derfor ikke at være repræsentative for prisfremskrivninger på mellemlangt og længere sigt, som er denne analyses fokus.

Brændselspriserne er vist i tabellerne herunder for hhv. centrale og decentrale varmeproduktionsanlæg. De fossile brændselspriser er baseret på opdaterede forwards for priserne i 2020. Herefter er det forudsat, at priserne udvikler sig gradvist til niveauet i 2030 i scenariet "Sustainable Development" fra World Energy Outlook 2019. Efter 2030 følger priserne IEA's prisfremskrivning.

Kr./GJ	Kul	Naturgas	Letolie	Træflis	Træpiller	Halm
2020	14,6	36,9	97,2	55,0	63,5	47,5
2025	19,0	47,6	92,9	56,1	71,9	48,6
2030	15,6	55,3	97,8	57,3	72,0	49,8
2035	15,9	55,3	96,1	57,9	72,0	50,4
2040	16,2	55,3	94,3	58,4	71,9	50,9

Tabel 15: Brændselspriser an kraftværk (centrale anlæg) givet i DKK19/GJ.

Kr./GJ	Naturgas	Letolie	Træflis	Træpiller	Halm
2020	40,3	119,8	51,2	68,2	44,0
2025	50,8	115,5	52,2	76,5	45,0
2030	58,6	120,4	53,4	76,7	46,3
2035	58,6	118,7	54,1	76,6	47,0
2040	58,6	116,9	54,8	76,6	47,6

Tabel 16: Brændselspriser an værk (decentrale anlæg) givet i DKK19/GJ.

Det fremgår, at der forventes relativt stabile priser for halm, træflis og træpiller frem mod 2040. Naturgaspriserne forventes at stige noget igennem perioden. I 2040 er naturgasprisen i centrale områder ca. 55 kr./GJ, mens den er ca. 59 kr./GJ i decentrale områder.

Bio- og træaffald regnes med en brændselsomkostning på 7.5 kr./GJ mindre end prisen for flis.

Ved konvertering fra ton til energimængde i affaldet antages en konstant brændværdi på 10.6 GJ/ton.

11.3 Elpriser og elnettariffer

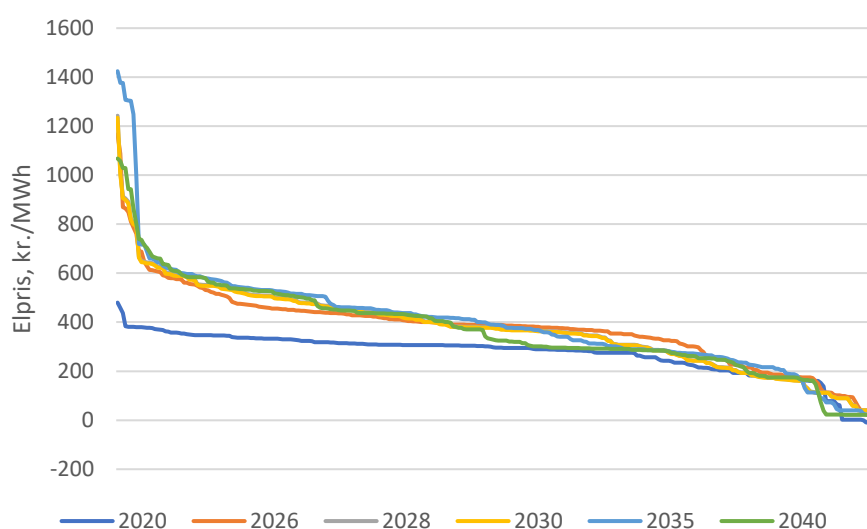
Som input til modelberegningerne anvendes der forudsætninger om elprisens udvikling i Danmarks nabolande og om udviklingen i eltransmissionskapaciteten til disse lande. I den anvendte version af modellen anvendes elprisen som et input til beregning af drift og investeringer i fjernvarmesystemerne. Priserne er beregnet med Balmorel ud fra de givne forudsætninger om udvikling af brændselspriser og den internationale CO₂-pris i en version af modellen, hvor en relativt detaljeret repræsentation af elsystemet i landene i Nordeuropa indgår. I prisfremskrivningen regnes der med, at der sker en betydelig udvikling i retning af et grønnere elsystem i overensstemmelse med EU's langsigtede målsætninger. Tabellen nedenfor viser den resulterende, gennemsnitlige, årlige elpris for de to danske prisområder i referencescenariet.

DKK19/MWh	DK1	DK2
2020	254	261
2026	358	354
2028	361	356
2030	359	354
2035	394	391
2040	370	364

Tabel 17: Elpriser givet i DKK19/MWh for DK1 og DK2 i referencescenariet.

Det fremgår, at elprisen forventes at stige frem mod 2040 fra ca. 250 kr./MWh i dag til knap 360 kr./MWh i 2030.

I ovenstående tabel er vist den gennemsnitlige elpris over året. Elprisen udregnes i Balmorel for hver time, og disse timepriser indgår som input til modelanalyserne. Således kan det enkelte produktionsanlæg opnå en højere eller lavere elpris afhængig af, hvordan produktionen tilrettelægges i forhold til elprisen. Figuren nedenfor viser varighedskurver over elprisens variation i de 5 beregningsår.



Figur 22: Varighedskurver for elprisens variation i referencescenariet. Timerne er sorteret fra time med højeste pris til time med laveste pris (varighedskurve).

PSO-tariffen udfases helt frem mod 2022. De øvrige tariffer (system, transmission og distribution) antages fortsat at afregnes efter samme princip som i dag, dvs. helt overvejende som en energibetaling. Den samlede eltarif antages for hele analyseperioden at ligge på ca. 17,5 øre/kWh. Denne tarif er gældende ved tilslutning af større kunder som fx eldrevne varmepumper i fjernvarmen.

Det drøftes i øjeblikket, om tarifstrukturen skal omlægges, og der ses dels på muligheder for en tidsdifferentieret struktur og muligheder for at omlægge tarifferne, så de indeholder et højere fast og et lavere variabelt bidrag. Men da de konkrete resultater af disse drøftelser endnu ikke er kendt, er det har valgt at fastholde den eksisterende tarifstruktur, hvor størstedelen af tariffen er variabel.

11.4 Afgifter

Liste B er beregnet vha. af Balmorel som udfører en privatøkonomisk system-optimering. Affaldsafgifterne er todelte bestående af en affaldsvarmeafgift og en tillægsafgift. Affaldsvarmeafgiften betales af den leverede fjernvarme. Tillægsafgiften pålægges brændslet, og den brændværdi affaldet indeholder, men beregnes på basis af den producerede varme med afgiftsfritagelse for den del, som anvendes til elproduktion. CO₂-afgiften er pålagt som en emissionsafgift på samme måde som for andre ikke-bionedbrydelige brændsler.

For kraftvarmeanlæg (ovnlinjer) med røggaskondensering kan der opnås en rabat på tillægsafgiften. Reglerne herfor er nærmere beskrevet i kulafgiftslovens §5, stk. 9.

Nedenstående tabel giver en oversigt over de gældende satser i 2020.

2020 afgifter, kr./GJ_brændsel	Energiafgift	CO2 afgift
Affald	47,3	
- affaldsvarmeafgift	20,8 kr./GJ varme	177 kr./ton
- tillægsafgift	31,8	(~ 6,55 kr./GJ) ¹⁹

Tabel 18: Afgifter for varmeproduktion. Bemærkning: Affaldsvarmeafgiften beregnes som $47,3 - 31,8/1,2 = 20,8$ kr./GJ. Løvsatsen er 47,3 kr./GJ, men virksomhederne får et fradrag svarende til tillægsafgiften delt med 1,2.

For fossile brændsler antages de nuværende afgifter at være gældende gennem hele perioden. Dvs. de gældende energiafgifter fastholdes i faste priser.

Elvarmeafgiften sænkes som aftalt i juni 2020 i "Klimaaftale for energi og industri mv. 2020", så den fra 2021 ligger på EU's minimumssats på lige over 0 øre/kWh.

Der gives ikke elproduktionstilskud til nye kraftvarmeanlæg på fast biomasse. For eksisterende anlæg er der for hvert anlæg taget hensyn til, at den nuværende støtte på 150 kr./MWh udløber efter 20 år for nyetablerede anlæg og efter 15 år for ombyggede anlæg og erstattes af et væsentligt lavere støtteniveau.

¹⁹ Med en CO₂-emissionsfaktor på affald på 37 kg/GJ.

11.5 CO₂ indhold i affald

CO₂ indholdet i affaldet udvikler sig som følge af affaldssammensætningen og udviklingen i plast udsortering. CO₂ indholdet i affald som er anvendt i denne rapport kan aflæses i tabellen.

År	2021	2022	2023	2024	2025
Emissionsfaktor [Kg / ton affald]	375	357	338	324	300
År	2026	2027	2028	2029	2030
Emissionsfaktor [Kg / ton affald]	279	258	237	217	200
År	2031	2032	2033	2034	2035
Emissionsfaktor [Kg / ton affald]	200	200	200	200	200
År	2036	2037	2038	2039	2040
Emissionsfaktor [Kg / ton affald]	200	200	200	200	200

Tabel 19: Emissionsfaktor for CO₂ i affald i Danmark.

11.6 Emissionsomkostninger

Til udledninger anvendes Miljøstyrelsens satser for CO₂, SO₂, NO_x og partikler, hvor Tabel 20 giver et overblik over samfundsøkonomiske skadesomkostninger fra emissioner. Skadesomkostningerne for CO₂ udvikler sig år for år. For at give et overblik over denne udvikling kan skadesomkostninger for henholdsvis 2020, 2030 og 2040 aflæses i tabellen. Skadesomkostninger for dioxiner baseres på Skatteministeriet 2018²⁰.

Emissionsomkostning SO ₂ [Kr. / kg]	Emissionsomkostning NO _x [Kr. / kg]	Emissionsomkostning PM2.5 [Kr. / kg]	Emissionsomkostninger dioxiner [Kr. / g]	Emissionsomkostning CO ₂ 2020-2030-2040 [Kr. / ton]
20	15	47	3.200.000	214 – 287 – 385

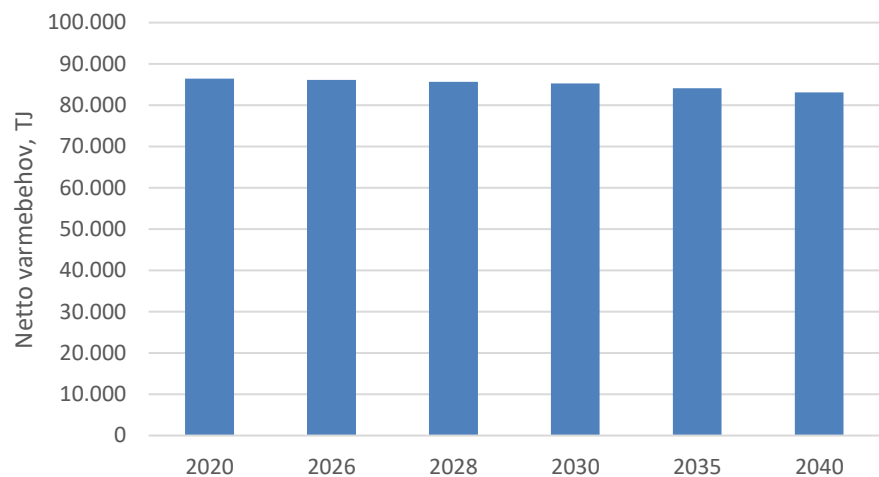
Tabel 20: Samfundsøkonomiske skadesomkostninger for emissioner. MST 2019

Der laves en følsomhedsanalyse for Liste B, hvor CO₂-omkostningen hæves lineært til 1.500 kr./ton i 2030, hvilket er niveauet Klimarådet vurderede svarer til reduktionsomkostningerne for nogle af de dyreste tiltag for at opfylde 70% målsætningen.

²⁰ <https://www.skm.dk/media/6046/afgifts-og-tilskudsanalysen-delanalyse-3.pdf>

11.7 Varmebehovet i Danmark

Der forudsættes en fortsat udbygning af fjernvarmen, der dog afbalanceres af fortsat fokus på varmebesparelser, så fjernvarmeforbruget er nogenlunde konstant gennem perioden. Figuren nedenfor viser udviklingen i fjernvarmebehovet i de områder, som indgår i analysen.



Figur 23: Fjernvarmebehovet i Balmørel i de berørte fjernvarmeområder.

11.8 Transportomkostninger

Der er fastlagt transportomkostninger for de to typer affaldsfraktioner der anvendes i analysen: Industriaffald og husholdningsaffald.

Eksternaliteter

Transportomkostningerne repræsenterer de selskabsøkonomiske omkostninger, dog tillagt de eksternaliteter for lastvognstransport der ikke er dækket af gældende afgiftsbetalinger. Disse eksternaliteter er primært bidrag til vejslid og trængsel og er i mindre grad miljø. Eksternaliteter er i forbindelse med projektet *Grøn Roadmap 2030*²¹ vurderet til 2,5 kr/km for lastbiler.

Brotakst

Ved anvendelse af brotakst er der for alle transporter anvendt en takst på 1378 kr med udgangspunkt i <https://storebaelt.dk/priser/priser-erhverv/>. Ved et læs på 30 ton bliver brotaksten (to gange brotakst) godt 90 kr/ton.

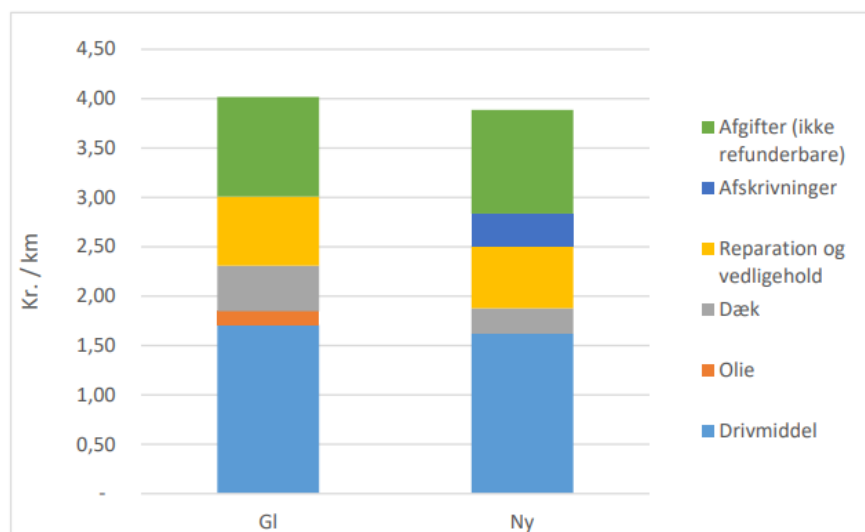
Kilometerpriser industriaffald

Til beregningen anvendes data fra notatet "Opdatering af kørselsomkostninger i transportøkonomiske enhedspriser" udarbejdet af COWI for Transportministeriet i 2016.

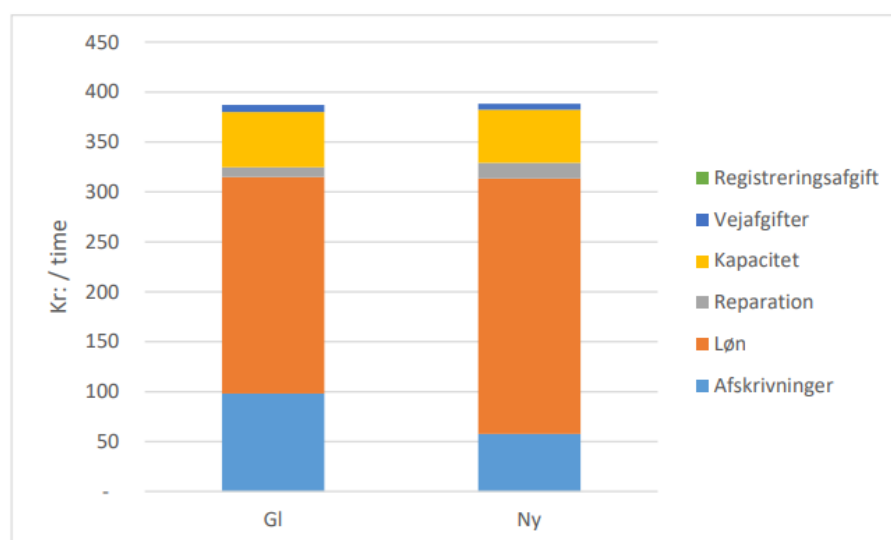
²¹ <https://www.ea-energianalyse.dk/da/publikationer/1459-groen-roadmap-2030/>

For lastbiler er omkostningerne data opdelt i kilometerafhængige og tidsafhængige kørselsomkostninger.

Figur 6-4 Sammenligning af kilometerafhængige kørselsomkostninger for lastbiler



Figur 6-5 Sammenligning af tidsafhængige kørselsomkostninger for lastbiler



Under antagelse om en gennemsnitshastighed på 75 km/h, kan de tidsafhængige omkostninger oversættes til 5,1 kr/km. Sammelagt bliver omkostningerne hermed $3,8 + 5,1 + 2,5 = 11,4$ kr/km.

Ved systematisk transport af affald fra fx Vestdanmark til Østdanmark regnes der ikke med returtransport. For hver aktiv transportkilometer skal der derfor køres en passiv returkørsel til samme omkostning. Den samlede kilometerpris

bliver hermed 23,4 kr/km. Da ovennævnte omkostninger er et gennemsnit over mindre lastvogne uden hænger til større lastvognstog tillægges 20% for at tallene er repræsentative for lastvognstog med 30 ton last. Den samlede omkostning per kilometer for industriaffald bliver hermed 0,9 kr/ton/km.

Husholdningsaffald Omkostningerne til transport af husholdningsaffald er større end fr transport af industriaffald. Det vurderes at transporten skal ske i helt lukkede køretøjer, med mindre lastevne, fx 20 tons nyttelast, og efter omlast. Som et groft overslag antages transportomkostningerne for både vej og bro at ligge 50% højere end for industriaffald, altså 1,35 kr/ton/km.

Pramning Skibstransport eller pramning baserer sig primært på omkostningsoplysninger vedr. skibstransport fra England til Skåne i Sverige (2018). Ved skibstransport/pramning er afstand ikke det væsentligste. Her spiller den faktiske logistik i de konkrete havne der er til rådighed vedr. læsning/losning/havnepenge mv. en betydelig rolle. Denne logistik vil muligvis skulle forberedes grundigt med langsigtede aftaler.

Omkostningen er vurderet til 250 kr/ton for industriaffald – men med betydelig usikkerhed. For husholdningsaffald vurderes omkostningen at være 20% højere.

Input fra affaldsselskaber Tre affaldsselskaber har leveret erfaringsbaseret input. Et selskab har bekræftet, at en pris for industriaffald på lige under 1 kr./ton/km er rimeligt. To andre selskaber har erfaret lavere priser ved transporter fra Vestdanmark til Østdanmark. Når der korrigeres for brotakst, svarer de angivne priser til kun omkring 0,4 kr/ton/km. Hertil skal lægges ca. 10 øre/km i eksternalitetsomkostninger – i alt ca. 0,5 kr/ton/km.

Input fra affaldsselskaberne er hermed meget forskellige, og viser nok også at priserne på lastvognsfragt er konjunktur og situationsafhængige. Vi vurderer dog, at de omkostningsbaserede beregninger er et retvisende udtryk for langsigtede transportomkostninger – under forudsætning af at bilerne kører uden returlæs.

Priser til modelberegningerne Der anvendes i modellen 2 typer transportomkostninger: 1) Omkostning per km og 2) vejafgifter. Vejafgifterne er omkostningerne ved at fx krydse en bro eller sejle affaldet fra fx Bornholm.

Prisen per km afhænger af typen af affald som transporteres og er fastsat til 1,35 kr./km/ton for husholdningsaffald og 0,9 kr./km/ton for industriel og importaffald.

Der er i alt 4 vejafgifter:

x	Husholdningsaffald	Industriel/import affald
Bornholm ↔ København	360 kr./ton	240 kr./ton
Storebælt	150 kr./ton	90 kr./ton
Århus ↔ Køge	300 kr./ton	250 kr./ton
Århus ↔ København	300 kr./ton	250 kr./ton

11.9 Varmepumpedata

I systemoptimeringen (Liste B) investeres der i alternativ produktion, som i høj grad omfatter varmepumper. Tabel 21 viser de anvendte forudsætninger for varmepumper i Balmorel modellen. Der er indsat potentialer for bestemte typer varmepumper i forskellige fjernvarmeområder, fx vedrørende overskudsvarme- og middeltemperatur-varmepumper. Middeltemperatur-varmepumper dækker over varmepumper til spildevandsanlæg, grundvand, åer, m.m.

DKK19 2025	Investering Mio. kr./MW _{th}	Fast D&V 1000Kr./MW _{th} /år	Var. D&V Kr./MW _{th}	Virkningsgrad %
Luft	6,7 - 7,9	15,7	13,2-17,1	282-397%
Overskudsvarme	5,2 - 6,7	15,7	13,2-17,1	429-469%
Middeltemp	5,2 - 6,7	15,7	13,2-17,1	375-419%
Havvand	7,8 - 10,4	31,3	9,3	292-406%
Geo	17,4 - 19,0	120,4-152,5	44,7	337-467%

Tabel 21: Forudsætninger for varmepumper opdelt på type. Spændet beskriver variationen afhængig af kapacitet samt hvorvidt den installeres på transmission eller distribution, hvor en varmepumpe på transmissionsnettet har højere fremløbstemperaturer.

Virkningsgraderne varierer over året, hvor virkningsgraden i tabellen er den gennemsnitlig årsvirkningsgrad.

11.10 Ny affaldskapacitet

Det antages at efter 2030 (2031 og frem) er det muligt for modellen at investere i ny affaldskapacitet. Som udgangspunkt anvendes 2030-data fra Teknologikataloget for stor, mellem og lille kraftvarme samt affaldskedel,

kombineret med egne data for at udarbejde data for 4 forskellige størrelser kraftvarme- og 4 forskellige størrelser kedelteknologier.

Hvert affaldsområde tildeles muligheden for at investere en type kedel og en type kraftvarme. Det er vigtigt at pointere at størrelsen af enheden ikke er fast i optimeringen, da det er muligt for modellen at investere i både mindre og større anlæg, end det anlæg som dataene stammer fra. I stedet skal de fire forskellige størrelser repræsentere hvor stor skalafordel der forventes i et givent område. Fx vil et nye anlæg i københavnsområdet generelt være større og derfor billigere per MW sammenlignet med et nyt anlæg i fx Hammel.

Nedenstående tabeller opsummerer data anvendt i analysen. Tallet i navnet indikerer den ca. forbrændingskapacitet i ton/time.

DKK19 2030	Investering Mio. kr./MW _{ind}	Fast D&V 1000Kr./MW _{ind} /år	Var. D&V Kr./MWh _{ind}	Total-virk- ningsgrad %
KV 75	13	310	44	102,8%
KV 27	15	430	44	102,3%
KV 12	17	660	44	102,1%
KV 5	22	960	38	102,1%

Tabel 22: Data for nye kraftvarmeanlæg med affald som brændsel.

DKK19 2030	Investering Mio. kr./MW _{ind}	Fast D&V 1000Kr./MW _{ind} /år	Var. D&V Kr./MWh _{ind}	Total-virk- ningsgrad %
Kedel 75	11	280	44	105,8%
Kedel 27	12	390	44	105,8%
Kedel 12	13	580	44	105,8%
Kedel 5	14	720	44	105,8%

Tabel 23: Data for nye kedelanlæg med affald som brændsel.