

Effektiviseringspotentiale på forbrændingsanlæg og deponeringsanlæg i Danmark

Mette Bøgelund, Eva Willumsen og Mads Paabøl Jensen
COWI Rådgivende Ingeniører A/S

Indhold

FORORD	5
SAMMENFATNING OG KONKLUSIONER	7
SUMMARY AND CONCLUSIONS	15
1 INDLEDNING	19
1.1 BAGGRUND	19
1.2 FORMÅL	19
1.3 PROJEKT, FØLGEGRUPPE OG ARBEJDSGRUPPE	20
1.4 DISPOSITION	20
2 PROJEKTET	21
2.1 PROJEKTETS RAMMER	21
2.2 PROJEKTETS FORLØB	21
3 METODE	23
3.1 DEA-METODEN	23
3.2 VARIABLE I DEA-ANALYSEN	25
3.3 RESULTATER AF DEA-ANALYSEN	26
3.4 ROBUSTHEDSANALYSER	29
3.5 STATISTISKE METODER OG KVALITATIVE SAMMENLIGNINGER AF DEA-SCORERNE	30
3.6 FORSKEL PÅ DANSKE FORBRÆNDINGS- OG DEPONERINGSANLÆG	33
3.7 PROJEKTET I RELATION TIL SAMFUNDSØKONOMISK ANALYSE	35
4 EFFEKTIVISERINGSPOTENTIALE FOR FORBRÆNDINGSANLÆG	37
4.1 KONKLUSION	37
4.2 DATAGRUNDLAG	39
4.3 DEA-MODEL	50
4.4 KVALIFICERENDE DEA-ANALYSER	56
4.5 SUPPLERENDE ANALYSER	61
4.6 KVALIFICERING AF TEKNISK POTENTIALE OG SKALAPOTENTIALE	63
4.7 RESULTATERNES ROBUSTHED	69
5 EFFEKTIVISERINGSPOTENTIALE FOR DEPONERINGSANLÆG	74
5.1 KONKLUSION	74
5.2 DATAGRUNDLAG	75
5.3 DEA-MODEL	87
5.4 KVALIFICERENDE DEA-ANALYSER	92
5.5 SUPPLERENDE ANALYSER	95
5.6 KVALIFICERING AF POTENTIALE	98
5.7 RESULTATERNES ROBUSTHED	108
6 LITTERATUR	113

Forord

Denne publikation er den endelige afrapportering af et projekt om effektiviseringspotentialer på forbrændings- og deponeringsområdet. Projektet er finansieret af Miljøstyrelsen og udført af COWI A/S i 2001.

Baggrunden for projektet er Finansministeriets behandling af affaldssektoren i ”Miljøvurdering af finanslovsforslaget for 2000”. Her konkluderes, at ”en øget effektivitet via f.eks. udlicitering og benchmarking i affaldssektoren vil betyde, at det er muligt at opnå samme miljøtilstand for færre økonomiske omkostninger.” For at sikre en analyse med tilstrækkelig vægt på miljøfaktorer valgte Miljøstyrelsen at foreslå to projekter:

- Effektiviseringspotentialer på forbrændings- og deponeringsområdet
- Forudsætninger for og konsekvenser af en liberalisering af affaldssektoren

Formålet med effektiviseringsprojektet er at afdække, om der er et effektiviseringspotentialer på forbrændings- og deponeringsområdet, og – i givet fald – afdække årsagerne til et sådant potentialer. Der er tale om en analyse af sektoren som helhed, og der er således ikke fokus på det enkelte anlæg.

Projektet er et benchmarking analyse baseret på 2000 data, hvor alle anlæg måles mod de mest effektive i sektoren. I fremstillingen af resultaterne er det tilstræbt at sætte fokus på, hvad der karakteriserer de bedste anlæg. På den måde skal projektet være en del af en proces, hvor alle anlæg lærer af hinanden og dermed bliver mere effektive både i forhold til miljø og omkostninger. Projektet kan følges op af nye benchmarking undersøgelser inden for de næste år så det bliver muligt at følge udviklingen på området.

Effektiviseringsprojektet er starten på en proces, som skal føre til en fortsat dynamisk udvikling i affaldssektoren med fokus på både miljømæssig og økonomisk effektivisering.

Sammenfatning og konklusioner

I denne rapport kortlægges størrelsen af et eventuelt effektiviseringspotentiale på forbrændingsanlæg og deponeringsanlæg i Danmark. Herudover indeholder rapporten en vurdering af, i hvilket omfang potentialet kan realiseres på kort og lang sigt og af hvem.

Projektets resultater er tilvejebragt på grundlag af en omfattende dataindsamling blandt forbrændings- og deponeringsanlæg i Danmark. Efterfølgende er der foretaget en benchmarking af de indberettede data. Hertil er der anvendt benchmarkingmetoden DEA, der kort fortalt karakteriserer en række anlæg som “de bedste” ud fra både en økonomisk og en miljømæssig vurdering og sammenligner de andre anlæg hermed. For at undersøge potentialerne nærmere, er der foretaget en række supplerende og kvalificerende analyser.

Der er altså ikke tale om en samfundsøkonomisk analyse. I en sådan analyse skal alle fordele og ulemper ved en realisering af potentialet medtages. Det betyder, at alle konsekvenser – som f.eks. øget transportafstand, hvis der bliver lukket anlæg – skal opgøres, værdisættes og sammenvejes.

Ikke desto mindre er analysen et vigtigt indspil til en samfundsøkonomisk analyse, idet resultaterne fra denne analyse kan bruges til at beskrive de alternative scenarier, som man vil underkaste en samfundsøkonomisk analyse.

De analyserede forbrændingsanlæg forbrændte mere end 85% af de samlede forbrændingsegnete affaldsmængder i år 2000. De analyserede deponeringsanlæg deponerede 75% af de samlede mængder på deponeringsanlæg for blandet affald¹.

De samlede bruttoomkostninger i år 2000 på de 23 forbrændingsanlæg, der indgår i analysen, var på ca. 1,7 mia. kr. Disse anlæg forbrændte ca. 2,5 mio. ton affald. De tilsvarende omkostninger på de 32 analyserede deponeringsanlæg var på 213 mio. kr. Der blev på disse anlæg endeligt deponeret knap 600.000 tons² i år 2000.

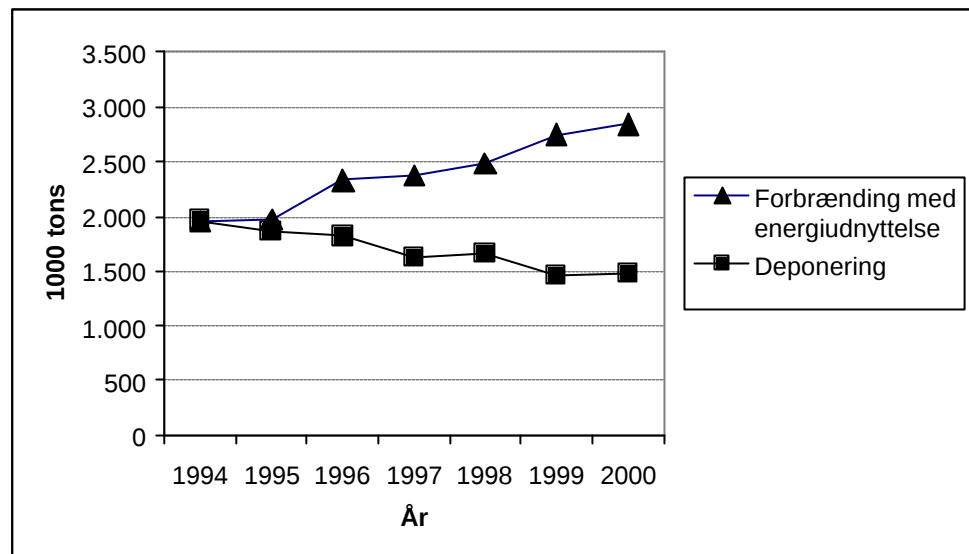
Tallene afspejler, at forbrændingsområdet er væsentligt større end deponeringsområdet både målt i omkostninger og behandlede mængder. Også driftsmæssigt er der tale om to helt forskellige områder, hvor forbrændingsanlæggene er mere komplicerede driftsmæssigt end deponeringsanlæggene og omfatter flere forskellige teknologier.

Ydermere har udviklingen i mængder til forbrænding og deponering været vidt forskellige igennem de seneste år. Udviklingen ses i figuren nedenfor.

¹ Analysen omfatter ikke fyldpladser, specialdepoter og industrielle deponeringsanlæg.

² Heri er ikke medregnet ren jord og mellemdeponeret mængde.

Figur 0.1 Udviklingen i forbrændte og deponerede totale mængder³



Kilde: Miljøstyrelsen.

I analysen indgår kun anlæg, der modtager blandet affald. Det er derfor ikke muligt at sammenholde det totale tal med de 600.000 tons endeligt deponeret affald og den mellemdeponerede mængde, der indgår i analysen. Men de fleste af de anlæg, der indgår i analysen, har også oplevet faldende mængder i de seneste år. Samlet set er deres mængder faldet med ca. 35% fra 1997-2000.

Den førte affaldspolitik i Danmark sigter primært mod forebyggelse af alle typer af affald. Hernæst prioriteres genanvendelse, forbrænding med energiudnyttelse og til sidst deponering. Udviklingen i affaldsmængderne til de enkelte behandlingsformer skal således ses i lyset af den førte affaldspolitik.

De forbrændte mængder er steget med ca. 50% fra 1994 til 2000, svarende til en stigning på ca. 7% per år. De deponerede mængder er derimod faldet med ca. 25% i samme periode, svarende til et fald på knap 5% per år. Denne udvikling har betydning for den relative størrelse af effektiviseringspotentialerne.

Effektiviseringspotentialer for forbrændingsanlæg

I alt 23 af de 31 danske forbrændingsanlæg⁴ indgår i undersøgelsen. Disse anlæg forbrændte i år 2000 hver især mellem 20.000 og 500.000 tons affald, så der er stor størrelsesmæssig spredning mellem anlæggene. Også på andre områder er anlæggene forskellige. Anlæggene har vidt forskellig alder og teknologi. Størstedelen af anlæggene producerer både varme og el på alle eller en del af ovnene, mens få anlæg kun producerer varme.

³ Figuren indeholder mængder til forbrænding ekskl. slam og mængder til mellemdeponering, deponering af ren jord og deponering ekskl. slagger, flyveaske mv. I 2000 udgjorde den deponerede mængde ren jord – på registreringspligtige anlæg – 62.000 tons.

⁴ Forbrændingsanlæg ekskl. slamforbrændingsanlæg, anlæg til forbrænding af farligt affald og industrielle forbrændingsanlæg.

Samtidig ses en stor forskel i relation til eksempelvis luftemissioner, hvilket afspejler, at anlæggene i forskellig grad har tilpasset deres teknologier til kommende skærpede krav, primært fra EU⁵.

Analysen peger dog på, at de danske forbrændingsanlæg generelt ikke adskiller sig meget fra hinanden ud fra en effektivitetsvurdering. Således er der identificeret et teknisk effektiviseringspotentiale (dvs. relateret til anlægges drift) på 7 anlæg og et skalapotentiale (dvs. relateret til stordriftsfordele) på 15 anlæg. Når der tages højde for udvidelsesplaner og varmemarked, vurderes det, at der kun er et effektiviseringspotentiale på ca. halvdelen af de analyserede anlæg. Der er her taget højde for forskellene mellem anlæggene, eksempelvis kapacitet, emissioner og produktionen af enten kraftvarme eller varme.

De variable, der eksplicit er inddraget i DEA-analysen ses i tabellen nedenfor. Endvidere er der undersøgt en række andre forhold i supplerende statistiske analyser samt foretaget følsomhedsanalyser.

Tabel 0.1 Input og output i basis DEA-analysen

Variabel	Enhed
Samlede bruttoomkostninger	Kr
Partikelemissioner	Kg
SO ₂ -emissioner	Kg
Ikke-genanvendt slaggemængde	Ton
Forbrændt mængde	Ton
Produceret mængde varme	GJ
Produceret mængde el	MWh

Note: Alle variable er årlige for 2000.

Analysen peger på, at det realiserbare effektiviseringspotentiale på forbrændingsområdet er på 135-155 mio. kr. i år 2000, svarende til 8-10% af de samlede omkostninger. Der er altså tale om et relativt lille potentiale. Imidlertid er en stor del af potentialet koncentreret på få anlæg.

Mængderne til forbrænding har været stigende over en årrække, og på grund af en bevidst politik om at sikre lige netop den nødvendige kapacitet kører stort set alle forbrændingsanlæg på deres kapacitetsgrænse. Det har givetvis en betydning for størrelsen af effektiviseringspotentialet, da kapitalapparatet dermed udnyttes fuldt ud.

En del af potentialet vurderes at kunne realiseres på kort sigt, det vil sige inden for 1-5 år, og en del på lang sigt, det vil sige 10-15 år. Endvidere er det forskelligt, hvem der kan realisere potentialet: Anlæggene selv eller andre interessenter, eksempelvis myndigheder. Hvis et anlæg f.eks. ønsker at udvide, så skal udvidelsen godkendes af myndighederne.

Tabellen neden for viser fordelingen af potentialet i kategorierne tidshorisont og aktør.

⁵ Alle anlæg skal inden udgangen af 2005 leve op til det nye EU forbrændingsdirektiv.

Tabel 0.2 Opdeling af effektiviseringspotentialer på forbrændingsområdet i Danmark, mio. kr. i år 2000

Aktør Tidshorisont	Anlæg	Ikke anlæg	I alt
Kort sigt	120-130	-	120-130
Lang sigt	-	15-25	15-25
I alt	120-130	15-25	135-155

En stor del af det kortsigtede potentiale findes på anlæg med mange uplanlagte driftsstop. Det skal bemærkes, at flere anlæg har opereret på kapacitetsgrænsen i flere år. Med de igangværende udvidelser må antallet af uplanlagte driftsstop formodes at falde i de kommende år givet konstante mængder affald til forbrænding.

For det langsigtede potentiale peger analysen på, at der er et skalapotentiale, som kan realiseres, hvis en række af anlæggene modtager mere affald og formår at udnytte stordriftsfordele (skalapotentiale). Potentialet relateret til stordriftsfordele kan realiseres, hvis anlæggene kan reducere omkostningerne pr. ton ved at modtage mere affald.

Det vurderes, at udviklingen i affaldsmængderne til forbrænding giver det nødvendige grundlag for at udnytte stordriftsfordelene ved udvidelse af anlæggene fremfor sammenlægning af anlæg. Der er allerede i dag planlagt en udvidelse af visse anlæg, og de seneste analyser⁶ viser, at denne udvidelse gør at kapaciteten er tilstrækkelig allerede fra 2004. Det identificerede potentiale vurderes derfor at kunne realiseres med den nuværende struktur.

Det er ikke direkte undersøgt, hvor mange ressourcer, der skal til for at realisere potentialerne. Men der er tale om et nettopotentiale i den forstand, at eventuelle meromkostninger er indregnet, da potentialet er bestemt ud fra anlæg, der har tilsvarende lavere omkostninger, men som allerede har foretaget en evt. driftsinvestering. Bruttonetpotentialet kan altså være større end det potentiale, der er vist her.

Det skal endelig pointeres, at det viste potentiale undervurderer af det reelle potentiale, da der ikke er taget højde for, at de "bedste" anlæg i analysen muligvis kan blive bedre. Det er ikke muligt at vurdere størrelsesordenen af denne undervurdering, men interviews med udvalgte af "de bedste" anlæg tyder på, at også de er i gang med en løbende effektiviseringsproces, f.eks. ved indførelse af ny og mindre mandskabskrævende teknologi.

Foruden det økonomiske potentiale viser analysen, at der er et miljømæssigt "effektiviseringspotentiale". Anlæggene kan altså reducere deres udledninger til luften samtidig med at de behandler samme mængde affald. For partikler ligger det samlede potentiale i størrelsesordenen 5-13 tons i 2000, hvilket svarer til en besparelse på i gennemsnit 5-14 % af anlæggenes partikelemissioner. For SO₂ ligger det samlede potentiale i størrelsesordenen 63-147 tons i 2000, hvilket svarer til en besparelse på i gennemsnit 6-12 % af anlæggenes SO₂ emissioner.

⁶ Orientering nr. 11 fra Miljøstyrelsen: *Affaldsforbrænding i 2004 og 2008. Mængder og kapacitet.*

Effektiviseringspotentiale for deponeringsanlæg

I alt 32 af de 53 danske deponeringsanlæg, der modtager blandet affald, indgår i undersøgelsen⁷. Hvert anlæg modtog i år 2000 mellem få tusinde og over 60.000 tons affald til endelig deponering, så ligesom på forbrændingsområdet er der stor størrelsesmæssig spredning mellem anlæggene. På andre områder er anlæggene også forskellige, primært i forhold til geografisk placering og udformning, eksempelvis deponeringshøjde, membranforhold og perkolatopsamlingsforhold. Endelig er der forskel på, hvilke affaldstyper anlæggene kan modtage.

De variable, der eksplicit er inddraget i DEA-analysen, ses i tabellen nedenfor. Endvidere er en række andre forhold undersøgt i de supplerende statistiske analyser.

Tabel 0.3 Input og output i basis DEA-analysen, deponering⁸

Variabel	Enhed
Samlede omkostninger, ekskl. perkolatomkostninger og ekskl. gasomkostninger	Kr
Deponeret mængde (ekskl. ren jord)	Ton
Mellemdeponeret mængde (ekskl. ren jord)	Ton

Note: Alle variable er årlige for 2000.

Analysen peger på, at de danske deponeringsanlæg også ud fra en effektivitetsvurdering adskiller sig meget fra hinanden. Der er identificeret et effektiviseringspotentiale på 30 ud af de 32 analyserede anlæg. Men hvis der tages højde for forskelle mellem anlæggene i relation til mængder, deponeringshøjde og alder, udjævnes disse effektiviseringsforskelle betydeligt. Der er dog stadigvæk større forskel på deponeringsanlæggene end på forbrændingsanlæggene ud fra en effektiviseringssynsvinkel.

Analysen peger på, at det realiserbare effektiviseringspotentiale på deponeringsområdet er på 55-90 mio. kr årligt, svarende til i gennemsnit 25-40% af de totale omkostninger. Der er altså tale om et forholdsvis stort potentiale relativt set, men dog mindre totalt set end på forbrændingsområdet.

En del af potentialet kan realiseres på kort og en del på lang sigt. Endvidere er det forskelligt, hvem der kan realisere potentialet: Anlæggene selv eller andre interessenter, eksempelvis myndigheder (f.eks. ved udvidelser). Tabellen neden for viser fordelingen af potentialet i disse kategorier.

⁷ Analysen omfatter altså ikke fyldpladser, specialdepoter og industrielle deponeringsanlæg.

⁸ Perkolat- og gasomkostningerne er fraregnet for at stille anlæggene lige på disse områder. I modsætning til forbrændingsanalysen, hvor miljøeffekterne er medtaget eksplicit, er der således tale om en ren økonomisk analyse på deponeringsområdet. Beregningsmetoden sikrer dog, at anlæg, der har omkostninger forbundet med perkolatopsamling og gasindvinding, ikke straffes for dette. Miljøparametre på deponeringsområdet er desuden vurderet i de supplerende analyser.

Tabel 0.4 Opdeling af effektiviseringspotentialer på deponeringsområdet i Danmark, mio. kr. i år 2000

Aktør Tidshorisont	Anlæg	Ikke anlæg	I alt
Kort sigt	30-50	5-10	35-60
Lang sigt	15-20	5-10	20-30
I alt	45-70	10-20	55-90

Analysen peger på, at over halvdelen af det kortsigtede potentiale skyldes høje udgifter til personale og eksterne tjenesteydelser. For det langsigtede potentiale peger analysen på, at der er et mindre skalapotentiale, som kan realiseres, hvis en række af anlæggene i fremtiden kan udnytte de identificerede stordriftsfordele. Dette kan eksempelvis ske ved, at andre anlæg lukker, og at mængderne herfra tilføres de pågældende anlæg.

De samlede mængder til deponering forventes ikke at stige i de kommende år i Danmark. Dog vil en række mindre fyldpladser og enkelte egentlige deponeringsanlæg lukke inden for en årrække på grund af skærpede regler for deponering. Dette vil formentlig øge mængden af affald til deponering på de analyserede deponeringsanlæg. Dette vurderes dog ikke at være tilstrækkeligt til at kunne realisere det identificerede skalapotentiale, hvorfor det kun kan realiseres ved en diskussion af antal og størrelse af deponeringsanlæg i Danmark.

De faldende mængder til deponering – som skyldes en aktiv affaldspolitik – har givetvis spillet en stor rolle for effektiviseringspotentialer på deponeringsområdet. I deponeringsanlæggenes rammebetingelser er der ikke indlagt krav om kapacitetstilpasning (ændring af åbningstid, sammenlægning, lukning af anlæg, personalereduktion eller anden form for effektivisering) ved faldende mængder. I stedet giver de faldende mængder en forlængelse af levetiden på de nuværende deponeringsanlæg, hvilket selvfølgelig er positivt.

En væsentlig årsag til effektiviseringspotentialerets størrelse er, at der på deponeringsanlæggenes er sket forskellige grader af kapacitetstilpasninger i takt med de faldende mængder.

Det er ikke direkte undersøgt, hvor mange ressourcer, der skal til for at realisere potentialerne. Men der er tale om et nettopotentiale i den forstand, at eventuelle meromkostninger er indregnet, da potentialer er bestemt ud fra anlæg, der har tilsvarende lavere omkostninger, men som allerede har afholdt en evt. driftsinvestering. Bruttopotentialer kan altså være større end det potentiale der er vist her.

Modsat forbrændingsanalysen skønnes det ikke, at de bedste anlæg kan blive meget bedre. Ved interviews med de effektive anlæg er det nemlig konstateret, at disse allerede i en årrække har gennemgået en effektiviseringsproces. Deponeringsanlæg er mindre teknisk tunge end forbrændingsanlæg, og effektivisering på deponeringsanlæg er derfor mindre knyttet til ny teknologi end på forbrændingsanlæg. Derfor skønnes der ikke at være et betydeligt højere potentiale end det, der er identificeret her.

Ikke en samfundsøkonomisk analyse

Formålet med denne analyse har ikke været at udarbejde en samfundsøkonomisk analyse, hvor alle fordele og ulemper for samfundet sammenvejes.

Generelt set skal samtlige relevante konsekvenser medtages i en samfundsøkonomisk analyse af en given aktivitetsændring (det vil f.eks. sige lukning eller udvidelse af et anlæg). Det betyder, at samtlige konsekvenser skal opgøres (i ton, km, mwh, timer, år etc.), værdisættes i kr. og derefter sammenvejes.

Konsekvenser ved en ændring af strukturen på affaldsområdet kan bl.a. omfatte ændringer i adgang til varmemarkedet, transportmønstre, udledningen af spildevand, lugt, støj og restprodukter og risiko for grundvandsforurening.

Det er også vigtigt, at der ved anvendelse af resultaterne fra denne analyse tages hensyn til andre relevante forhold omkring anlægget og dets ansatte, blandt andet arbejdsmiljø og beskæftigelsessituation.

Endelig er der hele diskussionen om sektorens organisering, men dette hører hjemme i en politisk diskussion.

Summary and conclusions

This report is an analysis of the Danish incineration plants and landfills. The report quantifies the potential for increasing the effectiveness of incineration plants and landfills in Denmark. Moreover, it includes an assessment of the extent to which the potential can be realised in the short and long term and by whom.

The results of the project have been obtained on the basis of extensive data collection among incineration plants and landfills in Denmark. The collected data have been analysed by using the benchmarking method DEA - Data Envelopment Analysis. This method identifies a number of facilities as “the best” based on financial and environmental criteria, and compares the remaining facilities with “the best”. To analyse the potentials further, a number of supplementary analyses have been carried out.

It should be noted that the analysis is not a socio-economic analysis, as a socio-economic analysis would take all advantages and disadvantages into account. The aspect increased transport distance is for instance not included in the analysis.

The 23 incineration plants included in the analysis incinerated more than 85% of the total volumes suitable for incineration in the year 2000. Approx. 75% of the volumes suitable for disposal⁹ were disposed at the 32 landfills included in the analysis.

The total gross costs in the year 2000 of the 23 incineration plants were 1.7 billion DKK. The facilities incinerated approx. 2.5 million tonnes of waste. The corresponding costs of the 32 landfills were 213 million DKK. In the year 2000, almost 600 thousand tonnes¹⁰ of waste were disposed at these landfills.

The figures reflect that incineration is a substantially larger area than landfill disposal measured both in costs and volumes. Also from a technical point of view the two areas are rather different, the incineration plants using a more complex technology than the landfills.

Moreover, the volumes for incineration and the volumes for landfill disposal have developed rather differently over the last decade. The volumes for incineration have increased by 50% from 1994 to 2002, which corresponds to an annual increase of 7%. The volumes for landfill disposal have, however, decreased by 25% over the same period, corresponding to an annual decrease of 5%. This development influences the relative size of the potential for increasing effectiveness.

Potential for increasing effectiveness at the incineration plants

The analysis shows that the Danish incineration plants do not differ very much from each other. A technical potential for increasing effectiveness

⁹ The analysis does not cover dump sites, special landfill sites and industrial landfills.

¹⁰ This figure does not include earth and volumes for temporary disposal.

(related to the operation of the facilities) has been identified at 7 facilities and a scale potential (related to economies at scale) has been identified at 15 facilities. Taking extension plans and the heating market into account, it is assessed that approx. half of the incineration plants have a potential for increasing their effectiveness. This assessment takes into account the differences of the facilities, i.e. capacity, air pollution and production of either power or heat.

The analysis points to a potential for increasing effectiveness in the order of 135-155 million DKK in the year 2000 corresponding to 8%-10% of the total gross costs of the incineration plants. Hence, the potential is relatively small, but a large proportion of the potential is concentrated at few facilities.

The volumes for incineration have increased and due to a deliberate waste policy to assure the exact capacity, almost all incineration plants are operated at their capacity limit. This most likely affects (the size of) the potential for increasing effectiveness, because the capital is fully exploited.

It is assessed that some of the potential can be realised in the short term, i.e. within 1-5 years, some of the potential can be realised in the long term, which in this respect means within 10-15 years. Moreover, different stakeholders influence the realisation of the potential: The facilities themselves or other parties e.g. the authorities. If a facility wishes to extend its capacity, the extension needs approval by the authorities.

The table shows the financial potential of the incineration plants.

Tabel 0.1 Distribution of the potential for increasing effectiveness on the Danish incineration plants, million DKK in the year 2000

Time horizon	Incineration plant	Others	Total
Short term	120-130	-	120-130
Long term	-	15-25	15-25
Total	120-130	15-25	135-155

A large proportion of the potential is found at incineration plants with many unplanned production stops. It should be noticed that several facilities have been operating at their capacity limit for several years. With the ongoing extensions of some facilities, the number of unplanned production stops should decrease in the coming years given constant volumes for incineration.

It should be noticed that the potential for increasing effectiveness may underestimate the real potential, because the fact that “the best” facilities may improve is not taken into account. It is impossible to assess the potential underestimation, but interviews with some of “the best” facilities indicate that these facilities are also in a process of increasing effectiveness, e.g. by introducing new and less man power demanding technology.

Besides the financial potential, the analysis reveals a potential for improving environmental effectiveness. According to the analysis, the incineration plants should be able to reduce their air emissions at the same time as they incinerate the same waste volumes as today. For particles, the average reduction potential is around 5-13 tonnes in the year 2000, which on average corresponds to a decrease of 5%-14% of the total particle emissions. For SO₂,

the total reduction potential is around 63-147 tonnes, which on average corresponds to a decrease of 6%-12% of the total SO₂ emissions.

Potential for increasing effectiveness at the landfills

The analysis shows that the Danish landfills differ widely from each other efficiency-wise. A potential for increasing effectiveness was identified at 30 of the 32 landfills included in the analysis. However, if account is taken of economies of scale, disposal heights and age, the differences are to some extent reduced. There are, nevertheless, larger differences among the landfills than among the incineration plants.

The analysis points to a potential for increasing effectiveness of 55-90 million DKK in the year 2000 corresponding to 25%-40% of the total gross costs of the landfills. Hence, the potential is relatively large, though less in total than the potential at the incineration plants.

The table shows the financial potential of the landfills.

Tabel 0.2 Distribution of the potential for increasing effectiveness on the Danish landfills, million DKK in the year 2000

Time horizon	Landfill	Others	Total
Short term	30-50	5-10	35-60
Long term	15-20	5-10	20-30
Total	45-70	10-20	55-90

The analysis indicates that more than half of the short term potential is due to high costs of personnel and external services. Regarding the long term potential, the analysis indicates that there is a small potential relating to the size of the landfills, which can be effectuated if a number of the landfills exploit the identified economies of scale. This may be effectuated by closing down other landfills so that the volumes from these landfills can be disposed at the former.

The decrease in waste volumes for disposal – due to an active waste policy – has most likely played a major role in the potential for increasing effectiveness of the landfills, because the landfills have adjusted their capacity.

Contrary to the analysis of the incineration plants, it is assessed that “the best” landfills cannot improve. In interviews with “the best” landfills it is noted that these landfills have already been through an effectiveness process. The landfills' technology is less complicated than that of the incineration plants and increasing effectiveness of the landfills is therefore less connected to new technology. It is therefore assessed that there is no further potential than the potential identified here.

1 Indledning

1.1 Baggrund

Miljøstyrelsen har vurderet, at der var behov for en nærmere analyse af effektiviseringspotentialet på forbrændings- og deponeringsområdet.

Den direkte anledning er, at Finansministeriets “Miljøvurdering af finanslovsforslaget for 2000” indeholder et kapitel om “Affaldshåndtering – miljø og økonomi”. Her konkluderer Finansministeriet, at forskellene i behandlingsgebyrer bl.a. kan tilskrives forskelle i effektivitet i selskaberne.

På grund af affaldsområdets kompleksitet har Miljøstyrelsen imidlertid også vurderet, at det var nødvendigt at gennemføre et forprojekt, der skulle:

- Afdække økonomiske, tekniske, juridiske og organisatoriske problemstillinger, der knyttede sig til opgaven med at afdække effektiviseringspotentialet på områderne.
- Komme med anbefalinger, der kunne danne grundlag for opgave og metodebeskrivelse for det egentlige effektiviseringsprojekt.

Forprojektet er udarbejdet af Reno-Sam og afrapporteret i år 2000: “Forundersøgelse af effektiviseringspotentialet på forbrændings- og deponeringsområdet”. Det danner grundlag for dette projekt.

1.2 Formål

Formålet med projektet er at undersøge effektiviseringspotentialet inden for forbrændings- og deponeringsområdet. Det er undersøgt:

- om der er et effektiviseringspotentiale,
- hvor stort effektiviseringspotentialet i givet fald er,
- hvilke væsentlige årsager der kan forklare et sådant effektiviseringspotentiale,
- i hvilken grad det er muligt at realisere et sådant effektiviseringspotentiale.

1.3 Projekt, følgegruppe og arbejdsgruppe

Projektet har haft en følgegruppe med følgende deltagere:

- Affaldsteknisk Samarbejde
- Danske Energiselskabers Forening, Elsam
- Dansk Industri
- Energistyrelsen
- Finansministeriet
- Kommunernes Landsforening
- Konkurrencestyrelsen
- Københavns Kommune
- Miljøstyrelsen
- Reno-Sam

Følgegruppen har kommenteret og taget stilling til analyserne og rapporten.

Der har også været en arbejdsgruppe knyttet til projektet med repræsentanter for udvalgte anlæg. Arbejdsgruppen har gennemgået spørgeskemaet og har været anvendt som sparringspartner ved diskussion af resultaterne.

Projektet er gennemført af COWI.

1.4 Disposition

Rapporten indledes i kapitel 2 med en kort beskrivelse af projektets forløb. Der redegøres for, hvordan data er blevet indsamlet, ligesom præmisserne for analysen og formidlingen diskuteres.

I kapitel 3 beskrives den overordnede tilgang og metode, der er anvendt til at analysere og identificere effektiviseringspotentialer.

I kapitel 4 og 5 redegøres for resultaterne af henholdsvis forbrændings- og deponeringsanalysen. Hvert af de respektive kapitler indledes med et resumé af resultaterne og en kort beskrivelse af datagrundlaget, herunder resultatet af dataindsamlingen. Herefter følger en beskrivelse af effektiviseringspotentialer.

Endelig indeholder rapporten en række bilag. Bilag 1 indeholder en teknisk beskrivelse af DEA metoden. Bilag 2-8 indeholder resultaterne af de kvalificerende DEA-analyser og statistiske analyser på forbrændingsområdet, mens bilag 9-17 indeholder resultaterne af de kvalificerende DEA-analyser og statistiske analyser på deponeringsområdet.

Visse steder i teksten er der placeret grå bokse. De indeholder enten eksempler på den anvendte metode, uddybende bemærkninger eller citater fra udvalgte anlæg.

2 Projektet

2.1 Projektets rammer

Projektet omhandler situationen på forbrændings- og deponeringsområdet i år 2000. Alle data stammer fra år 2000.

Hvis der har været specielle forhold for år 2000 i forhold til tidligere år, er der taget højde for dette i analysen. Anlæggene har nemlig haft mulighed for at angive andre økonomital for året eller bemærke, hvis der har været specielle forhold i år 2000, eksempelvis indkøring af en ny ovn på et forbrændingsanlæg.

Derfor vurderes det, at resultaterne giver et udmærket generelt billede af forholdene på anlæggene.

2.2 Projektets forløb

Projektet er gennemført i følgende aktiviteter:

1. Definition af spørgeskema
2. Indsamling af data, opfølgning og validering
3. Analyse
4. Formidling

Disse aktiviteter beskrives kortfattet i det følgende.

Definition af spørgeskema

Forud for definition og opbygningen af spørgeskemaet blev de nødvendige data og informationer identificeret. Identifikationen blev foretaget på baggrund af forundersøgelsens resultater og anbefalinger, og følgegruppen blev konsulteret.

Dataidentifikationsprocessen foregik i dialog med Reno-Sam, der i et par år har arbejdet med nøgletals- og proces-benchmarking af affaldsbehandlingen i Danmark. Dialogen med Reno-Sam havde specielt indflydelse på udformningen af spørgeskemaet omkring de økonomiske forhold, idet et spørgeskema udarbejdet af Reno-Sam om økonomiske forhold i tilpasset form dannede udgangspunktet for spørgeskemaet om økonomi. Dette lettede besvarelsen for anlæg, der deltager i Reno-Sams projekt.

Det generelle spørgeskema blev diskuteret med følgegruppen og arbejdsgruppen for at sikre, at der blev spurgt til de produktionsvariable og forhold i øvrigt, der er afgørende for anlæggenes effektivitet.

Indsamling af data, opfølgning og validering

Anden fase af projektet bestod i at indsamle og validere de data, der er anvendt i projektet. Dataindsamlingen blev gennemført fra juni til og med oktober måned 2001.

Helt fra starten af projektet var det højt prioriteret at sikre så god en kvalitet af data som muligt.

Efter modtagelsen af besvarelserne blev de derfor kontrolleret og kvalitetssikret. Kontrollen omfattede en vurdering af konsistensen og sammenligneligheden af data. Dette gav anledning til, at en del problemområder blev identificeret. Som følge heraf er der fulgt op på besvarelser for en lang række anlæg. Anlæggene blev således kontaktet, hvis de oplyste størrelser så forkerte ud, eller hvis nogle centrale oplysninger manglede.

Især har økonomi-oplysningerne været i fokus ved opfølgningen til anlæggene. Det skal dog bemærkes, at en stor del af anlæggene deltager i Reno-Sams benchmarking-projekt. Disse anlægs besvarelser af økonomi-spørgsmålene må derfor formodes at være af høj kvalitet og konsistente.

Oplysningerne er herefter justeret og/eller suppleret. I enkelte tilfælde har COWI måttet anlægge skøn ud fra anlæggenes oplysninger og regnskaber.

Åbenhed og validitet

For at højne kvaliteten af data og for at sikre fuld åbenhed og klarhed om de oplysninger, der benyttes i analysen, blev der efter valideringen og justering sendt et brev ud til hvert enkelt anlæg. I brevet var en række af de mest centrale mængdemæssige og økonomiske størrelser angivet.

Proceduren gjorde det muligt for anlæggene at kontakte COWI, hvis de var uenige i de anvendte størrelser.

Anonymitet

Det skal understreges, at anlæggenes svar er behandlet anonymt, og at det derfor ikke er muligt at identificere enkelte anlæg i resultaterne.

Analyse

Efter indsamling og validering af data fulgte selve analysefasen. Analysemetoden er nærmere beskrevet i afsnit 3.

Formidling

Et vigtigt led i projektet har været at inddrage relevante parter i en dialog om projektet. Affaldsbranchens interesseorganisationer, overordnede myndigheder og andre umiddelbare interessenter er repræsenteret i følgegruppen. Der har endvidere været nedsat en arbejdsgruppe med repræsentanter for udvalgte anlæg til diskussion af faglige problemstillinger og diskussion af projektets formål og relevante aspekter fra anlæggenes synspunkt.

Projektet er endvidere præsenteret for Reno-Sams direktørkreds, på et møde om Reno-Sams Benchmarkingprojekt (med en bred kreds af anlæg) og i Elsam-regi. Der har desuden været afholdt et foredrag i forbindelse med SAF's årsmøde (Sammenslutningen af affaldsforbrændingsteknikere).

Som afslutning på projektet har resultaterne været fremlagt og diskuteret på et møde, hvortil repræsentanter fra alle deltagende anlæg var inviteret.

3 Metode

I dette afsnit skitseres den metode, der er anvendt til at identificere effektiviseringspotentialer på forbrændings- og deponeringsområdet.

Anvendelsen af *benchmarking* inden for såvel den private som den offentlige sektor bliver stadig mere udbredt. Benchmarking er defineret som *systematiske resultatsammenligninger og erfaringsudveksling baseret på målinger for at lære af de bedste på et område med henblik på selv at blive bedre*.

Benchmarking kan udføres ved hjælp af forskellige værktøjer, men i dette konkrete projekt er der anvendt en kombination af følgende metoder:

- DEA-metoden (Data Envelopment Analysis)
- Statistiske analyser suppleret med kvalitative sammenligninger og vurderinger

Metoderne er de mest korrekte at anvende til en sådan sammenligning af anlæg, og de er også anbefalet i forprojektet.

Elementerne i analysen beskrives i det følgende. Dernæst beskrives en række elementer, der betyder noget for anlæggenes effektivitet.

3.1 DEA-metoden

DEA er en økonomisk metode til produktivits- og effektivitetsvurderinger. Det grundlæggende rationale bag DEA-metoden er *relativ præstationssammenligning* af homogene enheder. Med homogene enheder menes enheder, der på et overordnet plan producerer de samme typer af ydelser med de samme input. Det betyder derimod ikke noget, om enhederne har forskellig størrelse.

Således er DEA en produktivits- og effektivitets-analysemetode, der kan undersøge enheders effektivitet i forhold til de *bedste enheder* inden for samme sektor.

Sprogbrug i rapporten

De “bedste enheder” kaldes i DEA-terminologi for *efficiente* enheder.

Denne sprogbrug er anvendt igennem hele rapporten.

De *efficiente* er de anlæg, der er mest effektive i relation til variablene i analysen. Disse anlæg har en score på 1, og effektiviseringspotentialer for disse efficiente anlæg er 0.

Alle andre anlæg sammenlignes med de efficiente anlæg. Anlæggenes præstationer vurderes altså ikke i forhold til en på forhånd fastsat norm for,

hvor god præstationen bør være. Der anlægges heller ikke nogen vægtning af omkostninger i forhold til miljø. Da de bedste muligvis også kan blive bedre, betyder dette, at effektiviseringspotentiallet måske undervurderes.

Begrebet effektivitet vedrører evnen til at konvertere de anvendte ressourcer (input) til den største effekt målt som flest mulige varer eller ydelser (outputs). Jo mindre input for et givent output, jo mere effektiv er et anlæg¹¹.

For en mere uddybende beskrivelse af DEA henvises til Bilag 1. I forprojektet findes endvidere en mere teknisk beskrivelse af DEA-metoden.

Eksempel på baggrunden for DEA-metoden

Betragt 3 forbrændingsanlæg: Anlæg A, B og C. Alle anlæg brænder 10.000 tons affald per år. Antag nu, at den væsentligste emission er partikler. Anlæggene har investeret forskelligt i røggasrensning, og har derfor forskellige emissioner af partikler og omkostninger per ton:

Anlæg	Partikler, g/ton	Omkostninger, kr/ton
A	20	1000
B	40	800
C	80	600

Det er umiddelbart ikke muligt at vurdere, hvilket anlæg der samlet set er "bedst". En sammenligning afhænger nemlig af, hvor stor vægt man lægger på partikelemissioner og økonomi.

Hvis man lægger mest vægt på omkostningerne, vil man udpege anlæg C som det bedste. Hvis man omvendt lægger mest vægt på emissionerne, vil man udpege anlæg A som det bedste.

DEA-analysen er netop designet til at overkomme disse vanskeligheder. For en yderligere beskrivelse henvises til bilag om DEA-analysen.

En af styrkerne ved DEA-metoden er, at den kan håndtere, at enheder producerer flere forskellige typer af output og anvender flere forskellige typer af input. Dette udnyttes i analyserne, hvor både økonomi og miljø inddrages som selvstændige parametre. Anlæg får på denne måde både mulighed for at klare sig godt på økonomiske og miljømæssige karakteristika.

Som allerede nævnt baserer DEA-metoden sig på at sammenligne den relative præstation af *homogene enheder*, dvs. enheder, der bruger den samme type af ressourcer (input) til at producere de samme typer af ydelser (output). Data for deponering og forbrænding er derfor gjort homogene, således at aktiviteter og omkostninger er kategoriseret på samme måde for alle anlæg, der indgår i analysen. I afsnit 3.6 er anlæggenes homogenitet i øvrigt diskuteret.

Et helt centralt element i en DEA-analyse er valget af variable.

¹¹ Der er her tale om en såkaldt input-orienteret analyse, hvor output er fast, og hvor det undersøges i hvor høj grad input kan reduceres.

3.2 Variable i DEA-analysen

Man skal udvise stor varsomhed, når man vælger variable til en DEA-analyse.

Overvejelserne er på ingen måde de samme, som man gør sig i sædvanlige statistiske analyser. Her drejer det sig typisk om at inddrage så mange variable som muligt for at opnå, at analysen på den bedst mulige måde beskriver virkeligheden. Det er ikke det grundlæggende kriterium i DEA-analysen.

Variablene i DEA-analysen skal for det første direkte være ressourcer (input) og ydelser eller produkter (output). Det er således ikke muligt, som i en statistisk analyse at medtage dummyvariable¹² for eksempelvis forskellige typer af røggasrensning eller at medtage variable som deponeringshøjde, der ikke er en egentlig ressource eller output.

For det andet er det centralt, at det er entydigt om mere eller mindre af en variabel er godt, da en rangordning af anlæggene i forhold til denne variabel ellers ikke giver mening.

For det tredje er det vigtigt at forstå tankegangen bag DEA-analysen, når variablene skal vælges. Tager man en ekstra variabel med, betyder det, at man giver anlæggene "en chance til" for at være efficiente på den variabel. Et godt argument for at tage en variabel med er for eksempel, hvis der er stor forskel på anlæggenes omkostninger i forbindelse med denne variabel. Hvis variabelen tages med, udjævnes disse forskelle i og med, at de anlæg, der er belastede, får mulighed for at være efficiente på den pågældende variabel.

Den logiske følge heraf er, at hvis man tager for mange variable med i analysen, er der stor sandsynlighed for, at samtlige anlæg bliver efficiente. Man skal derfor være varsom med at tage ekstra variable med i analysen. Variable skal kun med, hvis de udtrykker en ressourcebelastning for samfundet eller udgør en ønskværdig ydelse, og hvis man mener, at det er acceptabelt, at anlæggene kan være efficiente, hvis de klarer sig godt på variabelen.

En tommelfingerregel siger, at analysen bliver mest retvisende, hvis antallet af input plus output variable ikke overstiger en tredjedel af antallet af observationer/anlæg.

¹² En dummy-variabel er en variabel, der kun antager f.eks. værdierne 0 eller 1.

Skal de totale omkostninger eller både driftsomkostninger og anlægsomkostninger indgå i DEA-analysen for forbrændingsanlæg?

Umiddelbart lyder det besnærende at inkludere driftsomkostninger og anlægsomkostninger (afskrivning og forrentning) hver for sig i DEA-analysen. Der er jo en opsplitning til rådighed i datamaterialet, og hvorfor så ikke bruge den?

Hvis begge typer af omkostninger inkluderes, så har det imidlertid nogle uheldige effekter:

- Anlægget med de relativt laveste anlægsomkostninger (anlæg A) bliver efficient, selv om anlæggets samlede omkostninger kan være meget høje. Og omvendt:
- Anlægget med de relativt laveste driftsomkostninger (anlæg B) bliver efficient, selv om det kan have meget høje samlede omkostninger.

Samtidig vil dette ændre scorerne for alle de andre anlæg. De, der har relativt lave anlægsomkostninger vil blive sammenlignet med anlæg A, og de, der har relativt lave driftsomkostninger vil blive sammenlignet med anlæg B.

Da der ydermere er en række substitutionsmuligheder mellem drift- og anlægsomkostninger, bliver effektiviseringspotentialet ikke retvisende. På denne baggrund er det valgt at anvende de samlede omkostninger i DEA-analysen for forbrændingsanlæggene.

3.3 Resultater af DEA-analysen

DEA-analysen resulterer i en score mellem 0 og 1 for hver anlæg. Scoren udtrykker, hvor effektivt anlægget er i sammenligning med de efficiente anlæg i analysen. En score på 1 udtrykker, at anlægget er blandt de efficiente anlæg. En score på mindre end 1 udtrykker, at anlægget kunne producere det samme output med mindre input – altså blive mere effektivt.

Scorens størrelse udtrykker, hvor meget anlægget burde kunne reducere sin mængde input med og samtidig producere det samme output. En score på 0,80 udtrykker således, at anlægget burde kunne reducere input (f.eks. omkostninger) med 20% - altså er der et totalt effektiviseringspotentiale på 20% af anlæggets totale omkostninger og miljøparametre.

Beregning af effektiviseringspotentiale på basis af DEA-scorerne

Effektiviseringspotentialet beregnes direkte på basis af DEA-scorerne og input, eksempelvis omkostninger. Nedenfor er der vist et eksempel herpå.

	DEA-Score	Omkostninger, mio kr	Effektiviserings-potentiale, mio kr	%
Anlæg I	1	1,2	0,0	0%
Anlæg II	0,8	2,0	0,4	20%
Anlæg III	0,9	1,0	0,1	10%
I alt	-	4,2	0,5	12%

Det vægtede effektiviseringspotentiale bliver altså på 12% af de 4,2 mio kr.

I DEA-analysen kan man have forskellige forudgående antagelser om eksistensen af stordriftsfordele. I nogle sektorer er der store stordriftsfordele, mens der i andre sektorer ikke er nogen nævneværdige stordriftsfordele. Begge muligheder er undersøgt for deponeringsanlæg og forbrændingsanlæg.

Scoren, der udtrykker effektiviseringspotentialen uden, at der er taget hensyn til eventuelle stordriftsfordele eller -ulempes, kaldes CRS¹³.

Scoren, hvor realisering af stordriftsfordele eller -ulempes er medregnet kaldes for VRS¹⁴. Det er disse to scorere, der præsenteres og fortolkes i resultatafsnittet¹⁵.

Den grundlæggende og intuitive hypotese med hensyn til stordriftsfordele eller -ulempes i denne analyse er, at der både på forbrændings- og deponeringsområdet eksisterer stordriftsfordele, mens det er vanskeligt at argumentere for stordriftsulempes¹⁶.

Sammenligner man VRS og CRS scorerne kan det direkte aflæses, hvor store stordriftsfordelene er identificeret til at være for det enkelte anlæg.

Forskellige typer af potentiale

Det potentiale, der kan tilskrives stordriftsfordele kaldes i rapporten også for *skalapotentiale*. Dette potentiale har altså at gøre med størrelsen af anlæggene.

Den anden type af potentiale kaldes i rapporten for *teknisk potentiale*. Dette potentiale stammer fra selve driften af anlæggene.

Hvis der eksisterer stordriftsfordele, vil et anlæg kunne opnå en højere effektivitetsscore ved at være større, dvs. modtage mere affald. Den simple fortolkning af stordriftsfordele er således, at et anlæg af beskeden størrelse potentielt vil kunne deponere affald til en lavere omkostning per ton affald ved at være større. I DEA terminologien siger man, at anlægget producerer på for lille *skala*, og at der som følge heraf eksisterer et *skalapotentiale*.

Anlæggene bestemmer dog ikke selv deres affaldsmængde. Faktisk er det en bagvedliggende målsætning for anlæggene at søge at minimere mængden så meget som muligt. Stordriftsfordelene kan derfor kun udnyttes ved en strukturændring.

¹³ Constant Returns to Scale eller konstant skalaafkast.

¹⁴ Variable Returns to Scale eller variabelt skalaafkast.

¹⁵ For at kunne identificere om der rent faktisk er tale om stordriftsfordele eller ulemper, producerer DEA-programmet den såkaldte NIRS-score. Hvis NIRS = CRS, er der tale om stordriftsfordele, og hvis NIRS = VRS, er der tale om stordriftsulempes.

¹⁶ Hvis DEA-analysen identificerer stordriftsulempes, sættes VRS lig CRS, og potentialen medregnes.

Eksempel på fortolkning af de to slags DEA-scorer

Nedenfor ses eksempler på DEA-scorer for anlæg og deres fortolkning.

Anlæg	Score uden stordriftsfordele	Score med stordriftsfordele
A	1,00	1,00
B	0,80	1,00
C	0,60	0,85

Samtlige tre anlæg har forskellige kombinationer af de to scorer, som hver især giver forskellig fortolkning.

Anlæg A har 1-taller i begge søjler og er derfor efficient med og uden hensyntagen til stordriftsfordele.

Anlæg B har et 1-tal, hvis der tages hensyn til stordriftsfordele. Dette betyder, at hvis anlægget modtog mere affald og var i stand til at udnytte de fordele, der er forbundet med at være større, da ville anlægget blive efficient.

Anlæg C kan også drage fordele af at blive større. Men selv hvis anlægget blive større og formår og udnytte stordriftsfordelene vil anlægget alt andet lige fortsat være inefficent i sammenligning med de øvrige anlæg. Med hensyntagen til stordriftsfordele er C's score 0,85, hvilket betyder at anlæg C stadigvæk bør kunne reducere sine input med 15% ($15\% = 1 - 0,85$). Disse sidste 15 % kaldes så det tekniske potentiale.

Det er vigtigt at bemærke, at DEA-analysen udelukkende identificerer et effektiviseringspotentiale ved sammenligning af anlæggene. Analysen forholder sig ikke til, om der også er et effektiviseringspotentiale for de efficiente anlæg. Hvis det er tilfældet vil potentialet for de ikke-efficiente anlæg også være større end det identificerede potentiale.

DEA-analysen undervurderer derfor det reelle bruttopotentiale.

Et allerede effektivt anlæg har plan for effektivisering

Et af de forbrændingsanlæg, der kommer ud som efficient i analysen, har over for COWI tilkendegivet, at de seneste års benchmarking-diskussion har givet anledning til effektiviseringsdrøftelser på anlægget.

Anlægget har derfor netop udarbejdet en effektiviseringsplan for de næste 2-3 år, hvor målet er at effektivisere, blandt andet igennem øget automatisering.

Visse af de indsamlede data er utvivlsomt behæftet med usikkerhed. Det er derfor essentielt at undersøge, hvor følsomme DEA-resultaterne er overfor

ændringer i de anvendte dataelementer. Derfor er der gennemført en række robusthedsanalyser.

3.4 Robusthedsanalyser

Manglen på automatisk mulighed for usikkerhedsanalyser er et af de punkter, der traditionelt fremhæves som en svaghed ved DEA-analysen. Også derfor er det nødvendigt at være ekstra opmærksom herpå i dette projekt.

I resultatafsnittene præsenteres resultaterne af sådan en robusthedsundersøgelse, hvor de præsenterede analyser for forbrændingsanlæg og deponeringsanlæg er taget som udgangspunkt¹⁷. Nedenfor diskuteres, hvor den største usikkerhed optræder.

Analyserne er koncentreret om tre forskellige typer af data:

- Mængder (affald, el og varme)
- Omkostninger
- Miljø-parametre

Disse tre typer af data-elementer er behæftet med forskellige former for og størrelse af usikkerhed.

Generelt vurderes mængderne ikke at være behæftet med betydelig usikkerhed, og disse er derfor ikke medtaget i robusthedsanalysen. Anderledes forholder det sig med de to øvrige typer af data.

Omkostninger

Omkostningerne kan være forbundet med en form for usikkerhed, der i litteraturen kaldes metodeusikkerhed. Der er usikkerhed forbundet med den metode, hvormed man opgør den undersøgte størrelse.

Eksempelvis er der metodeusikkerhed forbundet med opgørelse af afskrivning og forrentning: Hvilken metode skal anvendes? Hvilke levetider skal anvendes?

En stor del af anlæggene har været igennem øvelsen med at fastlægge et anlægskatalog og afskrive hver enkelt komponent. Anlæggene i Reno-Sams projekt har efter alt at dømme anvendt nogenlunde fælles retningslinier, mens øvrige anlæg for eksempel kan have anvendt andre levetider. Det vigtige er her ikke, at de samme levetider anvendes, men at der anvendes nogle levetider, der afspejler anlæggenes økonomiske levetid så godt som muligt.

Et andet usikkerhedsmoment opstår, når omkostningerne skal fordeles mellem forskellige aktiviteter. Problematikken er relevant i relation til fordeling af alle typer af omkostninger. Visse typer (kaldes typisk de direkte henførbare omkostninger), kan direkte henføres til de undersøgte aktiviteter, forbrænding og deponering. Andre omkostninger kan ikke – det kan eksempelvis være ansatte, der arbejder både på deponeringsanlægget og genbrugsstationen, de ansatte i en fælles administration, omkostninger til anlæg og drift af administrationsbygningen etc. Disse omkostninger (kaldes de indirekte henførbare omkostninger) fordeles ud på de fælles aktiviteter på basis af skøn

¹⁷ Det er CRS-scorerne, der anvendes.

eller fastlagte fordelingsnøgler. Fordelingsnøglerne kan eksempelvis være baseret på timeregistrering hos de ansatte. Afhængig af den valgte fordelingnøgle, kan fordelingen af de sidstnævnte omkostninger naturligvis variere meget.

Emissioner

Emissionsopgørelserne på anlæggene bliver enten baseret på kontinuerle målinger eller på et mindre antal stikprøver i løbet af året. I nogle tilfælde er der kun tale om to målinger. På anlæg, der kun tager stikprøver, kan opgørelserne være temmeligt usikre. Ligger én af stikprøverne i den høje ende, kommer anlægget ud med et relativt højt resultat. Denne form for usikkerhed kaldes for måleusikkerhed.

Robusthedsanalyser

For både forbrænding og deponering er usikkerheden på omkostningerne og miljøparametrene vurderet, og der er efterfølgende gennemført robusthedsberegninger på hvert af de to områder.

Det er imidlertid ikke nødvendigvis sikkert, at hele det identificerede bruttopotentiale kan realiseres. For at undersøge det aspekt, er der efterfølgende gennemført en række statistiske analyser på DEA-scorerne.

3.5 Statistiske metoder og kvalitative sammenligninger af DEA-scorerne

Princippet bag den statistisk analyse er, at DEA-scorerne forsøges forklaret ud fra anlæggenes forskellige karakteristika. På denne måde kan forskellene i scorer forklares og potentialet kvalificeres. De statistiske analyser er suppleret med en kvalitativ vurdering.

Metode for statistiske analyser

De statistiske analyser er foretaget ved først at undersøge, om der er variable i datamaterialet, der varierer sammen. Dernæst er der gennemført en statistisk analyse, hvor data systematisk er gennemgået for at identificere signifikante sammenhænge mellem DEA-scorerne og de karakteristika, der er specifikke for hvert anlæg.

Anvendelse af statistiske analyser på DEA-scorer

Umiddelbart virker det naturligt at gennemføre statistiske analyser på DEA-scorer for at undersøge, hvilke variable der kan forklare scorerne. På denne måde kan det totale effektiviseringspotentiale, der er identificeret ved DEA-scorerne, opdeles i forskellige grupper afhængig af deres natur.

Det er imidlertid teoretisk set ikke uproblematisk at foretage denne øvelse. En statistisk analyse har således som grundlæggende antagelse, at de indgående variable, der forklares, skal være uafhængige. Det er DEA-scorerne i høj grad ikke.

Dette har betydning, når det skal vurderes om en variabel har betydning for scoren eller ej, hvor de sædvanlige signifikans-kriterier ikke kan benyttes. I stedet for en almindelig statistisk analyse foreslås det i litteraturen* at anvende de såkaldte bootstrap-teknikker for at overkomme disse vanskeligheder. Disse teknikker fordrer dog en langt større mængde af observationer end det, der her er til rådighed.

Derfor har vi valgt i stedet at være meget forsigtige med at udelukke variable, der ligger på grænsen af at være signifikante i den statistiske analyse og at fortolke resultaterne forsigtigt. På denne måde imødegås vanskelighederne ved afhængigheden i DEA-scorerne på bedst mulig måde.

* Overcoming the Inherent Dependency of DEA efficiency scores: A bootstrap Approach, Mei Xue & Patrick T. Harker, Wharton Financial Institutions Center, Pennsylvania, USA.

Det er dog vigtigt at understrege, at en sådan analyse har sine begrænsninger.

Systematiske sammenhænge kan kun afdækkes ved hjælp af en statistisk analyse, hvis der både er en vis variation i scorerne og i anlæggenes karakteristika. Og hvis disse variationer er systematiske, så scorerne eksempelvis generelt er lavere eller højere for en vis type røggasrensning.

Endvidere er det vigtigt at understrege, at effekterne fra den statistiske analyse godt kan dække over andre forhold end de identificerede. Tag for eksempel en effekt som alder, som optræder for deponeringsanlæg. Denne effekt kan skyldes, at ældre anlæg er afskrevet i højere grad end yngre anlæg. Men den kan også skyldes, som nævnt senere i rapporten, at det er blevet relativt dyrere at anlægge deponeringsanlæg, blandt andet på grund af skærpede krav til membran. Et andet eksempel er driftsstop for forbrændingsanlæg. Her kan det være, at hele årsagen til den identificerede mindre effektivitet skyldes de mange driftsstop, men det kan ligevel være en kombination af disse og for eksempel generel mindre effektivitet hos anlæg med mange driftsstop. Der er dog ikke i det omfattende spørgeskema indsamlet information, der kunne give

en bedre forklaring af dette potentiale end variabelen driftsstop. Dette aspekt er vigtigt at holde sig for øje ved anvendelse af resultaterne.

Det er tillige ikke altid, at de statistiske analyser kan give tilstrækkelig med information. De er derfor suppleret med en kvalitativ vurdering.

Metode for kvalitativ vurdering

Udgangspunktet for den kvalitative vurdering er resultaterne fra DEA-analysen og et overblik over karakteristika ved de enkelte anlæg. Dette overblik er skabt på baggrund af anlæggenes svar, en helhedsvurdering af anlæggenes situation og ved COWIs kendskab til de enkelte anlæg.

Forskellige former for potentiale

Potentialet kan – via den statistiske analyse kombineret med den kvalitative analyse – således opdeles i flere forskellige komponenter. Ud fra et effektiviseringssynspunkt er det meget relevant at skelne mellem dimensionerne tidshorisont og aktør:

- Potentiale på kort sigt (1-5 år), på lang sigt (10-15¹⁸ år) og potentiale, der kun vanskeligt eller slet ikke kan realiseres
- Potentiale, der kun afhænger af anlæggenes/selskabernes egne beslutninger, og potentiale, der i højere grad bestemmes udefra givne forhold som eksempelvis myndighedsregulering eller anlæggenes fysiske placering

Kortsigtspotentialet, der er omfattet af *selskabets egne beslutninger* bør umiddelbart kunne realiseres. En effektivisering kræver dog altid, at de rette incitamenter er til stede. Hvis kortsigtspotentialet ikke allerede er udnyttet, tyder det på, at disse incitamenter ikke har været til stede i så høj grad, som det var hensigtsmæssigt ud fra et effektiviseringssynspunkt.

Langsigtspotentialet, der er omfattet af *selskabets egne beslutninger*, bør også kunne realiseres om end naturligvis på længere sigt. Denne type af potentiale omfatter også potentiale, der kan realiseres eksempelvis med øget samarbejde mellem selskaberne, mere helhedsorienteret planlægning etc. Før det konkluderes, at hele langsigtspotentialet kan realiseres, er det vigtigt at foretage en samfundsøkonomisk analyse af, om det overordnet set kan betale sig. Et vigtigt element i en sådan analyse vil være transportomkostninger for begge typer af anlæg og adgang til varmemarkedet for forbrændingsanlæg. Det sidstnævnte aspekt er diskuteret nærmere i resultatkapitlet for forbrændingsanlæg.

Potentiale der kun vanskeligt eller slet ikke kan realiseres kan også identificeres ud fra den statistiske analyse. Dette potentiale skyldes forhold som anlæggene eller myndighederne ikke, eller kun i meget begrænset omfang, har indflydelse på. Eksempelvis et anlægs alder eller fysiske placering.

Realiseringen af potentialet, der er omfattet af *udefra givne forhold*, er vanskeligere at vurdere end de øvrige former for potentiale. I sagens natur

¹⁸ For deponeringsanlæg kan tidshorisonten være længere. Det er der dog taget højde for i analyserne ved, at en del af det meget langsigtede potentiale er placeret under vanskeligt eller ikke realiserbart.

afhænger det af viljen til forandring, men andre og bredere samfundsøkonomiske aspekter kan spille en rolle her.

I flere tilfælde er der endvidere tale om et potentiale, der slet ikke vil kunne realiseres.

Specielt for den form for effektivisering, som selskaberne selv er herre over, realiseres potentialet lettest, hvis der er de rigtige incitamenter forbundet med både anlæg og drift. Der opereres typisk med to former for øgede incitamenter: "pisk" eller "gulerod" eller en kombination.

Disse incitamenter kan enten komme fra selskabernes ledelse selv eller lovgivningsmæssigt, selv om det i begge tilfælde kan være selskaberne, der skal udmønte effektiviseringen.

Et eksempel på en effektivisering med en kombination af pisk og gulerod (eksempel fra en navngiven, men anonym virksomhed i Danmark)

Virksomheden fortalte, at deres omkostningsniveau skulle sænkes og at det kun kunne ske med hjælp fra deres medarbejdere. Virksomheden overvejede, hvordan dette skulle gribes an.

Løsningen for virksomheden var følgende:

For det første blev der aftalt en lønreduktion på 20% med alle medarbejderne og deres organisationer.

For det andet blev der samtidig indført et bonussystem i aflønningen, der betød, at såfremt omkostninger forbundet med vedligeholdelse af kapitalapparat (vogne, maskiner m.v.), skader og fejl faldt til et bestemt niveau inden for et team af medarbejdere, ville hele teamet opnå en bonus.

For det tredje blev hele processen understøttet af fokus på tre afgørende elementer for virksomheden: kvalitet, miljø og arbejdsmiljø. Medarbejderne blev inddraget for at sikre, at virksomheden stadig forbedrede sig på disse områder.

Resultat: Virksomhedens omkostninger blev væsentlig nedbragt med over 25% samtidig med, at medarbejdernes lønniveau samlet set steg. Ingen medarbejdere oplevede en reel lønnedgang og i enkelte teams oplevede medarbejderne lønstigninger på 10-20% i takt med, at omkostningerne blev mindsket.

Ved identifikation af de forskellige typer af effektiviseringspotentiale er det tillige vigtigt at huske på, hvilke muligheder anlæggene selv har for at påvirke forskellige elementer i deres drift. Dette er diskuteret nedenfor.

3.6 Forskel på danske forbrændings- og deponeringsanlæg

I dette afsnit diskuteres de væsentligste forhold, der spiller ind, når effektiviseringspotentialet for forbrændings- og deponeringsanlæggene skal kvalificeres. For en uddybende beskrivelse henvises til projektets forprojekt: "Forundersøgelse af effektiviseringspotentialet på forbrændings- og deponeringsområdet i Danmark".

De vigtigste af de skitserede forskelle er forsøgt medtaget enten i DEA-analysen eller den efterfølgende statistiske og kvalitative analyse.

Organisering af forbrændings og deponeringsanlæg

Affaldsforbrændingsanlæg kan være kommunalt eller fælleskommunalt ejet, ejet af et andelsejet fjernvarmewærk, elværksejet eller ejet i fællesskab af 2 eller alle ovenstående. Deponeringsanlæg er ligeledes decentralt ejede og styrede, typisk igennem kommunalt eller fælleskommunalt samarbejde.

Den forskellige organisering og placering af anlæggene kommer blandt andet til udtryk ved, at anlæggene møder forskellige krav til deres anlæg og drift. Visse af disse krav afspejler sig i anlæggenes omkostninger og derved i deres effektivitet.

Miljøkrav

Et af de områder, hvor der er størst forskel på krav til anlæggene, er i relation til miljøet.

Her stiller de enkelte myndigheder og ejere ikke altid samme krav, eksempelvis til udledning af emissioner fra forbrændingsanlæg, til rensning af spildevand fra forbrændingsanlæg eller perkolat fra deponeringsanlæg og til hyppighed og omfang af monitoring og prøveudtagning. Dette har selvsagt betydning for de omkostninger, anlæggene påføres og dermed deres effektivitet.

Et vigtigt aspekt er også, at kravene kommer til anlæggene i forskellige tempi. Et konkret eksempel er krav om rensning for dioxin på forbrændingsanlæg, der kræver nyinvesteringer. Visse anlæg har allerede investeret i udstyret, mens andre først planlægger at gøre det i år.

Forskellige overenskomster og bemandingsmæssige krav

På grund af anlæggenes organisering er de ansatte organiseret forskelligt på de enkelte anlæg. Også fra Arbejdstilsynet i amterne møder anlæggene forskellige krav, blandt andet om minimumsbemanning på vagter på forbrændingsanlæg. Begge dele har betydning for lønudgifterne på anlægget.

Sideaktiviteter

Organiseringen og planlægningen af deponerings- og forbrændingsanlæggene med eller uden sideaktiviteter såsom container/genbrugsplads, kompostering, sortering til genanvendelse etc., kan også have betydning for anlæggenes omkostninger. Er der mange sideaktiviteter, kan anlæggene principielt udnytte mandskabsressourcerne bedre.

Samarbejde

Visse deponeringsanlæg træder til, når forbrændingsanlæg i nærheden har driftsstop og står med et stort overskud af affald. For nogle forbrændingsanlæg er der tale om meget store mængder, og de tilknyttede deponeringsanlæg har derfor behov for et beredskab, der kan håndtere disse situationer. Der er dog kun ét deponeringsanlæg, der nævner dette som et vigtigt aspekt i deres besvarelse af spørgeskemaet. Der er taget højde herfor i kvalificeringen af potentialet for dette anlæg.

Membran og deponeringshøjde

Både membran og deponeringshøjde er forskellige fra anlæg til anlæg. Der kan visse steder eksempelvis eksistere en naturlig membran (lerbund), så det ikke er nødvendigt at anlægge en kunstig membran. Begrænsninger i

deponeringshøjden kan være geografisk bestemt, et krav fra myndighederne eller begge dele.

Typer affald til deponering

På deponeringsanlæg er der endvidere forskel på, hvilke affaldstyper der kan modtages, og om der er opbygget celler til de forskellige affaldstyper.

Teknologi

På forbrændingsanlæggene giver den valgte størrelse og teknologi i anlægs- eller tilbygningsåret forskellige vilkår for anlæggene i dagens situation.

Forskellige aktiviteter

Endelig er der en gruppe af forskelle mellem anlæggene, der ikke stammer fra lovgivningsmæssige krav og ej heller fra de forskellige vilkår, som anlæggene er underlagt.

Det drejer sig om serviceniveau over for kommunen/den kommunale administration/politikere, over for affaldsproducenterne (borgere, virksomheder (offentlige myndigheder) og over for affaldstransportører.

Serviceydelserne omfatter information, vejledning, affaldsplanlægning, kortlægning, takstberegning, fakturavejledning, besøg, klagesagsbehandling og andre former for service.

Denne analyse forholder sig udelukkende til ovenstående relevante problemstillinger ved at betragte de enkelte anlæg

3.7 Projektet i relation til samfundsøkonomisk analyse

Det er vigtigt at pointere, at formålet med denne analyse ikke har været at udarbejde en samfundsøkonomisk analyse, hvor alle fordele og ulemper for samfundet sammenvejes. Forskellen imellem dette projekt og en samfundsøkonomisk analyse er især vigtig at bemærke i relation til begrebet stordriftsfordele og en diskussion af anlæggenes størrelser og placering.

Identifikation af stordriftsfordele på forbrændings- og deponeringsområdet indebærer, at selve affaldshåndteringen kan billiggøres med færre, men større anlæg. Det vil eksempelvis sige, at en eventuel kapacitetsudvidelse burde ske ved udvidelse af eksisterende anlæg fremfor ved nybygning, eller at små anlæg burde nedlægges.

Men - så hurtigt kan konklusionen ikke drages.

Det er meget vigtigt at tage hensyn til samtlige fordele og ulemper, hvilket eksempelvis vil betyde, at transportomkostningerne bør inddrages. Selvom ét anlæg er billigere end et andet, spiller transportomkostningerne en rolle i de samlede omkostninger til bortskaffelse.

DEA-analysen er i denne forbindelse derfor ikke en altomfattende analyse. Hvis man lukkede et anlæg (med lav effektivitet) i et område, der kun modtager affald fra lokale, kunne det således principielt betyde, at en del af potentialet ville blive modregnet af øgede transportomkostninger.

Princippet i en samfundsøkonomisk beregning, der medtager transport

Et groft skøn på transportomkostninger er fra 1-1,50 kr per tonkm for en fyldt lastbil på ca. 10 ton inklusive tom returtransport.

At transportere 10 tons affald 50 km koster således mellem 50 og 75 kr per ton. Før beslutningen om transport af affaldet tages, skal man altså være sikker på, at anlægget længere væk kan behandle affaldet så meget billigere, og at det har den fornødne kapacitet.

Endelig skal det naturligvis aftales mellem de involverede parter.

Et andet vigtigt aspekt for forbrændingsanlægs placering og størrelse er adgang til varmemarkedet. Det vil naturligvis være mest effektivt at udvide forbrændningskapaciteten steder, hvor en stor del af varmen kan aftages.

For deponeringsanlæggenes placering er det centralt at vurdere og inddrage de potentielle miljøproblemer, blandt andet risiko for forurening af grundvandsressourcer i en samfundsøkonomisk analyse. Endvidere er der en række problemstillinger vedrørende strukturen på deponeringsområdet i Danmark, eksempelvis nedlukning og åbning af deponeringsanlæg. Det gælder både den samlede deponeringskapacitet og omkostningerne hertil.

Generelt set skal samtlige relevante konsekvenser medtages i en samfundsøkonomisk analyse af en given aktivitetsændring (det vil f.eks. sige lukning eller udvidelse af et anlæg). Det betyder, at samtlige konsekvenser skal opgøres (i ton, km, mwh, timer, år etc.), værdisættes i kr. og derefter sammenvejes.

Udvalgte emissioner er medtaget i DEA-analysen for forbrændingsanlæg i denne analyse. En anden mulighed havde været at værdisætte og medtage emissionerne som en omkostning. Dette er p.t. ikke muligt, da der ikke eksisterer omkostningsestimater for alle emissioner. Det er heller ikke muligt at udtale sig om, i hvilken retning resultatet ville pege. Det kan både tænkes, at de foretagne investeringer har været dyrere eller billigere end de tilsvarende samfundsøkonomiske omkostninger. Tilsvarende f.eks. med spildevand, hvor der betales en afgift for afledning. Denne afgift afspejler ikke nødvendigvis de samfundsøkonomiske omkostninger ved spildevandet.

Det er også vigtigt, at der ved anvendelse af resultaterne fra denne analyse tages hensyn til andre relevante forhold omkring anlægget og dets ansatte, blandt andet arbejdsmiljø og beskæftigelsessituation.

Endelig er der hele diskussionen om sektorens organisering, men dette hører hjemme i en politisk diskussion og ikke i en samfundsøkonomisk analyse.

4 Effektiviseringspotentiale for forbrændingsanlæg

4.1 Konklusion

Analysen peger på, at de danske forbrændingsanlæg generelt ikke adskiller sig så meget fra hinanden ud fra en effektivitetsvurdering. Således er der identificeret et teknisk effektiviseringspotentialt på 7 anlæg og et skalapotentiale på 15 anlæg. Når der tages højde for udvidelsesplaner og varmemarked, resulterer dette i et effektiviseringspotentialt på ca. halvdelen af de analyserede anlæg¹⁹.

Potentialet på de inefficiente anlæg tilsammen ses i tabellen nedenfor.

Figur 4.1 Opdeling af effektiviseringspotentialt på forbrændingsområdet i Danmark, mio. kr. i år 2000

Aktør	Anlæg	Ikke anlæg	Ikke realiserbart	I alt
Tidshorisont				
Kort sigt	120-130	-	Opdeles ikke	120-130
Lang sigt	-	15-25	Opdeles ikke	15-25
Ikke realiserbart	Opdeles ikke	Opdeles ikke	60-70	60-70
I alt	120-130	15-25	60-70	215

Det er ikke muligt at lægge henholdsvis de laveste tal sammen og de højeste tal sammen og få et interval på det samlede potentiale. Usikkerheden på det totale potentiale vurderes at være på maksimalt $\pm 20\%$.

Det kan konkluderes, at 120-130 mio. kr. årligt, svarende til i gennemsnit 7-8% af de samlede omkostninger, bør kunne realiseres på kort sigt, mens 15-25 mio. kr. årligt, svarende til i gennemsnit 1-1,5% bør kunne realiseres på lang sigt. Beløbet kan spares via en reduktion i omkostningerne per ton ved stigende mængder i forhold til omkostningerne per ton i dag.

Der er således en stor andel af det identificerede potentiale, som bør kunne realiseres på relativt kort sigt. Analysen peger på, at en stor del af det kortsigtede potentiale skyldes uplanlagte driftsstop, men dette resultat kan også dække over, at anlæggene med mange driftsstop på andre punkter ikke er effektive i deres drift. Det er imidlertid ikke muligt at uddybe dette på basis af datagrundlaget i analysen.

Det skal her bemærkes, at flere anlæg har opereret på kapacitetsgrænsen i flere år. Med de igangværende udvidelser må antallet af uplanlagte driftsstop

¹⁹ Inklusiv skalapotentiale og hensyntagen til udvidelsesplaner og varmemarked.

formodes at falde i de kommende år givet at mængden af affald til forbrænding ikke stiger.

For det langsigtede potentiale peger analysen på, at der er et skalapotentiale, som kan realiseres, hvis en række af anlæggene kan modtage mere affald og samtidig udnytte de identificerede stordriftsfordele.

Det vurderes, at udviklingen i affaldsmængderne til forbrænding giver grundlag for at udnytte stordriftsfordelene ved udvidelse af anlæggene fremfor sammenlægning af anlæg. Der er allerede i dag planlagt en udvidelse af visse anlæg, og de seneste analyser²⁰ viser, at denne udvidelse gør at kapaciteten er tilstrækkelig allerede fra 2004. Det identificerede potentiale vurderes derfor at kunne realiseres med den nuværende struktur.

Der er endvidere identificeret et potentiale på 60-70 mio. kr. årligt, som forventes at blive vanskeligt at realisere eller som slet ikke kan realiseres. Potentialet skyldes forhold på anlæggene såsom valg af teknologi til røggasrensning og ovntype. Det er i den forbindelse væsentligt at påpege, at det tidspunkt, et anlæg er etableret på, er afgørende for hvilken teknologi (eksempelvis inden for røggasrensning), der er implementeret, idet metoderne er udviklet på forskellige tider og anbefalingerne har skiftet over tid.

Potentialet for samtlige anlæg i Danmark vil højst sandsynligt være større end det viste potentiale, idet det er vurderet at analysen dækker ca. 85% af de forbrændte mængder eller 74% af de danske forbrændingsanlæg. Hvis de ikke-inkluderede anlæg ligner de anlæg, der er medtaget i analysen, vil det samlede bruttoeffektiviseringspotentiale stige fra 215 mio. kr. i år 2000 til ca. 250 mio. kr.

Endelig skal det bemærkes, at potentialet er fastlagt i forhold til de "bedste" af anlæggene i analysen, og analysen forholder sig således ikke til, at de "bedste" anlæg muligvis kan blive endnu mere effektive. Det samlede potentiale kan derfor af den grund være større end det her fastlagte potentiale. Visse af de efficiente anlæg har allerede gennemgået en effektiviseringsproces, mens denne hos andre kun lige er påbegyndt. For forbrændingsanlæg optræder der endvidere både emissioner og omkostninger på inputsiden. Derfor bliver de anlæg, der klarer sig godt på emissionssiden, ikke evalueret "omkostningsmæssigt" i forhold til emissionsbegrænsning. Der kan altså også være et økonomisk effektiviseringspotentiale for disse, som ikke kommer frem i analysen. Undervurderingen af effektiviseringspotentialet for forbrændingsanlæggene må derfor alt andet lige være større end for deponeringsanlæggene, men det er naturligvis ikke muligt at vurdere størrelsen af det reelle potentiale.

Foruden det økonomiske potentiale viser analysen, at der er et miljømæssigt "effektiviseringspotentiale". Anlæggene kan altså reducere deres udledninger til luften samtidig med at de behandler samme mængde affald. For partikler ligger det samlede potentiale i størrelsesorden 5-13 tons i 2000, hvilket svarer til en besparelse på i gennemsnit 5-14 % af anlæggenes partikelemissioner. For SO₂ ligger det samlede potentiale i størrelsesorden 63-147 tons i 2000, hvilket svarer til en besparelse på i gennemsnit 6-12 % af anlæggenes SO₂ emissioner.

²⁰ Orientering nr. 11 fra Miljøstyrelsen: *Affaldsforbrænding i 2004 og 2008. Mængder og kapacitet.*

4.2 Datagrundlag

I dette afsnit redegøres kort for det datagrundlag, der har været udgangspunktet for analyserne af forbrændingsanlæggene. En række af de væsentligste elementer ved de indsamlede data beskrives, dels ved hjælp af en række illustrationer, dels ved hjælp af kvalitative beskrivelser af data.

I analysen indgår som udgangspunkt samtlige affaldsforbrændingsanlæg i Danmark bortset fra slamforbrændingsanlæg, anlæg til forbrænding af farligt affald og industrielle forbrændingsanlæg.

Resultat af dataindsamling

Datagrundlaget for forbrændingsanalysen er information indhentet via et spørgeskema udarbejdet til brug for denne undersøgelse. Spørgeskemaet har været udsendt til i alt 31 forbrændingsanlæg. Status for besvarelserne fremgår af tabellen nedenfor.

Tabel 4.1 Resultat af dataindsamlingen, forbrændingsanlæg

Status	Antal	Procent
Afleverede og anvendelige	23	74%
Afleverede, men kan ikke anvendes	5	16%
Ikke afleveret	3	10%
I alt	31	100%

Der er flere årsager til, at 5 anlægs besvarelser af spørgeskemaet ikke kunne anvendes:

- 3 forbrændingsanlæg har både affaldsforbrænding og afbrænding af naturgas og/eller biomasse. Det er blevet besluttet ikke at anvende data for disse anlæg, fordi det ikke har været muligt at fordele disse mellem affaldsforbrænding og øvrigt brændsel. Dette gælder alle typer af data, eksempelvis afskrivning og forrentning af anlægget, sammensætningen af personalet samt el, varme og emissioner.
- 1 anlæg, der ikke har udfyldt økonomidelen af spørgeskemaet, da anlægget er et forbrugerejet fjernvarmeanlæg, hvis økonomi også dækker over ledningsnet, reserve- og spidslastcentraler samt servisering af installationer og drift af naboværk.
- 1 anlæg, der har været under ombygning i år 2000, og derfor ikke kan indgå i undersøgelsen.

I alt er der en svarprocent på 90%, hvilket vurderes som særdeles tilfredsstillende. 23 anlæg eller 74% af samtlige anlæg indgår i analysen, hvilket vurderes som tilstrækkeligt til at gennemføre analysen.

Tabellen nedenfor viser de forbrændingsanlæg, der ikke har besvaret spørgeskemaet. De tre anlæg vurderes at have en årlig kapacitet på ca. 70.000 tons.

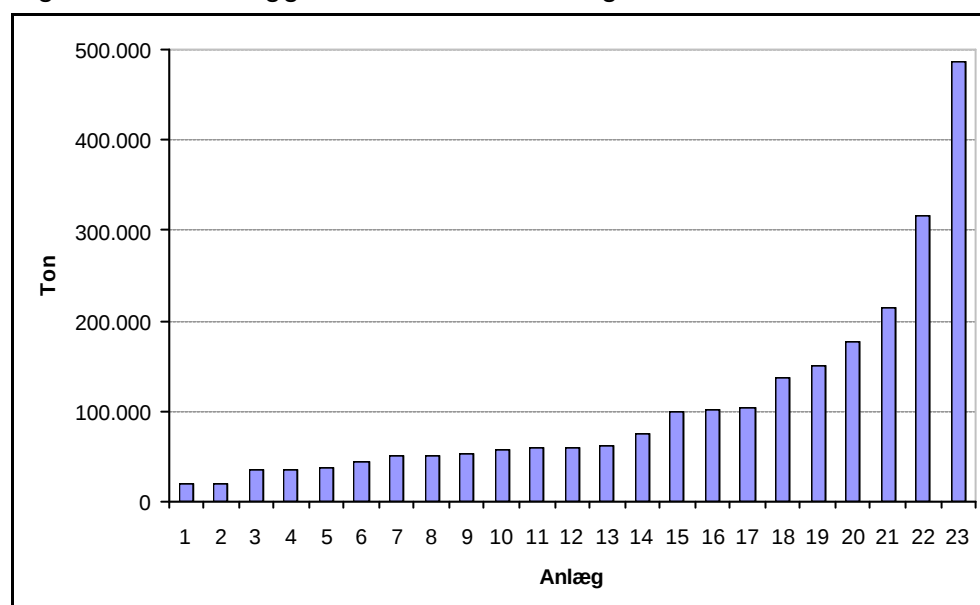
Tabel 4.2 Forbrændingsanlæg, der ikke har besvaret spørgeskemaet

Navn
Hammel Fjernvarme Amba
Skagen Forbrænding
Vestfyns Forbrænding

Når data og analyser præsenteres i det følgende, er de baseret på de 23 anlæg. Det enkelte anlæg i analysen er tildelt et bogstav, og hvert enkelt anlæg bevarer det samme bogstav igennem hele rapporten. I præsentationer, hvor anlæggene er tildelt et tal, er der tale om en rangordning af anlæggene efter det viste karakteristika.

For at analysen er repræsentativ, er det væsentligt, at anlæg af alle størrelser er dækket i analyserne. Figuren nedenfor viser størrelsen af de forbrændingsanlæg, der indgår i analysen.

Figur 4.2 Anlæggenes forbrændte mængder i 2000



Som det fremgår af figuren, er der en udmærket spredning af forbrændingsanlæggenes størrelse.

De analyserede anlæg forbrændte tilsammen ca. 2,5 mio. tons eller ca. 86% af den samlede forbrændte mængde affald i Danmark i år 2000. De 5 forbrændingsanlæg, der har besvaret spørgeskemaet, men som er udeladt af analysen, brændte tilsammen 323.000 tons i 2000. Besvarelserne dækker således i alt ca. 98% af de forbrændte mængder i 2000. Datagrundlaget for analysen vurderes således at være tilfredsstillende.

Nedenfor beskrives anlæggenes karakteristika overordnet.

Anlægsbeskrivelse

Langt de fleste af forbrændingsanlæggene i analysen producerer både el og varme (KV-anlæg). Dog er der tre anlæg, der kun producerer varme (VV-anlæg). Tabellen nedenfor illustrerer fordelingen af anlæggene og deres gennemsnitlige produktion af el og varme. Det skal bemærkes, at tallene for varme- og elproduktion er eksklusiv eventuelt energitab men inklusiv eventuelt

bortkølet varme. Det indfyrede affalds brændværdi er således noget højere end de viste tal.

Tabel 4.3 Fordeling af anlæggene på ovntyper

Anlægstype	Antal	Varme GJ/ton affald Snit (min. - maks.)	El MWh/ton affald Snit (min. – maks.)
KV-anlæg	20	7,1 (6,2-8,3)	0,38 (0,25-0,67)
VV-anlæg	3	8,7 (8,0-9,0)	-

Note: Et anlæg betegnes KV-anlæg, hvis mindst en ovn producerer både el og varme. Et enkelt anlæg har ikke egen turbine og har derfor kun angivet produktionen som varme, selvom der også produceres el.

Blandt KV-anlæggene er der stor forskel på, hvor meget el der produceres pr. ton affald. Det skyldes hovedsageligt, at nogle ovne på anlæggene kun producerer varme. Elproduktionen stiger naturligvis med andelen af affaldet, der forbrændes i KV-ovne. Varmeproduktionen er mindre varierende, men logisk nok højest på VV-anlæggene.

Et andet punkt, hvor anlæggene adskiller sig, er på røggasrensningsteknologien. Tabellen nedenfor illustrerer fordelingen af de analyserede anlæg på røggasrensningstype.

Tabel 4.4 Fordeling af anlæggene på røggasrensningsteknologi

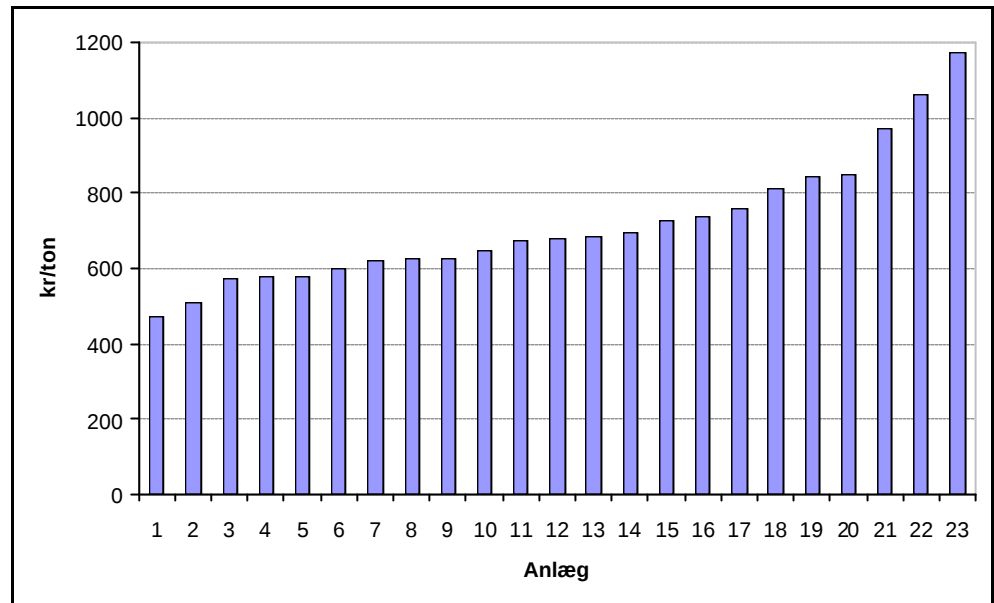
Røggasrensningsteknologi	Antal
Våd	13
Semitør	3
Tør	4
Kombination	3
I alt	23

Det ses, at godt halvdelen af anlæggene har våd røggasrensning, mens ca. en tredjedel har enten tør eller semitør røggasrensning. Tre anlæg har en kombination af disse former for rensning.

Omkostninger

De økonomiske data spiller en central rolle i benchmarkinganalysen. På figuren nedenfor illustreres spredningen i bruttoomkostningerne til forbrænding.

Figur 4.3 Bruttoomkostning (ekskl. moms, indtægter og affaldsafgift) pr. ton forbrændt affald, forbrændingsanlæg



Der er en vis spredning i bruttoomkostningerne pr. ton forbrændt affald, og det dyreste anlæg er over dobbelt så dyrt som det billigste. Langt de fleste anlægs omkostninger ligger dog på ca. 600-800 kr. pr. ton. Det vægtede gennemsnit²¹ af bruttoomkostningerne er på 671 kr. pr. ton.

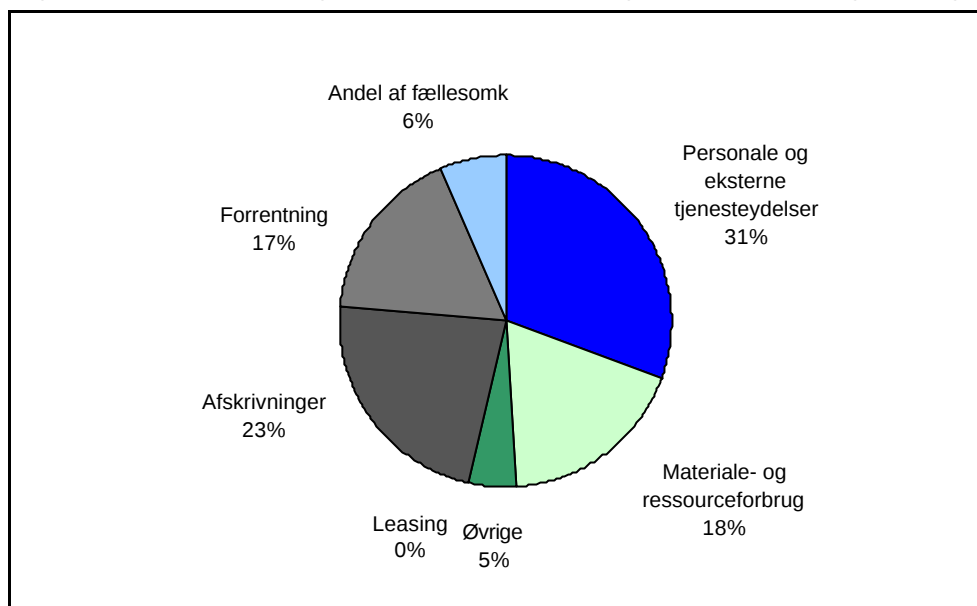
Spredningen kan skyldes variationer i den egentlige drift af anlæggene, men den kan også dække over forskellige ovn- og rensningstyper, miljøkrav og serviceniveauer for forbrændingsanlæggene.

VV-anlæggene i analysen har i gennemsnit højere omkostninger pr. ton end de øvrige anlæg, men de er også blandt de mindste af anlæggene.

Figuren nedenfor illustrerer, hvordan omkostningerne er fordelt på forskellige kategorier.

²¹ Der er vægtet med affaldsmængderne.

Figur 4.4 Fordeling af bruttoomkostninger, forbrændingsanlæg



Det fremgår, at ca. 54% af anlæggenes omkostninger stammer fra driftsopgaver, nemlig personaleomkostninger, eksterne tjenesteydelser, materiale- og ressourceforbrug og øvrige omkostninger. De omkostninger kan i stor udstrækning opfattes som variable omkostninger. Tallene dækker dog også over mindre anlægsinvesteringer, der ikke aktiveres og afskrives, men indgår direkte som en driftsomkostning. Omkostningerne til driftsopgaver varierer mellem 30% og 82%, hvor den næsthøjeste andel er 64%.

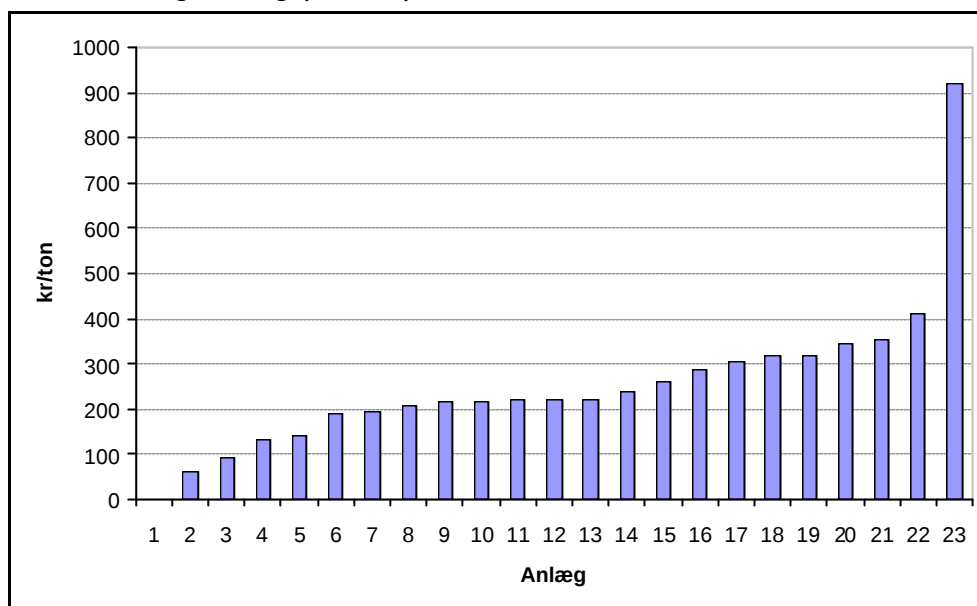
De faste omkostninger til afskrivning, forrentning²² og leasing af materiel udgør ca. 40% af anlæggenes omkostninger. Denne andel varierer mellem 18% og 65%. Den lave andel på 18% er for et lille gammelt anlæg, der formentlig er afskrevet i udstrakt grad. Der er dog ikke en entydig sammenhæng mellem anlæggenes alder og afskrivningerne, da mange anlæg er blevet moderniseret. Den næstlaveste andel af omkostningerne til afskrivning, forrentning og leasing af materiel er 29%.

Indtægter

Behandlingsgebyret afspejler ikke omkostningerne, da forbrændingsanlæggene har betydelige indtægter fra salg af el og varme. På figuren nedenfor illustreres spredningen i behandlingsgebyrerne til forbrænding af almindeligt brændbart affald, der ikke kræver neddeling. Bemærk, at mange anlæg kan have forskellige behandlingsgebyrer for forskellige typer af affald.

²² Det skal bemærkes, at forrentning er beregnet som 6% af den gennemsnitlige værdi af anlæggets aktiver (kapitalværdi) for år 2000. Forrentning beregnes sædvanligvis på denne måde i finansielle analyser, og fortolkningen er, at der er en omkostning ved at have bundet pengene i anlægget fremfor f.eks. at have investeret i obligationer. Forrentningen omfatter således ikke faktiske finansielle omkostninger (renteudgifter og -indtægter). Analysen forholder sig således ikke til, hvor effektive anlæggene er til at låne penge.

Figur 4.5 Behandlingsgebyr eksklusiv moms og statsafgift, forbrændingsanlæg (kr/ton)

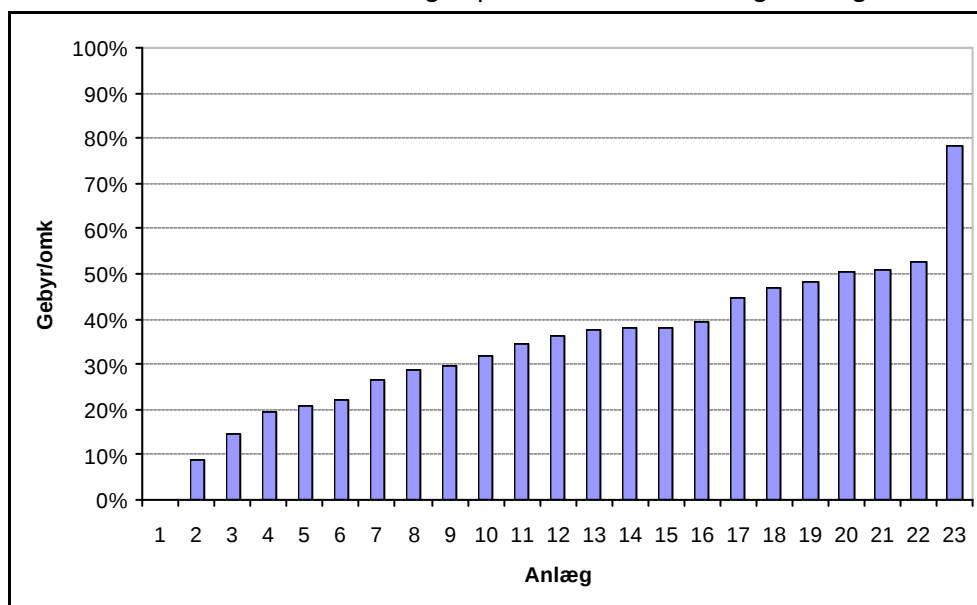


Note: Behandlingsgebyret er for almindeligt forbrændingsegnet affald, der ikke kræver neddeling.

Der er en betydelig variation i behandlingsgebyrerne. Et enkelt anlæg opkræver ikke noget gebyr ud over statsafgiften, mens et andet anlæg opkræver mere end 900 kr. pr. ton ud over statsafgift. Gebyret eksklusiv moms og statsafgift er generelt væsentligt lavere end bruttoomkostningerne pr. ton. Det hænger selvfølgelig sammen med, at anlæggene har betydelige indtægter fra salg af el og varme samt mindre indtægter fra øvrige aktiviteter. Endvidere kan forholdet mellem omkostninger pr. ton og behandlingsgebyrer afvige fra år til år eksempelvis pga. årlige reguleringer (overskud/underskud i det foregående år).

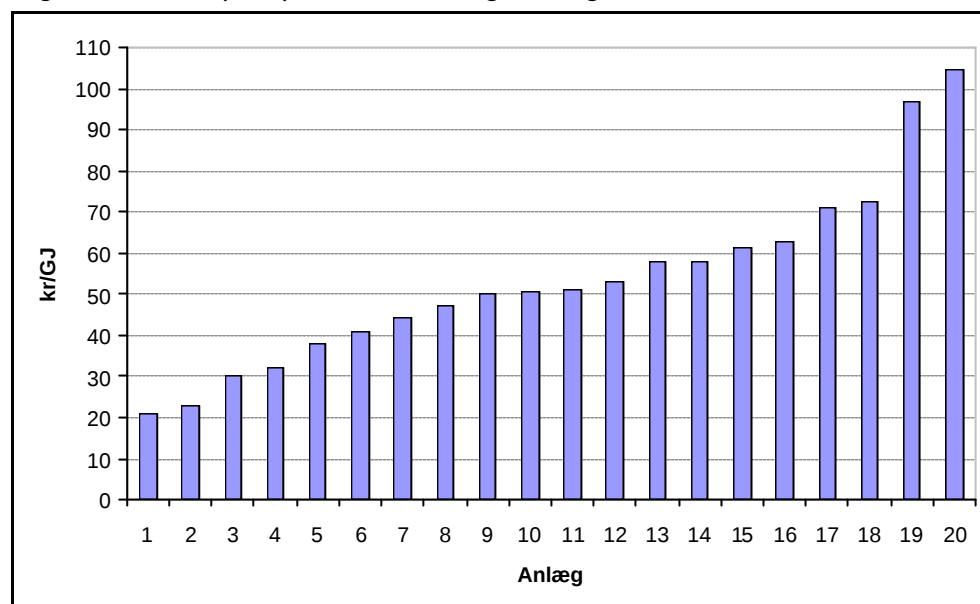
Behandlingsgebyrets andel af omkostningerne fremgår af figuren nedenfor.

Figur 4.6 Behandlingsgebyr eksklusiv moms og statsafgift i forhold til bruttoomkostninger pr. ton, forbrændingsanlæg



Mens elprisen ikke varierer meget fra anlæg til anlæg, er der en betydelig variation i den varmepris, anlægget kan opkræve. Varmeprisen er nemlig typisk ikke ensartet omkostningsfastsat, idet den fastsættes som det laveste af den omkostningsbestemte værdi og substitutionsprisen²³. Dette er illustreret i figuren nedenfor.

Figur 4.7 Varmepris på forbrændingsanlæg



Figuren illustrerer, at der er op til en faktor 5 mellem den laveste og højeste varmepris. Dette tyder på meget forskellige indtjeningsmuligheder for anlæggene. Det gør også, at visse anlæg kan få dækket en større del af deres omkostninger og dermed har gunstigere vilkår end andre. Disse anlæg har muligvis mindre incitament end de øvrige anlæg til at reducere omkostningerne. Det skyldes, at hvis man får en lav varmepris er man nødt til at få dækket sine omkostninger ved et højere affaldsgebyr. Det øger incitamentet til at reducere omkostningerne²⁴.

Miljø

Anlæggenes økonomiske forhold er væsentlige i relation til benchmarkingen, men det er samtidigt vigtigt at tage højde for, at anlæggene lever op til en vis miljøstandard. Der er forskel på de nærmiljøkrav, som anlæggene bliver stillet overfor, således bliver nogle anlæg pålagt specielle krav fra lokal side (jf. Afsnit 3.6).

Blandt anlæggene er 5 ISO-certificeret. ISO-certificeringerne er af typen ISO-14001, ISO-9002 eller EMAS.

Anlæggenes er blevet spurgt, om de lever op til det nye EU-direktiv²⁵, der bl.a. regulerer luftemissioner og spildevandskvalitet. Direktivet skal implementeres i dansk lovgivning inden udgangen af 2002, og anlæggene skal inden udgangen af 2005 leve op til kravene i direktivet. Besvarelserne viser imidlertid, at kun

²³ Der henvises til Bekendtgørelse af lov om varmforsyning LBK nr 772 af 24/07/2000 §20.

²⁴ Kilde: Milgrom, Paul og John Roberts (1992): Economics, organization and management og Tirole, Jean (1988): The theory of industrial organization

²⁵ Direktiv 2000/76/EC af 4. december 2000.

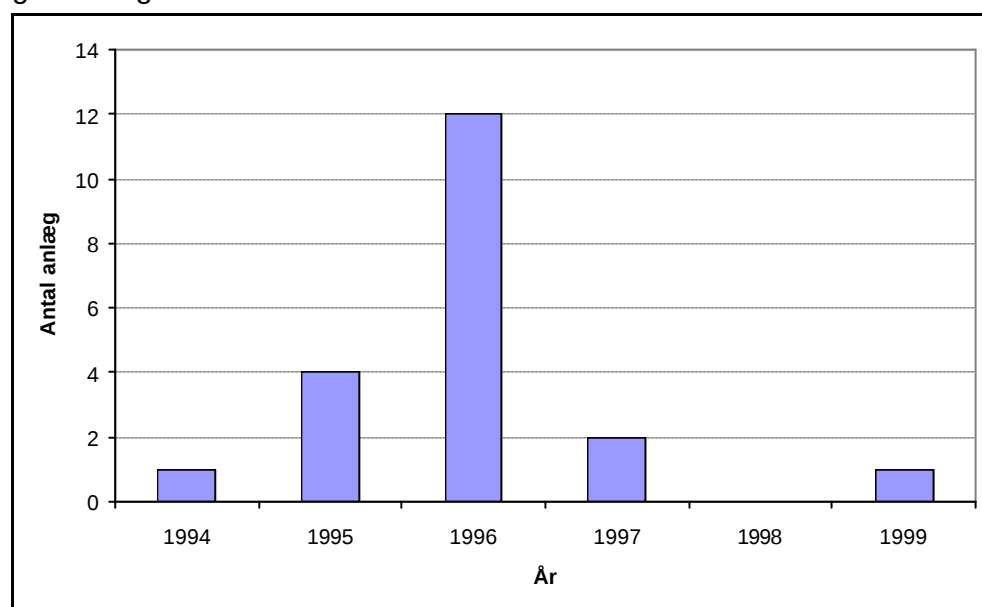
ca. en fjerdedel af anlæggene angiver, at de med sikkerhed allerede lever op til alle kravene i direktivet, mens godt og vel det samme antal anlæg ikke mener, at de lever op til direktivet. De resterende anlæg angiver, at de på de fleste punkter lever op til EU-direktivet.

Tabel 4.5 Opfylder anlægget EU direktiv 2000/76/EF af 4/12-2000

	Antal
Ja, helt sikkert	6
På de fleste punkter	9
Nej	7
Ikke besvaret	1
I alt	23

Anlæggene er tillige blevet spurgt, om de udarbejder grønt regnskab. Svarenes fordeling ses i figuren nedenfor. Det fremgår, at langt de fleste anlæg begyndte at lave grønt regnskab i 1996. Et enkelt anlæg først i 1999, da anlægget først åbnede dette år.

Figur 4.8 Fordeling af anlæggene efter hvornår de begyndte at lave grønt regnskab



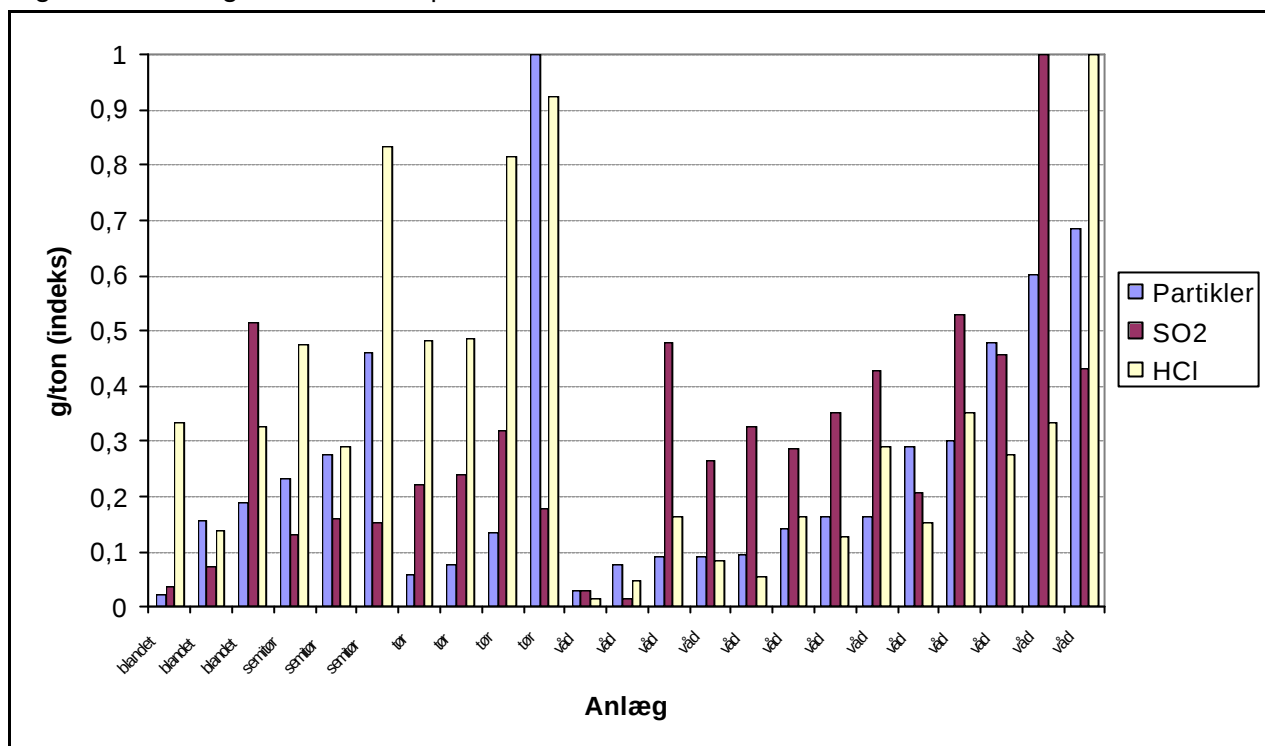
Note: Tre anlæg har ikke besvaret spørgsmålet.

Der er stor fokus på luftemissionerne fra forbrændingsanlæggene, og disse rapporteres i anlæggenes grønne regnskaber.

I figuren nedenfor vises emissionerne af partikler, SO₂ og HCl fra anlæggene. Der er også spurgt til anlæggenes øvrige emissioner, der indbefatter CO, TOC, HF og NO₂, samt dioxin og en række tungmetaller, men de er ikke vist her. Alle disse emissioner er reguleret af EU-direktivet, men specielt emissionerne af tungmetaller har mange anlæg ikke opgjort.

Der ses i figuren en endog meget stor variation i partikler, SO₂- og HCl-emissionerne.

Figur 4.9 Udvalgte emissioner pr. ton forbrændt affald



I figuren angives, hvilken type røggasrensning anlæggene har. Typen af røggasrensning kan ikke forklare størrelsen af emissionen pr. ton for partikel- og SO₂-emissioner. Til gengæld har de våde anlæg i analysen signifikant lavere HCl-emissioner end de øvrige anlæg. Det harmonerer med generel teknisk viden om røggasrensning.

Det er endvidere kendt, at der er en svag tendens til at tørre anlæg har lavere SO₂-emissioner end våde anlæg uden SO₂-proces. Det omvendte forhold gør sig gældende, hvis de våde anlæg har SO₂-rensning. Det kan forklare, at der ikke ses en tydelig sammenhæng mellem røggasrensningstypen og SO₂-emissionerne.

Endvidere ses en vis – men ikke helt klar - tendens til, at emissionerne er sammenhængende, således at anlæggene med lave partikelemmissioner også har lave SO₂- og HCl-emissioner og omvendt. Det tyder på, at nogle anlæg generelt belaster miljøet mindre end andre.

Usikkerhed ved emissionsmålingerne

Emissionsopgørelserne på anlæggene bliver enten baseret på kontinuerte målinger eller et mindre antal stikprøver i løbet af året. I nogle tilfælde er der kun tale om to målinger. På anlæg, der kun tager stikprøver, kan opgørelserne være temmeligt usikre. Ligger én af stikprøverne i den høje ende, kommer anlægget ud med et relativt højt resultat.

Et anlæg opgiver eksempelvis partikelemissionerne i 1999 til dobbelt så meget som i 1998 men kun 79% i 2000. Alle målinger er foretaget på det samme anlæg.

Det er derfor særdeles relevant at lave usikkerhedsberegninger for emissionerne for at undersøge det endelige resultats følsomhed over for emissionerne.

Slaggerne fra forbrænding udgør ca. 20% af den indvejede mængde, så der er tale om betydelige mængder. Anlæggene er blevet spurgt om, hvor stor en del af slaggerne, der genanvendes. Langt størstedelen af anlæggene har angivet, at de genanvender 100% af slaggerne. Det bør dog bemærkes, at der pr. 1. januar 2001 er kommet skærpede krav til slagternes kvalitet²⁶. Det betyder at perioden til mellemdeponering af slagger bliver øget, og at anlæggenes udgifter til mellemdeponering dermed stiger.

Anlæggene er blevet spurgt om mængden af restprodukt fra røggasrensning. Der er størrelsesmæssig forskel på mængden af restprodukter, alt efter om anlæggene har våd eller tør røggasrensning.

Anlæggene er blevet spurgt, om de har specielle krav til udledning af spildevand. Her har 2 anlæg svaret, at de har særlige krav for indholdet af kadmium (Cd) og et enkelt anlæg har svaret at de har et særligt krav til saltindholdet i spildevandet. De øvrige anlæg har ikke svaret, at de har specielle krav for spildevandet.

Service- og øvrige forhold

I et forsøg på at opfange alle vigtige forhold der spiller ind på driften af anlæggene, blev de tillige stillet en række spørgsmål om serviceforhold (jf. Afsnit 3.6). De blev bl.a. spurgt om forhold i relation til deres ansatte, arbejdsmiljø og ressourceforbrug på andre serviceopgaver.

Indsamlingen af data om ansatte viser, at der er en stor variation i det antal ansatte, som forbrændingsanlæggene har ansat i forhold til den forbrændte mængde. I gennemsnit har forbrændingsanlæggene ansat ca. 3,2 mand pr. 10.000 tons forbrændt affald²⁷. Gennemsnittet dækker over en spredning fra 1,7 til 7,8 mand pr. 10.000 tons forbrændt. Det anlæg, der har næstflest ansatte pr. 10.000 ton, har dog kun 4,6 ansatte pr. 10.000 tons forbrændt.

²⁶ Restproduktbekendtgørelsen, Bekendtgørelse nr. 655 af 27. juni 2000.

²⁷ Gennemsnittet er vægtet med affaldsmængderne. Tages et uvægtet gennemsnit fås 3,5 ansatte pr. 10.000 tons forbrændt affald.

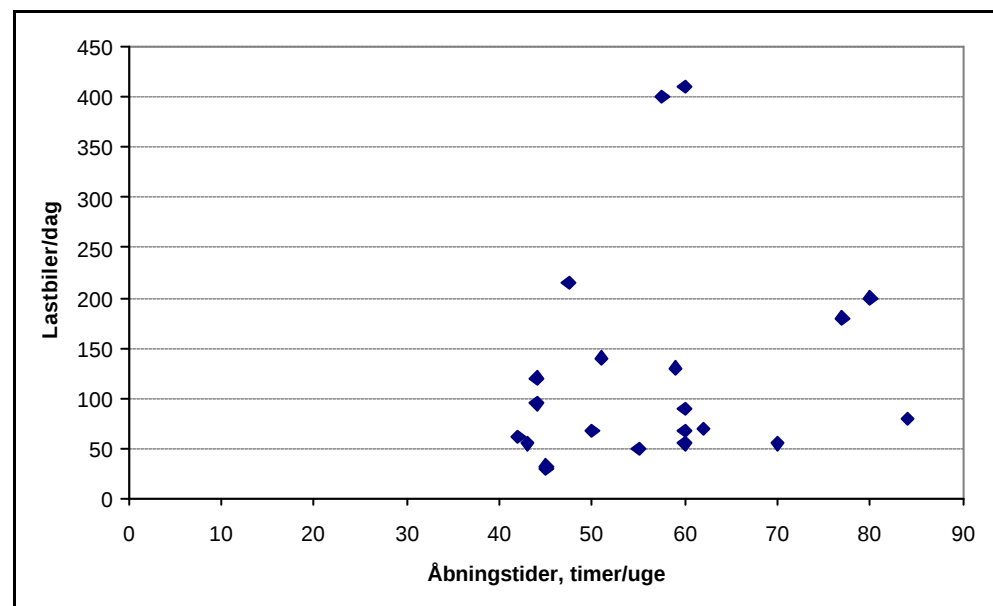
Antallet af ansatte afspejler flere forhold. For det første er der stordriftsfordele. Store anlæg klarer sig med relativt færre ansatte i forhold til affaldsmængden end små anlæg. For det andet har anlæggene forskelligt træk på eksterne folk, der ikke indgår i antallet af ansatte. For det tredje er anlæggene mere eller mindre mandskabskrævende. Der er således en afvejning mellem at have et meget mandskabskrævende anlæg og et dyrere men mere automatiseret anlæg. Endvidere er der i et vist omfang forskellige aktiviteter knytter til anlæggene, eksempelvis forbehandling og nedknusning, hvilket kan medføre forskelligt mandskabsbehov. Endelig udfører anlæggene en varierende mængde serviceopgaver.

Gennemsnitsalderen for de ansatte på forbrændingsanlæggene er ca. 45 år. Det dækker over en spredning i gennemsnitsalderen på 39-50 år på de enkelte anlæg.

Det gennemsnitlige antal sygedage pr. ansat i år 2000 udgjorde 7,8. Dette dækker over en spredning fra 2-17 dage pr. ansat.

De ansatte skal dels holde anlægget kørende, dels servicere kunderne i åbningstiden. Forbrændingsanlæggenes åbningstider er således en serviceparameter over for kunderne, men kan også være en betydende parameter i forhold til effektiviteten på anlægget. Det er dog vigtigt at bemærke, at åbningstiden ikke alene siger noget om ressourceforbruget på anlæggene, idet der kan være stor forskel på bemanningen på forskellige tidspunkter af dagen.

Figur 4.10 Antal lastbiler der kommer til anlægget målt mod åbningstid



Note: To anlæg er ikke med, da de havde angivet døgnåbent.

Som det fremgår af figuren ovenfor, har anlæggene typisk åbent mere end 45 timer om ugen. Ingen forbrændingsanlæg oplyser, at de har en ugentlig åbningstid på under 42 timer pr. uge, mens et enkelt oplyser, at det har åbent hele 84 timer om ugen. Åbningstiden skal ses i sammenhæng med, hvor mange lastbiler der dagligt ankommer til forbrændingsanlægget. Antallet af lastbiler varierer naturligvis med den mængde affald, som anlægget modtager, men der ses ingen klar sammenhæng mellem lastbiler, der kommer, og anlæggets åbningstid.

Anlæggene er blevet spurgt, om de assisterer kommunen/kommunerne med at udarbejde kommunale affaldsplaner. Ni ud af 23 anlæg, dvs. 39%, har svaret ja, mens 57% har svaret nej. Et enkelt anlæg har ikke besvaret spørgsmålet.

Anlæggene er endvidere blevet bedt om at anslå forbrændingsanlæggets tidsforbrug til en række serviceopgaver, f.eks. information og vejledning, affaldsplanlægning, takstberegning, besøg m.m. Omtrent halvdelen af anlæggene har svaret på spørgsmålene, og mange angiver, at det er svært at opgøre tidsforbruget pga. manglende registrering af timeforbruget på specifikke opgaver.

Svarene dækker over meget store variationer. Det samlede tidsforbrug på forbrændingsanlæggene til denne slags opgaver er angivet til mellem 68 og 1.825 timer årligt. Det maksimale tidsforbrug svarer således til ca. 1 fuldtidsbeskæftiget.

Modsat deponeringsanlæggene spiller øvrige aktiviteter end forbrænding ikke så stor en rolle på forbrændingsanlæggene. Sideaktiviteter er specielt vigtige i benchmarkingen, hvis anlæggene kan opnå en økonomisk fordel ved at have flere aktiviteter. Det fremgår af besvarelserne, at knap halvdelen af anlæggene ikke har andre aktiviteter på anlæggene end forbrænding.

Til trods for de belyste forskellige karakteristika for forbrændingsanlæggene kan anlæggene opfattes som homogene enheder i relation til benchmarkinganalysen. Det er derfor relevant at analysere anlæggene i en DEA-model.

4.3 DEA-model

Der tages udgangspunkt i én DEA-model, som vurderes at beskrive anlæggenes produktion på den bedste måde. Til denne model er udvalgt de mest centrale variable ud fra en *overordnet betragtning* om, hvilke elementer der spiller en rolle i driften af forbrændingsanlæggene. Denne model kaldes i det følgende for basis DEA-modellen.

Modellen er efterfølgende suppleret med en række DEA-analyser med forskellige kombinationer af variable. For overskuelighedens skyld præsenteres her først resultatet af basismodellen i detaljer, hvorefter resultaterne fra de øvrige DEA-analyser præsenteres mere overordnet (dog med detaljer dokumenteret i bilag).

Input og output

Som input i basis DEA-modellen indgår forbrændingsanlæggets bruttoomkostninger, udvalgte luftemissioner og den ikke-genanvendte slaggemængde.

Fortolkningen af bruttoomkostningerne som et input er naturlig, da det er en ressource, der skal til for at forbrænde affaldet. Bruttoomkostningerne på anlæggene betragtes samlet, så delelementer, f.eks. driftsomkostninger alene eller afskrivninger og forrentning alene, analyseres ikke separat i basis DEA-analysen. En opdeling af omkostningerne i drifts- og anlægsomkostninger analyseres i en supplerende DEA-analyse i næste afsnit.

Fortolkningen af emissioner og ikke-genanvendt slaggemængde som input i analysen er, at de er en belastning for miljøet og dermed en omkostning for samfundet ligeså vel som de faktiske omkostninger på anlæggene. Emissionerne og den ikke-genanvendte slaggemængde kunne også inddrages som output i analysen (sådan som miljøoutput normalt forbindes med anlæggene), men ville da skulle modelleres som et uønsket output. Den valgte tilgang vurderes at give en mere klar fortolkning.

Centrale, repræsentative emissioner er udvalgt. Valget af partikler er baseret på, at partikler er meget sundhedsskadelige, og at emissionen af tungmetaller, som også er sundhedsskadelige, er korreleret med partikelemissionerne. SO₂ repræsenterer anlæggenes sure emissioner. Endvidere fremgik det af dataafsnittet, at der - modsat de sure HCl-emissioner - ikke er en entydig tendens til høje eller lave SO₂-emissioner afhængig af røggasrensningstypen. SO₂ giver derfor det mest retvisende billede.

Det er også relevant eksempelvis at inddrage dioxin, da nogle anlæg renser specifikt for denne type emission. Datagrundlaget for dioxinemissioner er for sparsomt til, at dioxin kan inddrages eksplicit i analysen. I en supplerende analyse i næste afsnit justeres for omkostninger til dioxinrensninger for på denne måde at korrigere for forskelle i dioxinrensning på anlæggene.

Emissionerne af CO, TOC og NO₂ er ikke inkluderet i analysen. NO₂ kunne være relevant at inkludere, men 11 af anlæggene har desværre ikke opgivet denne emissionstype. TOC og specielt CO²⁸ anses for at være mindre væsentlige i forhold til de medtagne emissioner, og desuden har enkelte anlæg ikke angivet disse emissioner.

Slagger er ligesom emissionerne en belastning for miljøet. Den ikke-genanvendte slaggemængde er inddraget, fordi disse slagger deponeres og er dermed en belastning for miljøet. Restprodukterne fra anlæggenes røggasrensning repræsenterer også et miljøproblem, men der er stor forskel på mængden af restprodukter på våde og tørre anlæg. Endvidere er det i ligeså høj grad sammensætningen som mængden, der har betydning i forhold til miljøet. Oplysninger om restproduktets sammensætninger er ikke indrapporteret i spørgeskemaet, da det er meget komplekst. Spildevandet er ligeledes en miljøparameter for anlæggene. Spildevandet er dog heller ikke kvalificeret i mængde og sammensætning i spørgeskemaet, og kan derfor ikke indgå i DEA-analysen.

Som output i analysen er inddraget forbrændt affaldsmængde, produceret mængde varme og produceret mængde el.

Den samlede forbrændte affaldsmængde indgår som output i basis DEA-analysen. Forbrænding af affald fortolkes som en ydelse og derfor et output. Analysen forholder sig således ikke til, at det måske vil være samfundsøkonomisk fordelagtigt at minimere affaldsmængderne.

Affaldets sammensætning er ikke inkluderet, da det er vurderet at have mindre betydning for det enkelte anlæg, idet anlæggene i høj grad er optimeret til at modtage den affaldssammensætning, som oplandet genererer. Det er således ikke en entydig fordel eller ulempe at modtage meget af en given affaldstype.

²⁸ CO anses ikke for at have væsentlige sundhedsskadelige effekter, når det slippes ud i atmosfæren. I værdisætningslitteraturen er CO ofte prissat med nul.

Det skal dog bemærkes, at mange anlæg er optimeret til affaldssammensætningen som den var ved anlægstidspunktet. Sammensætningen har imidlertid ændret sig siden da og vil ændre sig fremover (jf. Affald 21), hvilket har betydning for driften af anlæggene. Det vurderes imidlertid ikke, at anlæg kan blive efficiente, blot fordi de har en stor mængde af en given type affald til forbrænding, jf. Afsnit 3.2 side 25. Derfor er det i stedet undersøgt, om de varierende brændværdier på de enkelte anlæg kan forklare variationen i scorer.

Den producerede mængde varme indgår som output i basis DEA-analysen. Ved at vælge den producerede mængde ses bort fra det faktum, at en del anlæg bortkøler en betydelig mængde af den producerede varme. I en supplerende DEA-analyse er dette forhold belyst nærmere.

Endelig er den producerede mængde el inddraget som output i basis DEA-analysen. Den producerede mængde el pr. ton affald varierer betydeligt fra anlæg til anlæg (jf. Tabel 4.3). Denne tilgang betyder, at rene VV-anlæg analyseres sammen med KV-anlæg. VV-anlæggene producerer ikke el. Til gengæld producerer disse anlæg mere varme end KV-anlæggene, og VV-anlæggene får derfor større mulighed for at være efficiente på varmeproduktionen. Input og output fremgår af tabellen nedenfor.

Tabel 4.6 Input og output i basis DEA-analysen

Type variabel	Variabel	Enhed
Input	Samlede bruttoomkostninger	Kr
Input	Partikelemissioner	Kg
Input	SO ₂ -emissioner	Kg
Input	Ikke-genanvendt slaggemængde	Ton
Output	Forbrændt mængde	Ton
Output	Produceret mængde varme	GJ
Output	Produceret mængde el	MWh

Note: Alle variable er årlige for 2000.

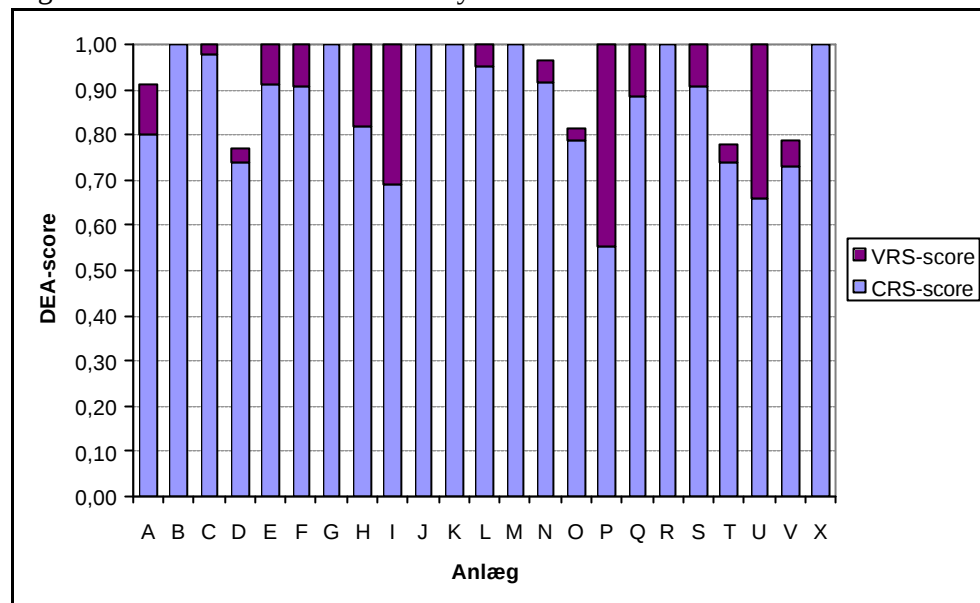
Resultater

På basis af input og outputvariablene i tabellen er basis DEA-analysen gennemført, og scorerne for hvert af de 23 forbrændingsanlæg er afbildet i figuren nedenfor. En score på 1 betyder, at anlægget er efficient, mens et anlæg med en score mindre end 1 er inefficiant²⁹.

Resultaterne er vist for de to analyser, hvor der i den ene antages ikke at være stordriftsfordele/ulempen (CRS), mens der i den anden antages at være stordriftsfordele/ulempen (VRS). Forskellen mellem de to scorer – det der på figuren er mørkt – kan overordnet fortolkes som et skalapotentiale, mens det hvide mellemrum oven over søjlerne overordnet kan fortolkes som et potentiale knyttet til anlæggenes tekniske formåen.

²⁹ Scoren giver et konservativt estimat for, hvor stor en andel af samtlige input, anlægget burde kunne nøjes med og stadig producere den samme mængde output. Estimateret er konservativt, fordi der kan optræde såkaldt inputslack i inputvariablene (se Bilag 1). Det er undersøgt, om der er inputslack af betydning for de indgående variable. For omkostningerne er der intet input-slack, mens der for emissionerne ses et blandet billede. Inputslacket er størst for SO₂ emissioner.

Figur 4.11 Scorer i basis DEA-analysen



Note: For anlæg I er der identificeret stordriftsulemper, så dette potentiale opfattes som et teknisk potentiale.

Mere konkret ses det, at 7 anlæg er efficiente under antagelse om fravær af stordriftsfordele/ulemper. De 16 inefficiente anlæg i den analyse har en gennemsnitlig score på 0,81, hvilket betyder, at de inefficiente anlæg kan reducere deres input med mindst 19% i gennemsnit og samtidig producere det samme output, dvs. forbrænde den samme mængde og producere den samme mængde el og varme. Den gennemsnitlige score for samtlige anlæg er 0,87.

I analysen med antagelse om stordriftsfordele/ulemper er 17 anlæg efficiente. De 6 inefficiente anlæg har en gennemsnitlig score på 0,84, hvilket betyder, at de 6 inefficiente anlæg kan reducere deres input med mindst 16% i gennemsnit. Den gennemsnitlige score for samtlige anlæg er 0,96.

Effektivisering på anlæggene ses i analysen

Nogle af de danske forbrændingsanlæg har i spørgeskemaet angivet, at de i en årrække har gennemgået en effektiviseringsproces. Blandt andet har de haft stor fokus på ledelsen af de enkelte anlæg, og arbejder også tæt sammen om f.eks. ansættelse af faglærte teknikere, som på denne måde kan servicere de pågældende anlæg med kort varsel.

De pågældende anlæg på nær ét kommer ud som efficiente i VRS analysen. Det sidste er meget tæt på at være efficient. Dog kunne visse af anlæggene vinde ved at blive lidt større.

Som tidligere nævnt er det intuitivt logisk at acceptere, at forbrændingsanlæg har stordriftsfordele. Til gengæld er der ikke noget der taler for at meget store anlæg vil have vanskeligere ved at være effektive, hvorfor stordriftsulemper ikke accepteres. I sammenligningen af scorerne for hvert anlæg i de to analyser kan det fastlægges, om analysen peger på stordriftsfordele eller stordriftsulemper for et enkelt anlæg.

For 15 af de 16 CRS-inefficiente anlæg peger analysen på, at anlæggene ville kunne klare sig bedre, hvis stordriftsfordelene kunne udnyttes. Dette harmonerer med forventningen om, at der eksisterer stordriftsfordele. Det er undersøgt, om det sidste anlæg kan tænkes at have stordriftsulemper ved ikke at kunne afsætte sin varme, som det eksempelvis er tilfældet på fjernvarmeområdet. Det er dog ikke tilfældet³⁰, og det er derfor valgt at opfatte potentialet for dette anlæg som et egentligt teknisk potentiale³¹. På denne baggrund er det samlede bruttoeffektiviseringspotentiale beregnet. Dette er vist i tabellen nedenfor.

Tabel 4.7 Samlet bruttoeffektiviseringspotentiale, forbrændingsanlæg

	Uden stordriftsfordele	Med stordriftsfordele
Omkostninger (mio. kr./år), alle anlæg	213	145
Gennemsnitlig besparelse pr. anlæg	13%	9%
Gennemsnitlig besparelse pr. inefficiant anlæg	18%	23%

Note: Potentialet pr. anlæg er forskelligt fra det potentiale, de gennemsnitlige DEA-scorer udtrykker, fordi besparelsen er udtrykt i kr., mens DEA-scorerne var udtrykt pr. anlæg og derfor ikke tog hensyn til størrelsen af anlæggene.

Det fremgår, at det beregnede bruttoeffektiviseringspotentiale på basis af den foreløbige analyse ligger på 145-213 mio. kr. årligt svarende til en besparelse på i gennemsnit 9%-13% pr. anlæg. Potentialet på 213 mio. kr. er udtryk for et unuanceret bud på det langsigtede bruttopotentiale på forbrændingsområdet, der medtager strukturændringer. 60% af potentialet på 213 mio. kr. findes på 3 anlæg.

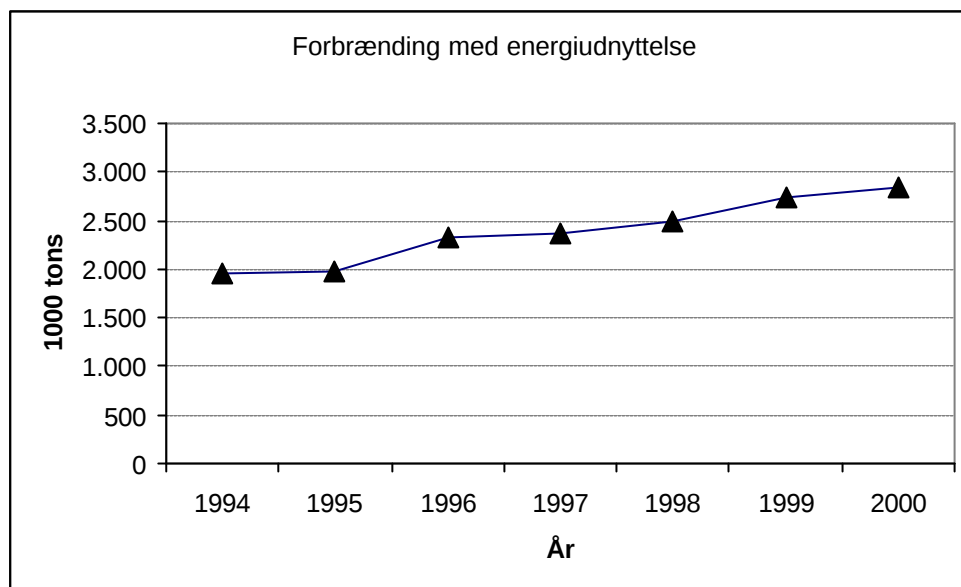
Årsager til effektiviseringspotentialet

Et vigtigt element i en effektiviseringsdiskussion på forbrændingsområdet er udviklingen i mængden af affald. Figuren nedenfor viser udviklingen fra 1994 til 2000.

³⁰ Det kan nævnes, at anlægget i 2000 bortkølede mindre end 0,25% af den producerede varme. Det er COWIs vurdering, at affaldsoplandet ikke er en begrænsende faktor for det pågældende anlæg.

³¹ For det anlæg, der producerer på for stor skala, omdefineres skala-inefficiensen til teknisk inefficiens. Når en antagelse om stordriftsulemper ikke accepteres, er dette den korrekte måde at håndtere og beskrive inefficiensen på.

Figur 4.12 Udviklingen i mængder på forbrændingsområdet



Kilde: Miljøstyrelsen.

Mængderne til forbrænding har således været stigende over en årrække, og på grund af en bevidst politik om at sikre lige netop den nødvendige kapacitet kører stort set alle forbrændingsanlæg på deres kapacitetsgrænse. Det har givetvis en betydning for størrelsen af effektiviseringspotentialet, da kapitalapparatet dermed udnyttes fuldt ud.

Kvalificering af potentialet

Der er imidlertid ikke taget højde for øvrige årsager til forskelle i scorer og heller ikke, at en del af potentialet skyldes faktorer, som forbrændingsanlæggene ikke vil have mulighed for at påvirke. Det uddybes i afsnit 4.5. Endvidere er robustheden af resultatet i forhold til de valgte variable ikke analyseret. Det belyses i afsnit 4.4.

Ved at inddrage emissionerne som input i analysen sikres opretholdelse af en vis miljøstandard. Det betyder også, at der faktisk er identificeret et potentiale for reduktion af luftemissioner på samme tid som et økonomisk potentiale.

Analysen viser således, at der *samtidig* med det økonomiske effektiviseringspotentiale er et miljømæssigt "effektiviseringspotentiale". For partikler ligger det samlede potentiale i størrelsesorden 5-13 tons årligt, hvilket svarer til en besparelse på i gennemsnit 5%-14% af anlæggenes partikelemissioner. For SO₂ ligger det samlede potentiale i størrelsesorden på 63-147 tons årligt, hvilket svarer til en besparelse på i gennemsnit 6%-12% af anlæggenes SO₂-emissioner.

Sparede emissioner i samfundsøkonomisk analyse

I en samfundsøkonomisk analyse ville de identificerede besparelser i emissioner kunne prissættes og indgå som en gevinst for samfundet ved en realisering af potentialet.

4.4 Kvalificerende DEA-analyser

For at kvalificere resultatet fra basis DEA-analysen er der udført en række supplerende analyser, der belyser, hvor meget resultaterne afviger ved brug af alternative kombinationer af input og output. Følgende 6 DEA-modeller er analyseret:

- Model 1: Uden ikke-genanvendt slagge. Som nævnt tidligere er der en vis usikkerhed om validiteten af denne oplysning og der er indført skærpede regler for kvaliteten af slagge for at de kan genanvendes.
- Model 2: Med HCl-emissionerne i stedet for SO₂-emissionerne.
- Model 3: Med opsplitning af omkostningerne i drifts- og anlægsomkostninger (afskrivning, forrentning og leasing).
- Model 4: Uden emissioner og ikke-genanvendte slagge.
- Model 5: Produceret varme erstattet af produceret minus bortkølet mængde.
- Model 6: Samlede omkostninger fratrukket skønnede omkostninger til dioxinrensning (investering samt drift og vedligehold).

Input og output

Tabellen nedenfor giver en samlet oversigt over de indgående variable i de supplerende modeller.

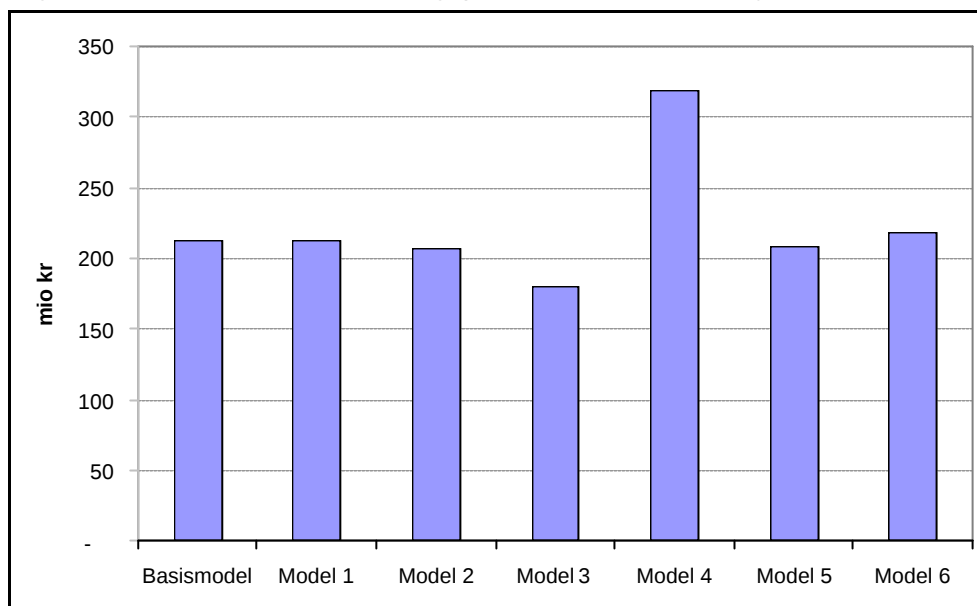
Tabel 4.8 Oversigt over input og output i analyserne

Model	BM	M1	M2	M3	M4	M5	M6
<i>Input</i>							
Samlede omkostninger (brutto)	X	X	X		X	X	
Driftsomkostninger				X			
Afskrivning, forrentning og leasing				X			
Samlede omkostninger minus forventede dioxinomkostninger							X
Partikelemissioner	X	X	X	X		X	X
SO ₂ -emissioner	X	X		X		X	X
HCl-emissioner			X				
Ikke genanvendt slaggemængde	X		X			X	X
<i>Output</i>							
Forbrændt mængde	X	X	X	X	X	X	X
Produceret mængde varme	X	X	X	X	X		X
Produceret mængde el	X	X	X	X	X	X	X
Produceret minus bortkølet mængde varme						X	

Resultater

På basis af input og outputvariablene i tabellen er de supplerede DEA-analyser gennemført. Scorerne for hvert af de 23 forbrændingsanlæg vises i Bilag 2-7. De samlede beregnede bruttopotentiale for hver af analyserne ses i figuren nedenfor. De potentialer, der sammenlignes, er bruttopotentiale inklusiv eventuelt langsigs strukturændringer.

Figur 4.13 Bruttoeffektiviseringspotentiale i DEA-analyserne



Basismodellen fra afsnit 4.3 er illustreret ved den første søjle i figuren. Det fremgår, at resultaterne fra Model 1, Model 2, Model 5 og Model 6 ligger endog meget tæt på basismodellen. Det betyder, at skiftene i variable ikke påvirker det samlede bruttopotentiale i nævneværdigt omfang.

I Model 5 skal det understreges, at det ofte er forhold, som anlægget ikke har mulighed for at påvirke, der medfører, at en del af affaldsvarmen bliver bortkølet. På det samlede niveau betyder denne forudsætning som vist stort set intet. Effekten på det enkelte anlæg kan dog være større (se bilag).

De modeller, hvor det samlede potentiale påvirkes i større omfang, er Model 3 og Model 4. Begge resultater er i overensstemmelse med forventningerne.

I Model 3 reduceres bruttopotentialet med ca. 15%. I denne model tillades det nemlig, at et anlæg kan blive efficient på to omkostningselementer i stedet for et (de samlede omkostninger). Det betyder, at et anlæg kan blive efficient, når bare den ene af disse omkostningskomponenter er lav, selvom de samlede omkostninger er høje. Dette virker ikke rimeligt. Analysen vurderes derfor ikke at være relevant til at fastlægge bruttoeffektiviseringspotentialet i det efterfølgende afsnit.

DEA-analyse på driftsomkostninger

Kunne man ikke udføre DEA-analysen som i basisanalysen, men kun inkludere driftsomkostninger i stedet for samtlige omkostninger? På den måde ville man slippe for at benytte de mere usikre omkostninger til afskrivning og forrentning, der er en fast omkostning anlæggene har svært ved at ændre.

Ved at udføre DEA-analysen alene på driftsomkostninger (og med miljø) udelades det vigtige element, at der er en afvejning mellem driftsomkostninger og anlægsomkostninger. Man kan beslutte at producere på et gammelt og næsten fuldt afskrevet produktionsapparat, men til gengæld have lave driftsomkostninger og vice versa. Således har nogle anlæg høje anlægsomkostninger, men til gengæld lave driftsomkostninger, mens andre anlæg har lave anlægsomkostninger men til gengæld højere driftsomkostninger. Det relevante i benchmarkingen er det samlede omkostningstræk, og det får man ikke med ved at lave DEA-analysen alene på driftsomkostninger.

For at belyse konsekvensen er der gennemført en DEA-analyse, som i stedet for de totale omkostninger alene medtager driftsomkostninger. Miljøparametre og outputparametre er stadig de samme som i basismodellen. Denne analyse resulterer i et samlet bruttoeffektiviserings-potentiale på 320 mio. kr. Potentialet vokser altså med ca. 50% i forhold til basis DEA-modellen. Årsagen til, at potentialet vokser så meget, er, at der er meget større variationer i driftsomkostningerne pr. ton, end der er i de samlede bruttoomkostninger pr. ton. (Det er et tilfælde, at resultatet af denne analyse svarer næsten nøjagtigt til resultatet af Model 4)

(Det skal bemærkes, at denne analyse ikke indgår i Figur 4.13.)

I Model 4 vokser bruttopotentialet med ca. 50%. I denne model tillades nemlig, at et anlæg bliver efficient, hvis det er billigt, selvom det samtidig udleder mange emissioner og slagges til deponering. Denne analyse illustrerer således også, at de anlæg, der er miljøvenlige altså betaler for at være det. Det ses i analysen, at det netop er anlæg med lave emissioner, som i basismodellen var efficiente, som i Model 4 bliver inefficente. Model 4 kunne i princippet danne grundlag for den videre analyse. I så fald skulle forskellene i emissioner i stedet medtages i den statistiske analyse. Det er imidlertid vurderet, at DEA-metoden er et bedre redskab til at tage højde for, at anlæggene har forskellige niveauer af emissioner og slagges. Derfor anvendes Model 4 ikke som grundlag for den videre analyse.

Er antallet af variable i DEA-analysen for højt?

Kan det tænkes, at antallet af variable er for højt i forhold til antallet af anlæg i analysen? Det vil i så fald bevirke, at der er for mange efficiente anlæg.

Det er rigtigt, at jo flere variable der er i analysen, jo større sandsynlighed er der for, at et enkelt anlæg bliver efficient. Det er imidlertid også vigtigt at centrale input og output ikke ekskluderes af analysen.

For at belyse konsekvensen af antallet af variable er der udført en DEA-analyse, som ekskluderer SO₂-emissionerne og den ikke genanvendte slaggemængde, men ellers er som basis DEA-analysen. Denne analyse inkluderer således 5 input og output variable i stedet for 7, men indeholder stadig én miljøparameter, hvilket er centralt for resultatets anvendelighed.

Denne analyse resulterer i et samlet bruttoeffektiviseringspotentiale på 237 mio. kr. Potentialet vokser altså med ca. 12% i forhold til basis DEA-modellen.

Som forventet har antallet af variable betydning for bruttoeffektiviseringspotentialets størrelse om end forskellen i det samlede potentiale er mindre. Det er vigtigt at understrege, at hvis man ekskluderer væsentlige variable vil analysen ikke blive retvisende. Hvis det eksempelvis blev valgt at ekskludere miljø helt af DEA-analysen, skulle de supplerende analyser justeres for miljø i stedet (hvis man fortsat mener, at emissioner udgør en ressourcebelastning for samfundet), hvilket igen ville reducere potentialet.

4.5 Supplerende analyser

Der er som nævnt en række andre forhold end de, der er inkluderet i DEA-analyserne, der potentielt spiller en rolle for effektiviteten på et anlæg. Formålet med dette afsnit er at kvalificere det identificerede bruttopotentiale ud fra disse andre forhold ved at udføre statistiske analyser. Det ultimative formål er således at identificere årsagerne til potentialet og vurdere i hvilket omfang potentialet kan realiseres. Kvalificeringen af potentialet beskrives i det følgende afsnit.

De variable, som ikke er inddraget direkte i DEA-analyserne, kan i princippet være lige så vigtige som dem, der indgår direkte. Det er imidlertid ikke alle variable, der kan integreres i en DEA-model (se Bilag 1). Derfor er en række af de indsamlede variable inddraget i supplerende statistiske analyser.

Følgende variable har været inddraget og undersøgt i supplerende statistiske analyser:

- Ovntype
- Røggasrensningstype
- Filter
- Dioxinrensning
- Ovnkapacitet
- Ovnliniernes alder
- Uplanlagte driftsstop
- Tid med driftsstop i forhold til aktiv tid
- Affaldets brændværdi
- Sideaktiviteter
- Opfyldelse af EU direktiv
- Geografisk placering
- Ejerforhold
- Sygedage pr. ansat
- Resultatløn
- Ressourceforbrug på affaldsplaner
- Åbningstid

Den statistiske analyse skal forsøge at forklare den del af potentialet, der ikke er identificeret som et potentiale relateret til stordriftsfordele (skalapotentiale). Det er således ved hjælp af lineær regression undersøgt, om VRS-scoren for anlæggene afhænger statistisk signifikant af ovenstående variable. En række af variablene indgår som dummy-variable, dvs. de antager enten værdien 0 eller 1. Dette gælder f.eks. røggasrensningstype, geografisk placering og dioxinrensning. En række andre variable er konstruerede variable mellem 0 og 1. Dette gælder eksempelvis ovntypen, som er 0, hvis anlægget kun har VV ovne, 1 hvis anlægget kun har KV ovne og mellem 0 og 1 for blandede anlæg³².

Den statistiske analyse udpeger nogle få elementer som har betydning for de identificerede scorer. De fleste af de ovenstående elementer har imidlertid vist sig ikke at have statistisk signifikant påvirkning af scorerne. I den sammenhæng skal det erindres, at de fleste anlæg er efficiente, og at der derfor

³² Her er værdien bestemt som et vægtet gennemsnit af ovntyperne med antallet af driftstimer.

ikke er mange anlæg med en score mindre end én. Endvidere er der ikke stor variation i scorerne.

Nedenfor er nævnt de variable, der har vist sig at kunne forklare forskellene i anlæggenes scorer på den bedste måde³³.

Antallet af *uplanlagte driftsstop* pr. ovn har en væsentlig betydning for anlæggenes score. Jo flere uplanlagte driftsstop, jo lavere score³⁴. Det er et meget intuitivt resultat, da det er dyrt ikke at kunne benytte anlægget optimalt. Ofte er gamle og dårligt vedligeholdte anlæg tilbøjelige til at have flere uplanlagte driftsstop end andre anlæg. Men der kan også være flere uplanlagte driftsstop, hvis anlægget drives for tæt på kapacitetsgrænsen. Det skal dog bemærkes, at resultatet også kan dække over, at anlæggene med mange driftsstop på andre punkter er inefficiente i deres drift. Det skal her bemærkes, at flere anlæg har opereret på kapacitetsgrænsen i flere år inklusiv år 2000. Med de igangværende udvidelser må antallet af uplanlagte driftsstop formodes at falde i de kommende år, givet at mængderne af affald til forbrænding ikke stiger.

Jo større andel af ovnene på et anlæg, der er *KV-ovne*, jo større er sandsynligheden for at anlægget er efficient. Det skal erindres, at benchmarkinganalysen kun betragter omkostningssiden. Branchen har peget på, at der kan være større omkostninger forbundet med at producere både el og varme. Det bekræftes altså ikke af benchmarkinganalysen.

Endelig er der en tendens til, at anlæg med *våd røggasrensning* kommer dårligere ud end de andre anlæg i analysen. Det kan skyldes, at våd røggasrensning er dyrere i investeringsomkostninger end tør og semitør røggasrensning. Anlæg med våd røggasrensning er dog billigere i drift på nogle områder, men også mere komplicerede, så forskellen kan også skyldes eksempelvis forskelle i uddannelse af personale til håndteringen af røggasrensningen.

Alle de øvrige variable nævnt i listen ovenfor har således ikke vist sig at være signifikante for anlæggenes effektivitet. Det vil eksempelvis sige, at det ikke er muligt at identificere en forskel mellem anlæg, der modtager affald med en høj og en lav brændværdi. Dette betyder, at anlæg, der på grund af sammensætningen af affaldstyper modtager affald med en lav brændværdi, ikke systematisk kommer dårligere ud i analysen end anlæg, der modtager affald med en høj brændværdi.

Det skal dog nævnes, at der ses en tendens til at anlæg, der assisterer med at udarbejde *affaldsplaner*, er mindre efficiente end de øvrige anlæg. Endvidere ses en tendens til at jo *nyere anlæggene* er, jo mindre efficiente er de. Det skyldes formentligt, at de ældre anlæg i højere grad er afskrevet.

³³ De nævnte variable er signifikante på 90%’s signifikansniveau.

³⁴ De uplanlagte driftsstop indgår både som antallet og antallet i anden i estimationen.

4.6 Kvalificering af teknisk potentiale og skalapotentiale

DEA-analysen identificerede to bruttoeffektiviseringspotentialer. Det ene potentiale var på 213 mio. kr. årligt og indeholdt både et skalapotentiale og et teknisk potentiale. Det andet potentiale var på 145 mio. kr. årligt og indeholdt kun det, der her kaldes et teknisk potentiale.

Resultaterne af den statistiske analyse anvendes i det følgende til at kvalificere det identificerede tekniske effektiviseringspotentialer på 145 mio. kr. pr. år. Efterfølgende vurderes det kvalitativt, hvor stor en del af det identificerede skalapotentiale på 68 mio. kr. (213-145 mio. kr.), der kan forventes realiseret.

Først udregnes de konkrete delelementer af det tekniske potentiale på basis af de statistiske analyser, og dernæst vurderes det resterende potentiale.

Potentialet kategoriseres som beskrevet i metodeafsnittet efter to dimensioner:

- Potentiale på kort sigt, på lang sigt og vanskeligt eller slet ikke realiserbart.
- Potentiale, som anlæggene selv kan påvirke eller som de ikke kan påvirke.

Anvendt metode til kvalificering af potentialet

Den statistiske analyse resulterer i en række parametre.

Eksempelvis er parameteren for, at anlægget har våd røggasrensning på - 0,079. Dette betyder rent teknisk, at de anlæg, der har våd røggasrensning, i gennemsnit ville have en VRS score på 0,079 højere, end de har nu, hvis de ikke havde våd røggasrensning. Dette kan direkte omregnes til et potentiale, nemlig summen af $0,079 \times \text{totalomkostningerne på de pågældende anlæg}$.

Helt så enkelt er det ikke med parameteren til uplanlagte driftsstop. For at kvalificere potentialet er det nødvendigt at vurdere, hvilket sammenligningsgrundlag, der skal anvendes. Eksempelvis en halvering af de uplanlagte driftsstop.

Teknisk potentiale

I dette afsnit benyttes resultaterne af de statistiske analyser.

Uplanlagte driftsstop

Effektiviseringspotentialer, der stammer fra uplanlagte driftsstop på de forskellige forbrændingsanlæg, kan beregnes til ca. 99 mio. kr. i år 2000 svarende til ca. 68% af det identificerede tekniske potentiale. Udgangspunktet for denne beregning er en antagelse om, at anlæggene kan halvere antallet af uplanlagte driftsstop.

De uplanlagte stop giver anledning til ekstra omkostninger, da reparationsarbejder ikke kan planlægges og dermed ofte udføres uden konkurrence med overtidsbetaling og med haste-fremskaffelse af komponenter. Det skal dog bemærkes, at resultatet også kan dække over, at anlæggene med mange driftsstop på andre punkter ikke er effektive i deres drift.

Potentialet kategoriseres som et kortsigtspotentiale, som anlæggene og deres ejere selv kontrollerer. Denne kategorisering baseres på de pågældende anlægs situation. Det skal her bemærkes, at flere anlæg har opereret på kapacitetsgrænsen i flere år. Med de igangværende udvidelser må antallet af uplanlagte driftsstop formodes at falde i de kommende år, givet at mængderne af affald til forbrænding ikke stiger. En del af potentialet kan skyldes, at anlæggene kunne vedligeholdes eller drives bedre, mens en anden del af potentialet kan skyldes, at anlæggene er gamle. Det er klart, at en modernisering af anlæggene ikke er et potentiale på helt kort sigt, men dog heller ikke på helt lang sigt.

Type ovn

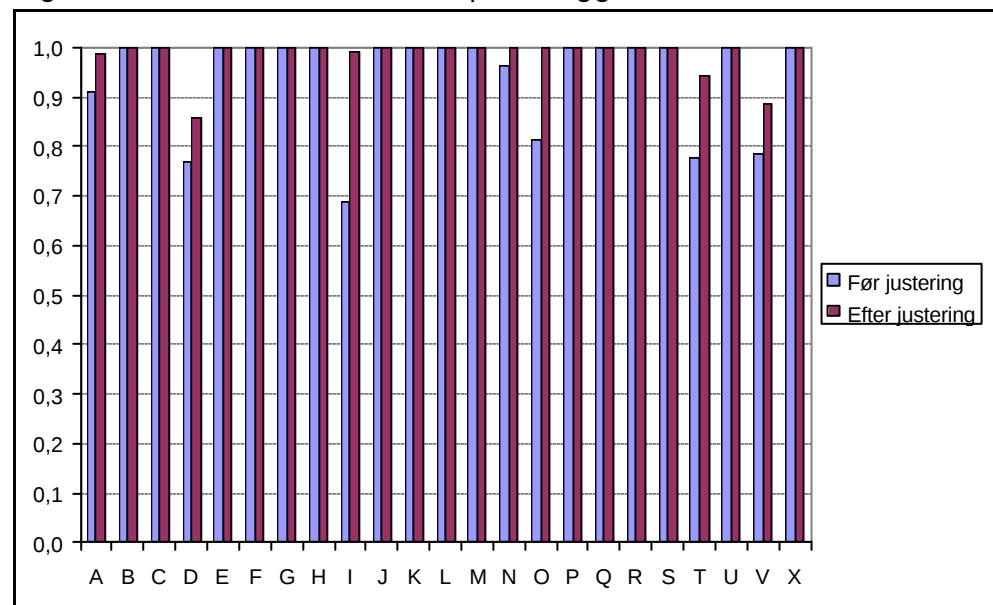
Anlæggenes ovntype bidrager med ca. 10 mio. kr. pr. år til effektiviseringspotentialet. Den statistiske analyse indikerer, at jo større andel KV-ovne på anlægget, jo bedre effektivitet. Dette potentiale vil automatisk blive en realitet, når anlæggene fornyes, men potentialet er svært at forklare. Derfor kategoriseres potentialet som et potentiale, der kun vanskeligt eller slet ikke kan realiseres.

Våd røggasrensning

Om anlæggene har våd røggasrensning, bidrager med ca. 14 mio. kr. pr. år til effektiviseringspotentialet. Den statistiske analyse indikerer altså, at jo færre anlæg med våd røggasrensning, jo bedre effektivitet. Igen er potentialet svært at fortolke. Samtidig har anlæg med våd røggasrensning den fordel, at de har mindre restprodukt end de anlæg med tør røggasrensning, hvilket hverken indgår i DEA-analysen eller i den statistiske analyse. Derfor kategoriseres potentialet under et potentiale, der kun vanskeligt eller slet ikke kan realiseres.

På basis af de tre identificerede betydende parametre er de inefficiente anlægs potentialer justeret, så potentialet for disse anlæg renses for de tre forhold. Dette er illustreret i figuren nedenfor.

Figur 4.14 Justeret VRS-scorer på anlæggene



Figuren illustrerer, at en stor del af potentialet kan forklares med de identificerede faktorer. Fortolkningen er, at for eksempelvis anlæg O har de identificerede parametre været i stand til at forklare hele det identificerede

potentiale. Anlæg O er et anlæg med våd røggasrensning, der har en VV-ovn og to KV-ovne og har haft 9 uplanlagte driftstop pr. ovn i år 2000. Det ses, at disse karakteristika forklarer hele anlæggets score ud fra den statistiske analyse.

Karakteristik af de 7 efficiente anlæg

De efficiente anlæg i analysen er meget forskellige. De er karakteriseret ved:

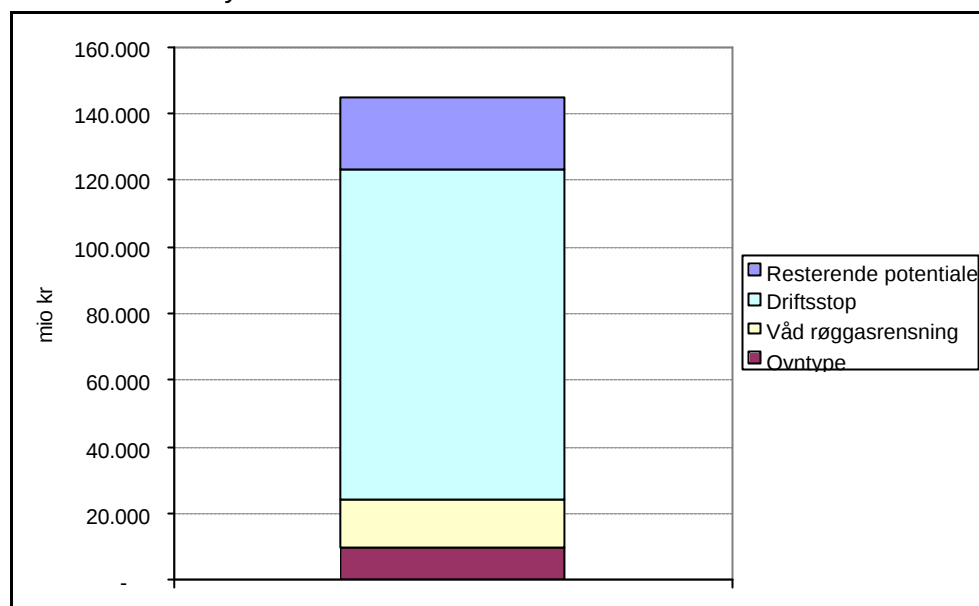
- Anlæggenes alder varierer meget.
- Anlæggene har fra 1 til 5 ovne
- De efficiente anlæg er både rene KV anlæg og blandede anlæg.
- Anlæggenes affald har ikke en markant højere brændværdi end de øvrige anlæg.
- 3 af anlæggene renser allerede for dioxin
- Blandt de 7 anlæg har 3 anlæg svaret, at de allerede lever op til kravene i EU direktivet.
- Anlæggenes materiale og ressourceforbrug (i % af de samlede omkostninger) ligger lidt under disse omkostninger på flere af de øvrige anlæg.
- Personaleomkostningerne svinger meget og er således ikke generelt lavere end de øvrige anlægs omkostninger.
- 6 ud af de 7 anlæg angiver, at de udfører forebyggende vedligehold på anlæggene.
- Anlæggene angiver, at både miljø og økonomi prioriteres højt.
- 2 af de 7 anlæg udarbejder affaldsplaner for interessentkommunerne.
- Anlæggene udfører alle serviceydelser i større eller mindre grad.

Det overordnede billede af de efficiente anlæg er således blandet.

Det resterende potentiale

Det resterende tekniske potentiale (efter justering for de testede variable) er på 21,8 mio. kr. Potentialet kan ikke umiddelbart kvalificeres ud fra den statistiske analyse. Det resterende potentiale dækker over et potentiale på ca. 12 mio. kr. på et anlæg, som har angivet, at år 2000 var et indkøringsår for en ny ovn. Ud fra et konservativt princip er det skønnet, at dette potentiale ikke er et reelt potentiale, og det grupperes derfor som et vanskeligt eller et slet ikke realiserbart potentiale. Hertil kommer ca. 1 mio. kr., der anvendes til forskellige former for serviceydelser på anlæggene, blandt andet udarbejdelse af affaldsplaner, klagesagsbehandling, besøg, takstberegning etc. Dette potentiale vil heller ikke kunne realiseres.

Figur 4.15 Kvalificering af det tekniske potentiale ud fra den statistiske analyse



For at kunne kvalificere det resterende potentiale yderligere, er der nedenfor foretaget en supplerende analyse af DEA-scorerne.

Ud over DEA-scorerne beskriver DEA-programmet også, hvordan et inefficiant anlæg skal være for at være efficient, altså hvilke omkostninger mv. anlægget skal have. Disse beregninger baserer sig på omkostningerne mv. fra de efficiente anlæg i analysen. Det kan benyttes til at kvalificere, hvilken type omkostninger de inefficiante anlæg bør kunne reducere. Omkostningerne er i det følgende splittet op i to kategorier:

- Driftsomkostninger: Personale, eksterne tjenesteydelser, materialer, øvrige og fællesomkostninger.
- Anlægsomkostninger: Afskrivning, forrentning og leasing af materiel.

Udregnes det samlede tekniske potentiale for de to omkostningskategorier er resultatet, at 111 mio. kr. eller 77% af det tekniske potentiale er driftsomkostninger, mens kun 34 mio. kr. eller 23% stammer fra anlægsomkostninger.

Det er således langt den overvejende del af potentialet, der må antages at kunne henføres til driftsomkostninger. Det er på denne baggrund vurderet, at de 9,8 mio. kr. af det resterende potentiale højst sandsynligt er driftsomkostninger, som kan realiseres på kort sigt.

Tabellen nedenfor opsummerer det tekniske potentiales fordeling.

Tabel 4.9 Opdeling af det tekniske potential, forbrændingsanlæg

	Mio. kr.
Realiserbart på kort sigt, anlæg	108
Realiserbart på lang sigt	-
Ikke realiserbart	37
I alt	145

Skalapotentiale

DEA-analysen identificerede - udover det netop diskuterede tekniske potentiale - et skalapotentiale på 68 mio. kr. årligt. Skalapotentialet peger på, at en række anlæg kunne blive bedre, hvis de kunne udnytte stordriftsfordele bedre, end de gør nu.

Dette betyder også, at anlæggene enten skulle udvides og samtidig modtage mere affald, eller at anlæggene skulle slås sammen. Affaldsmængderne til forbrænding har imidlertid været stigende og vil formentlig fortsætte med at stige i de kommende år. Samtidig har anlæggene i mange tilfælde ikke haft kapacitet nok til at forbrænde de indkomne mængder, men har været nødt til at mellemdeponere affaldet. Der er allerede i dag planlagt en udvidelse af visse anlæg, og de seneste analyser³⁵ viser, at denne udvidelse gør at kapaciteten er tilstrækkelig allerede fra 2004. Derfor er det sandsynligt, at der er affald nok til at udnytte stordriftsfordelene ved den allerede igangværende udvidelse af eksisterende anlæg.

DEA-analysens resultat om anlæg, som burde kunne udnytte stordriftsfordele, er sammenlignet med de anlæg, som er i gang med at udvide kapaciteten. Den del af skalapotentialet karakteriseres som et realiserbart kortsigtspotentiale.

Det resterende skalapotentiale er kategoriseret som et langsigtpotentiale. Dette potentiale er vurderet ved at betragte hvert enkelt af de resterende anlæg og overordnet at vurdere anlæggets varmemarked. Potentialet for anlæg, som i forvejen bortkøler mere end 5% af den producerede varme, er ekskluderet, idet disse ikke vurderes at kunne afsætte mere varme³⁶. Endvidere er potentialet for anlæg, der ligger på en geografisk placering, som påvirker affaldsoplandet, udelukket fra analysen.

På denne baggrund kan skalapotentialet opdeles som vist i tabellen nedenfor.

Tabel 4.10 Opdeling af skalapotentialet, forbrændingsanlæg

	Mio. kr.
Antages at blive realiseret ved planlagt udvidelse	17
Realiserbart på lang sigt	19
Ikke realiserbart	31
I alt	68

Potentialet er realiserbart i den forstand, at bruttoomkostningerne per ton burde blive mindre, jo større anlæggene bliver. Men, hvis de samlede mængder stiger, vil de samlede bruttoomkostninger naturligvis også stige.

En udvidelse af anlæggene kræver miljøgodkendelser. Det er derfor klart, at den realiserbare del af potentialet forudsætter, at myndighederne tillader udvidelserne. Ud fra et konservativt princip kategoriseres hele det resterende potentiale som et potentiale, anlæggene ikke selv kan påvirke.

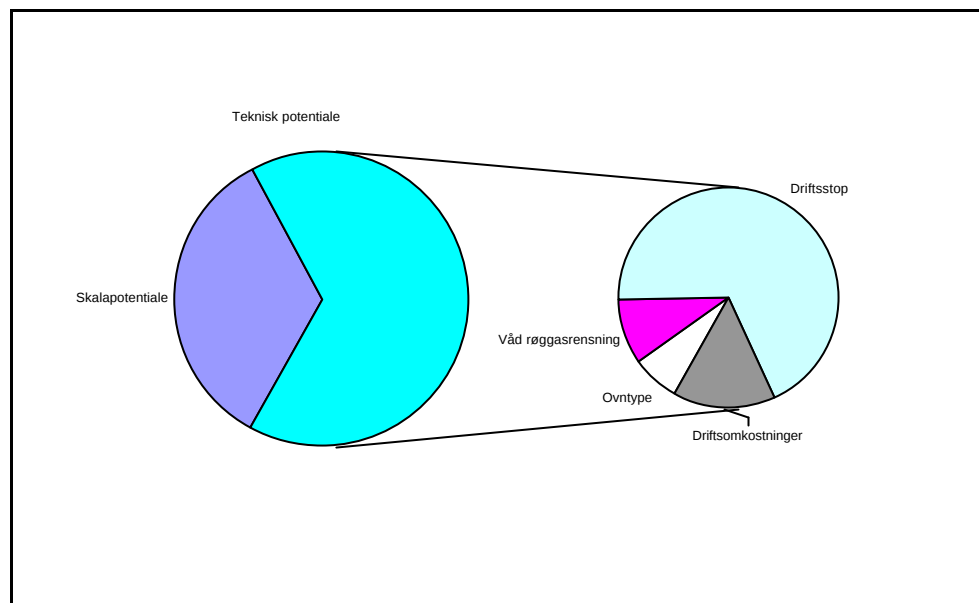
³⁵ Orientering nr. 11 fra Miljøstyrelsen: *Affaldsforbrænding i 2004 og 2008. Mængder og kapacitet*.

³⁶ Dette er COWIs vurdering. For en mere detaljeret vurdering, skulle der gennemføres en egentlig samfundsøkonomisk analyse af dette aspekt på de enkelte anlæg.

Opsummering af potentialet

Nedenfor er opsummeret fordeling af skalapotentialet og det tekniske potentiale opdelt på de identificerede poster.

Figur 4.16 Opsummering af potentialet på forbrændingsanlæg



Skalapotentialet udgør ca. 68 mio. kr. i år 2000, mens det tekniske potentiale udgør ca. 145 mio. kr. i år 2000.

Konklusion

Analysen peger på, at der er et effektiviseringspotentiale på forbrændingsområdet i Danmark. Når der er taget hensyn til alle ovenstående aspekter, er der identificeret et potentiale på ca. halvdelen af anlæggene. Potentialet er opgjort som vist i tabellen nedenfor.

Tabel 4.11 Opdeling af effektiviseringspotentiale på forbrændingsområdet i Danmark, mio. kr. i år 2000

Aktør	Anlæg	Ikke anlæg	Ikke realiserbart	I alt
Tidshorisont				
Kort sigt	120-130	-	Opdeles ikke	120-130
Lang sigt	-	15-25	Opdeles ikke	15-25
Ikke realiserbart	Opdeles ikke	Opdeles ikke	60-70	60-70
I alt	120-130	15-25	60-70	215

Det kan konkluderes, at 120-130 mio. kr. årligt, svarende til i gennemsnit 7-8% af de samlede omkostninger, bør kunne realiseres på kort sigt, mens 15-25 mio. kr. årligt, svarende til i gennemsnit 1-1,5% bør kunne realiseres på lang sigt. En mindre del af det kortsigtede og hele det langsigtede potentiale er ikke direkte beløb, der kan spares. Beløbet kan spares via en reduktion i omkostningerne per ton ved stigende mængder i forhold til omkostningerne per ton i dag (Skalapotentiale).

Der er således en stor andel af det identificerede potentiale, som bør kunne realiseres på relativt kort sigt. Analysen peger på, at en stor del af det

kortsigtede potentiale skyldes uplanlagte driftsstop, men dette resultat kan også dække over, at anlæggene med mange driftsstop på andre punkter er inefficente i deres drift. Det skal her bemærkes, at flere anlæg har opereret på kapacitetsgrænsen i flere år. Med de igangværende udvidelser må antallet af uplanlagte driftsstop formodes at falde i de kommende år, givet at mængden af affald til forbrænding ikke stiger.

For det langsigtede potentiale peger analysen på, at der er et skalapotentiale, som kan realiseres, hvis en række af anlæggene kan udnytte de fordele der er forbundet med at modtage en større mængde affald (udnytte stordriftsfordele).

De fleste anlæg afbrændte i år 2000 affald helt op til deres kapacitetsgrænse. Det vurderes, at udviklingen i affaldsmængderne til forbrænding giver grundlag for at udnytte stordriftsfordelene ved udvidelse af anlæggene fremfor sammenlægning af anlæg. Der er allerede i dag planlagt en udvidelse af visse anlæg, og de seneste analyser³⁷ viser, at denne udvidelse gør at kapaciteten er tilstrækkelig allerede fra 2004. Det identificerede potentiale vurderes derfor at kunne realiseres med den nuværende struktur. En forudsætning er dog, at den øgede energiproduktion kan afsættes til mindst de marginale omkostninger.

Det er ikke direkte undersøgt, hvor mange ressourcer, der skal til for at realisere potentialerne. Tag potentialet på 120 mio kr fra tabellen ovenfor som eksempel. Hvis det kan opgøres, at det vil koste 40 mio kr at realisere potentialet, så viser analysen, at der kan spares 160 mio kr. Potentialet på de 120 mio kr er altså en mulig netto-besparelse, givet at anlæggene investerer ligeså fornuftigt som de effektive anlæg. Årsagen er, at potentialet er bestemt ud fra anlæg, der har tilsvarende lavere omkostninger, men som allerede har afholdt evt. driftsinvesteringer.

Der er endvidere identificeret et potentiale på 60-70 mio. kr. årligt, som dog forventes kun vanskeligt eller ikke at kunne realiseres.

4.7 Resultaternes robusthed

I metodeafsnittet er usikkerheden på følgende elementer diskuteret:

- Mængder
- Omkostninger
- Miljø-parametre

Nedenfor diskuteres usikkerheden specielt i relation til forbrændingsanlæg.

Som nævnt i metodeafsnittet vurderes mængderne ikke at være usikre.

Omkostninger

For omkostningernes vedkommende, er der dels usikkerhed ved opgørelse af afskrivning og forrentning og dels ved fordeling af omkostningerne mellem de forskellige aktiviteter.

³⁷ Orientering nr. 11 fra Miljøstyrelsen: *Affaldsforbrænding i 2004 og 2008. Mængder og kapacitet.*

Afskrivninger og forrentning vurderes at være det element, der er forbundet med den mest betydningsfulde usikkerhed for forbrændingsanlæg. Denne omkostningskomponent udgør ca. 40% af de samlede omkostninger i analysen.

Ni ud af de 23 analyserede anlæg oplyser, at de ikke normalt følger årsregnskabsloven i deres regnskab. Flere af disse gør dog noget tilsvarende. De resterende anlæg har måttet skønne afskrivning og forrentning til denne undersøgelse. Det er dog undersøgt, om de 9 anlæg systematisk adskiller sig fra de øvrige anlæg i analysen, og dette er ikke tilfældet. De resterende 14 anlæg angiver, at de følger årsregnskabsloven, det vil sige opgør forretning og afskrivning efter en nøjere fastsat metode. Det kan være, at anlæggene anvender forskellige levetider, men det er vigtigere, at de anvender realistiske levetider for deres anlæg end de samme levetider på samtlige anlæg.

Et andet usikkerhedselement, der dog for forbrændingsanlæg vurderes at have mindre betydning, er fordeling af omkostninger. Ca. halvdelen af forbrændingsanlæggene har ikke andre aktiviteter end forbrænding, og her er der således ingen usikkerhed. For de øvrige anlæg vil selve forbrændingsanlægget typisk være meget omkostningstungt både på anlægs og driftssiden. Derfor betyder det mindre, om f.eks. fællesomkostningerne, som kun udgør 6%, er helt korrekt delt ud mellem de forskellige aktiviteter.

En samlet vurdering af usikkerheden på omkostningerne til forbrænding på op til $\pm$ ca.10%³⁸ vurderes at være rimelig. Dette svarer til en usikkerhed på afskrivning og forrentning på over 20% kombineret med en mindre usikkerhed på fordeling af omkostninger.

Emissioner

Emissionerne er som nævnt behæftet med måleusikkerhed, der kan være rimelig stor. For emissionerne er der således anvendt en usikkerhed på $\pm$ ca.30%. De to indgående emissioner, partikler og SO₂ er varieret uafhængigt af hinanden.

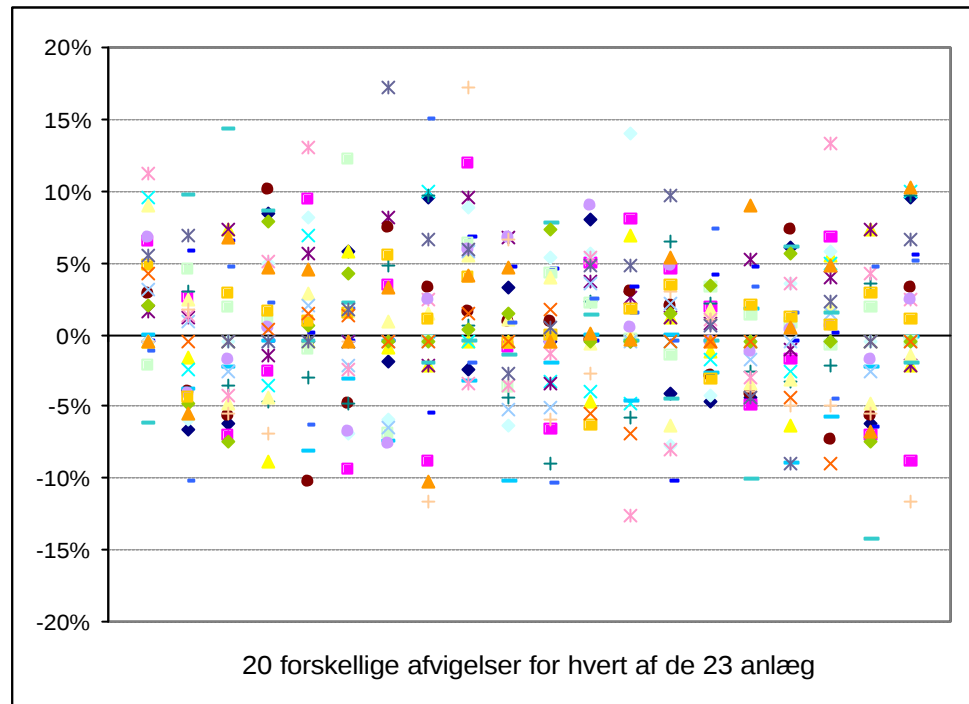
³⁸ Da der opereres med normalfordelte afvigelser, kan de ikke helt holdes inden for $\pm$ 10%. Visse ligger over.

Konkret metode

I de præsenterede robusthedsanalyser er data-elementerne ændret 20 gange med en tilfældig (normalfordelt) faktor. Dernæst er der gennemført en DEA-analyse svarende til hvert af de 20 datasæt, og de resulterende scorer er anvendt til at udregne det totale effektiviseringspotentiale.

De anvendte tilfældige tal er vist i figuren nedenfor for afvigelserne på ca. $\pm 10\%$. For afvigelserne på $\pm 30\%$ er der anvendt 3 gange disse afvigelser.

Figur 4.17 Anvendte afvigelser i robusthedsanalysen

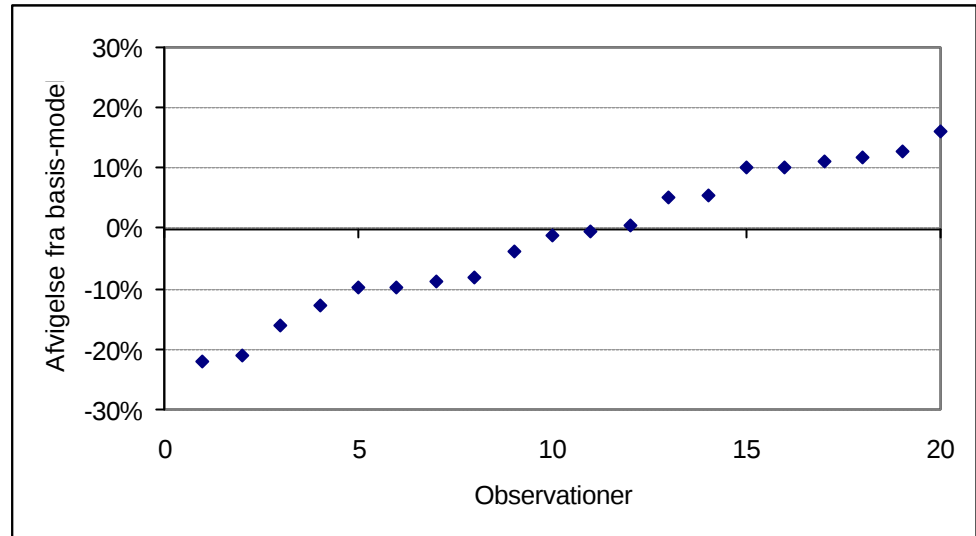


Note: Gennemsnittet af de automatisk genererede afvigelser er meget tæt på 0. Hver af prikkerne i figuren illustrerer den faktor, der er anvendt på en af de 23 anlæg i et af de 20 “forsøg”. Figuren illustrer, at der hovedsagelig er anvendt afvigelser på op til $\pm 10\%$, men også i enkelte tilfælde højere. Da DEA-analysen direkte sammenligner anlæggene med hinanden, er det værd at bemærke, at den relative forskel i anlæggenes data har varieret med op til det dobbelte. Der er således tale om betydelige ændringer i de relative størrelser.

Robusthedsanalyse på økonomi

De beregnede effektiviseringspotentialer i hvert af de 20 “forsøg” er sammenlignet med potentialet i basis-situationen. Gennemsnittet af de 20 effektiviseringspotentialer er lidt under 2% lavere end effektiviseringspotentialet i basissituationen, hvilket vurderes at være tilfredsstillende. Fordelingen af de procentvise afvigelser fra basis-situationen er vist i figuren nedenfor.

Figur 4.18 Robusthedsanalyse på omkostninger - procentvise afvigelser fra basis-situationen



Note: afvigelserne er sorteret efter størrelse.

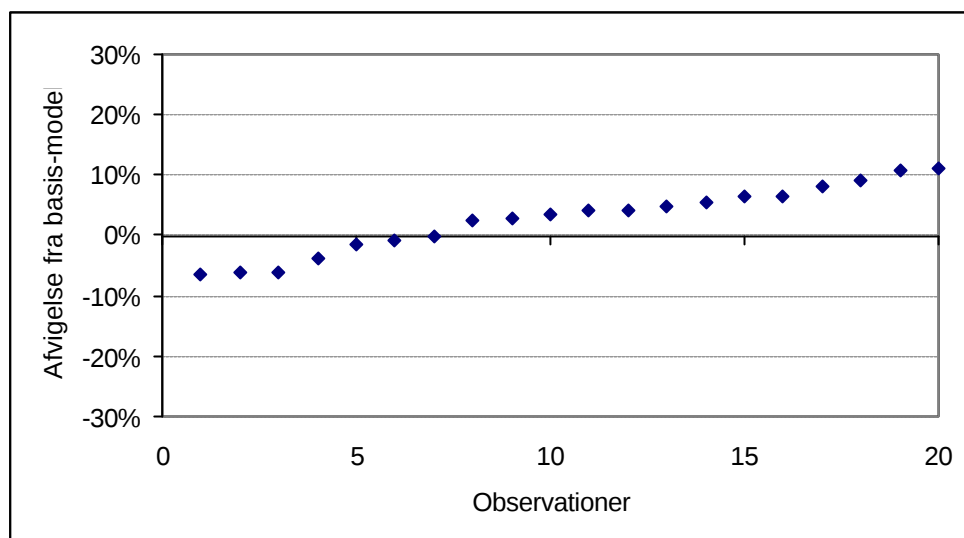
Figuren viser, at effektiviseringspotentialer i de 20 kørsler med 2 undtagelser er inden for $\pm 15\%$ af effektiviseringspotentialer i basis-situationen. Årsagen til dette resultat er, at forbrændingsanlæggene ligger så relativt tæt på hinanden, at det svinger lidt, hvilke anlæg, der er efficiente. Specielt er der 2 anlæg, der ligger “på vippen”, og skiftevis er efficiente og ikke efficiente i analysen. Disse anlæg har i basis-modellen en score på 0,96 og 1 – ét er altså efficient og det andet tæt på at være det.

Resultatet vurderes at være tilfredsstillende set i lyset af de forholdsvis store og *samtidige* afvigelser i anlæggenes totale omkostninger. Hvis det er omkostningerne for et enkelt anlæg, der er for store eller for små, er effekten naturligvis betydelig mindre.

Robusthedsanalyse på emissioner

De beregnede effektiviseringspotentialer i hvert af de 20 “forsøg” er igen sammenlignet med potentialer i basis-situationen. Gennemsnittet af de 20 effektiviseringspotentialer er 3% højere end effektiviseringspotentialer i basissituationen, hvilket igen vurderes at være tilfredsstillende. Fordelingen af de procentvise afvigelser fra basis-situationen er vist i figuren nedenfor.

Figur 4.19 Robusthedsanalyse på emissioner - procentvise afvigelser fra basis-situationen



Note: afvigelserne er sorteret efter størrelse.

Figuren viser, at effektiviseringspotentialet selv med store afvigelser på emissionerne, kun varierer med op til ca. 10%. Det kan således konkluderes, at resultatet er robust mht. usikkerhed på emissioner, selvom netop emissionerne kan være behæftet med en betydelig måleusikkerhed.

“Outliers”

Der er ikke i forbrændingsanalysen visse anlæg, der kraftigt dominerer de øvrige anlæg. Derfor er der ikke grund til at undersøge effekten af, at dominerende anlæg udelukkes fra analysen.

Konklusion

Samlet set viser robusthedsanalyserne, at rimelige afvigelser i de samlede omkostninger og endog større afvigelser i emissionerne ikke skævvrider det samlede billede betydeligt.

Det er naturligvis altid vigtigt at have indsamlet de korrekte data fra anlæggene, men der er således ikke grund til bekymring over mindre afvigelser fra det sande billede.

Usikkerhedsanalyserne indikerer, at en usikkerhed på $\pm 20\%$ på det samlede potentiale er en tilstrækkelig usikkerhedsmargin.

5 Effektiviseringspotentiale for deponeringsanlæg

5.1 Konklusion

Analysen peger på, at de danske deponeringsanlæg³⁹ adskiller sig meget fra hinanden ud fra en effektivitetsvurdering. Således er der identificeret et effektiviseringspotentialt på 30 ud af de 32 analyserede anlæg. Hvis der imidlertid tages højde for forskellene mellem anlæggene i relation til mængder, deponeringshøjde og alder, udjævnes disse forskelle betydeligt. Der er dog stadigvæk større forskel på deponeringsanlæggene end på forbrændingsanlæggene set ud fra en effektiviseringssynsvinkel.

Potentialet på de inefficiente anlæg tilsammen ses i tabellen nedenfor. Potentialet for samtlige anlæg i Danmark vil være større end det viste potentiale, idet det er vurderet, at analysen dækker ca. 75% af de deponerede mængder blandet affald⁴⁰.

Tabel 5.1 Opdeling af effektiviseringspotentialt på deponeringsområdet i Danmark, mio. kr. i år 2000

Aktør Tidshorisont	Anlæg	Ikke anlæg	Ikke realiserbart	I alt
Kort sigt	30-50	5-10	Opdeles ikke	35-60
Lang sigt	15-20	5-10	Opdeles ikke	20-30
Ikke realiserbart	Opdeles ikke	Opdeles ikke	65-95	65-95
I alt	45-70	10-20	65-95	151

Det er ikke muligt at lægge henholdsvis de laveste tal sammen og de højeste tal sammen og få et interval på det samlede potentiale. Usikkerheden på det totale potentiale vurderes at være på maksimalt $\pm 15\%$.

Det kan konkluderes, at 30-50 mio. kr. årligt bør kunne realiseres af anlæggene på kort sigt, svarende til mellem ca. 15% og 25% af deponeringsanlæggenes samlede omkostninger. 15-20 mio. kr. årligt bør kunne realiseres af anlæggene på lang sigt, svarende til yderligere mellem 7% og 10% af de totale omkostninger. 5-10 mio. kr. bør kunne realiseres af andre end anlæggene både på kort og på lang sigt, det vil sige i alt 5-10%.

Der er således to tredjedele af det identificerede realiserbare potentiale, som bør kunne realiseres på relativt kort sigt. Analysen peger på, at en stor del af

³⁹ Deponeringsanlæg i Danmark bortset fra fyldpladser, specialdepoter og industrielle deponeringsanlæg.

⁴⁰ Vurderingen er baseret på de indrapporterede mængder samt skøn over mængderne for de anlæg, der ikke har svaret.

det kortsigtede potentiale skyldes høje udgifter til personale og eksterne tjenesteydelser, mens en mindre del skyldes anlæggenes størrelse.

For det langsigtede potentiale peger analysen på, at der er et skalapotentiale, som kan realiseres, hvis en række af anlæggene bliver bedre til at udnytte stordriftsfordele.

Mængderne til deponering forventes ikke at stige i de kommende år samlet set i Danmark. Dog vil en række mindre fyldpladser lukke inden for en årrække på grund af skærpede regler for deponering. Dette vurderes dog ikke at være tilstrækkeligt for at kunne realisere hele det identificerede skalapotentiale, hvorfor det kun kan realiseres ved en diskussion af antal og størrelse af deponeringsanlæg i Danmark.

Der er endvidere identificeret et potentiale på 65-95 mio. kr. årligt, svarende til fra 30% til 45% af de totale omkostninger (inklusive omkostninger til perkolatopsamling og gasindvinding), som forventes at blive vanskeligt at realisere eller som slet ikke kan realiseres. Dette potentiale skyldes forhold på anlæggene såsom forskel i deponeringshøjde, anlæggenes alder, håndtering af farligt affald og forhold, der er forskellige på grund af myndighedskrav.

Det skal bemærkes, at analysen omfatter ca. 75% af de deponerede mængder blandet affald i år 2000. For de anlæg, der ikke har svaret, er der foretaget et skøn over affaldsmængder i år 2000. Denne mængde udgør ca. 15% af den samlede mængde deponeret affald for samtlige anlæg, der har kunnet deltage i undersøgelsen. De udeladte anlægs deponerede mængder udgør ca. 10% af de samlede mængder til deponering. Hvis de ikke-inkluderede anlæg ligner de anlæg, der er medtaget i analysen, vil det samlede bruttoeffektiviseringspotentiale stige fra 151 mio. kr. i år 2000 til ca. 200 mio. kr.

Endelig skal det bemærkes, at potentialet er fastlagt i forhold til de "bedste" af anlæggene i analysen, og analysen forholder sig således ikke til, at de "bedste" anlæg muligvis kan blive endnu mere effektive. Det samlede potentiale kan derfor af den grund være større end det her fastlagte potentiale. Ved interview med de effektive anlæg er det konstateret, at disse allerede i en årrække har gennemgået en effektiviseringsproces. Da deponeringsanlæg er mere simple rent teknisk end forbrændingsanlæg er der ikke her den samme mulighed for løbende effektivisering gennem investering i ny teknologi. Samtidig udgør omkostningerne det eneste input i deponeringsanalysen, og det er således alt andet lige de billigste anlæg, der er de mest effektive anlæg. Dette sammenholdt med en nøje gennemgang af omkostningerne hos disse anlæg peger i retning af, at undervurderingen af potentialet ikke er af stor betydning på deponeringsområdet.

5.2 Datagrundlag

I dette afsnit redegøres kort for det datagrundlag, der har været udgangspunktet for analyserne. En række af de væsentligste elementer ved dataene beskrives ved hjælp af en række illustrationer og kvalitative beskrivelser af data.

I analysen indgår alle deponeringsanlæg i Danmark bortset fra fyldpladser, specialdepoter og industrielle deponeringsanlæg.

Resultatet af dataindsamling

Datagrundlaget for deponeringsanalysen er information indhentet via et spørgeskema udarbejdet til brug for denne undersøgelse. Spørgeskemaet har været udsendt til i alt 53 deponeringsanlæg. Status for besvarelserne fremgår af tabellen nedenfor.

Tabel 5.2 Status for dataindsamlingen, deponeringsanlæg

Status	Antal	Procent
Afleverede og anvendelige	32	60%
Afleverede, men kan ikke anvendes	7	13%
Ikke afleveret*	14	27%
I alt	53	100%

*Heraf har 3 anlæg en god begrundelse for ikke at svare, da de er under nedlukning.

Der er flere årsager til at 7 anlægs besvarelser af spørgeskemaet ikke har kunnet anvendes:

- Enkelte anlæg er udeladt, fordi spørgeskemaet generelt er meget mangelfuldt udfyldt.
- En del anlæg har kun besvaret det generelle spørgeskema, dvs. uden at udfylde økonomidelen. Når det efter en opfølgning viste sig, at anlæggene ikke har ønsket at skønne omkostningerne, er anlæggene udeladt af analysen på denne baggrund.
- Endelig er et enkelt anlæg udeladt af analysen, fordi det er i gang med nedlukning og forventer at lukke inden for det næste år.

I alt er der en svarprocent på 73%, hvilket er tilfredsstillende. Ligeledes vurderes det, at 32 anlæg - eller 60% - er fuldt tilstrækkeligt for at gennemføre analysen.

Tabellen nedenfor viser de deponeringsanlæg, der ikke har besvaret spørgeskemaet.

Tabel 5.3 Deponeringsanlæg, der ikke har besvaret spørgeskemaet

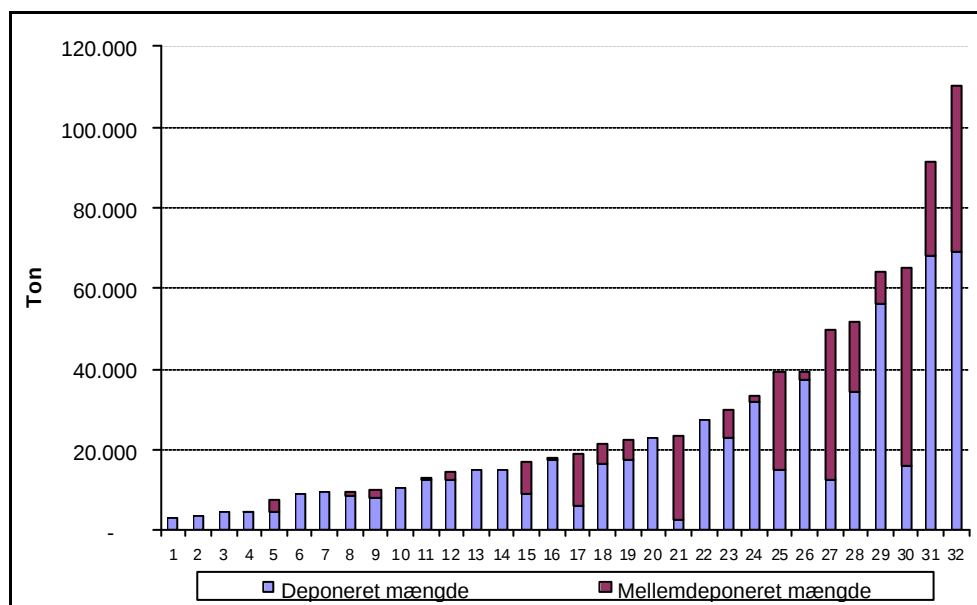
Navn
Udholm Losseplads
Toelt Losseplads
Skibstrup Affaldscenter
Læsø Losseplads
Vejlby Losseplads
Hadsund Losseplads
Sandholt Lyndelse Losseplads*
Fredericia Kommunes Losseplads
Renordvest Losseplads
Kjærgårdsmølle Losseplads*
Thyholm Losseplads*
Affaldsdeponi af 1.8.90
Grindsted Affalds- og Genbrugscenter
Vester Gammelby Losseplads

* Sandholt Lyndelse, Kjærgårdsmølle Losseplads og Thyholm Losseplads afleverede ikke besvarelsen efter aftale, idet anlæggene står overfor lukning.

Når data og analyser præsenteres i det følgende er disse baseret på de 32 anlæg. Det enkelte anlæg i analysen er tildelt et bogstav, og hvert enkelt anlæg bevarer det samme bogstav igennem hele rapporten. I præsentationer, hvor anlæggene er tildelt et tal, er der tale om en rangordning af anlæggene efter det viste karakteristika.

For at analysen er repræsentativ for deponeringsanlæg i Danmark er det væsentligt, at anlæg af alle størrelser er dækket i analyserne. Figuren nedenfor viser affaldsmængderne i år 2000 de deponeringsanlæg, der indgår i deponeringsanalysen.

Figur 5.1 Mængder på deponeringsanlæggene



Note: Indeholder kun de anlæg som indgår i analysen.

Som det fremgår af figuren, er der en udemærket spredning i de deponerede og tilførte mellemdeponerede mængde for deponeringsanlæggene.

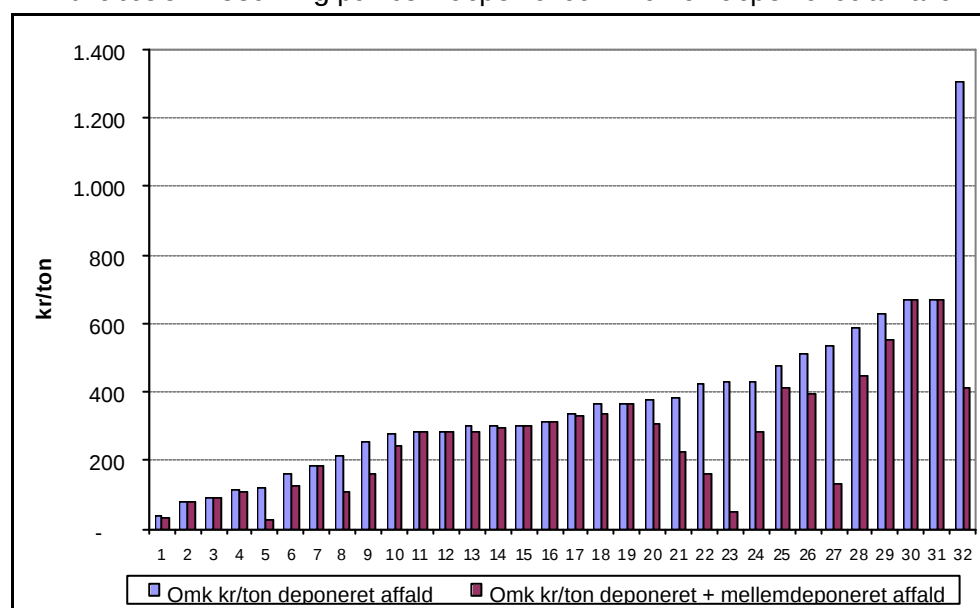
Det kan diskuteres, hvilke mængder i relation til mellemdeponering, der er korrekte at medtage i analysen. Det har derfor været undersøgt, om det var muligt på basis af de stillede spørgsmål at medtage summen af tilførte og fraførte mellemdeponerede mængder i analysen. Desværre viser data, at spørgsmålene om de udvejede mængder ikke er besvaret entydigt. Derfor er det besluttet at anvende de tilførte mellemdeponerede mængder som en indikation af aktiviteten omkring mellemdeponering. Den udvejede mængde er desuden undersøgt i de statistiske analyser.

Den deponerede mængde i de afleverede besvarelser dækker ca. 80% af den samlede deponerede mængde for alle adspurgte anlæg⁴¹. Dette vurderes at være en tilfredsstillende andel for, at analysen er repræsentativ for deponeringen af blandet affald i Danmark.

Økonomi

De økonomiske data spiller en central rolle i analysen. På figuren nedenfor illustreres spredningen i bruttoomkostningerne til deponering for de deponeringsanlæg, som indgår i analysen.

Figur 5.2 Bruttoomkostning per ton deponeret affald samt bruttoomkostning per ton deponeret + mellemdeponeret affald



Bruttoomkostningerne dækker alle omkostninger (ekskl. omkostningerne til perkolat håndtering og gasindvinding) til såvel endelig deponering som mellemdeponering. Det betyder, at bruttoomkostningerne per ton endeligt deponeret affald er et misvisende nøgletal i de tilfælde, hvor den mellemdeponerede mængde er stor.

Det fremgår af figuren, at der er en meget stor spredning i nøgletallene, som udtrykker bruttoomkostningerne per ton affald endeligt deponeret plus

⁴¹ Mængden for de anlæg, der ikke har besvaret spørgeskemaet er dels oplyst i forprojektet, dels skønnet ud fra viden om de enkelte deponeringsanlæg. Mængden for de anlæg, der skal lukke er ikke medtaget.

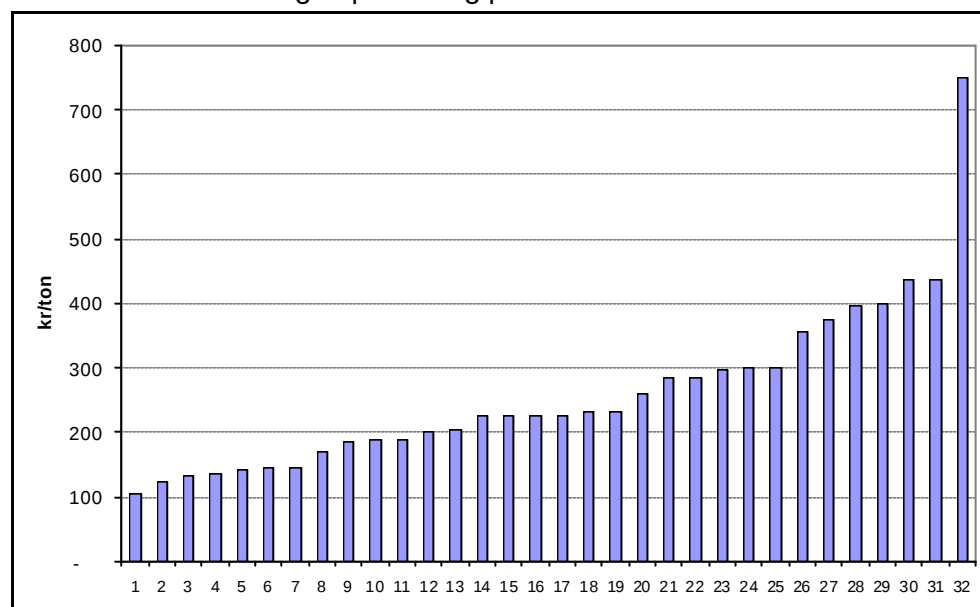
mellemdeponeret. Det er en indikation af, at der findes et betydeligt effektiviseringspotentiale på deponeringsområdet.

Den store spredning dækker efter al sandsynlighed over variationer i organiseringen af behandlingen af deponeringsaffald samt den egentlige drift af anlæggene, men kan i princippet skyldes forskellige miljøkrav og serviceniveauer for deponeringsanlæggene.

For deponeringsanlæggene bør der i modsætning til for forbrændingsanlæg være en forholdsvis tættere sammenhæng mellem deponeringsanlæggenes bruttoomkostninger per ton til deponering og deres behandlingsgebyr, da de fleste af deponeringsanlæggene kun har beskedne biindtægter.

På figuren nedenfor illustreres spredningen i gebyrerne til deponering for de deponeringsanlæg, som indgår i analysen.

Figur 5.3 Behandlingsgebyr eksklusiv moms og statsafgift for affald til endelig deponering per ton



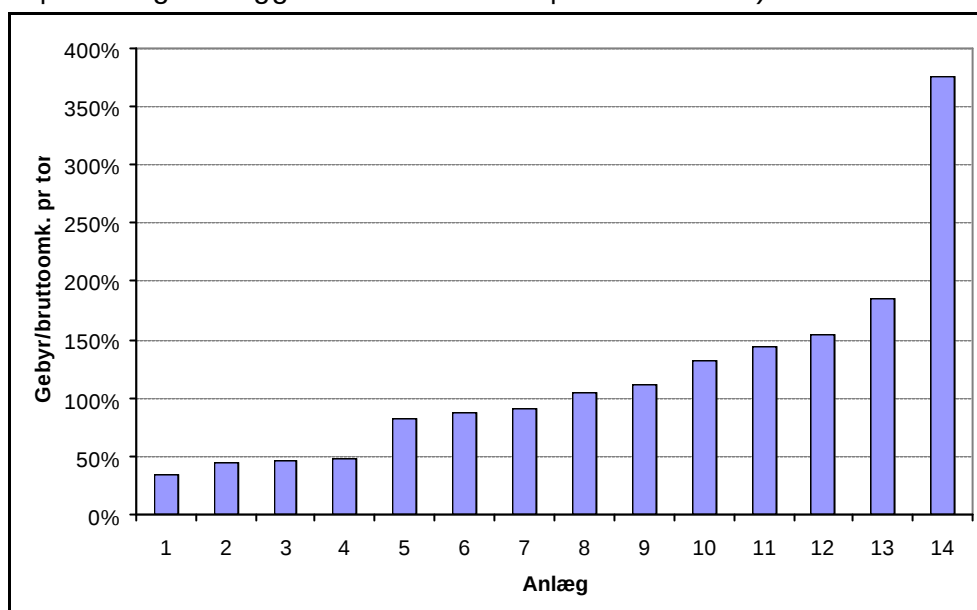
Note 1: Gebyret er for sorteret ikke-brændbart affald til deponering.

Note 2: Der kan være forskel på gebyrer for småt og stort affald. De viste størrelser er dem, anlæggene har opgivet.

Figuren med behandlingsgebyrer viser det samme billede som figuren med bruttoomkostning per ton, dog er spredningen en anelse mindre. Der er således store forskelle i prisen for deponering af affald mellem de forskellige anlæg.

Da bruttoomkostningerne både dækker omkostninger til deponering og evt. omkostninger til mellemdeponering, giver det ikke mening at sammenligne størrelsen af behandlingsgebyret og bruttoomkostningerne per ton for samtlige anlæg. Men for de anlæg, som ikke har haft mellemdeponeret affald, kan sammenligningen bruges. På figuren nedenfor illustreres gebyrets andel af bruttoomkostningerne til deponering pr ton for de anlæg som ikke har mellemdeponering.

Figur 5.4 Behandlingsgebyr ekskl. moms og statsafgifter i forhold bruttoomkostninger per ton deponeret (kun for deponeringsanlæggene uden mellemdeponeret affald)



Figuren viser, at der er betydelig afvigelse mellem behandlingsgebyret og bruttoomkostningerne per ton deponeret affald for mange deponeringsanlæg.

Bør gebyrerne afspejle bruttoomkostninger for et år isoleret?

Der er store forskelle imellem deponeringsanlæggenes gebyrer og den gennemsnitlige bruttoomkostning per ton.

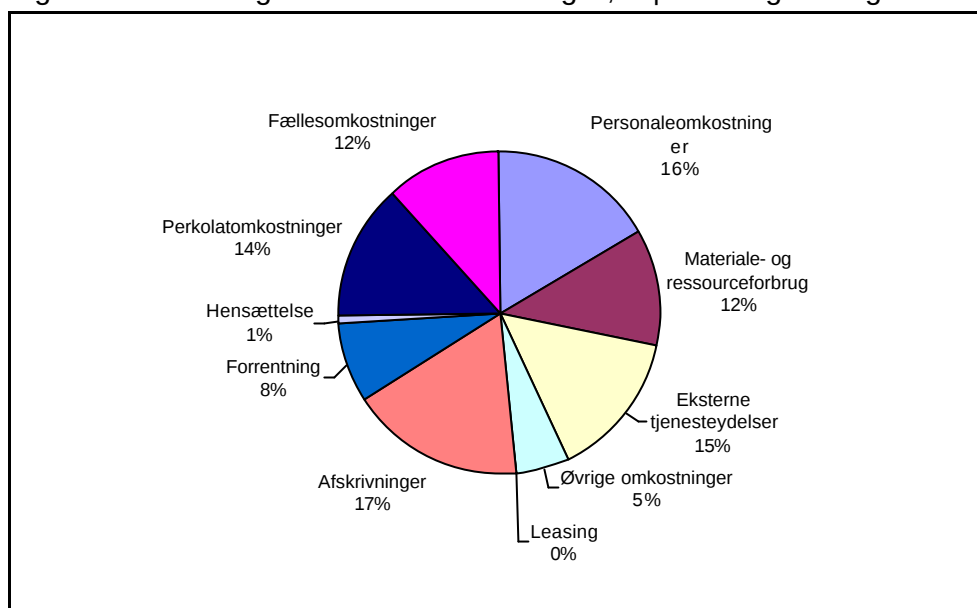
Forskellen kan skyldes en række forskellige aspekter:

- Deponeringsanlæggene bestemmer ikke selv den mængde affald, der deponeres. For små deponeringsanlæg vil selv mindre afvigelser fra en budgetteret mængde have betydelig indflydelse på balancen mellem indtægter (gebyrer) og omkostninger.
- Henlæggelser er ikke medtages i anlæggenes omkostninger, men kan være indregnet i gebyret.
- Der kan være usikkerhed ved fordeling af omkostninger mellem sideaktiviteter f.eks. til fælles aktiviteter og maskiner. Endelig kan omkostningerne til selve deponeringen svinge fra år til år, hvilket ikke kan forudses af anlæggene.

Det er således ikke mærkeligt, hvis omkostninger og gebyrer for et enkelt år ikke er lig hinanden. Dette ændrer dog ikke ved at anlæggene er underlagt "hvile i sig selv princippet", hvorfor der må finde en udligning mellem omkostninger og indtægter (gebyret) sted over en årrække.

Figuren nedenfor illustrerer, hvordan deponeringsanlæggenes omkostninger i gennemsnit er fordelt på forskellige kategorier.

Figur 5.5 Fordeling af bruttoomkostninger, deponeringsanlæg



Note: Fordelingen er vægtet med beløbenes størrelse.

Perkolatomkostningerne er vist separat på figuren, men kan henføres til de øvrige omkostningskategorier.

Figuren viser, at deponeringsanlæggenes omkostninger til perkolathåndtering i gennemsnit udgør ca. 14% af de totale omkostninger. Desuden viser figuren, at ca. 70% af anlæggenes omkostninger kan tilskrives driften, nemlig personaleomkostninger, eksterne tjenesteydelser, materiale- og ressourceforbrug, øvrige omkostninger samt andel af eventuelle fællesomkostninger og perkolatomkostninger. De resterende 30% kan tilskrives afskrivning, forrentning, leasing og hensættelser, hvoraf en del igen stammer fra andele af eventuelle fællesomkostninger og perkolatomkostninger. Disse kan ikke genfindes i figuren, da fællesomkostninger og perkolatomkostninger også inkluderer afskrivning og forrentning.

Andelen af de faste omkostninger (afskrivning, forrentning, leasing og hensættelser) er dermed lavere for deponeringsanlæg end for forbrændingsanlæg.

Den gennemsnitlige fordeling af bruttoomkostningerne ovenfor dækker imidlertid over meget store variationer i fordelingerne. Eksempelvis varierer andelen af personaleomkostninger fra 3% til 45%, mens afskrivninger varierer fra 3% til 37%.

I forbindelse med indhentningen af de økonomiske data for deponeringsanlæggene viste det sig, at det er meget vanskeligt for en stor del af deponeringsanlæggene at angive deres omkostninger fordelt på disse få kategorier. Det er flere forklaringer dette. For det første er deponeringsanlæggenes økonomi i mange tilfælde integreret med økonomien for andre driftsområder på anlægget eller for et helt selskabs aktiviteter. I andre tilfælde er økonomien registreret i en kommunes økonomisystem, hvor afskrivninger af investeringer ikke opgøres.

I forbindelse med spørgeskemaet blev deponeringsanlæg spurgt, hvorvidt de følger den gældende regnskabspraksis for afskrivninger som beskrevet i Årsregnskabsloven. 14 af de 32 deponeringsanlæg oplyser, at de ikke følger

principperne fra årsregnskabsloven, men derimod benytter principper i den kommunale regnskabspraksis. Visse anlæg gør begge dele.

Anlæggenes forskellige praksis til økonomistyring, specielt hvad angår aktivering og afskrivning af anlægsaktiver vanskeliggør sammenligning af anlæggenes økonomi.

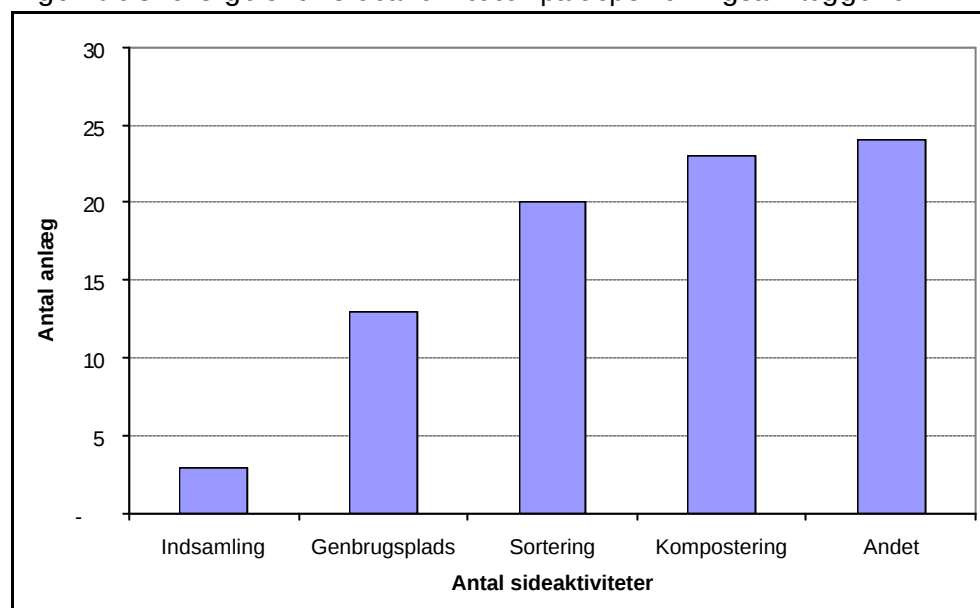
Affaldstyper

Data viser, at der er stor forskel på, hvilke affaldstyper de enkelte deponeringsanlæg modtager. Mest udbredt er deponeringseget storskrald, byggeaffald og industriaffald. Det er i den statistiske analyse undersøgt, om der er forskel på anlæggene afhængig af hvor mange og hvilke affaldstyper, de modtager.

Sideaktiviteter

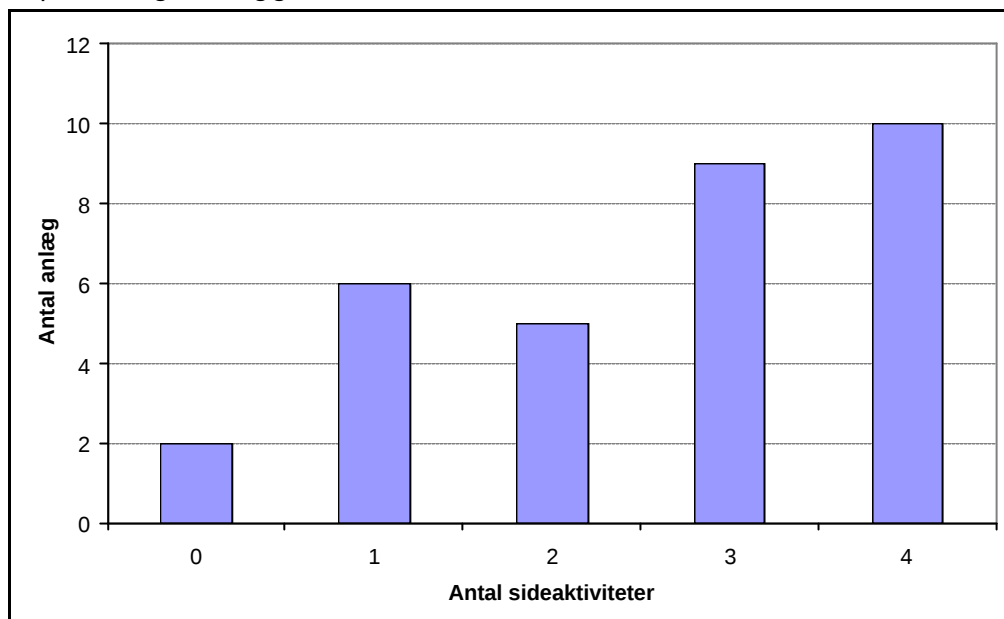
Variationen i organiseringen af affaldshåndteringen kommer bl.a. til udtryk i, hvordan affaldsselskabernes deponeringsanlæg er lokaliseret i forhold til andre driftsområder inden for behandlingen af affald. Det betyder, at der er forskel på, hvor mange andre aktiviteter, udover deponering, der findes på et anlæg. På de to figurer nedenfor illustreres, dels hvor mange af de forskellige sideaktiviteter der findes på deponeringsanlæggene, dels fordelingen af antal sideaktiviteter på deponeringsanlæggene.

Figur 5.6 Oversigt over sideaktiviteter på deponeringsanlæggene



Nedenfor vises en figur over antallet af sideaktiviteter i forbindelse med deponeringsanlæggene.

Figur 5.7 Oversigt over antallet af sideaktiviteter på deponeringsanlæggene



Figuren viser, at der er to deponeringsanlæg, der ingen sideaktiviteter har i forbindelse med deponeringsanlægget.

Det fremgår af figuren, at deponeringsanlæggene typisk har 3-4 sideaktiviteter i forbindelse med deponeringsanlægget. Endvidere viser den, at langt de fleste deponeringsanlæg også har sortering, kompostering og "andet" i forbindelse med deponeringsanlægget. "Andet" dækker i denne forbindelse over en lang række af forskellige sideaktiviteter som eksempelvis nedknusning, omlastning, rensning af olieforurenede jord mv.

Deponeringshøjde

Deponeringsanlæggenes deponeringshøjde er fastlagt af godkendelsesmyndigheden for det enkelt deponeringsanlæg oftest ud fra en vurdering af de landskabelige forhold. For de deponeringsanlæg, som deltager i analysen, varierer deponeringshøjden fra 4 til 25 meter med et enkelt anlæg, der har 40 meters deponeringshøjde. Gennemsnittet er på godt 12,1 meter. Vægtet med anlæggenes deponerede mængder er gennemsnittet på 13,0 meter.

Deponeringshøjden er vigtig i forhold til, hvor stort deponeringsvolumen er på et givet areal og har som følge heraf indflydelse på de samlede anlægssomkostninger.

Fem anlæg skriver i deres besvarelser, at deres deponeringshøjde er beskeden og bemærker samtidig, at dette aspekt er væsentlig i forhold til deres omkostninger – især anlægssomkostningerne.

Miljøforhold

Deponeringsanlæggene blev i spørgeskemaet spurgt om en række miljøforhold, bl.a. til den fysiske udformning af deponeringsanlægget. Den har indflydelse på såvel miljøbelastningen som ressourceforbruget. Endvidere blev de spurgt om forhold relateret til opsamling og behandlingen af perkolat, andre miljøforanstaltninger og ressourceforbruget.

Tre af de 32 anlæg opsamler ikke perkolat. På de øvrige deponeringsanlæg er der stor variation i, hvilken type membran deponeringsanlæggene har. Mens nogle anlæg kun har enkeltmembran i enten ler eller plast har andre anlæg kompositmembransystemer i kombinationer af ler, plast og bentonit. Mange deponeringsanlæg har forskellige typer af membraner på forskellige dele af deponeringsanlægget. Deponeringsanlæggenes membrantype er bestemt af en hel række forhold, eksempelvis tidspunktet for anlæggelse af deponeringsanlægget og dermed de på det tidspunkt gældende krav, hvilke affaldsfraktioner deponeringsanlægget modtager samt recipient- og geologiske forhold.

Der er endvidere stor variation i den mængde af perkolat som deponeringsanlæggene opsamler, både i faktisk mængde og mængde relativ til total deponeret mængde, størrelse og årlig deponeret mængde. En del af disse forskelle skyldes forskellig nedbørsmængde på anlæggene.

Kun to anlæg oplyser, at de er miljøcertificeret, mens yderligere 1 anlæg oplyser, at de forventer certificering i løbet af 2001. Det er endvidere kendetegnende, at det kun er få deponeringsanlæg, der udarbejder grønne regnskaber - typisk de deponeringsanlæg, der er en del af et større affaldsselskab.

Anlæggene er blevet spurgt, om de lever op til det nye EU-direktiv. Besvarelserne viser, at et anlæg angiver, at de med sikkerhed allerede lever op til alle kravene i direktivet, mens ca. en tredjedel ikke ved det. Knap halvdelen mener, at de på langt de fleste punkter lever op til direktivet. Anlæggene skal inden udgangen af 2009 leve op til kravene i direktivet.

Tabel 5.4 Opfylder anlægget EU direktiv

	Antal
Ja, helt sikkert	1
På de fleste punkter	14
Nej	4
Ikke besvaret	2
Ved ikke	11
I alt	32

Service- og øvrige forhold

I et forsøg på at opfange alle vigtige variationer blev anlæggene tillige spurgt om serviceforhold. Således blev deponeringsanlæggene bl.a. spurgt om forhold relateret til deres ansatte, arbejdsmiljø og ressourceforbrug på andre serviceopgaver.

I faktiske tal, hvor der ikke tages højde for den affaldsmængde som deponeringsanlæggene modtager, er det gennemsnitlige antal ansatte på

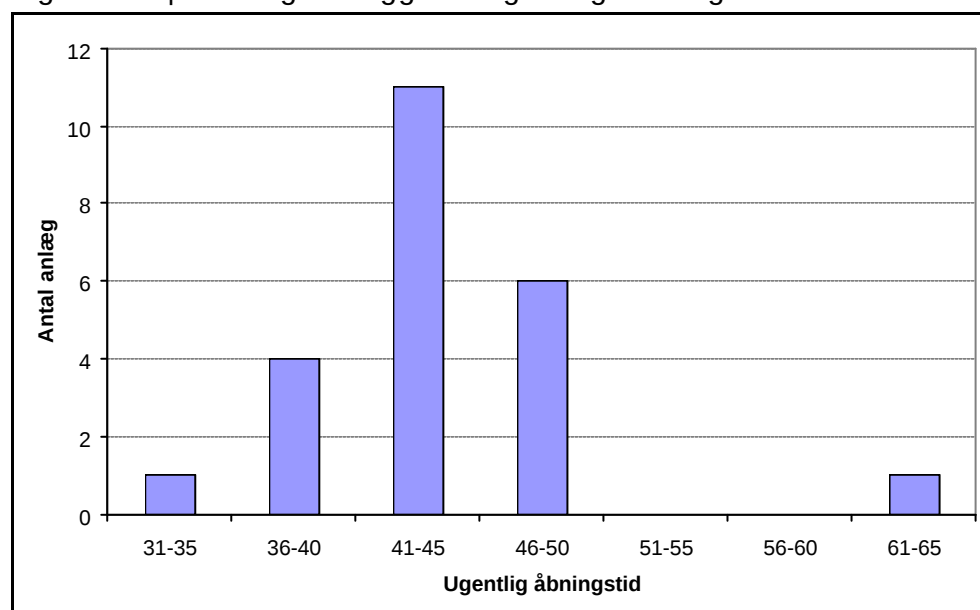
deponeringsanlæggene 4,7 ansatte, hvilket dækker over en spredning på 1-10 ansatte på de forskellige deponeringsanlæg. I gennemsnit har deponeringsanlæggene ansat ca. 3,5 mand per 10.000 tons deponeret affald (ca. 2,5 mand per 10.000 tons deponeret+mellemdeponeret affald). Gennemsnittet dækker over en spredning fra 0,6 til godt 13 mand per 10.000 tons deponeret (0,2 til 6 mand per 10.000 tons deponeret+mellemdeponeret)⁴².

Antallet af ansatte afspejler flere forhold. For det første er der stordriftsfordele. Store anlæg kan klare sig med relativt færre ansatte i forhold til affaldsmængden end små anlæg. For det andet har anlæggene forskelligt træk på eksterne folk, der ikke indgår i antallet af ansatte. Endvidere er der i et vist omfang forskellige aktiviteter knyttet til anlæggene, eksempelvis behandling af farligt affald, hvilket kan medføre forskelligt mandskabsbehov. Endelig udfører anlæggene en varierende mængde udviklings- og serviceopgaver. Gennemsnitsalderen for de ansatte på deponeringsanlæggene er ca. 47 år, hvilket dækker over en spredning fra ca. 35-55 år.

Middelværdien for det oplyste antal sygedage per ansat udgør 5,5, men enkelte anlæg har langtidssygemeldte, hvilket bevirker, at det gennemsnitlige antal sygedage for alle anlæg er godt 12 per ansat.

Deponeringsanlæggenes åbningstider er naturligvis en vigtig serviceparameter overfor kunderne, men kan tillige være en betydende parameter i forhold til effektiviteten på anlægget. I figuren nedenfor illustreres fordelingen antallet af anlæg fordelt på forskellige intervaller for den ugentlige åbningstid.

Figur 5.8 Deponeringsanlæggenes ugentlige åbningstid i timer



Som det fremgår af figuren, har anlæggene typisk åbent 40-50 timer om ugen. Ingen deponeringsanlæg oplyser, at de har en ugentlig åbningstid på under 31 timer per uge, mens et enkelt anlæg oplyser, at det har åbent hele 65 timer om ugen. Åbningstiden skal ses i sammenhæng med, hvor mange lastbiler der dagligt ankommer til deponeringsanlægget. Antallet af lastbiler varierer naturligvis med den mængde affald, som deponeringsanlægget modtager, men

⁴² Data om ansatte skal tages med forbehold, idet anlæggenes fordeling af personaleforbrug på evt. sideaktiviteter samt deponering er forbundet med usikkerhed.

der er ingen sammenhæng mellem, hvor mange lastbiler, der kommer og anlæggets åbningstid.

Antallet af lastbiler, som ankommer til deponeringsanlæggene per dag, varierer mellem 6 og 80 med et gennemsnit på ca. 38 lastbiler.

Åbningstiden - en vigtig serviceparameter?

Ni anlæg oplyser, at der dagligt i gennemsnit kommer færre end 20 lastbiler til deponeringsanlægget. Samtidig kan det konstateres, at disse deponeringsanlæg i gennemsnit har den samme ugentlige åbningstid som de øvrige deponeringsanlæg. Selvom åbningstiden på deponeringsanlægget skal ses i relation til eventuelle andre aktiviteter i forbindelse med deponeringsanlægget, er det imidlertid interessant, at de deponeringsanlæg, som ikke har eller kun har få sideaktiviteter, ikke har en mindre ugentlig åbningstid end de øvrige deponeringsanlæg.

På denne baggrund vurderes det, at deponeringsanlæggene anser åbningstiden for en meget vigtig serviceparameter i forhold til kunderne.

Deponeringsanlæggene blev spurgt om deres ressourceforbrug på serviceopgaver som eksempelvis udarbejdelse af affaldsplaner for kommuner og affaldsproducenter, takstberegning, fakturavejledning, klagesagsbehandling mv. Det er imidlertid kun få deponeringsanlæg, der har besvaret disse spørgsmål detaljeret, andre har svaret overordnet, mens enkelte slet ikke har svaret. Deponeringsanlæggene har haft vanskeligt ved at udfylde denne del af skemaet, da det kun er få deponeringsanlæg (ofte dem der er ejet af de store selskaber), der registrerer deres tidsforbrug.

Ud fra de deponeringsanlæg, der har oplyst deres ressourceforbrug på serviceopgaver, kan det konstateres, at der er en stor spredning. Dog er det kun få deponeringsanlæg, som angiver et betydeligt ressourceforbrug.

Til trods for de belyste forskellige karakteristika for deponeringsanlæggene kan anlæggene opfattes som homogene enheder i relation til benchmarkinganalysen. Det er derfor relevant at analysere anlæggene i en DEA-model. At anlæggene har meget forskellige størrelse, giver ikke anledning til bekymring i den forbindelse. DEA-metoden er netop designet til at håndtere dette aspekt.

Det væsentlige i forhold til kravet om homogenitet er at anlæggene bruger de samme basisressourcer til at producere de samme ydelser, hvilket er tilfældet.

Endvidere bliver givne forskelle mellem anlæggene, eksempelvis forskel i deponeringshøjde, alder og størrelse undersøgt i de efterfølgende analyser, og forskellene i relation til perkolatforhold er helt fjernet inden DEA-analysen.

5.3 DEA-model

Der tages udgangspunkt i én DEA-model, som vurderes at beskrive anlæggenes produktion på den bedste måde. Til denne model er således de mest centrale variable udvalgt ud fra en *overordnet betragtning* om, hvilke elementer der spiller en rolle i driften af deponeringsanlæggene. Denne model kaldes i det følgende for basis DEA-modellen.

Modellen er efterfølgende suppleret med en række DEA-analyser med forskellige kombinationer af variable. For overskuelighedens skyld præsenteres her først resultatet af basismodellen i detaljer, hvorefter resultaterne fra de øvrige DEA-analyser præsenteres mere overordnet (dog med detaljer dokumenteret i bilag).

Input og output

Som input indgår deponeringsanlæggets omkostninger, mens output i basis DEA-modellen er deponeret og mellemdeponeret affald. Deponering af affald er en ydelse og skal derfor fortolkes som et output. Omkostningerne er et udtryk for de ressourcer, som anlæggene forbruger til deponering, og de skal fortolkes som et input.

Grunden til, at affaldsmængden er opsplittet på deponeret og mellemdeponeret mængde, er, at der er store forskelle på hvor meget mellemdeponeret affald, deponeringsanlæggene modtager. Der er endvidere forskel på omkostningerne forbundet med mellemdeponering og endelig deponering, specielt i relation til afskrivning og forrentning, og det er derfor valgt at skille de to mængder fra hinanden. Mængden af mellemdeponeret affald skyldes primært underkapacitet på forbrændingsanlæggene, og en medtagelse af mellemdeponering separat sikrer, at de anlæg, der har store mængder mellemdeponeret affald, ikke straffes.

I princippet bør alle centrale input og output fra deponeringsanlæggene indgå. Belastning af miljøet udgør en omkostning for samfundet, hvorfor miljøindikatorer, der afspejler en belastning, også bør indgå, i det omfang de afspejler et ressourcetræk for samfundet.

Perkolat er det mest umiddelbare udtryk for et deponeringsanlægs miljøbelastning. Imidlertid er det ikke entydigt, om en stor mængde er godt eller om en lille mængde er godt. En stor mængde opsamlet perkolat kan således være udtryk for, at man på deponeringsanlægget gør meget ud af at opsamle perkolatet. Perkolatmængden kan også variere afhængig af forskellige former for slutaftdækning. For miljøet er det heller ikke mængden af perkolat, men perkolatets skadelighed og evt. udslip, der er skadelig for miljøet. Der findes imidlertid ikke tilstrækkelig viden på området til at indrage dette aspekt i analysen. På denne baggrund er det derfor valgt ikke *direkte* at inddrage perkolat i basis DEA-modellen.

Imidlertid kan omkostningerne til perkolathåndtering være meget betydende for deponeringsanlæggenes samlede omkostninger. I den forbindelse kan 4 aspekter fremhæves:

- Hvorvidt perkolat opsamles eller ej
- Hvilken type membran der er anlagt på deponeringsanlægget

- Hvorvidt perkolatet forbehandles på eget anlæg eller sendes direkte til et rensningsanlæg
- Mængden af perkolat (bl.a. afhængig af nedbørsmængde, men også af kvaliteten og hurtigheden af slutfaldning)

Da det ikke har været muligt direkte at indrage perkolat som et input eller output i analysen, og da omkostningerne til perkolathåndteringen varierer kraftigt fra anlæg til anlæg, er det besluttet at trække omkostningerne til perkolathåndtering ud af analysen. Det betyder, at de omkostninger, som indgår som input i DEA-modellen, er eksklusiv eventuelle omkostninger til perkolathåndtering.

En udeladelse af perkolat omkostningerne er et forsøg på at stille alle anlæg lige i analyserne⁴³. Anlæggene bliver således ikke straffet for at have omkostninger til perkolatopsamling og -håndtering. Der er heller ikke tale om, at anlæggene skal kunne deponere affald så billigt som de anlæg, der ikke har perkolatopsamling.

Konsekvensen af dette er dog også, at anlæggene i analysen ikke bliver målt på deres evne til at håndtere perkolat..

Endelig kan man diskutere, hvorvidt produktion af gas udgør et output, der skal medtages i DEA-analysen. Indvinding af gas kan være forbundet med et driftsmæssigt overskud, men ofte er indvindingen provenuneutral, og gassen indvindes udelukkende af miljømæssige årsager. Miljøgevinsten ved indvinding af gas er tofoldig, idet man både opnår, at den skadelige drivhusgas methan (CH_4) omdannes til den mindre skadelige CO_2 , og samtidig produceres energi, der reducerer mængden af skadelige emissioner fra andre energikilder.

Indvinding af gas er kun relevant for de deponeringsanlæg, hvor der har været deponeret betydelige mængder af biologisk nedbrydeligt materiale. Herudover er det kun få deponeringsanlæg, der selv producerer gas, mens enkelte andre deponeringsanlæg har afgivet rettighederne til at opsamle gassen til et andet selskab. Det er på denne baggrund vurderet, at det ikke er rimeligt direkte at medtage gas som et output i basismodellen.

For ikke at stille de deponeringsanlæg, der har gasproduktion dårligere end deponeringsanlæg, der ikke har gasproduktion, er det derfor besluttet også at fratrække omkostningerne til gas inden gennemførelsen af analysen. Igen er konsekvensen, at deponeringsanlæggene i analysen ikke bliver målt på deres evne til at indvinde gas, men omvendt betyder det også, at eventuelle effektivitetsforskelle ikke kan forklares med fordele/ulemper i forhold til indvindingen af gas.

Det skal tilføjes, at gasindvinding ikke ignoreres fuldstændig i den samlede analyse, idet betydningen af produktionen analyseres gennem en supplerende DEA-analyse, hvor gas indgår som output.

Endelig kan det nævnes, at anlæggenes volumenforhold også kan være vigtig i en effektiviseringsdiskussion, da der er visse forskelle på ressourceforbruget

⁴³ Det har sent i analysefasen vist sig, at ikke alle anlæg har trukket omkostningerne til anlæg af perkolatanlæg og membran ud særskilt. Konsekvensen af dette er diskuteret under resultater.

ved behandling af forskellige typer af affald. Der er imidlertid – på baggrund af forprojektet – ikke indsamlet data om anlæggenes volumenforhold, hvorfor dette aspekt ikke er medtaget i analysen.

De output og input, som indgår i basis DEA-modellen, fremgår af tabellen nedenfor.

Tabel 5.5 Input og output i basis DEA-analysen, deponering

Type variabel	Variabel	Enhed
Input	Samlede omkostninger, ekskl. perkolatorkostninger og ekskl. gasomkostninger	Kr
Output	Deponeret mængde (ekskl. ren jord)	Ton
Output	Mellemdeponeret mængde (ekskl. ren jord)	Ton

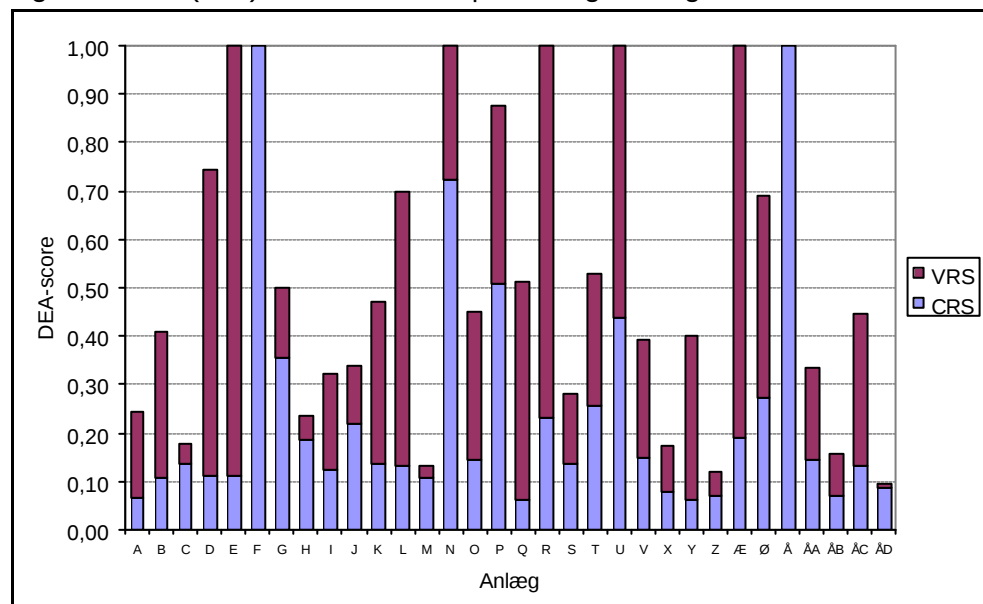
Note: Alle variable er årlige for 2000.

Resultater

På basis af input og outputvariablene i tabellen ovenfor er basis DEA-analysen gennemført, og scorerne for hvert af de 32 deponeringsanlæg er afbildet i figuren nedenfor. En score på 1 betyder, at anlægget er efficient, mens et anlæg med en score mindre end 1 er inefficiant⁴⁴.

Resultaterne er vist for de to analyser, hvor der i den ene ikke antages at være stordriftsfordele/ulemp (CRS), mens der i den anden antages at være stordriftsfordele/ulemp (VRS). Forskellen mellem de to scorer – det der på figuren er mørkt – kan således overordnet fortolkes som et skalapotentiale, mens det hvide mellemrum oven over søjlerne overordnet kan fortolkes som et potentiale knyttet til anlæggenes tekniske formåen.

Figur 5.9 DEA-scorer i basis DEA-modellen under hhv. konstant (CRS) og variabelt (VRS) skalaafkast, deponeringsanlæg



Note: For anlæg R og Æ er der identificeret stordriftsulemp, så dette potentiale opfattes som et teknisk potentiale.

⁴⁴ Scoren giver et konservativt estimat for, hvor stor en andel af samtlige input, anlægget burde kunne nøjes med og stadig producere den samme mængde output. Estimatet er konservativt, fordi der kan optræde såkaldt inputslack i inputvariablene (se Bilag 1).

Når der ikke tages højde for stordriftsfordele er 2 anlæg efficiente (CRS-analysen). I gennemsnit har anlæggene en score på 0,24, hvilket betyder at deponeringsanlæggene under en antagelse om konstant skalaafkast i gennemsnit kan reducere deres input med 76%. Gennemsnittet af de ineffektive anlægs score isoleret er 0,19.

Når der tages højde for stordriftsfordele er der 7 deponeringsanlæg, der er efficiente (VRS-analysen), mens 25 deponeringsanlæg er inefficiente. I gennemsnit har anlæggene en score på 0,52, hvilket betyder at deponeringsanlæggene under en antagelse om variabelt skalaafkast i gennemsnit kan reducere deres input med 48%. Gennemsnittet af de ineffektive anlægs score isoleret er 0,43.

Som tidligere nævnt er det intuitivt logisk at acceptere, at deponeringsanlæg har stordriftsfordele. Til gengæld er der ikke noget der taler for at meget store anlæg vil have vanskeligere ved at være effektive, hvorfor stordriftsulemper ikke accepteres. I sammenligningen af scorerne for hvert anlæg i de to analyser kan det fastlægges, om analysen peger på stordriftsfordele eller stordriftsulemper for et enkelt anlæg. Alle undtaget to anlæg producerer ifølge DEA-analysen på for lille skala⁴⁵.

Dette bekræfter den grundlæggende hypotese om, at der er stordriftsfordele for drift af deponeringsanlæg, hvilket mere præcist vil sige, at anlæg kan deponere affald billigere per ton, jo større de er.

Det samlede bruttoeffektiviseringspotentiale

Ud fra effektivitetsscorerne kan det samlede bruttoeffektiviseringspotentiale beregnes. Effektiviseringspotentialet dækker den mulige besparelse af input i analysen, hvilket i basismodellen for deponering blot er bruttoomkostningerne ekskl. evt. omkostninger til perkolathåndtering og gasindvinding.

Tabel 5.6 Beregnet bruttoeffektiviseringspotentiale for deponeringsanlæg

	Uden hensyntagen til stordriftsfordele	Med hensyntagen til stordriftsfordele
Omkostninger (mio. kr./år), alle anlæg	151	130
Gennemsnitlig besparelse per anlæg	84%	72%
Gennemsnitlig besparelse per inefficiet anlæg	86%	74%

Note: Potentialet per anlæg er forskelligt fra det potentiale de gennemsnitlige DEA-scorer udtrykker, fordi besparelsen er udtrykt i kr., mens DEA-scorerne var udtrykt per anlæg og derfor ikke tog hensyn til størrelsen af anlæggene.

Som det fremgår af tabellen ovenfor, er det samlede bruttoeffektiviseringspotentiale på lang sigt uden hensyntagen til stordriftsfordele beregnet til 151 mio. kr. årligt svarende til en besparelse på i gennemsnit 84% af deponeringsanlæggenes samlede omkostninger. Med hensyntagen til stordriftsfordele, dvs. med en underliggende hypotetisk

⁴⁵ For de anlæg, der producerer på for lille skala, omdefinieres skala-inefficiensen til teknisk inefficiens. Når en antagelse om stordriftsulemper ikke accepteres, er dette den korrekte måde at håndtere og beskrive inefficiensen på.

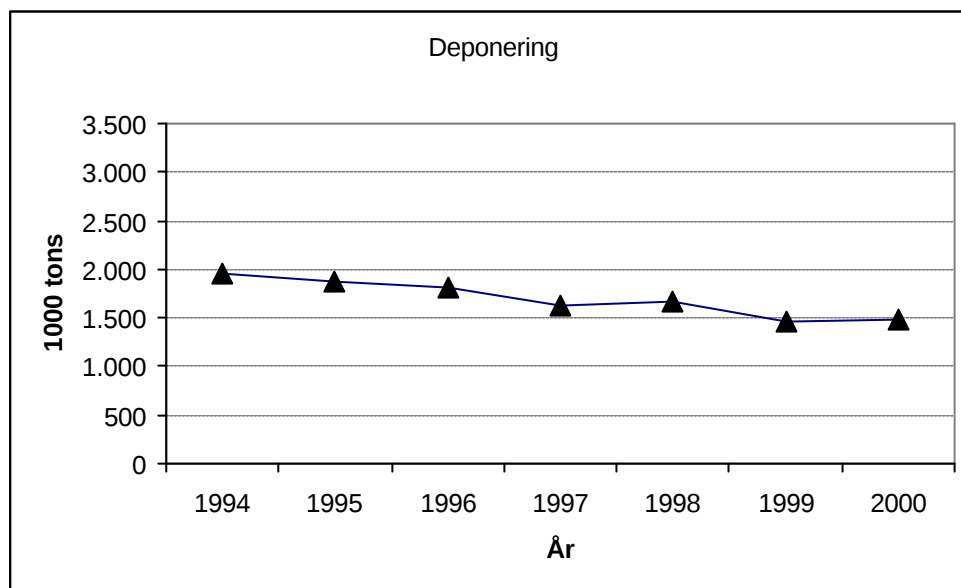
antagelse om, at anlæggene producerer ved den mest effektive størrelse ses, at potentialet falder til 130 mio. kr., svarende til 72% af deponeringsanlæggenes samlede omkostninger.

Der er altså tale om et endog meget stort relativt effektiviseringspotentiale på deponeringsområdet i Danmark.

Årsager til effektiviseringspotentialet

Et meget vigtigt element i en effektiviseringsdiskussion på deponeringsområdet er udviklingen i mængden af affald. Figuren nedenfor viser udviklingen fra 1994 til 2000.

Figur 5.10 Udviklingen i mængder fra 1994 til 2000



Kilde: Miljøstyrelsen

Mængderne til deponering har været faldende igennem en årrække. Udviklingen er resultatet af en politik om at minimere affaldet til deponering. Anlæggene har selv spillet en væsentlig rolle ved minimeringen af affaldsmængderne til deponering.

Siden 1994 er der kun lukket få deponeringsanlæg (ikke omfattende fyldpladser og specialdepoter) i Danmark, hvorfor mængderne til deponering på hvert enkelt deponeringsanlæg i gennemsnit vurderes at være faldet.

Det er samtidig et faktum, at der ikke i deponeringsanlæggenes rammebetingelser er indlagt krav om kapacitetstilpasning (sammenlægning, lukning af anlæg, personalereduktion eller anden form for effektivisering) ved faldende mængder⁴⁶. I stedet giver de faldende mængder en forlængelse af levetiden på de nuværende deponeringsanlæg, hvilket er positivt.

Da det imidlertid kan konstateres, at der på deponeringsanlæggene er sket forskellige grader af kapacitetstilpasninger i takt med de faldende mængder, er dette en væsentlig årsag til den store spredning i anlæggenes omkostninger per ton og dermed til effektiviseringspotentialets størrelse.

⁴⁶ I disse tilfælde vil der teoretisk set være tale om den såkaldte Skralde-effekt, se box side 45.

Kvalificering af potentialet

Det er dog vigtigt at påpege, at det beregnede bruttopotentiale i Tabel 5.6 udtrykker et fuldstændig unuanceret potentiale, hvor der ikke er taget stilling til, hvor stor en del af de samlede potentiale, som reelt vil kunne realiseres. For eksempel kan anlægsaktiverne ikke umiddelbart realiseres, og disse omkostninger er derfor ikke et potentiale på kort sigt. For at få et bedre billede af det kortsigtede effektiviseringspotentiale, kan man f.eks. udføre en tilsvarende analyse, hvor man i stedet for de samlede omkostninger tager driftsomkostningerne med.

I de følgende afsnit redegøres for resultaterne af analyser, som har til formål at kvalificere potentialet yderligere.

5.4 Kvalificerende DEA-analyser

Som allerede nævnt er der valgt én basis DEA-analyse, der vurderes at være den analyse, der bedst beskriver anlæggene inden for de rammer DEA-analysen har. Imidlertid er der desuden udført en række supplerende og kvalificerende DEA-analyser, der belyser hvor meget resultaterne afviger ved brug af alternative kombinationer af input og output. De kvalificerende DEA-analyser omfatter desuden analyse af betydningen af udeladelse af meget effektive og meget inefficente deponeringsanlæg.

Der er udført 8 supplerende DEA-analyser på deponeringsområdet, som alle er varianter af basismodellen:

Model 1: Med opsplitning i drifts- og anlægsomkostninger

Model 2: Kun på driftsomkostninger i stedet for totalomkostninger

Model 3: Med gasindvinding som output

Model 4: Med dieselforbrug som input

Model 5: Totalomkostninger inkl. i stedet for ekskl. perkolatomkostninger

Model 6: Faktiske omkostninger erstattet med beregnede fiktive omkostninger på basis af behandlingsgebyrer

Model 7: Deponeret og mellemdeponeret som en samlet mængde

Model 8: Uden mellemdeponeret mængde

Input og output

Tabellen nedenfor giver en oversigt over de input- og outputvariable, der indgår i de i alt 9 modeller.

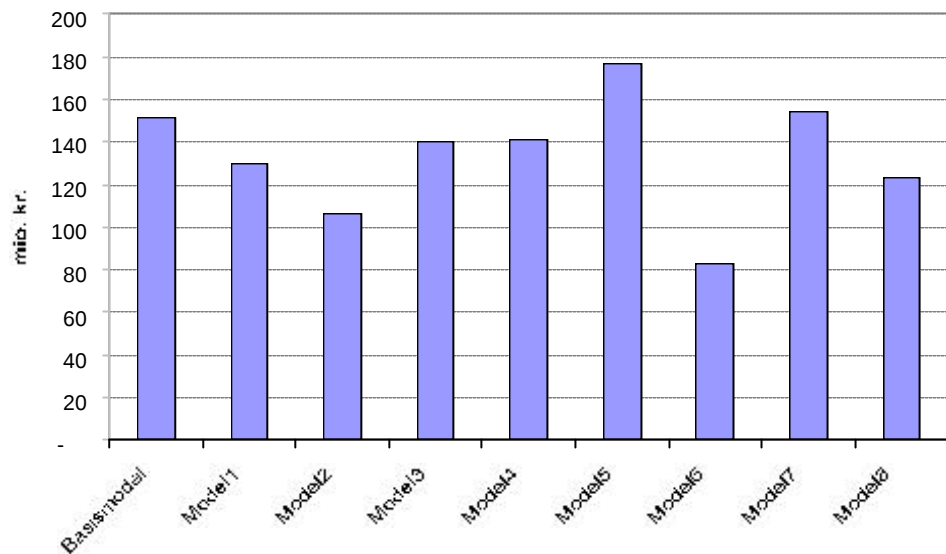
Tabel 5.7 Oversigt over input og output i deponeringsanalyserne

Model	BM	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
<i>Input</i>									
Samlede omkostninger ekskl. omkostninger til perkolathåndtering og gasindvinding	X			X	X			X	X
Driftsomkostninger ekskl. omkostninger til perkolathåndtering og gasindvinding		X	X						
Afskrivning, forrentning og leasing ekskl. omkostninger til perkolathåndtering og gasindvinding		X							
Samlede omkostninger ekskl. omk. til gasindvinding						X			
Dieselforbrug					X				
Fiktive omkostninger beregnet på baggrund af gebyrer							X		
<i>Output</i>									
Deponeret mængde	X	X	X	X	X	X	X		X
Mellemdeponeret mængde	X	X	X	X	X	X	X		
Deponeret + mellemdeponeret mængde								X	
Produceret mængde gas				X					

Resultater

På basis af input og outputvariablene i tabellen er de supplerede DEA-analyser gennemført. Scorerne for hvert af de 32 deponeringsanlæg er vises i bilag 9-16. De samlede beregnede bruttopotentialer for hver af analyserne ses i figuren nedenfor. De potentialer, der sammenlignes, er bruttopotentialer inklusiv eventuelt langsigtssstrukturændringer, der kan medvirke til at realisere stordriftsfordele.

Figur 5.11 Bruttoeffektiviseringspotentialer fra de alternative DEA-modeller, deponeringsanlæg



Note: Omkostningerne til mellemdeponering er ikke opgjort separat. Derfor er der ved beregningen af potentialet i Model 8 udeladt 200 kr per ton mellemdeponering fra omkostningerne. Dette vurderes at være tæt på den korrekte værdi for nogle anlæg, og en stor overvurdering for andre anlæg. Der er således 4 anlæg, der får negative omkostninger (som derfor ikke er medregnet i modellen). Potentialet i Model 8 vurderes derfor at være undervurderet.

Basismodellen fra sidste afsnit er illustreret ved den første søjle i figuren.

Bruttopotentialet bliver lidt mindre i model 1, fordi omkostningerne er splittet op i drifts- og anlægsomkostninger. Dette giver deponeringsanlæggene yderligere en parameter at blive efficient på, og det betyder også, at selv om et deponeringsanlæg har høje driftsomkostninger kan det stadig blive efficient, hvis det til gengæld har lave anlægsomkostninger og vice versa. Da det er anlæggenes totale økonomi, der er interessant og ikke en specialisering i enten lave driftsomkostninger eller lave anlægsomkostninger, beskriver denne model ikke virkeligheden ligeså godt som en model med samlede omkostninger. Anlæggene har i øvrigt stor mulighed for at påvirke fordelingen af drifts- og anlægsomkostninger, ud fra deres valg af afskrivningspolitik. Resultatet fra denne model må derfor betragtes med forbehold.

Da der i model 2 kun medtages driftsomkostninger, er det ikke overraskende at bruttopotentialet i denne model bliver mindre end i basismodellen, idet variationen i driftsomkostninger svarer til variationen i de samlede omkostninger. I modellen udelades anlægsomkostninger som en parameter, man kan være efficient på, hvorved man ikke tager hensyn til anlæggenes måde at investere på. I gennemsnit er effektivitetsscorerne stort set uændret i forhold til basismodellen. Modellens resultat anvendes i forbindelse med kvalificeringen af bruttopotentialet.

Bruttopotentialet er mindre i model 3 end i basismodellen, fordi anlæggene kan være efficient på gasproduktion som output. Tilsvarende er bruttopotentialet mindre i model 4, fordi anlæggene kan være efficiente på diesel som input. Igen er det værd at bemærke at ingen af disse parameter kan forrykke det samlede bruttopotentiale væsentligt.

Bruttopotentialet for model 5 er en del større end basismodellen, da omkostningerne til perkolathåndtering er medtaget i denne model. Den primære årsag til det højere potentiale er, at de totale omkostninger for deponeringsanlæggene er større i denne model, men effektivitetsscorerne er dog også en anelse mindre i denne model. Strukturelle forhold bevirker, at anlæggenes ressourcebelastning til håndtering af perkolat varierer kraftigt, og til at belyse dette forhold er modellen uden perkolatomkostninger det bedste udgangspunkt.

Endelig giver model 6, hvor de faktiske omkostninger er erstattet med fiktive omkostninger beregnet på baggrund af behandlingsgebyrerne, et bruttopotentiale, der er noget mindre end i basisscenariet. Dette skyldes, at variationen i gebyrerne er mindre end variationen i anlæggenes faktiske omkostninger eksklusiv perkolatomkostninger i år 2000. Modellen er ikke relevant for kvalificeringen af potentialet, da den ikke afspejler de faktiske omkostninger.

Bruttopotentialet for model 7 er en anelse større end for basismodellen, da deponeringsanlæggene har en parameter mindre, de kan være efficiente på i denne model.

I model 8 bliver potentialet mindre, men det er som nævnt en undervurdering. Under alle omstændigheder ligger variationen inden for usikkerheden.

Antallet af variable og effektiviseringspotentialet

Normalt gælder det, at antallet af variable har en vis betydning for DEA-scorernes størrelse. Analysen af deponeringsanlæg viser dog, at det her ikke er meget udtalt. Effektiviseringspotentialet falder således kun med mellem 3% og 9%, når der inkluderes en ekstra variabel i analysen.

I modellen med kun 2 variable er potentialet det samme som i basismodellen, hvor der er 3 variable.

Generelt afhænger variationen og antallet af variable meget af, om der er det såkaldte *input slack* (se bilag 1 for en nærmere forklaring af begrebet *input slack*) forbundet med de enkelte variable.

5.5 Supplerende analyser

Der er, som allerede nævnt, indsamlet en lang række variable i undersøgelsen af deponeringsanlæggene udover dem, der indgår direkte i DEA-analyserne. Formålet med dette afsnit er at kvalificere potentialet ud fra disse andre forhold ved at udføre statistiske analyser samt kvalitativt at vurdere forskellen mellem de efficiente og inefficiente deponeringsanlæg. Formålet er at identificere årsagerne til potentialet, og vurdere i hvilket omfang potentialet kan realiseres.

De variable, der ikke er inddraget direkte i DEA-analyserne, kan i princippet være ligeså vigtige som de, der indgår direkte. Det er imidlertid ikke alle variable, der kan integreres i en DEA-model (se bilag 1), hvorfor en række af de indsamlede variable er inddraget i supplerende statistiske analyser.

Følgende variable har været inddraget og undersøgt i supplerende statistiske analyser:

- Ejerforhold
- Anlægsår
- Andre driftsområder
- Areal og kapacitet
- Membran
- Behandling af evt. mellemdeponeret affald
- Affaldstyper
- Regnskabspraksis
- Ressourceforbrug på affaldsplaner
- Åbningstid
- Antal lastbiler
- Miljøudstyr
- Grundvandsmonitoring
- EU direktiv

For disse variable er det ved hjælp af lineær regression undersøgt, om scoren for anlæggene afhænger statistisk signifikant af forhold, som ikke er inddraget i DEA-analysen.

Statistisk analyse

De statistiske analyser på deponeringsområdet er gennemført lidt anderledes end på forbrændingsområdet.

Det er undersøgt, hvorledes VRS-scoren afhænger af de forskellige relevante parametre, men resultaterne bliver langt mere anvendelige, når det er CRS-scoren, der anvendes. Årsagen er, at der for adskillige deponeringsanlæg er stor forskel på de to scorere, CRS og VRS, jfr. Figur 5.9 på side 89, og anlæggenes scorere er mere klare i CRS-analysen, hvor der ikke er kompenseret for stordriftsfordele. Ved at benytte CRS-scorerne i stedet, forklarer den statistiske analyse stordriftsfordelene i stedet for DEA-modellen. Der foretages en sammenligning af resultaterne ved de to metoder.

Resultaterne og fortolkningen af analysen præsenteres i det følgende.

Den statistiske analyse udpeger en række elementer som værende af betydning for de identificerede scorere. En meget lang række elementer har været afprøvet i den statistiske model, men af disse er det kun et begrænset antal, som kan forklare scorerne. Nedenfor beskrives de elementer, der har vist sig at beskrive data med en tilfredsstillende forklaringsgrad⁴⁷.

Jo større *deponeret mængde*, anlægget modtager, jo højere score har anlægget. Det betyder, at også den statistiske analyse påpeger, at der er stordriftsfordele på deponeringsområdet.

Jo højere *deponeringshøjden* er, jo højere score har anlægget. Dette er et meget intuitivt resultat, idet især anlægskomkostningerne reduceres betydeligt, hvis deponeringshøjden øges.

Jo yngre deponeringsanlægget er, desto lavere er scoren. Dette er en naturlig følge af, at specielt forrentningsomkostningerne, men også afskrivningerne, er

⁴⁷ Samtlige de nævnte variable er signifikante på 90% niveau.

højere ved nye anlæg end ved ældre anlæg. Det er også en logisk følge af, at der gennem tiden er blevet stillet større og større krav til deponeringsanlæggets udformning. Eksempelvis er kravene til membrantype løbende blevet skærpet, hvilket med tiden har forøget omkostningerne til anlæg af deponeringsanlæg. Dette aspekt kan således også være indeholdt i den effekt, der identificeres som alderseffekten.

Endvidere viser de statistiske analyser, at *anlæg med 4 sideaktiviteter* har højere scorer i gennemsnit. Dette er også intuitivt, da flere aktiviteter giver bedre mulighed for at udnytte ressourcerne. På grund af det sparsomme datamateriale, kan denne parameter ikke opdeles yderligere. Endelig viser analysen, at de *fælleskommunale* anlæg generelt har en højere score end de anlæg, der er kommunalt styrede eller styret på anden vis. Der er en vis korrelation mellem disse variable, men det vurderes dog at være fornuftigt at medtage dem begge i analysen.

En effekt kommer ikke helt så kraftigt ud som de effekter, der er redegjort for ovenfor⁴⁸. Det er om, hvorvidt anlægget modtager *farligt affald*, som analysen peger på kan have betydning for anlæggets score. Fem af de analyserede anlæg har angivet at modtage mere end 3,5% af deres affald som farligt affald. Analysen indikerer, at dette aspekt kan have betydning for disse anlægs scorer, så anlæggene der modtager farligt affald generelt har lidt lavere score end de øvrige anlæg.

Det skal nævnes allerede på dette sted, at den estimerede model har vanskeligt ved at forudsige høje effektivitetsscorer ud fra de oplysninger, der er tilstede. Dette tyder på, at de mest effektive anlæg på en række andre punkter skiller sig ud fra de øvrige anlæg. Dette aspekt diskuteres nærmere, når effektiviseringspotentialet kvalificeres.

Der er også en række faktorer, der har vist sig ikke at have signifikant betydning for anlæggenes score:

Anlæggenes *regnskabspraksis* (årsregnskab eller kommunalt regnskab) har ingen betydning for anlæggets score. Dette betyder, at der ikke kan observeres en systematisk skævhed i opgørelsen af specielt anlæggenes værdier for afskrivning og forrentning.

Det skal dog nævnes, at der ses en meget svag tendens til, at anlæg, der assisterer med at udarbejde *affaldsplaner*, er marginalt mindre efficiente end de øvrige anlæg – parameteren er ikke nær signifikant.

Hvor meget affald, anlæggene modtager af forskellige *affaldstyper* ud over farligt affald, har heller ingen signifikant betydning for anlæggenes scorer. Dette kan formentlig forklares med, at de efficiente anlæg i analysen modtager affald af mange forskellige typer.

Endvidere har det ikke signifikant betydning, om anlægget har *særligt overvågnings- eller kontroludstyr* til miljøkravene eller kvalitetssikring, eller om anlæggene har forskellige krav til *grundvandsmonitoring*.

Der er som nævnt justeret for *perkolatopsamling* i omkostningerne, før DEA-analysen er gennemført. Men det er alligevel testet, om det forhold at

⁴⁸ Denne variabel er signifikant på 70% niveau.

anlæggene har perkolatopsamling eller ej har en signifikant betydning for scoren. Det har det ikke, hvilket bekræfter, at udeladelse af anlæggenes omkostninger til perkolatopsamling stiller anlæggene lige.

5.6 Kvalificering af potentiale

De konkrete statistiske resultater anvendes i det følgende til at kvalificere det identificerede bruttoeffektiviseringspotentiale på 151 mio. kr. i år 2000.

Først udregnes de konkrete delelementer af potentialet på basis af de statistiske analyser, og dernæst vurderes det resterende potentiale. Potentialet kategoriseres som beskrevet i metodeafsnittet:

- Potentiale på kort sigt, på lang sigt og vanskeligt eller slet ikke realiserbart
- Potentiale, som anlæggene selv kan påvirke eller det, som de ikke kan påvirke.

Anvendt metode til kvalificering af potentialet

Den statistiske analyse resulterer i en række parametre.

Eksempelvis er parameteren for, at anlægget modtager farligt affald på 0,10. Dette betyder rent teknisk, at anlæggene, der modtager mere end 3,5% (den valgte grænse) af deres affald som farligt affald, i gennemsnit ville have en VRS score på 0,10 højere, end de har nu. Dette kan direkte omregnes til et potentiale, nemlig summen af $0,10 \cdot \text{totalomkostningerne}$ på de pågældende anlæg.

Helt så enkelt er det ikke med parametrene til eksempelvis deponeringshøjde. For at kvalificere potentialet er det nødvendigt eksplicit at vurdere, hvilket sammenligningsgrundlag der skal anvendes.

Eksempelvis en deponeringshøjde på 15 m. Der udregnes dermed et potentiale, der skyldes, at ikke alle anlæg har en deponeringshøjde på 15 m. Parameteren til deponeringshøjde er på 0,027. Det betyder således, at anlæg, der har en deponeringshøjde på 5 meter, i gennemsnit ville have en score på 0,27 højere, hvis de havde en deponeringshøjde på 15 meter ($(15-5) \cdot 0,027$).

Ved disse vurderinger er der anvendt et sammenligningsgrundlag, der omtrent afspejler det niveau, som de efficiente anlæg i analysen har.

Mængder

Effektiviseringspotentialet, der stammer fra varierende mængder på de forskellige deponeringsanlæg, kan beregnes til ca. 28 mio. kr. i år 2000.

Udgangspunktet for denne beregning er en årlig deponeret mængde på 60.000 tons og en mellemdeponeret mængde på 10.000 tons. Det udregnede potentiale angiver altså potentialet, hvis alle anlæg var af denne størrelse. Dette er klart ikke realistisk, ej heller det optimale niveau, men er fastsat for at stille alle anlæg lige, og giver således et billede af konsekvensen af, at anlæggene netop ikke er lige store. Hvis en lavere grænse var valgt, ville potentialet, der stammer fra forskellige mængder, blive mindre.

Potentialet er dog tæt på det potentiale på 22 mio. kr. i år 2000, som DEA-analysen udpegede som potentialet relateret til stordriftsfordele.

Dette potentiale kan karakteriseres delvist som et kortsigtet og delvis som et langsigtet potentiale. I tilfælde af en lukning af de mest inefficente anlæg, vil de årlige driftsomkostninger umiddelbart blive sparet. Dog vil der være udgifter til selve nedlukningen. På den anden side vil omkostninger til afskrivninger og forretning være tabt for de dele af anlægget, der ikke er mobile. En total realisering af potentialet kræver endvidere en diskussion af antal og størrelse på deponeringsanlæg i Danmark. Det kan tillige diskuteres, hvor stor en del af potentialet, der er realiserbart på lang sigt, da også f.eks. transportomkostningerne skal inddrages for at give et retvisende billede af potentialet.

Det skal dog understreges, at det kun er en mindre del af det samlede potentiale, der er relateret til anlæggenes størrelse, og dermed strukturen på deponeringsområdet. En langt større del af potentialet skyldes andre faktorer.

Deponeringshøjde

Forskel i deponeringshøjde bidrager med ca. 14 mio. kr. i år 2000 til effektiviseringspotentialet. Udgangspunktet for denne beregning er en deponeringshøjde på 15 m. Dette potentiale kan karakteriseres som et potentiale, der kun vanskeligt eller slet ikke kan realiseres. Dette potentiale kan kun realiseres, hvis alle anlæg fik en deponeringshøjde på 15 m, hvilket ikke er realistisk. Resultatet kan imidlertid benyttes til at illustrere, hvor vigtig deponeringshøjden er for effektiviteten på et deponeringsanlæg. Dette peger også på, at det er vigtigt ved fremtidige anlæg af deponeringsanlæg at prioritere deponeringshøjden højt, naturligvis sammen med miljøspørgsmål og andre relevante kriterier.

Alder

Anlæggets alder og dermed forskel i størrelsen og vægten af afskrivning og forrentning, bidrager med ca. 16 mio. kr. til effektiviseringspotentialet. Også dette element i det beregnede bruttoeffektiviseringspotentiale, kan kun vanskeligt eller slet ikke realiseres.

Sideaktiviteter

At ikke alle anlæg har 4 sideaktiviteter, bidrager til effektiviseringspotentialet med ca. 14 mio. kr. i år 2000. Ligesom potentialet, der havde at gøre med stordriftsfordele på selve deponeringsaktiviteten, udtrykker dette potentiale udnyttelse af stordriftsfordele på selskabsniveau. Derfor kan selskaberne også her selv realisere potentialet.

Ejerform

Ca. 6 mio. kr. kunne realiseres, hvis alle anlæg var styret som de fælleskommunale anlæg. Denne del af potentialet har sandsynligvis igen at gøre med stordriftsfordele, og fanger givetvis noget af den variation, der ikke kan forklares med, om man har 1, 2 eller 3 sideaktiviteter. Derfor kan selskaberne også her selv realisere potentialet - om end på lang sigt.

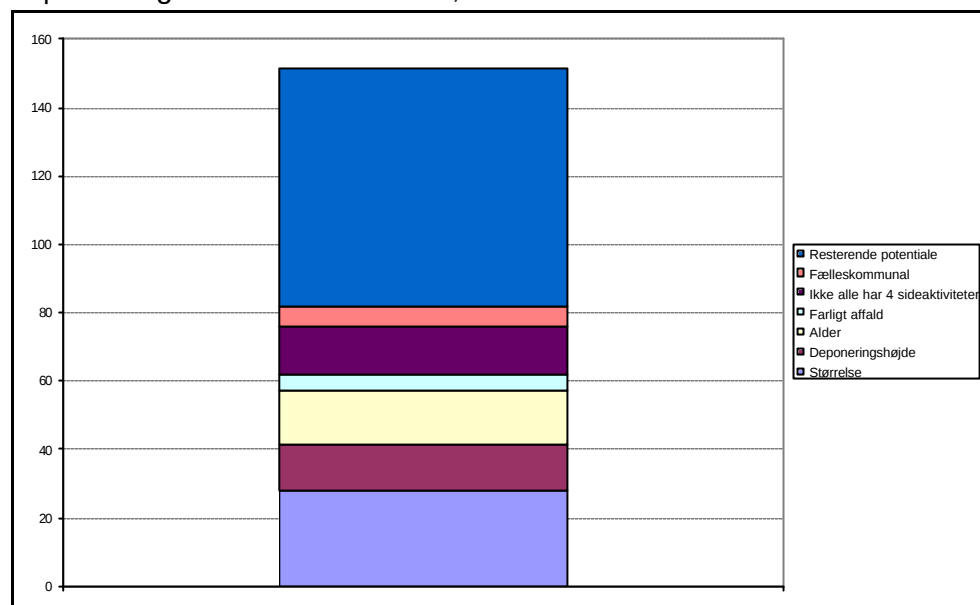
Farligt affald

På grund af usikkerheden ved estimatet på farligt affald, er det ikke uproblematisk at beregne potentialet på dette. Det er dog medtaget, da det er positivt, at anlæggene yder en speciel indsats for det farlige affald. Potentialet er ikke realiserbart og medtages derfor i analysen. Modtagelsen af farligt affald bidrager således med 4,5 mio. kr. til potentialet.

Resterende potentiale

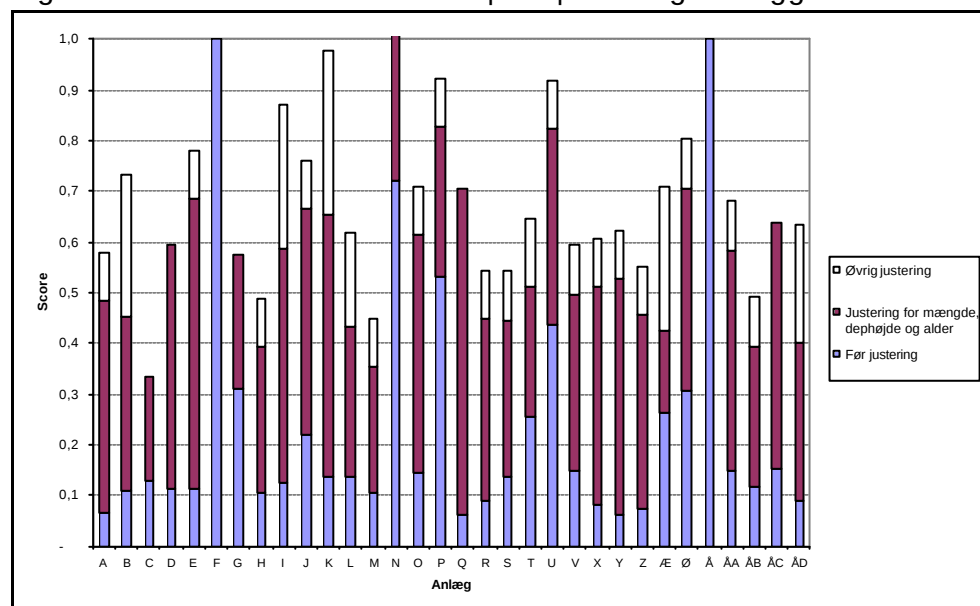
De identificerede potentialer er opsummeret i figuren nedenfor. Det resterende potentiale er på ca. 70 mio. kr..

Figur 5.12 Opdeling af effektiviseringspotentiale på deponeringsområdet i Danmark, mio kr. i år 2000



Figuren nedenfor viser variationen i scorerne på de enkelte anlæg.

Figur 5.13 Justerede CRS-scorer på deponeringsanlæggene



Scorerne er justeret for at tage højde for de identificerede faktorer.

Det er valgt at illustrere score-justeringsen i to skridt. Først er der justeret for de faktorer, som optræder på grund af geografiske eller oplandsmæssige forhold for anlæggene: mængde, deponeringshøjde og alder. Det er de mørke søjler. Betragtes billedet efter denne justering ses, at der nu er en jævn fordeling af scorerne fra ca. 0,3 og op til 1. Der er altså ikke som på det

oprindelige billede tale om enkelte anlæg, der totalt dominerer de øvrige anlæg i analysen.

Dette billede vurderes at være mere retvisende end billedet af de oprindelige scorer, da der her ikke var taget højde for forskelle i mængder, deponeringshøjde og alder.

De øverste hvide søjler illustrer den øvrige justering, det vil sige justering for sideaktiviteter, ejerform og farligt affald.

Figuren illustrerer, at det er en stor del af potentialet, der kan forklares med de identificerede faktorer. Gennemsnittet af de scorerne, når de er justeret for mængde, deponeringshøjde og alder er således på 0,59 og gennemsnittet af de fuldt ud justerede scorer på 0,70 mod 0,24 før justering.

Det ses imidlertid også, at der er meget stor forskel på, hvor meget de enkelte scorer er justeret op.

Fortolkningen er, at for nogle anlæg, eksempelvis anlæg I, har de identificerede parametre været i stand til at forklare stort set hele det identificerede potentiale. Anlæg I er et lille anlæg, der har en meget lav deponeringshøjde, kun 2 andre aktiviteter på anlægget og ikke er fælleskommunal.

For andre anlæg, eksempelvis anlæg C, har en langt mindre del af potentialet kunnet forklares med de identificerede parametre. Anlæg C har en gennemsnitlig deponeringshøjde, er et gammelt anlæg, har allerede 4 øvrige aktiviteter og er allerede fælleskommunal.

Selv om scoren for C og I således som udgangspunkt var af samme størrelse, er de justerede scorer meget forskellige.

Karakteristik af de 2 effiente

De effiente anlæg i analysen er karakteriseret ved:

- Modtager relativt meget affald, men ikke mest.
- Har personaleomkostninger på under 500.000 kr i år 2000 ekskl. fællesomkostninger.
- Tager imod mange forskellige affaldstyper: skrotaffald, slam, forurennet jord
- Har mange aktiviteter samlet ét sted
- Har en miljøgodkendt restkapacitet, som er mindre end gennemsnittet, men der ikke er nogen entydig karakteristik af anlæggene mht. til restkapaciteten inden for det lokalplanlagte område
- Foretager målinger af miljøtilstanden, blandt andet grundvandsmonitoring
- Ingen særlige forhold ang. perkolat. Den ene har membran og perkolatopsamling, mens den anden ikke har. (Alle anlæg er forsøgt stillet lige med hensyn til perkolat i analysen)
- Det ene anlæg oplyser at man (endnu) ikke lever op til kravene i EU's direktiv for deponeringsanlæg, mens det andet oplyser at man delvist lever op til direktivet.
- Har ikke markant anden åbningstid end de øvrige anlæg
- Et af anlæggene udarbejder selv affaldsplaner for interessentkommunerne, for det andet anlæg udarbejdes affaldsplanerne af selskabet.
- Har under målsætningerne svaret, at miljø og økonomi er lige vigtige
- Foretager løbende vedligeholdelse på anlægget

Det resterende potentiale på 70 mio. kr. kan ikke kvalificeres yderligere i den statistiske analyse. Der kan være en del af det, der kan realiseres på kort sigt, men givetvis også en del, der kun kan realiseres på lang sigt eller slet ikke.

For at kunne kvalificere denne del af potentialet yderligere, er der foretaget en supplerende analyse på DEA-scorerne.

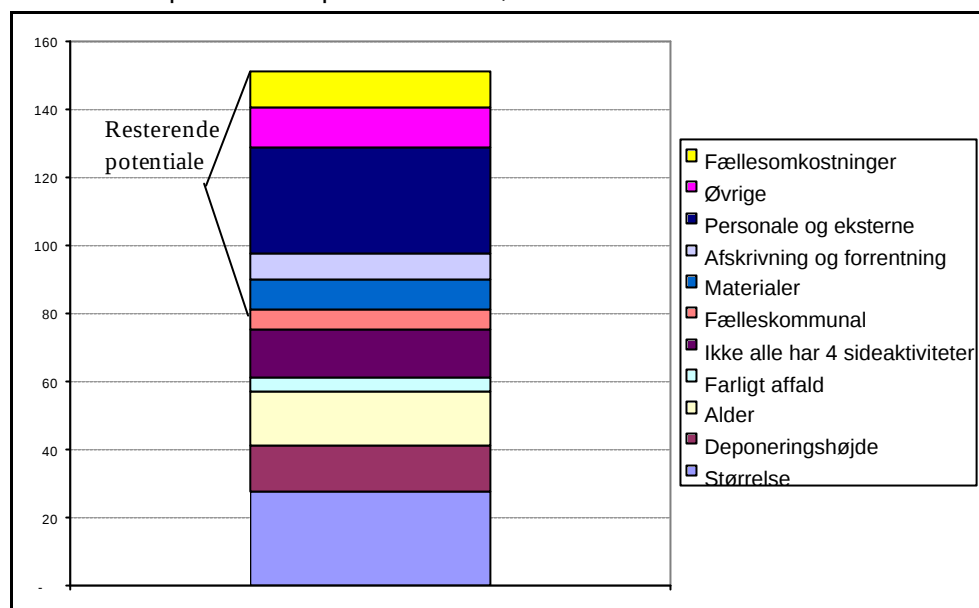
Supplerende analyse

Resultaterne fra DEA-analysen er opdelt på en række omkostningskategorier, og effektiviseringspotentialet for hver af disse er identificeret.

Disse oplysninger er suppleret med en vurdering af, hvor stor en del af de identificerede potentialer fra den statistiske analyse, der kan henføres til henholdsvis anlæg, personaleomkostninger, materialeomkostninger og øvrige omkostninger. Eksempelvis vurderes det, at deponeringshøjden hovedsagelig påvirker anlægsomkostninger, mens håndtering af farligt affald både forøger personaleudgifter, anlægsomkostninger og materialeudgifter.

Ved at kombinere disse oplysninger, er det resterende potentiale på 70 mio. kr opdelt i kategorier. Resultatet ses i figuren nedenfor, som er den samme som Figur 5.12, dog med de 70 mio. kr øverst i figuren opdelt på en række poster.

Figur 5.14 Kvalificering af potentialet med en uddybning af det resterende potentiale på 70 mio. kr., mio. kr. i år 2000



Figuren illustrerer, at der er stor forskel på størrelsen af de enkelte komponenter i det resterende potentiale. Blandt andet ses, at afskrivninger, forrentning og leasing udgør en meget lille del. Årsagen til dette er, at en stor del af de parametre, der blev identificeret i den statistiske analyse, er relateret til afskrivninger og forrentning.

I øvrigt kan det bemærkes, at potentialet, der kan henføres til afskrivning og forrentning stemmer udmærket overens med reduktionen i potentialet, når afskrivning og forrentning helt udelades af DEA-modellen (jvf. supplerende DEA-model 2).

Det er ikke muligt at udtale sig håndfast om, hvor stor en del af disse potentialer, der kan realiseres. Men mulighederne er diskuteret i det følgende.

Fællesomkostninger

Fællesomkostningerne er kun inddraget i lille omfang i den statistiske analyse, nemlig via fælleskommunal og de 4 sideaktiviteter. Der er stor variation i fællesomkostningerne, hvilket både kan skyldes reel variation, men også forskellige praksis for fordeling af fællesomkostningerne ved besvarelse af spørgeskemaet. Derfor kan det kun vanskeligt vurderes, i hvor høj grad det identificerede resterende potentiale på ca. 12 mio. kr. kan realiseres.

Afskrivning, forrentning og leasing

Det resterende potentiale på disse poster er som nævnt ret småt, nemlig på knap 3 mio. kr. Der kan nemt være forhold relateret til afskrivning og forrentning, der ikke er medtaget i analysen. Det kan f.eks. være investeringer i specielle anlæg eller maskiner til håndtering af særlige affaldstyper som shredderaffald eller farligt affald. Det kan også være, at specielle geografiske forhold gør sig gældende på anlægget. På den anden side kan der også være investeret i for dyre maskiner, specielt set i lyset af de faldende mængder. En forsigtig vurdering lyder dog på, at dette potentiale ikke vil kunne realiseres.

Citat fra et af de efficiente anlæg

“Det er vigtigt, at det er billigt. Vi køber de billigste maskiner, der dækker vores behov. Vi har heller ikke nye maskiner og et flot kontor. Både vores ansatte og ejere er tilfredse med, at det kører på den måde.”

Øvrige omkostninger

De øvrige omkostninger dækker over en restgruppe, der blandt andet omfatter forsikringer, offentlig kontrol samt ejendomsskatter. Der kan være en stor forskel på ejendomsskatterne i de forskellige kommuner, ligesom forsikringer og offentlig kontrol naturligvis også kan være forskellige. På denne baggrund er det vanskeligt at forestille sig, at en stor del af dette potentiale på godt 13 mio. kr. kan realiseres.

Materialeomkostninger

Materialeomkostningerne består af en række forskellige omkostninger, såsom el, brændsel, kemikalier, udgifter til monitoring, hjælpematerialer i øvrigt herunder forbrugsstoffer, spildevandsafgift (kloakaflledning), brandslukningsmidler og indpakkingsmaterialer mv. ved mellemdeponi. Det er derfor selvsagt vanskeligt at vurdere, hvor stor en del af potentiale på ca. 9 mio., der kan realiseres. Da visse elementer i kategorien er udefrakommende omkostninger, kan hele potentialet dog næppe realiseres. På den anden side er en del af potentialet også ressourceforbrug på selve deponeringsanlægget, der til en hvis grad bør kunne reduceres.

Personaleomkostninger

Endelig er der personaleudgifter og udgifterne til de eksterne tjenesteydelser, der udgør et potentiale på ca. 33 mio. kr. af de resterende potentiale. Meget taler for, at en del af dette potentiale vil kunne realiseres.

Citater fra et af de efficiente anlæg

“Vores medarbejdere skal kunne træde til, hvor der er brug for det. Hvis der ikke er en lastbil med affald, laver de noget andet.”

“Vi har gjort en stor indsats de seneste år på ledelsesområdet. Vores ansatte er dermed blevet mere tilfredse og motiverede i deres daglige arbejde.”

“Vores genbrugsstationer har åbent, når folk har fri.”

Årsagen hertil er, at der ses voldsomme forskelle i personale- og udgifter til eksterne tjenesteydelser mellem de forskellige anlæg – helt op til en faktor 10 til forskel og det uden, at forskellene i al væsentlighed kan forklares med eksempelvis større mængder, mange forskellige typer af affald eller krav om miljøforanstaltninger eller monitoring. Som nævnt har anlæggene haft yderst vanskeligt ved at besvare spørgsmålene om deres tidsforbrug til forskellige serviceydelser, og det er derfor ikke muligt at undersøge, hvorvidt service har en betydning. Dog har de anlæg, der har besvaret den del af spørgeskemaet, ikke angivet en voldsom belastning med serviceydelser. Det er også undersøgt, om arbejdet med affaldsplaner kan forklare forskellene, men det kunne det ikke.

Dog er der visse elementer, der ikke er klarlagt i spørgeskemaet, og som kan have en mindre betydning. Det er specielt udseende af deponeringsanlægget, hvor nogle anlæg gør meget for æstetikken på anlægget, hensynet til naboer etc., mens det for andre anlæg ikke er nødvendigt i samme grad. Endvidere er der visse anlæg, der er på forkant med udviklingsaktiviteter, mens andre ikke beskæftiger sig med udvikling. Endelig har visse anlæg en forsøringsaktivitet på anlægget.

Ved en gennemgang af de konkrete svar fra anlæggene og opfølgning, har det været muligt klart at identificere ca. 3 mio. kr. i personaleudgifter og udgifter til de eksterne tjenesteydelser, der ikke vil kunne realiseres. Hertil kommer ca. 2 mio. kr, der anvendes til forskellige former for serviceydelser på anlæggene, blandt andet udarbejdelse af affaldsplaner, klagesagsbehandling, besøg, takstberegning etc. Endelig vurderes der ved en gennemgang af anlæggenes omkostninger at være ca. 7 mio kr, der relaterer sig til en sorteringsaktiviteter på ca. en tredjedel af samtlige anlæg. Dette potentiale vil heller ikke kunne realiseres.

Af de resterende 21 mio. kr., det vil sige to tredjedele, vurderes en del at kunne realiseres.

Under alle omstændigheder peger analysen på, at der er behov for, at personaleforbruget på deponeringsanlæggene opgøres og diskuteres. Dette bekræftes af, at kun et af de 32 anlæg har angivet, at det allerede løbende gennemfører produktivitetmålinger.

Arbejdsfordeling

Der er forskel på, hvor skarp arbejdsfordelingen er mellem det, som anlæggets egne ansatte laver, og det eksterne folk anvendes til. En revision af denne arbejdsfordeling, så anlæggenes folk i ledige stunder udførte det arbejde, de eksterne nu udfører, ville bidrage til effektivisering på anlæggene.

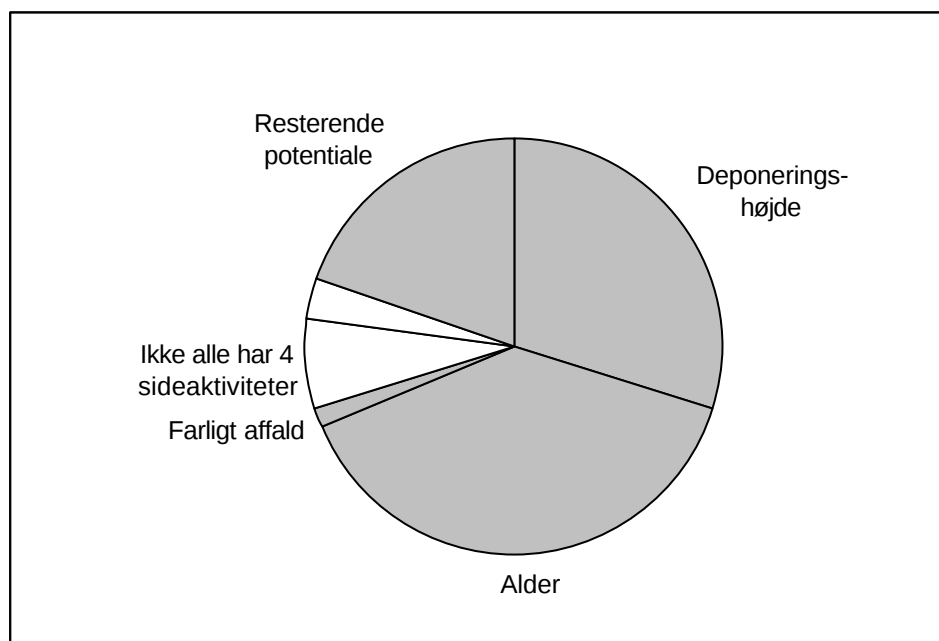
Bemærkning vedrørende perkولاتomkostninger

Sent i analyseforløbet blev det klart, at mange anlæg ikke har opgivet omkostninger til anlæg af perkولاتanlæg under søjlen med perkولاتhåndtering. Dette var potentielt et problem, da de relevante omkostninger så ikke var trukket ud af analyserne for at stille anlæggene lige med hensyn til perkولاتhåndtering. Derfor er konsekvenserne for analysens resultater med hensyn til afskrivning og forrentning undersøgt nøje.

Potentialet, der kan henføres til afskrivning og forrentning kan opgøres til 41 mio kr (størrelsen er ikke nævnt andetsteds i rapporten). Figuren nedenfor viser, hvorledes disse 41 mio kr er fordelt på de forskellige elementer, der er diskuteret ovenfor.

Endvidere illustrerer figuren, hvilke af disse elementer, der er karakteriseret som et potentiale, der kun vanskeligt eller slet ikke kan realiseres. Disse er markeret med gråt.

Figur 5.15 Fordeling af afskrivnings- og forrentningspotentialer på 41 mio kr



Figuren illustrerer, at en meget stor andel af potentialer, der kan henføres til afskrivning og forrentning, er karakteriseret som et potential, der kun vanskeligt eller slet ikke kan realiseres.

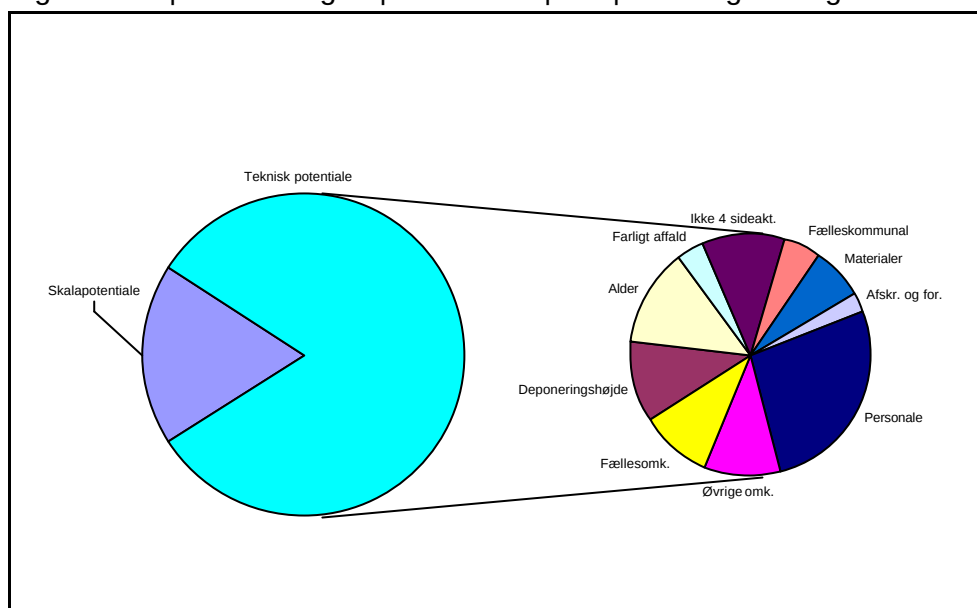
Den hvide del af figuren kan henføres til anlæg, der ikke kan udnytte stordriftsfordele så godt som andre anlæg. Dette vurderes ikke at være knyttet til perkolatomkostningerne. En mindre del af dette potential er i øvrigt, som beskrevet ovenfor, vurderet til ikke at kunne realiseres, men den største del kan realiseres – noget på kort og noget på lang sigt.

Selv om det potentielt var et problem, at det ikke var muligt at trække samtlige omkostninger til perkolat ud af analysen, så har det altså vist sig, at det ikke spiller en rolle i relation til størrelsen af det realiserbare potential.

Opsummering af potentialer

Nedenfor er opsummeret fordeling af skalapotentialet og det tekniske potential opdelt på de identificerede poster.

Figur 5.16 Opsummering af potentialet på deponeringsanlæg



Skalapotentialet udgør ca. 28 mio. kr i år 2000, mens det tekniske potentiale udgør ca. 123 mio. kr. i år 2000.

Konklusion

Analysen har identificeret et betydeligt bruttopotentiale, og de supplerende analyser har grupperet dette potentiale. Efterfølgende er der foretaget en vurdering af, hvem, der har mulighed for at realisere potentialet og på hvilken tidshorisont potentialet eventuelt kan realiseres. Da der er usikkerheder forbundet med disse vurderinger, er der for hver potentiale-kategori foretaget en minimums og en maksimumsvurdering af muligheden og ansvaret for realisering. Disse vurderinger er derefter samlet som intervaller og er vist i tabellen nedenfor.

I resultaterne nedenfor tages der udgangspunkt i brutto-potentialet på de 151 mio. kr.

Tabel 5.8 Oversigt over effektiviseringspotentialet på deponeringsområdet, mio. kr. i år 2000

	Anlæg	Ikke anlæg	Ikke Realiserbart	I alt
Kort sigt	30-50	5-10	Opdeles ikke	35-60
Lang sigt	15-20	5-10	Opdeles ikke	20-30
Ikke Realiserbart	Opdeles ikke	Opdeles ikke	65-95	65-95
I alt	45-70	10-20	65-95	151

Det samlede potentiale er fast, og det er således ikke muligt at lægge henholdsvis de laveste tal sammen og de højeste tal sammen og få et interval på dette potentiale. Usikkerheden på det samlede potentiale vurderes at være på +/- 15%.

Det kan konkluderes, at 30-50 mio. kr. årligt bør kunne realiseres af anlæggene på kort sigt, svarende til mellem ca. 15% og 25% af deponeringsanlæggenes samlede omkostninger. 15-20 mio. kr. årligt bør

kunne realiseres af anlæggene på lang sigt, svarende til yderligere mellem 7% og 10% af de totale omkostninger. 5-10 mio kr bør kunne realiseres af andre end anlæggene både på kort og på lang sigt, det vil sige i alt 5-10%.

Der er endvidere identificeret et potentiale på 65-95 mio. kr. årligt, svarende til fra 30% til 45% af de totale omkostninger (inklusive omkostninger til perkolatopsamling og gasindvinding), som forventes at blive vanskeligt at realisere eller som slet ikke kan realiseres.

Det er ikke direkte undersøgt, hvor mange ressourcer, der skal til for at realisere potentialerne. Tag potentialet på 30 mio kr fra tabellen ovenfor som eksempel. Hvis det kan opgøres, at det vil koste 10 mio kr at realisere potentialet, så viser analysen, at der kan spares 40 mio kr. Potentialet på de 30 mio kr er altså en mulig netto-besparelse, givet at anlæggene investerer ligeså fornuftigt som de effektive anlæg. Årsagen er, at potentialet er bestemt ud fra anlæg, der har tilsvarende lavere omkostninger, men som allerede har afholdt udgifter til evt. driftsinvesteringer.

Det skal bemærkes, at analysen kun omfatter ca. 80% af de deponerede mængder i år 2000. Hvis de udeladte anlæg ligner de inkluderede anlæg, vil det samlede bruttoeffektiviseringspotentiale stige fra 151 mio. kr i år 2000 til ca. 190 mio. kr. i år 2000.

Det skal endelig pointeres, at det undersøgte potentiale er en undervurdering af det samlede potentiale, da der ikke er medregnet en mulig effektivisering af de effektive anlæg. Dette aspekt vurderes dog ikke at have så stor betydning på deponeringsområdet.

5.7 Resultaternes robusthed

I metodeafsnittet er usikkerheden på følgende elementer diskuteret:

- Mængder
- Omkostninger
- Miljø-parametre

Nedenfor diskuteres usikkerheden specielt i relation til deponeringsanlæg.

Som nævnt i metodeafsnittet vurderes mængderne ikke at være usikre.

Omkostninger

For omkostningernes vedkommende, er der dels usikkerhed ved opgørelse af afskrivning og forrentning og dels ved fordeling af omkostningerne mellem de forskellige aktiviteter.

For deponeringsanlæg vurderes begge elementer at være forbundet med en rimelig stor usikkerhed.

Der er således usikkerhed med hensyn til opgørelsen af afskrivningerne, hvor anlæggenes levetid er vanskelig at fastsætte. Med de seneste års nedgang i mængderne til deponering, er levetiden utvivlsomt generelt steget, og dette kan være håndteret på forskellig vis på de enkelte anlæg.

Sytten ud af de 32 analyserede anlæg oplyser endvidere, at de ikke normalt følger årsregnskabsloven i deres regnskab. Et enkelt gør dog noget tilsvarende. De resterende anlæg har måttet skønne afskrivning og forrentning til denne analyse, og i et par tilfælde er dette skøn foretaget af COWI. Det er dog undersøgt, om de 17 anlæg systematisk adskiller sig fra de øvrige anlæg i analysen, og dette er ikke tilfældet. De resterende 15 anlæg angiver, at de følger årsregnskabsloven, det vil sige opgør forretning og afskrivning efter en nøjere fastsat metode. Det kan være, at anlæggene anvender forskellige levetider, men det er vigtigere, at de anvender realistiske levetider for deres anlæg end de samme levetider på samtlige anlæg. Afskrivning og forrentning udgør ca. 25% af de samlede omkostninger.

Fordeling af omkostninger vurderes at være vanskeligere på deponeringsanlæg end på forbrændingsanlæg. I forbindelse med deponeringsanlæg er der nemlig typisk flere sideaktiviteter (se databeskrivelse), og medarbejderne arbejder også typisk på tværs af aktiviteter. Der er således både usikkerhed ved fastlæggelse af de direkte omkostninger ved deponering og fordeling af fællesomkostningerne.

På denne baggrund er der i robusthedsanalysen anvendt en betydelig usikkerhed på $\pm 30\%$ på de samlede omkostninger (ekskl. omkostninger til perkolat og gasinvinding).

Miljøparametre

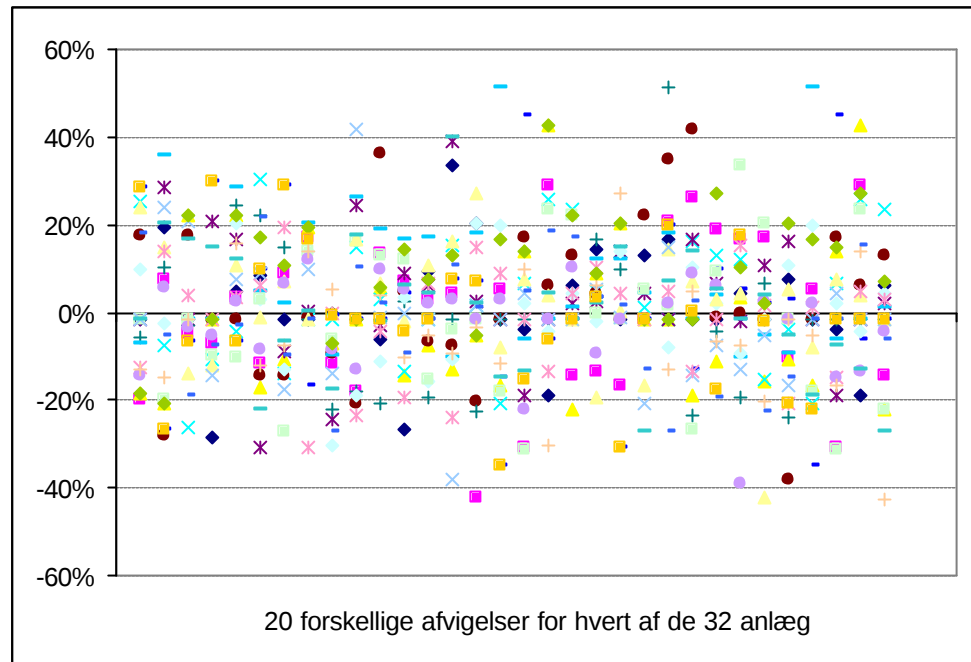
Der indgår ikke miljøparametre direkte i analysen, og usikkerhed op perkolatomkostningerne og omkostningerne til gasinvinding kan siges at være indbefattet af usikkerhedsberegningerne på omkostningerne.

Konkret metode

I de præsenterede robusthedsanalyser er data-elementerne ændret 20 gange med en tilfældig (normalfordelt) faktor. Dernæst er der gennemført en DEA-analyse svarende til hvert af de 20 datasæt, og de resulterende scorer er anvendt til at udregne det totale effektiviseringspotentiale.

De anvendte tilfældige tal er vist i figuren nedenfor.

Figur 5.17 Anvendte afvigelser i robusthedsanalysen

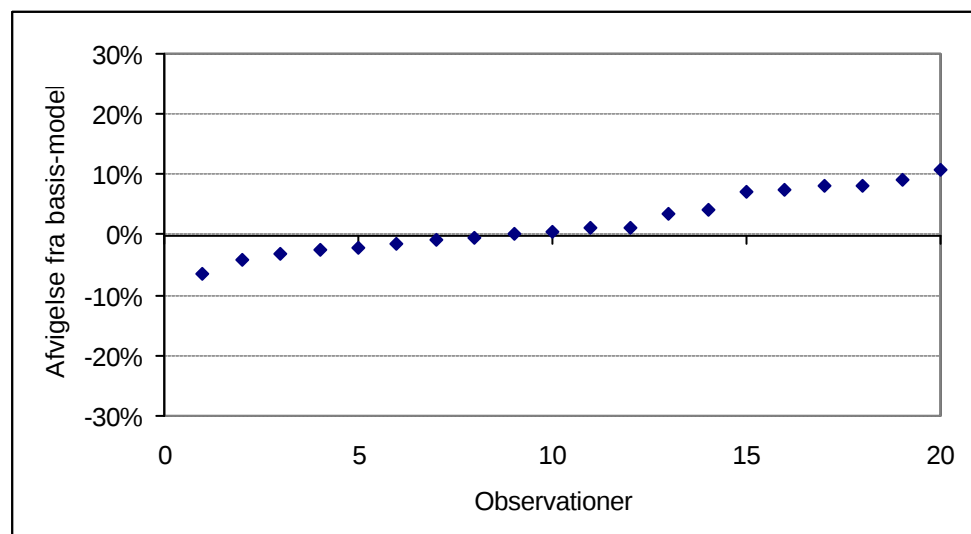


Note: Gennemsnittet af de automatisk genererede afvigelser er meget tæt på 0. Hver af prikkerne i figuren illustrerer den faktor, der er anvendt på en af de 32 anlæg i et af de 20 “forsøg”. Figuren illustrer, at der hovedsagelig er anvendt afvigelser på op til $\pm 30\%$, men også i enkelte tilfælde højere. Da DEA-analysen direkte sammenligner anlæggene med hinanden, er det værd at bemærke, at den relative forskel i anlæggenes omkostninger har varieret med op til det dobbelte. Der er således tale om betydelige ændringer i de relative størrelser.

Robusthedsanalyse på økonomi

De beregnede effektiviseringspotentialer i hvert af de 20 “forsøg” er sammenlignet med potentialet i basis-situationen. Gennemsnittet af de 20 effektiviseringspotentialer er ca. 2% højere end effektiviseringspotentialet i basissituationen, hvilket vurderes at være tilfredsstillende. Fordelingen af de procentvise afvigelser fra basis-situationen er vist i figuren nedenfor.

Figur 5.18 Robusthedsanalyse på økonomi - procentvise afvigelser fra basis-situationen



Figuren viser, at effektiviseringspotentialet selv med store afvigelser på omkostningerne, kun varierer med op til ca. 10%. Årsagen er, at det er de samme anlæg, der er efficiente igennem hele robusthedsanalysen.

“Outliers”

For deponeringsanlæg er der et par anlæg, der stort set dominerer samtlige andre anlæg. Tages det mest dominerende anlæg (F) ud af analysen, reduceres bruttoeffektiviseringspotentialet med ca. 12%. En nærmere analyse af tallene viser, at der i dette tilfælde står ét anlæg på spring, der overtager pladsen som det bedste anlæg. For dette anlæg forbedres scoren således betydeligt, mens der for langt de fleste af de øvrige anlæg er tale om reduktioner i effektiviseringspotentialet på under 15%.

Tages de to mest dominerende anlæg (F og Å) ud af analysen, reduceres bruttoeffektiviseringspotentialet med ca. 16%. En successiv udelukkelse af de næste efficiente anlæg giver mindre reduktioner i potentialet.

Disse resultater er ikke overraskende, idet de efficiente anlæg klarer sig noget bedre end de næstbedste anlæg. De efficiente anlæg er som tidligere karakteriseret ved en række specielle forhold som er medvirkende til at omkostningerne per ton affald er lave. Men det vurderes ikke at forholdene bevirker at de efficiente anlæg ikke kan sammenlignes med de øvrige anlæg. Dette er også illustreret i Figur 5.13 på side 100, hvor scorerne for anlæggene er justeret for mængde, deponeringshøjde og alder. Figuren viser, at de dominerende anlæg F og Å efter denne justering ikke er nær så dominerende.

Det skal i øvrigt understreges, at vi har gennemgået omkostningerne og de øvrige data grundigt for de efficiente anlæg for at sikre, at de var korrekt opgivet.

På denne baggrund vurderes det ikke at give anledning til bekymring, at de mest effektive anlæg har en betydning for bruttopotentialet.

Selskaber med flere anlæg

To selskaber driver hver to deponier. Disse selskaber kører økonomien for anlæggene integreret, hvilket umiddelbart taler for at behandle selskabernes anlæg som ét anlæg. Det er imidlertid vurderet, at det er vigtigt at have alle anlæg repræsenteret separat for at afspejle og tage hensyn til de konkrete størrelser af deponeringsanlæggene. Selskabernes økonomi for deponeringsanlæggene er derfor opsplittet.

For at belyse betydningen af opsplitningen af økonomien er der gennemført en følsomhedsanalyse, hvor de to selskabers anlæg er slået sammen og indgår som ét anlæg.

Resultatet af følsomhedsanalysen viser, at det samlede bruttopotentiale uden hensyntagen til stordriftsfordele kun ændrer sig fra 151,4 mio. kr. til 151,6 mio. kr. Det har således kun marginal betydning om anlæggene for selskaber med ansvar for flere anlæg medtages som et samlet anlæg eller som separate anlæg.

Konklusion

Samlet set viser robusthedsanalyserne, at betydelige afvigelser i de samlede omkostninger kun betyder små afvigelser i effektiviseringspotentialet. Det er naturligvis altid vigtigt at have indsamlet de korrekte data fra anlæggene, men der er således ikke grund til bekymring over mindre afvigelser fra det sande billede. Endvidere er det set, at en udelukkelse af de dominerende anlæg fra undersøgelsen ikke betyder afgørende ændringer i potentialets størrelse.

Usikkerhedsanalyserne indikerer, at en usikkerhed på $\pm 15\%$ på det samlede potentiale er en tilstrækkelig usikkerhedsmargin.

6 Litteratur

Kilde 1 Energistyrelsen "Forbedret energiudnyttelse af biomasse og affald"

Kilde 2 Finansministeriet: "Miljøvurdering af finanslovsforslaget for 2000"

Kilde 3 Finansministeriet: "Benchmarking i den offentlige sektor - nogle metoder og erfaringer", Marts 2000

Kilde 4 Konkurrencestyrelsen og Erhvervsministeriet: "Redegørelse om affaldssektoren", 1999

Kilde 5 Miljøstyrelsen: Affaldsstatistik 1999

Kilde 6 Miljøstyrelsen: Forundersøgelse af effektiviseringspotentialer på forbrændings- og deponeringsområdet i Danmark, August 2000

Kilde 7 Mei Xue Patrick T. Harker: "Overcoming the Inherent Dependency of DEA Efficiency scores: A Bootstrap Approach", Wharton Financial Institutions Center 1999

Kilde 8 Onfront manual

Bilag A: Beskrivelse af DEA metoden

DEA er en økonomisk metode til produktivitets og effektivitetsvurderinger. Det grundlæggende rationale bag DEA-metoden er *relativ præstations sammenligning* af homogene enheder, der producerer de samme ydelser¹.

Således er DEA en produktivits- og effektivitetsanalysemetode, der kan undersøge enheders effektivitet i forhold til de *bedste enheder* inden for samme sektor. Enheders præstationer vurderes altså ikke i forhold til en på forhånd fastsat norm for, hvor god præstationen bør være.

DEA betegnes ofte som en egentlig *benchmarkingmetode*, idet den både kan give et bud på *bedste praksis* og et mål for hvor meget de enkelte enheder afviger fra den bedste praksis. I DEA-metoden beregnes et mål for den bedste praksis (et benchmark) på baggrund af alle enheders præstationer, der efterfølgende benyttes til at udtrykke de enkelte enheders effektivitet.

Begrebet effektivitet vedrører evnen til at konvertere de anvendte ressourcer (input) til den største effekt målt som flest mulige varer eller ydelser (outputs). Inden for affaldssektoren vil input typisk være omkostninger og miljøbelastning, mens output typisk vil være behandlet (bortskaffet) affald og produceret energi. Jo mindre input og jo mere output jo større er effektiviteten.

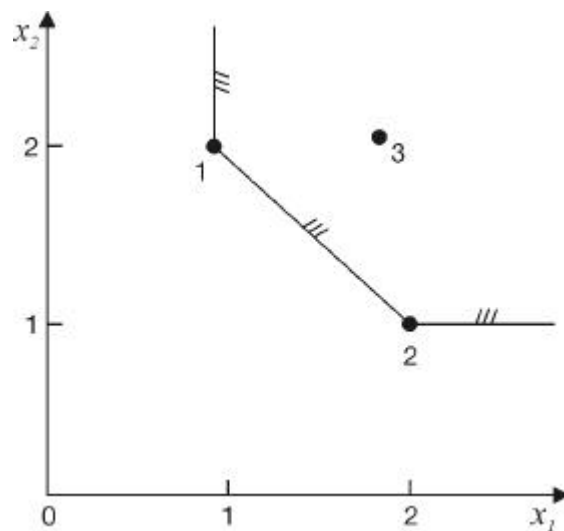
Inputorienteret analyse – et eksempel

Det grundlæggende ved DEA-metoden er en tildeling af efficiensgrader (en score) til alle enheder der indgår i analysen ud fra en sammenligning af alle enheder. Scoren tildeles ved sammenligning med *en efficient rand*, som metoden beregner ud fra de bedste enheder.

I det følgende illustreres metoden ved hjælp af et eksempel. Eksemplet er konstrueret og forenklet for at illustrere grundelementerne i DEA-metoden.

¹ DEA analysen tager udgangspunkt i et homogent datasæt, hvor aktiviteter og omkostninger er kategoriseret på samme måde for alle enheder, der medtages i analysen.

Bilagsgfigur 1 Illustration af den efficiente rand



Note: Tallene 1, 2 og 3 angiver tre forbrændingsanlæg, som med forskellige kombinationer af input, dvs. omkostninger og miljøbelastning kan producere et output, dvs. behandle 1 tons affald.

I Bilagsgfigur 1 er vist et simpelt eksempel hvor tre forbrændingsanlæg har behandlet 1 tons affald (1 output) med en kombination af omkostninger og miljøbelastning (2 typer af input). Den efficiente rand udspændes af anlæg 1 og 2, der begge producerer med effektive kombinationer af de to input. Omvendt producerer anlæg 3 ikke med en effektiv kombination af omkostninger og miljøbelastning, hvilket i figuren illustreres af at den ikke tilhører den efficiente rand. Jo længere væk fra den efficiente rand et anlæg ligger (dvs. jo mere input anlægget forbruger) jo dårligere er anlæggets effektivitet.

Generelt er det således at der for hvert anlæg løses et problem, hvor en vægtning af input- og output vælges således at virkningsgraden (output delt med input) bliver størst mulig uden at noget andet anlæg får en virkningsgrad større end 1 ved disse vægte. De anlæg, der har en virkningsgrad eller en score på 1 er de anlæg, der udspænder den efficiente rand og dermed er effektive målt i forhold til alle andre anlæg.

Figuren illustrerer at der for anlæg 1 og 2 kan vælges vægte, der giver de to anlæg en virkningsgrad på 1.

Eksemplet i dette afsnit med 3 anlæg, 2 input (omkostninger og miljøbelastning) og 1 output (mængde forbrændt affald) illustrerer grundelementerne i DEA-metoden. DEA-metoden kan imidlertid uden problemer formuleres og anvendes mere generelt i situationer med flere anlæg og flere forskellige typer af input og output.

Eksemplet over for er udformet for det som betegnes som en input-orienteret analyse, men fortolkningen af en output-orienteret analyse er helt parallel. Forskellen mellem de to metoder består i om man analyserer hvor effektivt input bruges i forhold til et fast output (input-orienteret) eller om man analyserer om der produceres nok output i forhold til et fast input (output-orienteret).

Styrker og svagheder ved DEA-metoden

I forhold til andre effektivitetsanalyseværktøjer har DEA et par klare fordele:

- For det første kan DEA-metoden håndtere tilfælde hvor enheder producerer flere forskellige typer af outputs og anvender flere forskellige typer af input. Dette er netop tilfældet ved affaldsbehandling, idet output fra eksempelvis et forbrændingsanlæg både består af mængden af det forbrændte affald og den producerede mængde af energi.
- For det andet skal man i en DEA-analyse ikke tildele vægte til de forskellige inputs og outputs som indgår i analysen. DEA-metode vælger selv vægtene på en sådan måde, at den enkelte enhed stilles i det bedst mulige lys. Dette gøres ved at vælge vægtene således, at enhederne opnår den højst mulige effektivitet under bibetingelse af, at de valgte vægte ikke får nogle af de andre enheder til at have en effektivitet, der er over 100%. Det skal bemærkes, at denne fordel specielt er væsentlig, når det ikke på forhånd vides, hvordan eksempelvis de forskellige outputs vægter i forhold til hinanden.
- For det tredje stiller metoden ikke særlig store krav til antagelser om produktionssammenhænge, dvs. skalaafkast (se afsnittet den underliggende produktionssammenhæng nedenfor).
- Endelig stilles der ingen krav om sammenhæng mellem de anvendte enheder.
- DEA-metoden som værktøj til effektivitetsanalyse har imidlertid følgende svagheder:
- Det effektiviseringspotentiale som DEA måler udtrykker kun potentialet målt relativt i forhold til andre anlægs effektivitet. Det vil sige at DEA kun afslører de potentialer som mindst et andet anlæg allerede har fundet.
- DEA-metoden beregner hypotetiske enheder som lineare kombinationer af eksisterende enheder som virkelige enheder sammenlignes med. Det betyder med andre ord, at der antages at gælde stykkevis linear teknologi. Denne antagelse kan i visse tilfælde være problematisk.
- Metoden er sårbar over for enheder som klarer sig unormalt godt på et eller flere parametre.
- "Bløde værdier" som eksempelvis service eller miljøkrav kan ikke integreres direkte i DEA-analyser.
- Det er vanskeligt at lave statistiske usikkerhedsberegninger og validering af DEA-analysens resultater.

Den underliggende produktionssammenhæng

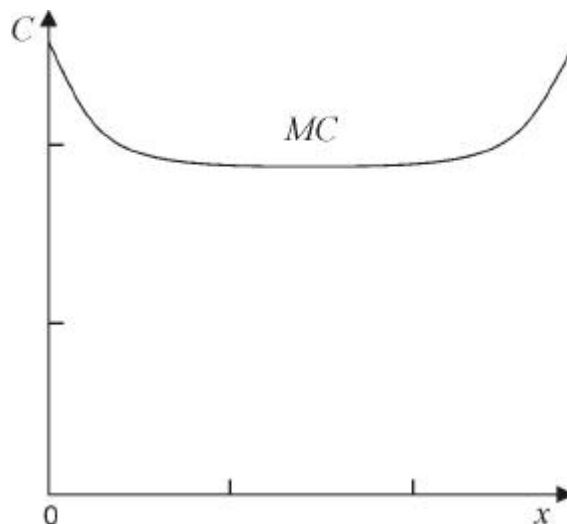
De grundlæggende DEA-modeller baseres som udgangspunkt på en antagelse om at produktionen har konstant skalaafkast. Det vil sige at det antages, at en fordobling af input medfører en fordobling af output. Konstant skalaafkast betyder at der hverken er stordriftsfordele eller stordriftsulemper.

Man kan imidlertid forestille sig, at det forholder sig således at en forøget mængde af input (= et "større" anlæg) giver bedre mulighed for at producere output. I dette tilfælde er der *voksende* skalaafkast i produktionen, dvs. stordriftsfordele eller problemer ved at producere på for lille en skala. Ligeledes kan man forestille sig tilfælde, hvor anlæg bliver så store, at det kræver flere ressourcer at producere output. I disse tilfælde er der *aftagende* skalaafkast i produktionen, dvs. stordriftsulemper eller problemer ved at producere på for stor en skala.

Endelig kan der være tilfælde hvor der kan være voksende skalaafkast for små produktionsniveauer og faldende skalaafkast for store produktionsniveauer. I dette tilfælde er der *varierende* skalaafkast i produktionen.

Inden for økonomisk produktionsteori er det velkendt at det for visse typer af virksomheder gælder at en vis størrelse er forbundet med de laveste omkostninger per produceret enhed. Dette er illustreret i Bilagsfigur 2, der viser de marginale produktionsomkostninger per produceret enhed. I starten er de marginale produktionsomkostninger høje, hvorefter de falder på grund af stordriftsfordele og endelig stiger de igen på grund af stordriftsulemper.

Bilagsfigur 2 Illustration af den mest effeciente skala ud fra udviklingen i marginale produktionsomkostninger



Figuren illustrerer at der for en type virksomhed, der producerer de samme ydelser, kan eksistere en optimal størrelse, hvilket omvendt betyder at en virksomhed både kan producere på for lille en skala og for stor en skala.

DEA-analyserne kan udføres under følgende forskellige antagelser om skala:

Konstant skalaafkast (Constant Returns to Scale, *CRS*), der siger, at der hverken er stordriftsfordele eller -ulemper. Dette er den mest restriktive antagelse.

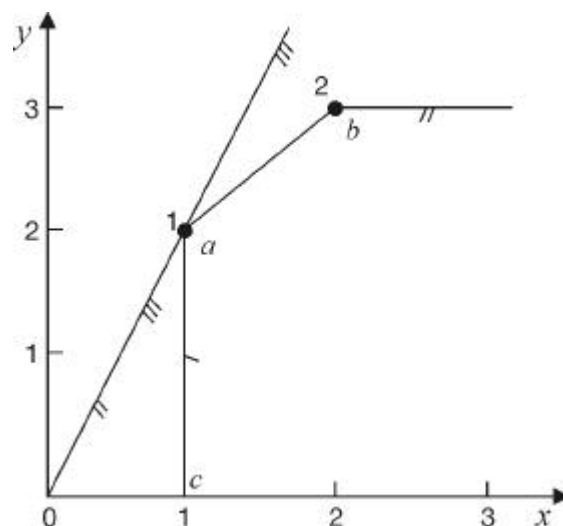
Ikke-voksende skalaafkast (Non-Increasing Return to Scale, *NIRS*), der siger, at alle anlæg frit kan skaleres ned, dvs. at der implicit antages at være ulemper ved at producere på stor skala. Dette er en mindre restriktive antagelse end CRS.

Variabelt skalaafkast (Variable Returns to Scale, *VRS*), der siger, at alle anlæg frit kan skaleres ned. Dette er den mindst restriktive antagelse, hvilket hænger sammen med at vægtene i linearkombinationen af de efficiente anlæg skal summere til 1.

Det er vigtigt at man tager højde for den underliggende produktionssammenhæng eller skalaafkast, idet man ellers risikerer at identificere et effektiviseringspotentiale, der alene skyldes at eksempelvis en enhed producerer på for lille en skala (under antagelse om konstant skalaafkast).

DEA gør det muligt at beregne effektivitetsgraden under forskellige antagelser om skalaafkast. I figuren nedenfor er betydningen af DEA-modeller med forskellige antagelser om skalaafkast illustreret. Figuren viser 3 enheder som alene producerer output ud fra 1 input.

Bilagfigur 3 Mulighedsområdet under forskellige antagelser om skalaafkast



Ved en antagelse om konstant skalaafkast bestemmes den efficiente rand alene ud fra anlæg 1, som er det anlæg der har den højeste virkningsgrad (output/input forhold). Mulighedsområdet under konstant skalaafkast er begrænset af fra origo (0) gennem a. Anlæggene 2 og 3 er begge inefficente under denne teknologiantagelse.

Ved en antagelse om varierende skalaafkast tages der som tidligere nævnt højde for skalaforskelle. I figuren er mulighedsområdet under en antagelse om

varierende skalaafkast afgrænset af liniestykkerne fra $x=1$ til a , a til b og den horisontale linie fra b og til højre.

Under en antagelse om ikke-stigende skalaafkast er mulighedsområdet afgrænset af liniestykkerne 0 til a , a til b og den horisontale linie fra b og til højre

Den mest restriktive antagelse om skalaafkast er således konstant skalaafkast. Ikke-stigende skalaafkast er mindre restriktiv, mens den mindst restriktive er varierende skalaafkast. Det betyder at anlæg som er efficiente under antagelse om konstant skalaafkast også er det under antagelse om ikke-stigende og varierende skalaafkast.

Ved at beregne og betragte scorerne under de forskellige antagelser om skalaafkast i DEA er det muligt at drage en række vigtige konklusioner. Hvis en enhed er inefficent under antagelse om konstant skalaafkast, kan det således bestemmes, hvor stor en del som skyldes skala, og hvor stor en del der skyldes teknisk inefficiens. Endvidere kan det bestemmes hvorvidt de forskellige anlæg opererer på for stor eller for lille en skala². Dette gøres ud fra et mål kaldet MES (most efficient scale).

Scoren MES forklarer, hvor meget af et anlægs inefficiens, der kan forklares ved at produktionen foregår på forkert skala. Er MES-scoren under 1 aflæses hvor stor en del af inefficiensen, der skyldes forkert skala, som 1 minus MES-scoren.

Ud fra en skalaanalyse kan man nu afdække hvorvidt et anlæg opererer på en uhensigtsmæssig skala, dvs. om et anlæg er for lille eller for stort. Hvorvidt et anlæg med skala inefficiens opererer på for stor eller for lille skala aflæses som følger:

Hvis NIRS er sammenfaldende med VRS, da er skalaen for stor og skalaefficiensen måles ved CRS/VRS.

Hvis NIRS er sammenfaldende med CRS, da er skalaen for lille og skalaefficiensen måles ved CRS/VRS.

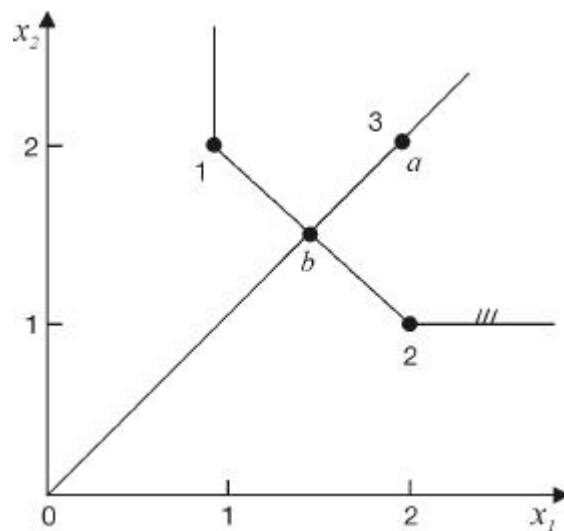
Fra DEA-scorer til effektiviseringspotentiale

Som beskrevet ovenfor, så gælder det at jo længere væk fra den efficiente rand et anlæg ligger, jo dårligere er anlæggets effektivitet. DEA beregner en score eller en efficiensgrad, som udtrykker graden af ineffektivitet.

Den score som beregnes i DEA i den input-orienterede model udtrykker den tekniske effektivitet af det forbrugte input i forhold til output. En score på 1 betyder at anlægget er effektivt (i forhold til en sammenligning af de øvrige anlæg), mens en score under 1 betyder at anlægget har et effektiviseringspotentiale, hvor anlægget bruger mindre input til at producere det samme output.

² Den præcise fortolkning af skalaafkast er mere kompliceret end skitseret. Dette notat sigter imidlertid blot på at give et overordnet indblik i hvordan et effektiviseringspotentiale kan identificeres ud fra DEA-metoden resultater.

Bilagsfigur 4 Måling af den tekniske inefficiens (scoren)



Figuren viser tre anlægs forbrug af input til produktion af et output. Anlæg 1 og 2 udspænder den efficiente rand, mens anlæg 3 ligger inde i produktionsområdet, hvilket betyder at enhed 1 og 2 er teknisk efficiente, mens enhed 3 er teknisk inefficiet. For at finde anlæg 3's effektivitet sammenlignes anlægget med en efficient (men hypotetisk) enhed, der producerer med det samme mix af input som anlæg 3. Det hypotetiske anlæg er repræsenteret ved punktet b på figuren og er et vægtet gennemsnit af de to andre anlæg. I eksemplet er det hypotetiske anlæg således dannet som $\frac{1}{2}$ af anlæg 1 og $\frac{1}{2}$ af anlæg 2.

Sammenligningen med det hypotetiske anlæg tilsiger nu at anlæg 3 i princippet burde være i stand til at nedskalere brugen af input til punktet b og stadig producere den samme mængde output.

Anlæg 3's tekniske inefficiens måles nu som forholdet mellem det faktisk inputforbrug (0a) og det mindst mulige inputforbrug (0b). Dette forhold ($0a/0b$) udtrykker hvor meget anlæg 3 kan nedskalere input med og stadig producere den samme mængde output. I eksemplet illustreret i Bilagsfigur 4 kan anlæg 3's score beregnes til 0,75, hvilket således betyder at enhedens input skal nedskaleres med faktor 0,75 eller 25% for at være efficient. For enhed 3 betyder det at både input 1 og 2 skal reduceres til 1,5 i stedet for 2.

Fortolkningen af DEA-scorerne er således ganske enkel, idet effektiviseringspotentialen, målt som reduceret input, kan beregnes direkte på baggrund af scorerne. I eksemplet er effektiviseringspotentialen således 0,5 af input 1 og 0,5 af input 2.

Dette effektiviseringspotentiale beregnet ud fra scorerne udtrykker imidlertid et konservativt eller et minimum for hvor meget et anlæg kan reducere input med, idet anlæg i visse tilfælde kan reducere et eller flere input med endnu mere uden at nogen andre anlæg får en score over 1. Dette fænomen betegnes som **input slack**, hvilket betegner de situationer hvor anlæg ikke bruger de færrest mulige input til at producere output.

Hvis man ønsker at beregne det fulde potentiale (uden slack) kan dette gøres ved at beregne hvor meget input det hypotetiske anlæg (den lineare

kombination af andre enhed) som et inefficiant anlæg sammenlignes med. Effektiviseringspotentialet, målt i input, beregnes herefter simpelt ved at fratrække det hypotetiske anlægs input fra det inefficiante anlægs input.

Ønsker man at udtrykke effektiviseringspotentialet i en anden dimension, eksempelvis hvor meget et input eller et output skal øges for at være efficient, kan dette desuden gøres ud fra en simulation. I simulationen hhv. øges output eller reduceres input til en score på 1 opnås. Herefter have potentialet i den ønskede dimension for den givne enhed.

Bilag B: Forbrænding, DEA Model 1

De output og input, som indgår i den alternative DEA-model, Model 1, fremgår af tabellen nedenfor. I forhold til basismodellen adskiller Model 1 sig ved, at den ikke-genanvendte mængde slagger er taget ud af modellen.

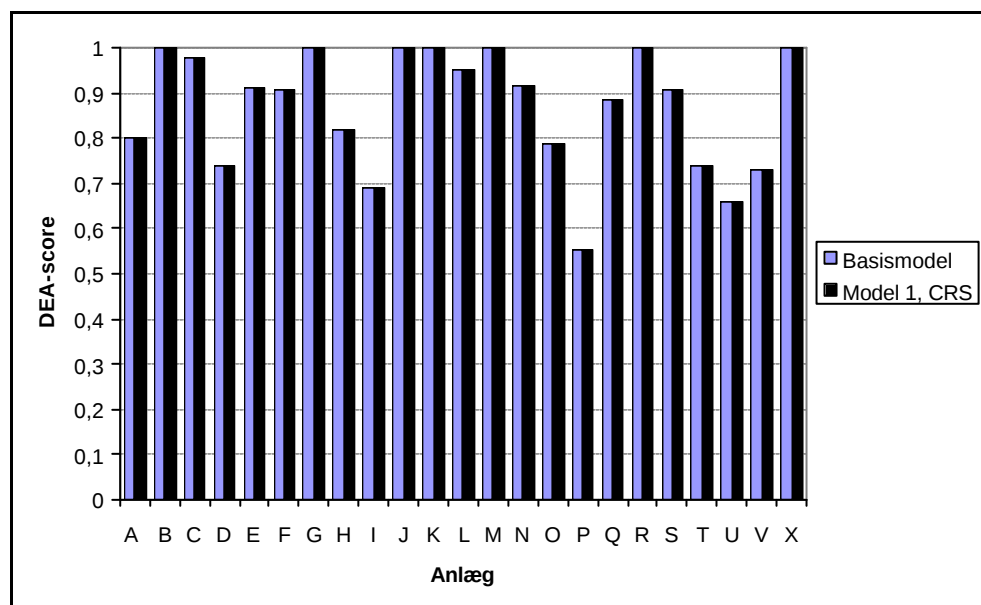
Bilagstabel 1 Input og output i Model 1, forbrændingsanlæg

Type variabel	Variabel	Enhed
Input	Samlede bruttoomkostninger	Kr
Input	Partikelemissioner	Kg
Input	SO ₂ -emissioner	Kg
Output	Forbrændt mængde	Ton
Output	Produceret mængde varme	GJ
Output	Produceret mængde el	MWh

Note: Alle variable er årlige for 2000.

Der er gennemført en input-orienteret DEA-analyse med disse variable. Resultatet under antagelse af konstant skalaafkast fremgår af figuren nedenfor.

Bilagsfigur 5 DEA-scoring under konstant skalaafkast (CRS) for Model 1 i sammenligning med basismodellen, forbrænding

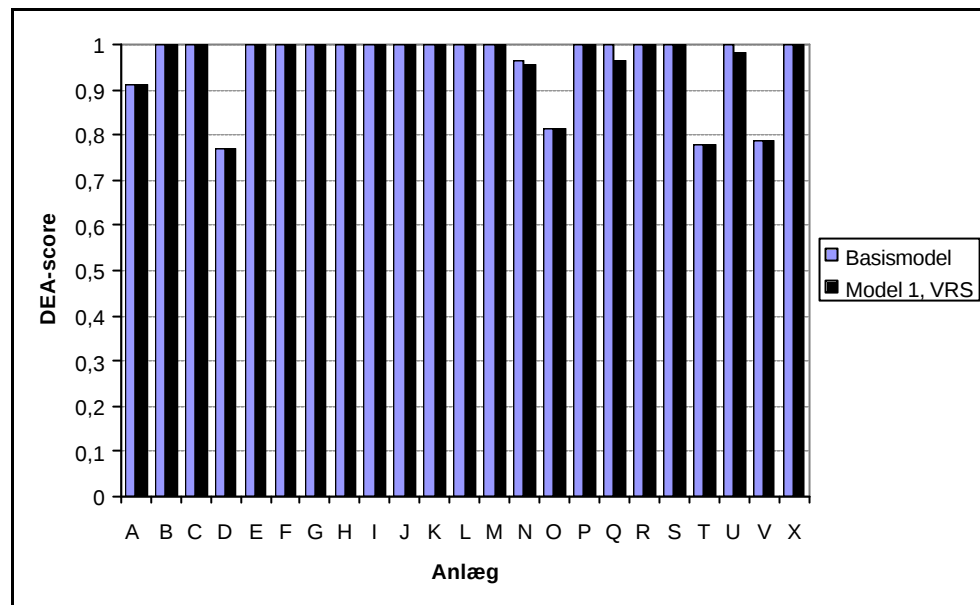


Note: For anlæg I er der identificeret stordriftsulempen, så dette potentiale opfattes som et teknisk potentiale.

Som det fremgår, giver analysen præcis de samme scorer som basis DEA-analysen. Det skyldes, at den ikke-genanvendte slaggemængde ikke er bindende i analysen, dvs. ingen af anlæggene er efficiente blot på denne variabel ved antagelse om fravær af stordriftsfordele.

Resultatet under antagelse af variabelt skalaafkast fremgår af figuren nedenfor.

Bilagsfigur 6 DEA-scorer under variabelt skalaafkast (VRS) for Model 1 i sammenligning med basismodellen, forbrændingsanlæg



Note: For anlæg I er der identificeret stordriftsulemper, så dette potentiale opfattes som et teknisk potentiale.

Når der tages højde for ulemper ved at producere på for stor eller lille skala, er der en lille forskel på scoren for 3 anlæg, mens scorerne for de resterende anlæg er uændrede.

Bruttoeffektiviseringspotentialet under de forskelle antagelser om stordriftsfordele fremgår af tabellen nedenfor (basismodellen i parentes).

Bilagstabel 2 Bruttoeffektiviseringspotentiale for forbrændingsanlæg, Model 1

Inputvariabel	Uden hensyntagen til stordriftsfordele	Med hensyntagen til stordriftsfordele
Omkostninger (mio. kr./år), alle anlæg	213 (213)	148 (145)
Gennemsnitlig besparelse per anlæg	13% (13%)	9% (9%)

Note: Resultaterne af basis DEA-analysen fremgår i parentes.

Som det fremgår af tabellen er det samlede unuancerede bruttoeffektiviseringspotentiale uden hensyntagen til stordriftsfordele beregnet til 213 mio. kr. årligt svarende til en besparelse på i gennemsnit 13% af forbrændingsanlæggenes samlede omkostninger. Dette svarer præcis overens med basismodellen. Med hensyntagen til stordriftsfordele falder potentialet til 148 mio. kr., svarende til 9% af forbrændingsanlæggenes

samlede omkostninger. Dette potentiale er stort set det samme som i basis DEA-modellen.

Bilag C: Forbrænding, DEA Model 2

De output og input som indgår i den alternative DEA-model, Model 2 fremgår af tabellen nedenfor. I forhold til basismodellen adskiller Model 2 sig ved, at HCl-emissionerne erstatter SO₂-emissionerne.

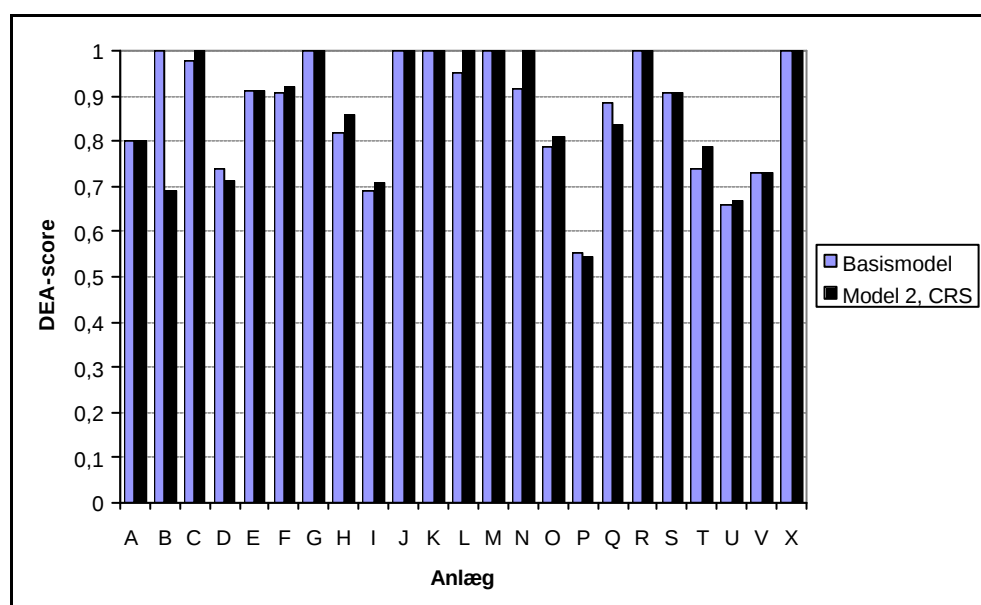
Bilagstabel 3 Input og output i Model 2, forbrændingsanlæg

Type variabel	Variabel	Enhed
Input	Samlede bruttoomkostninger	Kr
Input	Partikelemissioner	Kg
Input	HCl-emissioner	Kg
Input	Ikke-genanvendt slaggemængde	Ton
Output	Forbrændt mængde	Ton
Output	Produceret mængde varme	GJ
Output	Produceret mængde el	MWh

Note: Alle variable er årlige for 2000.

Der er gennemført en input-orienteret DEA-analyse med disse variable. Resultatet under antagelse af konstant skalaafkast fremgår af figuren nedenfor.

Bilagsfigur 7 DEA-scorer under konstant skalaafkast (CRS) for Model 2 i sammenligning med basismodellen, forbrænding

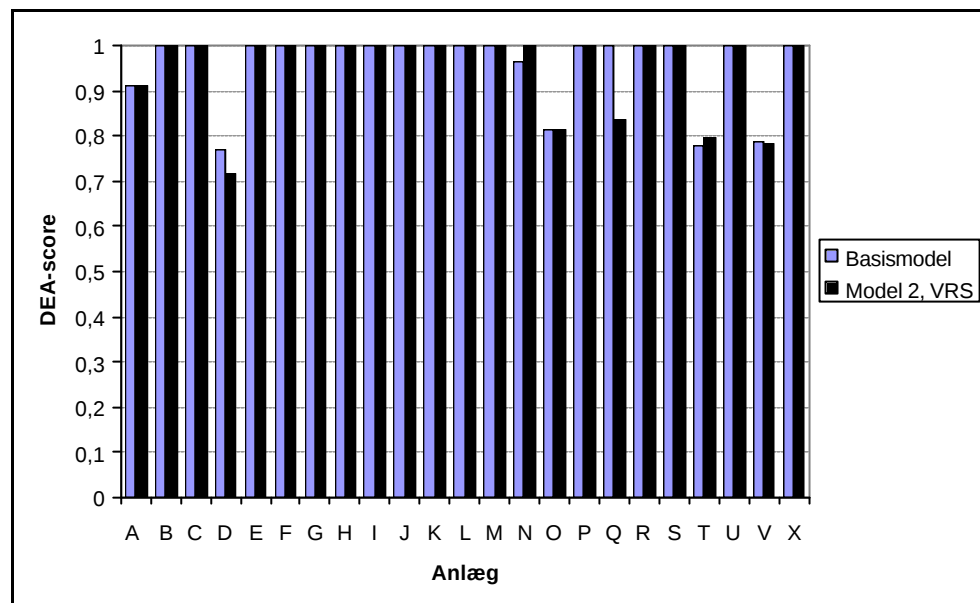


Note: For anlæg I er der identificeret stordriftsulemper, så dette potentiale opfattes som et teknisk potentiale.

I alt bliver 9 anlæg efficiente, hvilket er 2 mere end i basisanalysen. Det fremgår, at scorerne for de fleste af anlæggene varierer en lille smule. Anlæg B's score varierer dog betydeligt. I gennemsnit har anlæggene en score på 0,86, hvilket er stort set som i basismodellen (0,87).

Resultatet under antagelse af variabelt skalaafkast fremgår af figuren nedenfor.

Bilagsfigur 8 DEA-scorer under variabelt skalaafkast (VRS) for Model 2 i sammenligning med basismodellen, forbrændingsanlæg



Note: For anlæg I er der identificeret stordriftsulemper, så dette potentiale opfattes som et teknisk potentiale.

Når der tages højde for ulemper ved at producere på for stor eller lille skala, er der 17 forbrændingsanlæg, som er efficiente (VRS-analysen) præcis som i basismodellen. Den gennemsnitlige score er 0,95, hvilket igen er meget tæt på niveauet i basismodellen.

Bruttoeffektiviseringspotentialet under de forskelle antagelser om stordriftsfordele fremgår af tabellen nedenfor (basismodellen i parentes).

Bilagstabel 4 Bruttoeffektiviseringspotentiale for forbrændingsanlæg, Model 1

Inputvariabel	Uden hensyntagen til stordriftsfordele	Med hensyntagen til stordriftsfordele
Omkostninger (mio. kr./år), alle anlæg	207 (213)	150 (145)
Gennemsnitlig besparelse per anlæg	13% (13%)	9% (9%)

Note: Resultaterne af basis DEA-analysen fremgår i parentes.

Som det fremgår af tabellen, er det samlede unuancerede bruttoeffektiviseringspotentiale uden hensyntagen til stordriftsfordele beregnet til 207 mio. kr. årligt svarende til en besparelse på i gennemsnit 13%

af forbrændingsanlæggenes samlede omkostninger. Med hensyntagen til stordriftsfordele falder potentialet til 150 mio. kr., svarende til 9% af forbrændingsanlæggenes samlede omkostninger. Dette potentiale er en anelse højere end i basis DEA-modellen, men stadig meget tæt på basismodellens resultat.

Bilag D: Forbrænding, DEA Model 3

De output og input som indgår i den alternative DEA-model, Model 3 fremgår af tabellen nedenfor. I forhold til basismodellen adskiller Model 3 sig ved, at omkostningerne er splittet op i driftsomkostninger og i omkostninger til afskrivning, forrentning og leasing af materiel. Den ikke genanvendte mængde slagge er ligeledes taget ud.

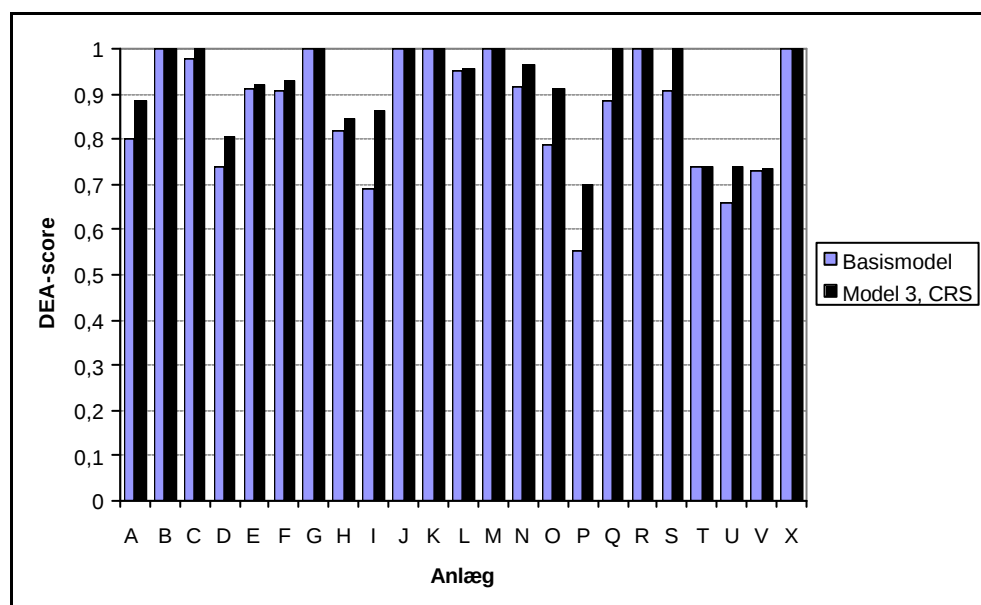
Bilagstabel 5 Input og output i Model 3, forbrændingsanlæg

Type variabel	Variabel	Enhed
Input	Driftsomkostninger	Kr
Input	Afskrivning, forrentning og leasing	Kr
Input	Partikelemissioner	Kg
Input	SO ₂ -emissioner	Kg
Output	Forbrændt mængde	Ton
Output	Produceret mængde varme	GJ
Output	Produceret mængde el	MWh

Note: Alle variable er årlige for 2000.

Der er gennemført en input-orienteret DEA-analyse med disse variable. Resultatet under antagelse af konstant skalaafkast fremgår af figuren nedenfor.

Bilagsfigur 9 DEA-scorer under konstant skalaafkast (CRS) for Model 3 i sammenligning med basismodellen, forbrænding

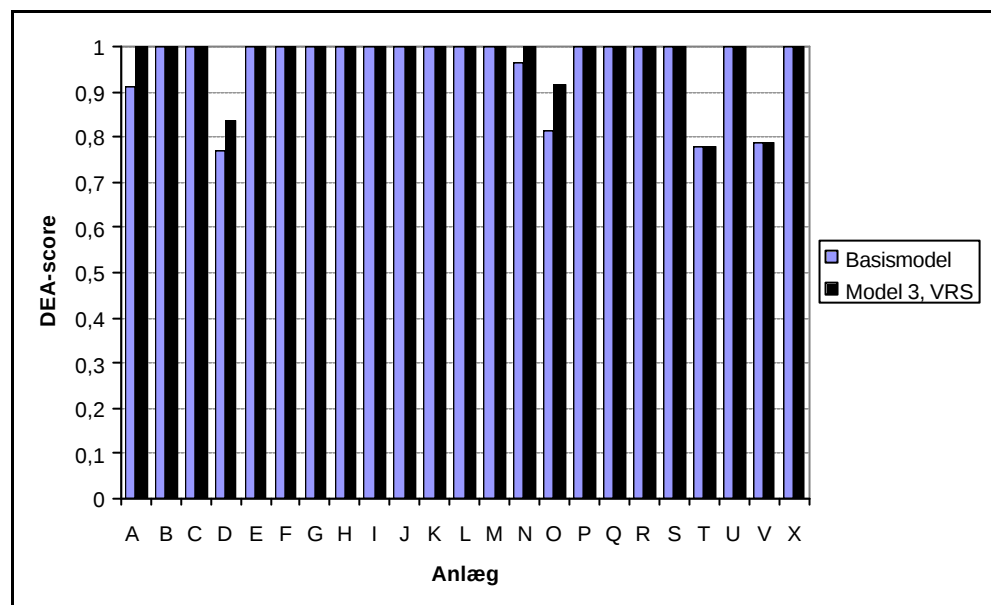


Note: For anlæg I er der identificeret stordriftsulemper, så dette potentiale opfattes som et teknisk potentiale.

I analysen uden hensyntagen til stordriftsfordele (CRS-analysen) bliver 9 anlæg efficiente, hvilket er 2 mere end i basisanalysen, hvor omkostningerne ikke blev opdelt. Endvidere ses det, at scorerne generelt er højere, hvilket skyldes, at anlæggene nu har mulighed for at være efficiente både på anlægs- og driftsomkostningerne isoleret og i kombination. I gennemsnit har anlæggene en score på 0,91, hvilket er noget højere end i basismodellen (0,87).

Resultatet under antagelse af variabelt skalaafkast fremgår af figuren nedenfor.

Bilagsfigur 10 DEA-scorer under variabelt skalaafkast (VRS) for Model 3 i sammenligning med basismodellen, forbrændingsanlæg



Note: For anlæg I er der identificeret stordriftsulemper, så dette potentiale opfattes som et teknisk potentiale.

Når der tages højde for ulemper ved at producere på for stor eller lille skala, er der 19 forbrændingsanlæg, som er efficiente (VRS-analysen). Igen er niveauet generelt højere end i basismodellen og i gennemsnit har anlæggene en score på 0,97.

Bruttoeffektiviseringspotentialet under de forskelle antagelser om stordriftsfordele fremgår af tabellen nedenfor (basismodellen i parentes).

Bilagstabel 6 Bruttoeffektiviseringspotentiale for forbrændingsanlæg, Model 3

Inputvariabel	Uden hensyntagen til stordriftsfordele	Med hensyntagen til stordriftsfordele
Omkostninger (mio. kr./år), alle anlæg	180 (213)	134 (145)
Gennemsnitlig besparelse per anlæg	11% (13%)	8% (9%)

Note: Resultaterne af basis DEA-analysen fremgår i parentes.

Som det fremgår af tabellen, er det samlede unuancerede bruttoeffektiviseringspotentiale uden hensyntagen til stordriftsfordele beregnet til 180 mio. kr. årligt svarende til en besparelse på i gennemsnit 8% af forbrændingsanlæggenes samlede omkostninger. Med hensyntagen til stordriftsfordele falder potentialet til 134 mio. kr., svarende til 8% af forbrændingsanlæggenes samlede omkostninger. Bruttopotentialerne bliver således - som forventet - mindre i Model 3 end i basisanalysen.

Bilag E: Forbrænding, DEA Model 4

De output og input som indgår i den alternative DEA-model, Model 4 fremgår af tabellen nedenfor. I forhold til basismodellen adskiller Model 4 sig ved, at emissionerne og den ikke-genanvendte mængde slagger er taget ud af modellen.

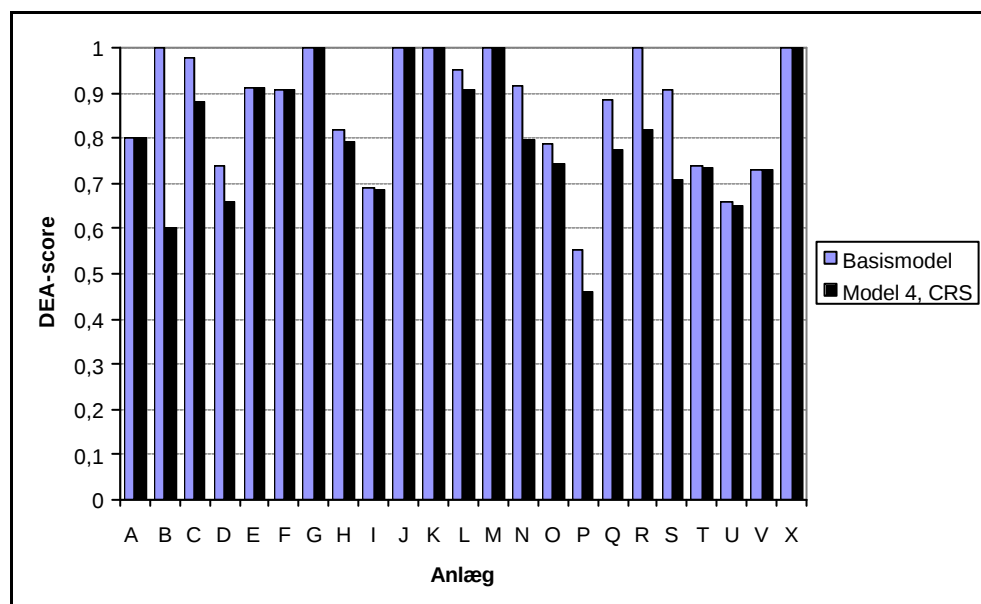
Bilagstabel 7 Input og output i Model 4, forbrændingsanlæg

Type variabel	Variabel	Enhed
Input	Samlede bruttoomkostninger	Kr
Output	Forbrændt mængde	Ton
Output	Produceret mængde varme	GJ
Output	Produceret mængde el	MWh

Note: Alle variable er årlige for 2000.

Der er gennemført en input-orienteret DEA-analyse med disse variable. Resultatet under antagelse af konstant skalaafkast fremgår af figuren nedenfor.

Bilagsfigur 11 DEA-scorer under konstant skalaafkast (CRS) for Model 4 i sammenligning med basismodellen, forbrænding

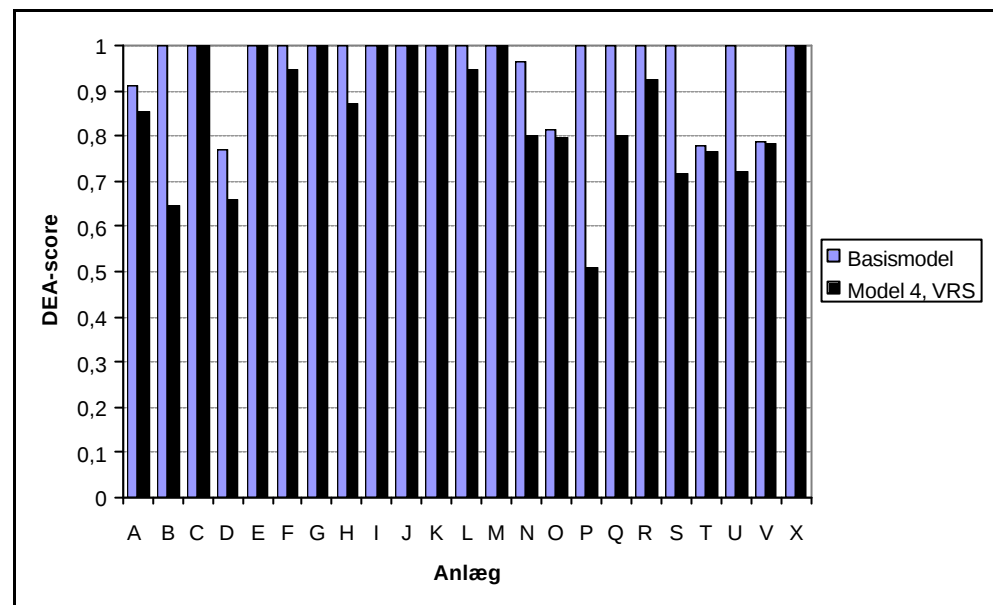


Note: For anlæg I er der identificeret stordriftsulempen, så dette potentiale opfattes som et teknisk potentiale.

I analysen uden hensyntagen til stordriftsfordele (CRS-analysen) bliver 5 anlæg efficiente, hvilket er 2 mindre end i basisanalysen, hvor miljø var inddraget. Endvidere ses det, at scorerne generelt er lavere, hvilket skyldes, at anlæggene nu kun har mulighed for at være efficiente på omkostningerne isoleret. I gennemsnit har anlæggene en score på 0,81, hvilket er noget lavere end i basismodellen (0,87).

Resultatet under antagelse af variabelt skalaafkast fremgår af figuren nedenfor.

Bilagsfigur 12 DEA-scorer under variabelt skalaafkast (VRS) for Model 4 i sammenligning med basismodellen, forbrændingsanlæg



Note: For anlæg I er der identificeret stordriftsulemper, så dette potentiale opfattes som et teknisk potentiale.

Når der tages højde for ulemper ved at producere på for stor eller lille skala, er der 8 forbrændingsanlæg, som er efficiente (VRS-analysen) mod 17 anlæg i basis DEA-analysen. Igen er niveauet generelt lavere end i basismodellen, og i gennemsnit har anlæggene en score på 0,86 mod 0,96 i basismodellen.

Bruttoeffektiviseringspotentialet under de forskelle antagelser om stordriftsfordele fremgår af tabellen nedenfor (basismodellen i parentes).

Bilagstabel 8 Bruttoeffektiviseringspotentiale for forbrændingsanlæg, Model 4

Inputvariabel	Uden hensyntagen til stordriftsfordele	Med hensyntagen til stordriftsfordele
Omkostninger (mio. kr./år), alle anlæg	319 (213)	245 (145)
Gennemsnitlig besparelse per anlæg	19% (13%)	15% (9%)

Note: Resultaterne af basis DEA-analysen fremgår i parentes.

Som det fremgår af tabellen, er det samlede unuancerede bruttoeffektiviseringspotentiale uden hensyntagen til stordriftsfordele

beregnet til 319 mio. kr. årligt svarende til en besparelse på i gennemsnit 19% af forbrændingsanlæggenes samlede omkostninger. Med hensyntagen til stordriftsfordele falder potentialet til 245 mio. kr., svarende til 15% af forbrændingsanlæggenes samlede omkostninger. Potentialet er således væsentligt højere, når miljø ekskluderes af analysen.

Bilag F: Forbrænding, DEA Model 5

De output og input, som indgår i den alternative DEA-model, Model 5, fremgår af tabellen nedenfor. I forhold til basismodellen adskiller Model 5 sig ved, at den producerede mængde varme erstattes af den producerede minus den bortkølede mængde varme.

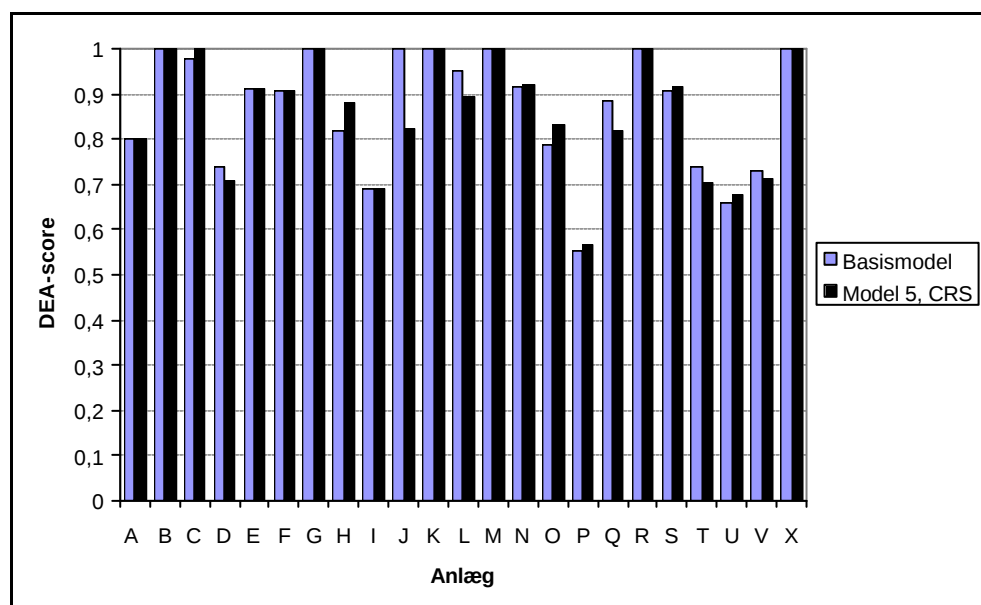
Bilagstabel 9 Input og output i Model 5, forbrændingsanlæg

Type variabel	Variabel	Enhed
Input	Samlede bruttoomkostninger	Kr
Input	Partikelemissioner	Kg
Input	SO ₂ -emissioner	Kg
Input	Ikke-genanvendt slaggemængde	Ton
Output	Forbrændt mængde	Ton
Output	Produceret minus bortkølet mængde varme	GJ
Output	Produceret mængde el	MWh

Note: Alle variable er årlige for 2000.

Der er gennemført en input-orienteret DEA-analyse med disse variable. Resultatet under antagelse af konstant skalaafkast fremgår af figuren nedenfor.

Bilagsfigur 13 DEA-scorer under konstant skalaafkast (CRS) for Model 5 i sammenligning med basismodellen, forbrænding

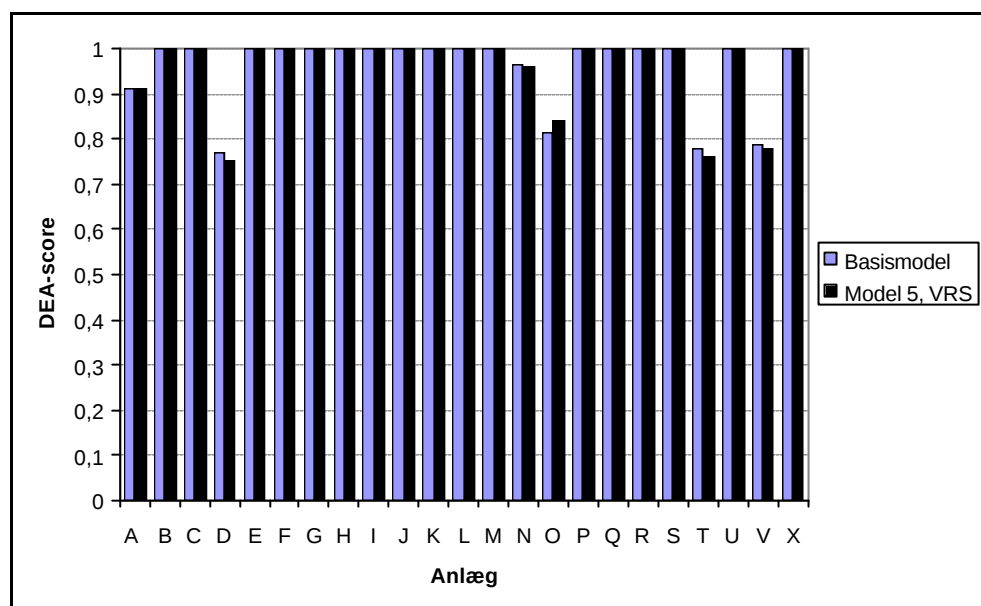


Note: For anlæg I er der identificeret stordriftsulemper, så dette potentiale opfattes som et teknisk potentiale.

I analysen uden hensyntagen til stordriftsfordele (CRS-analysen) bliver 7 anlæg efficiente, hvilket er det samme som i basisanalysen. Det ses, at scorerne ændrer sig både opad og nedad. I gennemsnit har anlæggene således en score på 0,86, hvilket er stort set som i basismodellen (0,87).

Resultatet under antagelse af variabelt skalaafkast fremgår af figuren nedenfor.

Bilagsgfigur 14 DEA-scorer under variabelt skalaafkast (VRS) for Model 5 i sammenligning med basismodellen, forbrændingsanlæg



Note: For anlæg I er der identificeret stordriftsulemper, så dette potentiale opfattes som et teknisk potentiale.

Når der tages højde for ulemper ved at producere på for stor eller lille skala, er der 17 forbrændingsanlæg, som er efficiente (VRS-analysen) ligesom i basis DEA-modellen. Niveauet er generelt som i basismodellen, og i gennemsnit har anlæggene en score på 0,96, hvilket er præcis som i basismodellen.

Bruttoeffektiviseringspotentialet under de forskelle antagelser om stordriftsfordele fremgår af tabellen nedenfor (basismodellen i parentes).

Bilagstabel 10 Bruttoeffektiviseringspotentialer for forbrændingsanlæg, Model 5

Inputvariabel	Uden hensyntagen til stordriftsfordele	Med hensyntagen til stordriftsfordele
Omkostninger (mio. kr./år), alle anlæg	209 (213)	145 (145)
Gennemsnitlig besparelse per anlæg	13% (13%)	9% (9%)

Note: Resultaterne af basis DEA-analysen fremgår i parentes.

Som det fremgår af tabellen, er det samlede unuancerede bruttoeffektiviseringspotentiale uden hensyntagen til stordriftsfordele beregnet til 209 mio. kr. årligt svarende til en besparelse på i gennemsnit 13% af forbrændingsanlæggenes samlede omkostninger. Med hensyntagen til stordriftsfordele falder potentialet til 145 mio. kr., svarende til 9% af deponeringsanlæggenes samlede omkostninger. Disse tal er stort set identiske med resultaterne fra basismodellen.

Bilag G: Forbrænding, DEA Model 6

De output og input, som indgår i den alternative DEA-model, Model 6, fremgår af tabellen nedenfor. I forhold til basismodellen adskiller Model 6 sig ved, at de estimerede dioxinrensningsomkostninger er trukket fra bruttoomkostningerne.

Omkostningerne til dioxinrensning er baseret på COWI's forbrændingseksperter skøn over investeringsomkostningerne til dioxinrensning på de 8 anlæg, som havde dioxinrensning i år 2000. Endvidere er der benyttet et skøn over omkostningerne per ton til materiale- og ressourceforbrug samt drifts- og vedligeholdelsesomkostninger.

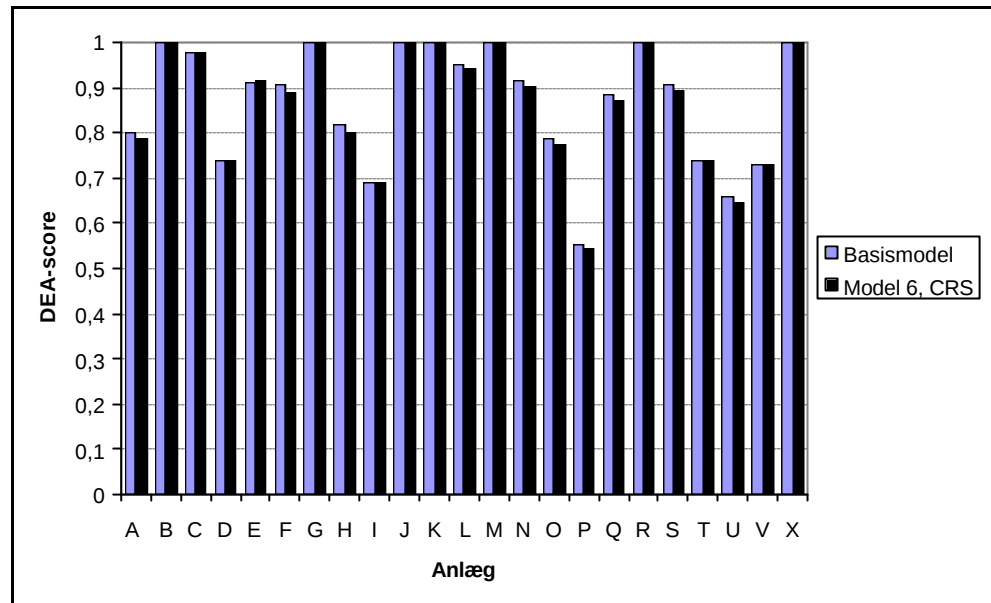
Bilagstabel 11 Input og output i Model 1, forbrændingsanlæg

Type variabel	Variabel	Enhed
Input	Samlede bruttoomkostninger minus estimerede dioxinrensningsomkostninger	Kr
Input	Partikelemissioner	Kg
Input	SO ₂ -emissioner	Kg
Input	Ikke-genanvendt slaggemængde	Ton
Output	Forbrændt mængde	Ton
Output	Produceret mængde varme	GJ
Output	Produceret mængde el	MWh

Note: Alle variable er årlige for 2000.

Der er gennemført en input-orienteret DEA-analyse med disse variable. Resultatet under antagelse af konstant skalaafkast fremgår af figuren nedenfor.

Bilagsfigur 15 DEA-scoring under konstant skalaafkast (CRS) for Model 6 i sammenligning med basismodellen, forbrænding

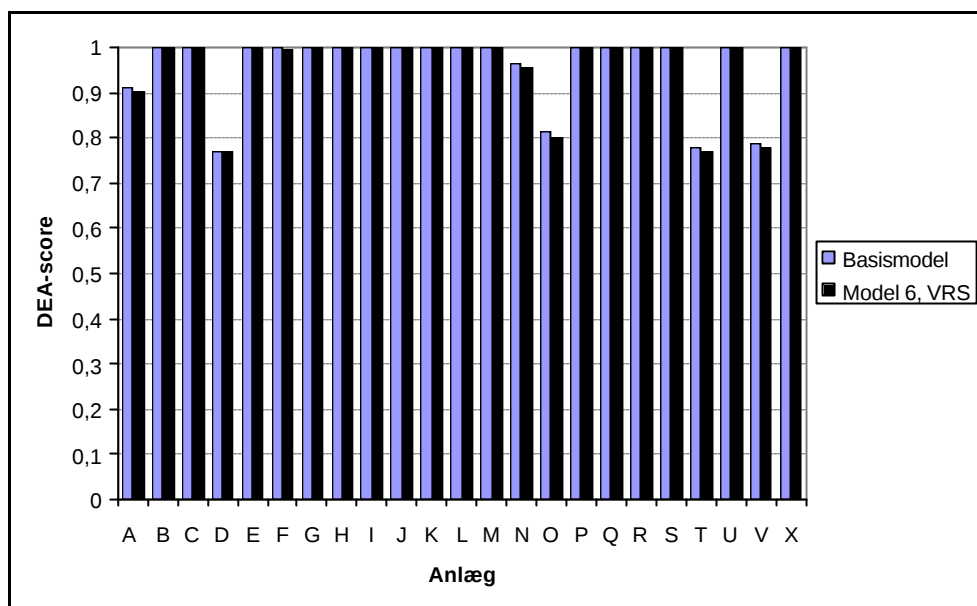


Note: For anlæg I er der identificeret stordriftsulemper, så dette potentiale opfattes som et teknisk potentiale.

I analysen uden hensyntagen til stordriftsfordele (CRS-analysen) bliver 7 anlæg efficiente, hvilket er præcis det samme antal som i basisanalysen. Det er endvidere de samme anlæg, der er efficiente. Til gengæld ses det, at scorerne generelt er lidt lavere, hvilket skyldes det primært er i forvejen inefficente anlæg, som ikke renser for dioxin. I gennemsnit har anlæggene dog en score på 0,86, hvilket er næsten som i basismodellen (0,87).

Resultatet under antagelse af variabelt skalaafkast fremgår af figuren nedenfor.

Bilagsgfigur 16 DEA-scorer under variabelt skalaafkast (VRS) for Model 1 i sammenligning med basismodellen, forbrændingsanlæg



Note: For anlæg I er der identificeret stordriftsulemper, så dette potentiale opfattes som et teknisk potentiale.

Når der tages højde for ulemper ved at producere på for stor eller lille skala, er der 17 forbrændingsanlæg, som er efficiente (VRS-analysen). Igen er niveauet generelt som i basismodellen, og i gennemsnit har anlæggene en score på 0,96 præcis som i basismodellen.

Bruttoeffektiviseringspotentialer under de forskelle antagelser om stordriftsfordele fremgår af tabellen nedenfor (basismodellen i parentes).

Bilagstabel 12 Bruttoeffektiviseringspotentialer for forbrændingsanlæg, Model 6

Inputvariabel	Uden hensyntagen til stordriftsfordele	Med hensyntagen til stordriftsfordele
Omkostninger (mio. kr./år), alle anlæg	218 (213)	148 (145)
Gennemsnitlig besparelse per anlæg	13% (13%)	9% (9%)

Note: Resultaterne af basis DEA-analysen fremgår i parentes.

Som det fremgår af tabellen er det samlede unuancerede bruttoeffektiviseringspotentialer uden hensyntagen til stordriftsfordele beregnet til 218 mio. kr. årligt svarende til en besparelse på i gennemsnit 13% af forbrændingsanlæggenes samlede omkostninger. Med hensyntagen til stordriftsfordele falder potentialer til 148 mio. kr., svarende til 9% af deponeringsanlæggenes samlede omkostninger. Således ændrer det samlede potentiale sig kun ubetydeligt ved at fratrække de estimerede dioxinomkostninger.

Bilag H: Statistiske analyser, forbrænding

Der er foretaget en statistisk analyse af VRS scorerne på forbrændingsområdet.

Analysen har som det er dokumenteret i rapporten forsøgt medtaget en lang række parametre. Den model, der bedst beskriver VRS-scorerne, er beskrevet i det følgende.

Bilagstabel 13 Modelkarakteristika, forbrænding

Karakteristika	Værdi
Antal observationer	23
Antal parametre	4
R ²	0,53

En forklaringsgrad på 53% vurderes at være udmærket i en model med 16 1-taller og kun 7 værdier mindre end 1.

De resulterende parametre ses i tabellen nedenfor.

Bilagstabel 14 Parameterestimer og p-værdier

Parameter	Estimat	P-værdi
Intercept	1,045	<.0001
Uplanlagte*Uplanlagte	-0,0023	0.0004
Våd	-0,056	0.0884
Uplanlagte3	-0,109	0.0094
Typeovn	0,074	0.1002

Parametrene er forklaret i det følgende:

Uplanlagte er de uplanlagte driftsstop. Denne parameter optræder i anden potens, hvilket betyder, at scoren bliver relativt dårligere, hvis antallet af uplanlagte driftsstop stiger. Uplanlagte3 er en ny parameter, som kun indgår for de anlæg, hvor antallet af uplanlagte driftsstop per ovn er mindre end eller lig 3. Disse to parametre tilsammen beskriver den måde de uplanlagte driftsstop påvirker scoren på den bedst mulige måde.

Våd er en indikator for, om der findes en ovn med våd røggasrensning på anlægget.

Typeovn er en parameter mellem 0 og 1, der angiver andelen af ovne med KV henholdsvis VV teknologi. Hvis alle ovne er KV er typeovn = 1, hvis de alle er VV er typeovn = 0. For blandede anlæg er typeovn en vægtning af ovntypen med antallet af driftstimer og type for de enkelte ovne.

Generelt er der forsøgt mange forskellige modeller. Den viste var modellen, der beskrev data på den bedst tænkelige måde.

Den statistiske analyse er foretaget i programpakken SAS.

Bilag I: Deponering, DEA-model1

De output og input som indgår i den alternative DEA-model1 fremgår af tabellen nedenfor. I forhold til basismodellen adskiller model1 sig ved at de samlede omkostninger er opsplittet i drifts- og anlægsomkostninger.

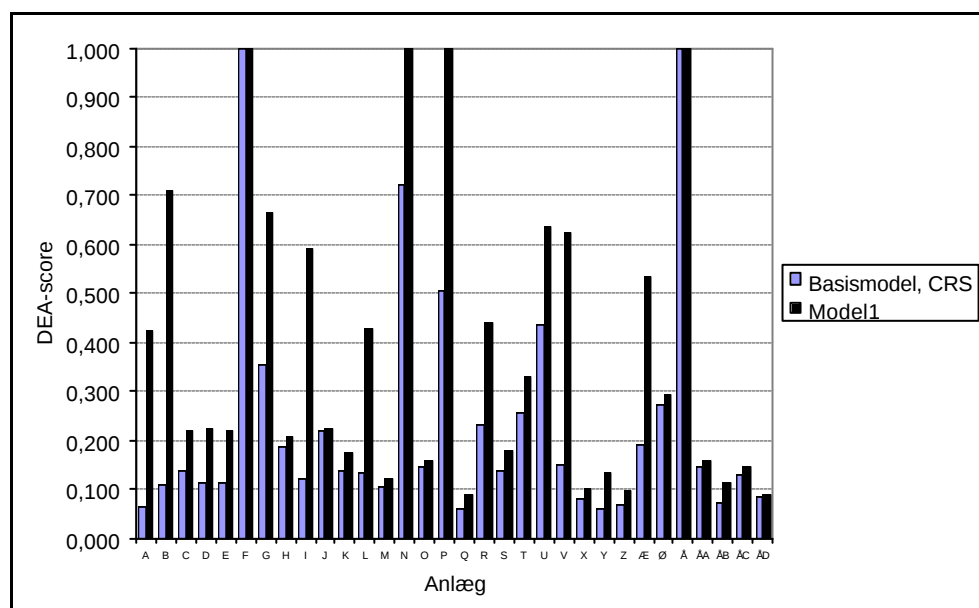
Bilagstabel 15 Input og output i DEA-model1, deponering

Type variabel	Variabel	Enhed
Input	Driftsomkostninger, ekskl. evt. perkolatomkostninger og gasomkostninger	Kr.
Input	Anlægsomkostninger, ekskl. evt. perkolatomkostninger og ekskl. gasomkostninger	Kr.
Output	Deponeret mængde (ekskl. ren jord)	Ton
Output	Mellemdponeret mængde (ekskl. ren jord)	Ton

Note: Alle elementer er årlige for 2000.

Der er gennemført en input-orienteret DEA-analyse med disse variable. Resultatet under antagelse af konstant skalaafkast fremgår af figuren nedenfor.

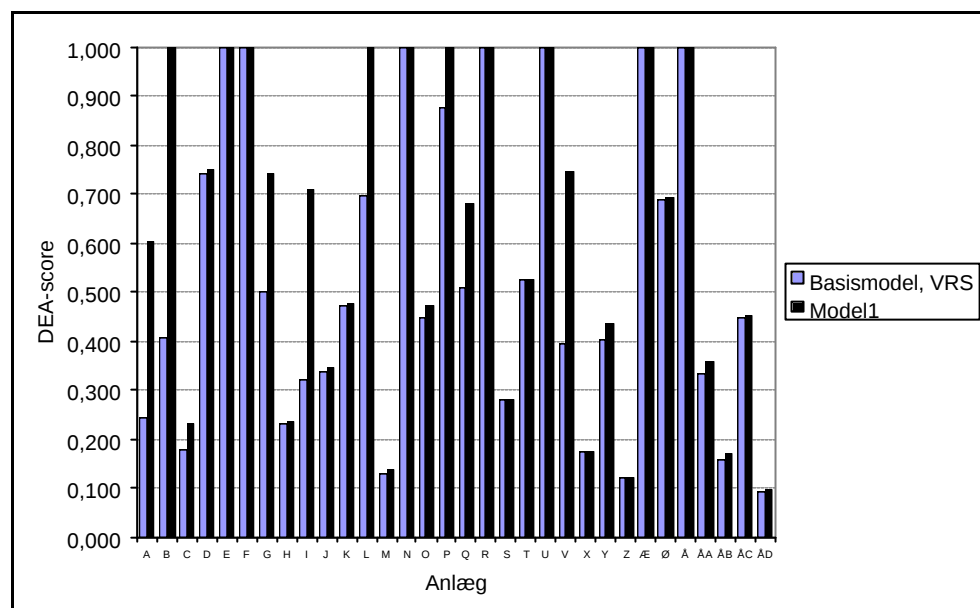
Bilagsfigur 17 DEA-scoring under konstant skalaafkast (CRS) for model1 i sammenligning med basismodellen, deponeringsanlæg



Note: For anlæg R og Æ er der identificeret stordriftsulemper, så dette potentiale opfattes som et teknisk potentiale. I analysen uden hensyntagen til stordriftsfordele (CRS-analysen) bliver 4 anlæg efficiente, hvilket blot er 2 mere end i basisanalysen, hvor omkostningerne ikke blev opdelt. Til gengæld ses det at scorene generelt er højere, hvilket skyldes at anlæggene nu har mulighed for at være efficient både på anlægs- og driftsomkostningerne isoleret og i kombination. I gennemsnit har anlæggene en score på 0,39, hvilket er noget højere end i basismodellen (0,24).

Resultatet under antagelse af variabelt skalaafkast fremgår af figuren nedenfor.

Bilagsfigur 18 DEA-scoring under variabelt skalaafkast (VRS) for model1 i sammenligning med basismodellen, deponeringsanlæg



Note: For anlæg R og Æ er der identificeret stordriftsulemper, så dette potentiale opfattes som et teknisk potentiale.

Når der tages højde for ulemper ved at producere på for stor eller lille skala er der 10 deponeringsanlæg som er efficiente (VRS-analysen). Igen er niveauet generelt højere end i basismodellen og i gennemsnit har anlæggene en score på 0,61 mod 0,52 i basismodellen.

Bruttoeffektiviseringspotentialet under de to forskellige antagelser om stordriftsfordele fremgår af tabellen nedenfor (basismodellen i parentes).

Bilagstabel 16 Beregnet bruttoeffektiviseringspotentiale for deponering, model1

Inputvariabel	Uden hensyntagen til stordriftsfordele	Med hensyntagen til stordriftsfordele
Omkostninger (mio. kr./år), alle anlæg	130 (151)	113 (130)
Gennemsnitlig besparelse per anlæg	72% (84%)	62% (72%)

Note: Resultaterne for basismodellen i parentes

Som det fremgår af tabellen er det samlede unuancerede bruttoeffektiviseringspotentiale uden hensyntagen til stordriftsfordele beregnet til 132 mio. kr. årligt svarende til en besparelse på i gennemsnit 76% af deponeringsanlæggenes samlede omkostninger. Med hensyntagen til stordriftsfordele falder potentialet til 112 mio. kr., svarende til 65% af deponeringsanlæggenes samlede omkostninger.

Bilag J: Deponering, DEA-model2

De output og input som indgår i den alternative DEA-model2 fremgår af tabellen nedenfor. I forhold til basismodellen adskiller model2 sig ved at det kun er den del af omkostningerne, som relaterer sig til driften, der er med i analysen.

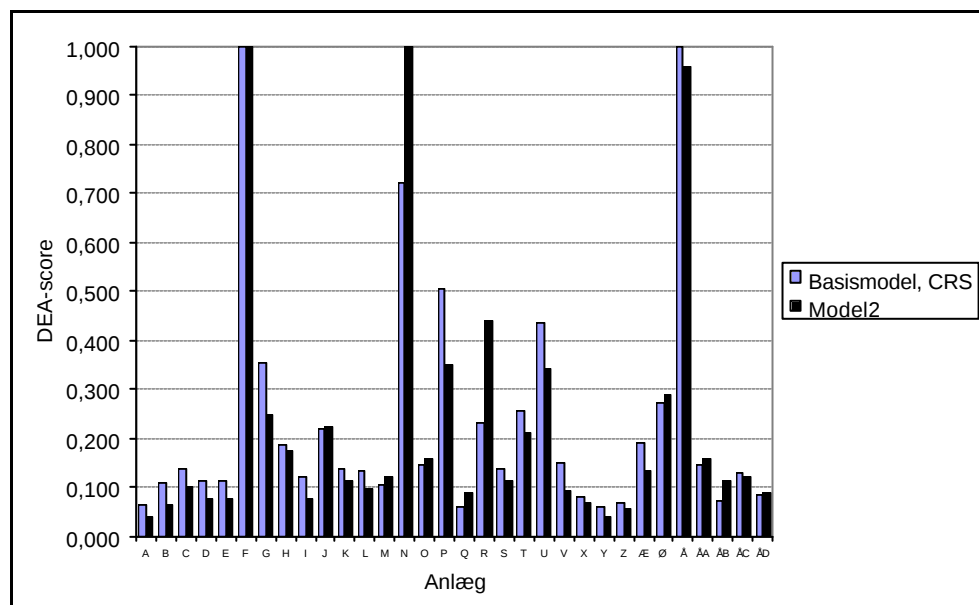
Bilagstabel 17 Input og output i DEA-model2, deponering

Type variabel	Variabel	Enhed
Input	Driftsomkostninger, ekskl. evt. perkولاتomkostninger og. gasomkostninger	Kr.
Output	Deponeret mængde (ekskl. ren jord)	Ton
Output	Mellemdeponeret mængde (ekskl. ren jord)	Ton

Note: Alle elementer er årlige for 2000.

Der er gennemført en input-orienteret DEA-analyse med disse variable. Resultatet under antagelse af konstant skalaafkast fremgår af figuren nedenfor.

Bilagsfigur 19 DEA-scoring under konstant skalaafkast (CRS) for model2 i sammenligning med basismodellen, deponeringsanlæg

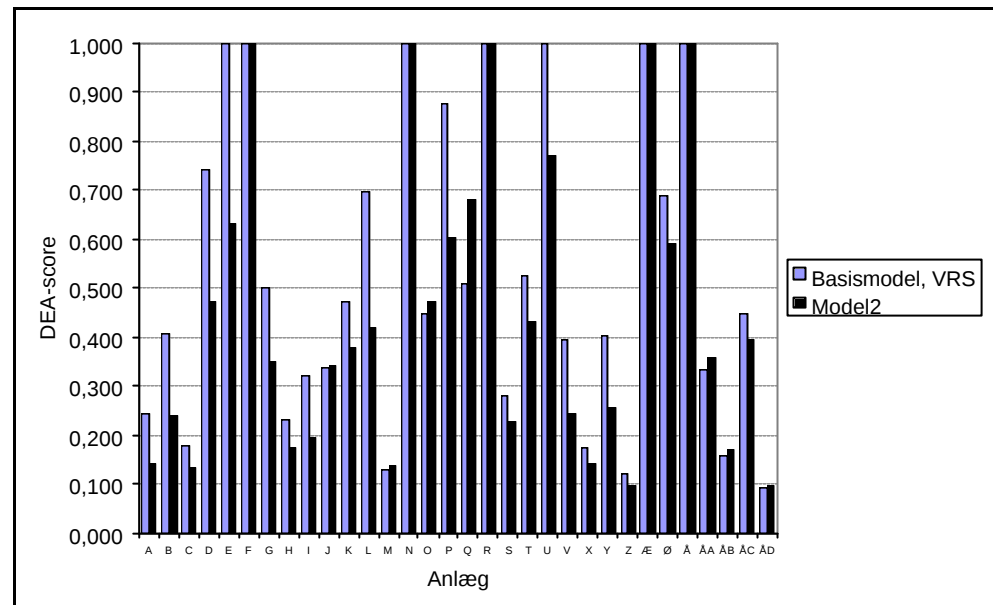


Note: For anlæg R og Æ er der identificeret stordriftsulemper, så dette potentiale opfattes som et teknisk potentiale.

I analysen uden hensyntagen til stordriftsfordele (CRS-analysen) bliver 2 anlæg efficiente, hvilket er det samme som i basisanalysen, hvor omkostningerne ikke blev opdelt. Det ses at scorene generelt er lidt lavere end i basismodellen. I gennemsnit har anlæggene en score på 0,23 mod 0,24 i basismodellen.

Resultatet under antagelse af variabelt skalaafkast fremgår af figuren nedenfor.

Bilagfigur 20 DEA-scoring under variabelt skalaafkast (VRS) for model2 i sammenligning med basismodellen, deponeringsanlæg



Note: For anlæg R og Æ er der identificeret stordriftsulemper, så dette potentiale opfattes som et teknisk potentiale.

Når der tages højde for ulemper ved at producere på for stor eller lille skala er der 5 deponeringsanlæg som er efficiente (VRS-analysen), hvilket er færre end i basismodellen (6). Niveauet er generelt lavere end i basismodellen og i gennemsnit har anlæggene en score på 0,44 mod 0,52 i basismodellen.

Bruttoeffektiviseringspotentialet under de to forskellige antagelser om stordriftsfordele fremgår af tabellen nedenfor (basismodellen i parentes).

Bilagstabel 18 Beregnet bruttoeffektiviseringspotentiale for deponering, model2

Inputvariabel	Uden hensyntagen til stordriftsfordele	Med hensyntagen til stordriftsfordele
Omkostninger (mio. kr./år), alle anlæg	107 (151)	96 (130)
Gennemsnitlig besparelse per anlæg	85% (84%)	76% (72%)

Note: Resultaterne for basismodellen i parentes

Som det fremgår af tabellen er det samlede unuancerede bruttoeffektiviseringspotentiale uden hensyntagen til stordriftsfordele

beregnet til 107 mio. kr. årligt svarende til en besparelse på i gennemsnit 85% af deponeringsanlæggenes driftsomkostninger. Bruttonpotentialer er lavere end i basismodellen fordi den kun omfatter driftsomkostningerne. Når der tages hensyn til stordriftsfordele falder potentialer til 96 mio. kr., svarende til 76% af deponeringsanlæggenes driftsomkostninger.

Bilag K: Deponering, DEA-model3

De output og input som indgår i den alternative DEA-model3 fremgår af tabellen nedenfor. I forhold til basismodellen adskiller model3 sig ved at gasindvinding er taget med som et output i analysen.

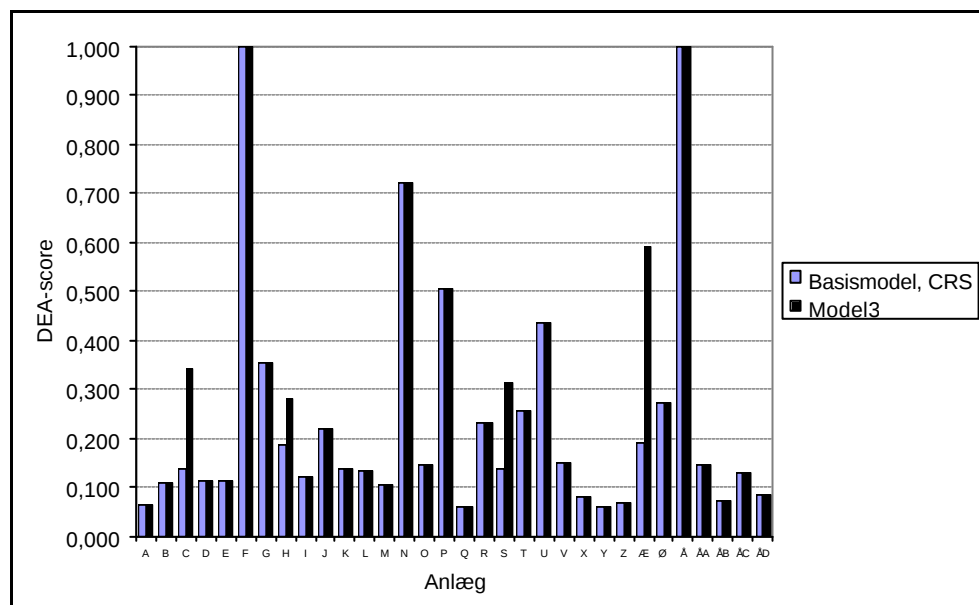
Bilagstabel 19 Input og output i DEA-model3, deponering

Type variabel	Variabel	Enhed
Input	De samlede omkostninger, ekskl. evt. perkolatomkostninger og gasomkostninger	Kr.
Output	Deponeret mængde (ekskl. ren jord)	Ton
Output	Mellemdeponeret mængde (ekskl. ren jord)	Ton
Output	Produceret mængde gas	m ³

Note: Alle elementer er årlige for 2000.

Der er gennemført en input-orienteret DEA-analyse med disse variable. Resultatet under antagelse af konstant skalaafkast fremgår af figuren nedenfor.

Bilagsfigur 21 DEA-scoring under konstant skalaafkast (CRS) for model3 i sammenligning med basismodellen, deponeringsanlæg

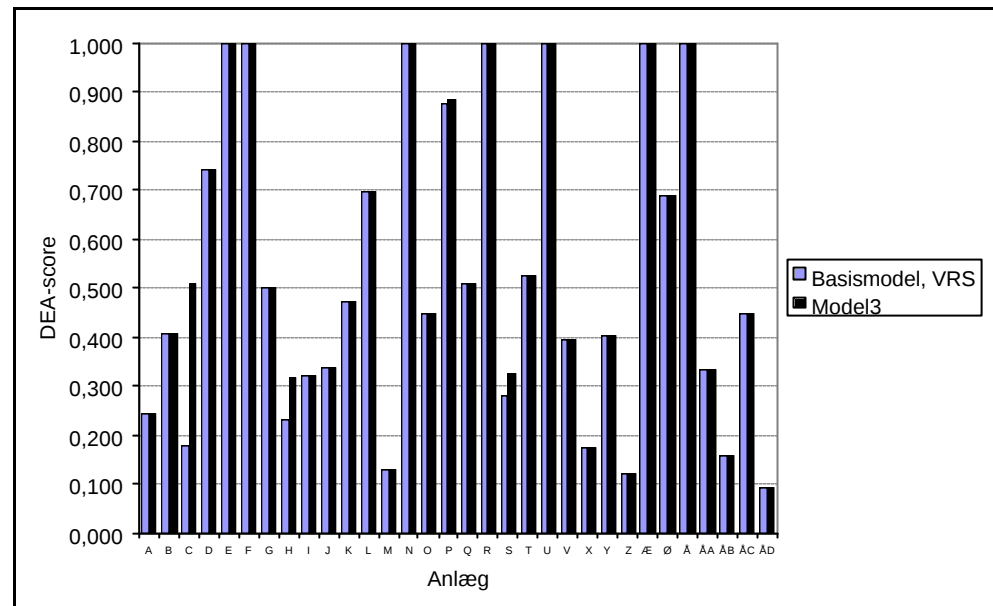


Note: For anlæg R og Æ er der identificeret stordriftsulemper, så dette potentiale opfattes som et teknisk potentiale.

I analysen med gas som output uden hensyntagen til stordriftsfordele (CRS-analysen) er det fortsat blot 2 anlæg som er efficiente. Til gengæld får en række anlæg som ventet en højere score. I gennemsnit har anlæggene en score på 0,26 mod 0,24 i basismodellen.

Resultatet under antagelse af variabelt skalaafkast fremgår af figuren nedenfor.

Bilagsfigur 22 DEA-scorer under variabelt skalaafkast (VRS) for model3 i sammenligning med basismodellen, deponeringsanlæg



Note: For anlæg R og Æ er der identificeret stordriftsulemper, så dette potentiale opfattes som et teknisk potentiale.

Når der tages højde for ulemper ved at producere på for stor eller lille skala er der fortsat 5 deponeringsanlæg som er efficiente (VRS-analysen). Niveaueet er generelt blot en anelse højere end i basismodellen - i gennemsnit har anlæggene en score på 0,54 mod 0,52 i basismodellen.

Bruttoeffektiviseringspotentialet under de to forskellige antagelser om stordriftsfordele fremgår af tabellen nedenfor (basismodellen i parentes).

Bilagstabel 20 Beregnet bruttoeffektiviseringspotentiale for deponering, model3

Inputvariabel	Uden hensyntagen til stordriftsfordele	Med hensyntagen til stordriftsfordele
Omkostninger (mio. kr./år), alle anlæg	141 (151)	121 (130)
Gennemsnitlig besparelse per anlæg	78% (84%)	67% (72%)

Note: Resultaterne for basismodellen i parentes

Som det fremgår af tabellen er det samlede unuancerede bruttoeffektiviseringspotentiale uden hensyntagen til stordriftsfordele beregnet til 141 mio. kr. årligt svarende til en besparelse på i gennemsnit 78%

af deponeringsanlæggenes samlede omkostninger. Når der tages hensyn til stordriftsfordele falder potentialet til 121 mio. kr., svarende til 67% af deponeringsanlæggenes omkostninger.

Bilag L: Deponering, DEA-model 4

De output og input som indgår i den alternative DEA-model4 fremgår af tabellen nedenfor. I forhold til basismodellen adskiller model4 sig ved at dieselforbrug er taget med som et input i analysen (et mål for miljøbelastningen).

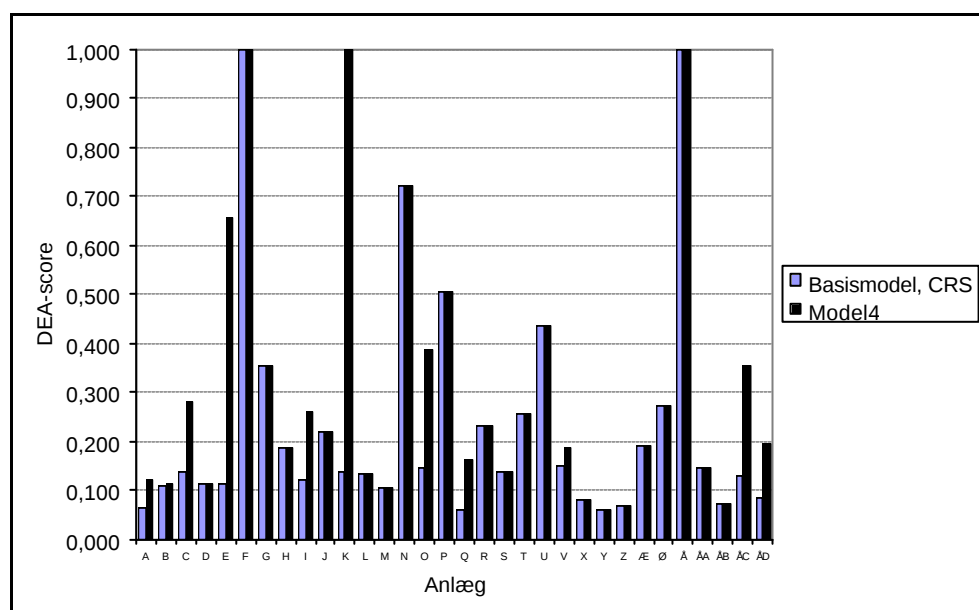
Bilagstabel 21 Input og output i DEA-model4, deponering

Type variabel	Variabel	Enhed
Input	De samlede omkostninger, ekskl. evt. perkolatomkostninger og gasomkostninger	Kr.
Input	Dieselforbrug	Liter
Output	Deponeret mængde (ekskl. ren jord)	Ton
Output	Mellemdeponeret mængde (ekskl. ren jord)	Ton

Note: Alle elementer er årlige for 2000.

Der er gennemført en input-orienteret DEA-analyse med disse variable. Resultatet under antagelse af konstant skalaafkast fremgår af figuren nedenfor.

Bilagsgfigur 23 DEA-scoring under konstant skalaafkast (CRS) for model4 i sammenligning med basismodellen, deponeringsanlæg

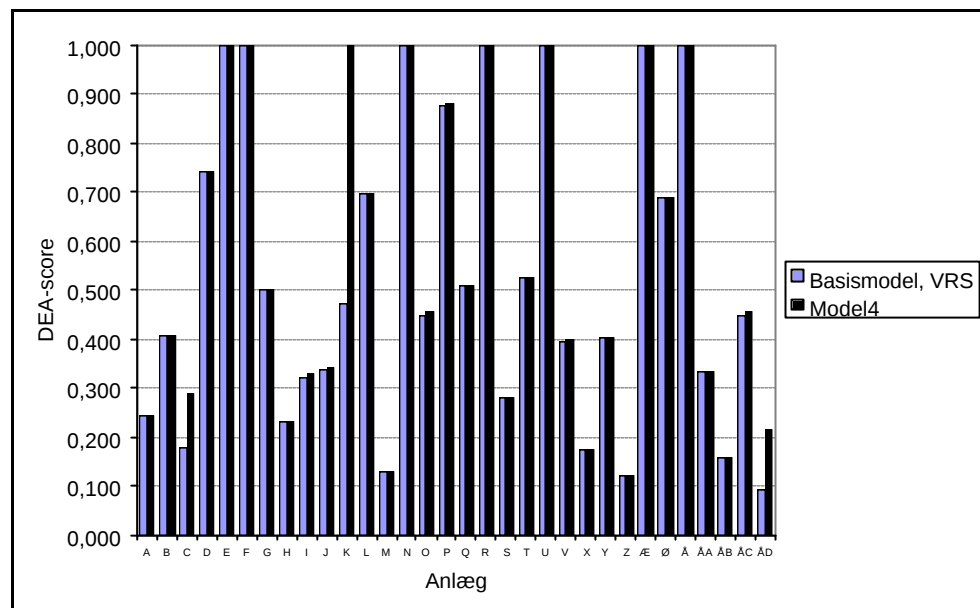


Note: For anlæg R og Æ er der identificeret stordriftsulemper, så dette potentiale opfattes som et teknisk potentiale.

Deponeringsanlæggene med et lavt dieselforbrug er mere efficiente i denne analyse end basismodellen. Når der ikke tages hensyn til stordriftsfordele (CRS-analysen) er der nu 3 anlæg som er efficiente mod 2 i basismodellen. I gennemsnit har anlæggene en score på 0,31 mod 0,24 i basismodellen.

Resultatet under antagelse af variabelt skalaafkast fremgår af figuren nedenfor.

Bilagsfigur 24 DEA-scoring under variabelt skalaafkast (VRS) for model4 i sammenligning med basismodellen, deponeringsanlæg



Note: For anlæg R og Æ er der identificeret stordriftsulemper, så dette potentiale opfattes som et teknisk potentiale.

Når der tages højde for ulemper ved at producere på for stor eller lille skala er der 6 deponeringsanlæg som er efficiente (VRS-analysen). Generelt er niveauet imidlertid blot en anelse højere end i basismodellen - i gennemsnit har anlæggene en score på 0,55 mod 0,52 i basismodellen.

Bruttoeffektiviseringspotentialet under de to forskellige antagelser om stordriftsfordele fremgår af tabellen nedenfor (basismodellen i parentes).

Bilagstabel 22 Beregnet bruttoeffektiviseringspotentiale for deponering, model4

Inputvariabel	Uden hensyntagen til stordriftsfordele	Med hensyntagen til stordriftsfordele
Omkostninger (mio. kr./år), alle anlæg	141 (151)	125 (130)
Gennemsnitlig besparelse per anlæg	78% (84%)	69% (72%)

Note: Resultaterne for basismodellen i parentes

Som det fremgår af tabellen er det samlede unuancerede bruttoeffektiviseringspotentiale uden hensyntagen til stordriftsfordele beregnet til 141 mio. kr. årligt svarende til en besparelse på i gennemsnit 78%

af deponeringsanlæggenes samlede omkostninger. Når der tages hensyn til stordriftsfordele falder potentialet til 125 mio. kr., svarende til 69% af deponeringsanlæggenes omkostninger.

Bilag M: Deponering, DEA-model5

De output og input som indgår i den alternative DEA-model5 fremgår af tabellen nedenfor. I forhold til basismodellen adskiller model5 sig ved at omkostningerne til perkolathåndtering er taget med i de samlede omkostninger.

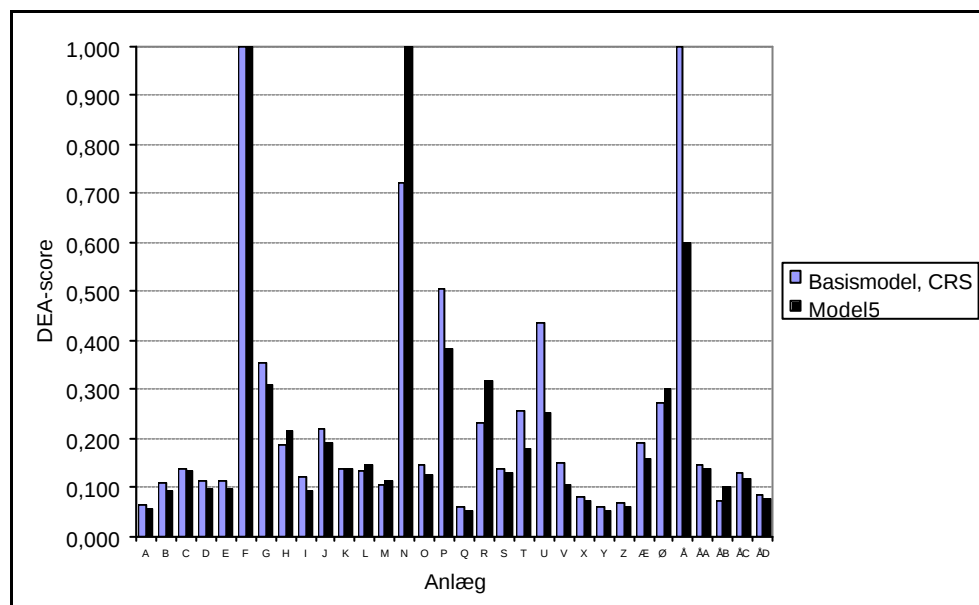
Bilagstabel 23 Input og output i DEA-model5, deponering

Type variabel	Variabel	Enhed
Input	De samlede omkostninger, ekskl. gasomkostninger	Kr.
Output	Deponeret mængde (ekskl. ren jord)	Ton
Output	Mellemdeponeret mængde (ekskl. ren jord)	Ton

Note: Alle elementer er årlige for 2000.

Der er gennemført en input-orienteret DEA-analyse med disse variable. Resultatet under antagelse af konstant skalaafkast fremgår af figuren nedenfor.

Bilagsfigur 25 DEA-scoring under konstant skalaafkast (CRS) for model5 i sammenligning med basismodellen, deponeringsanlæg

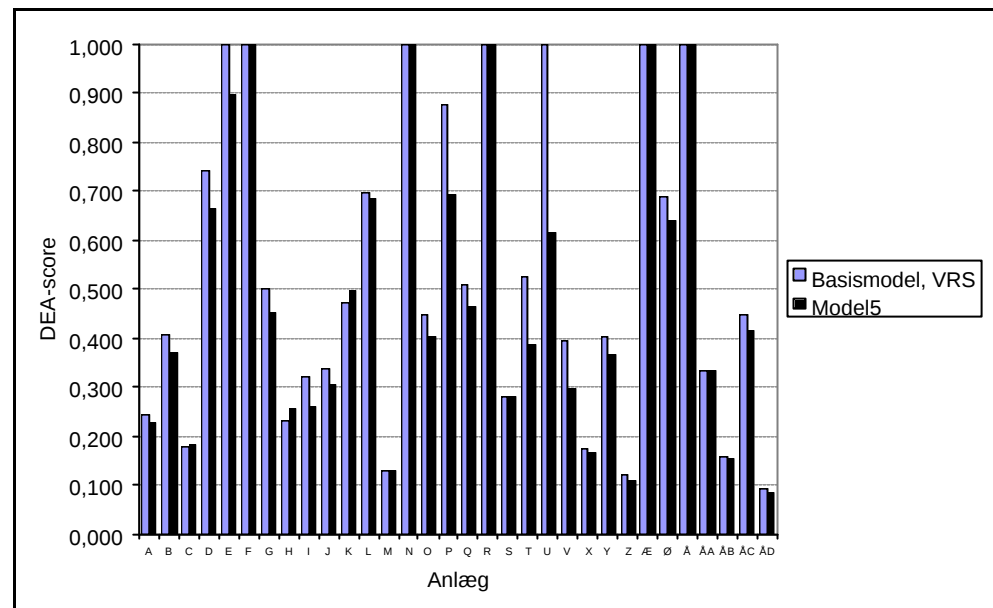


Note: For anlæg R og Æ er der identificeret stordriftsulemper, så dette potentiale opfattes som et teknisk potentiale.

Deponeringsanlæggene med høje omkostninger til perkolathåndtering får en lavere score i denne model, mens dem med lave omkostninger til gengæld får en bedre score. Når der ikke tages hensyn til stordriftsfordele (CRS-analysen) er der fortsat blot 2 anlæg som er efficiente om end det ikke er de samme to som i basismodellen. I gennemsnit har anlæggene en score på 0,22 mod 0,24 i basismodellen.

Resultatet under antagelse af variabelt skalaafkast fremgår af figuren nedenfor.

Bilagsfigur 26 DEA-scoring under variabelt skalaafkast (VRS) for model5 i sammenligning med basismodellen, deponeringsanlæg



Note: For anlæg R og Æ er der identificeret stordriftsulemper, så dette potentiale opfattes som et teknisk potentiale.

Når der tages højde for ulemper ved at producere på for stor eller lille skala er der 4 deponeringsanlæg som er efficiente (VRS-analysen) mod 6 i basismodellen. Generelt er niveauet lavere end i basismodellen - i gennemsnit har anlæggene en score på 0,48 mod 0,52 i basismodellen.

Bruttoeffektiviseringspotentialet under de to forskellige antagelser om stordriftsfordele fremgår af tabellen nedenfor (basismodellen i parentes).

Bilagstabel 24 Beregnet bruttoeffektiviseringspotentiale for deponering, model5

Inputvariabel	Uden hensyntagen til stordriftsfordele	Med hensyntagen til stordriftsfordele
Omkostninger (mio. kr./år), alle anlæg	177 (151)	155 (130)
Gennemsnitlig besparelse per anlæg	84% (84%)	74% (72%)

Note: Resultaterne for basismodellen i parentes

Bruttopotentialet for model5 vil være højere end basismodellen alene fordi perkولاتomkostningerne er medtaget. Som det fremgår af tabellen er det samlede unuancerede bruttoeffektiviseringspotentiale uden hensyntagen til stordriftsfordele beregnet til 177 mio. kr. årligt svarende til en besparelse på i gennemsnit 84% af deponeringsanlæggenes samlede omkostninger inkl. perkولاتomkostninger. Når der tages hensyn til stordriftsfordele falder potentialet til 155 mio. kr., svarende til 74% af deponeringsanlæggenes omkostninger.

Bilag N: Deponering, DEA-model6

De output og input som indgår i den alternative DEA-model6 fremgår af tabellen nedenfor. I forhold til basismodellen adskiller model6 sig ved at samlede bruttoomkostninger er erstattet med fiktive omkostninger beregnet på baggrund af behandlingsgebyrerne.

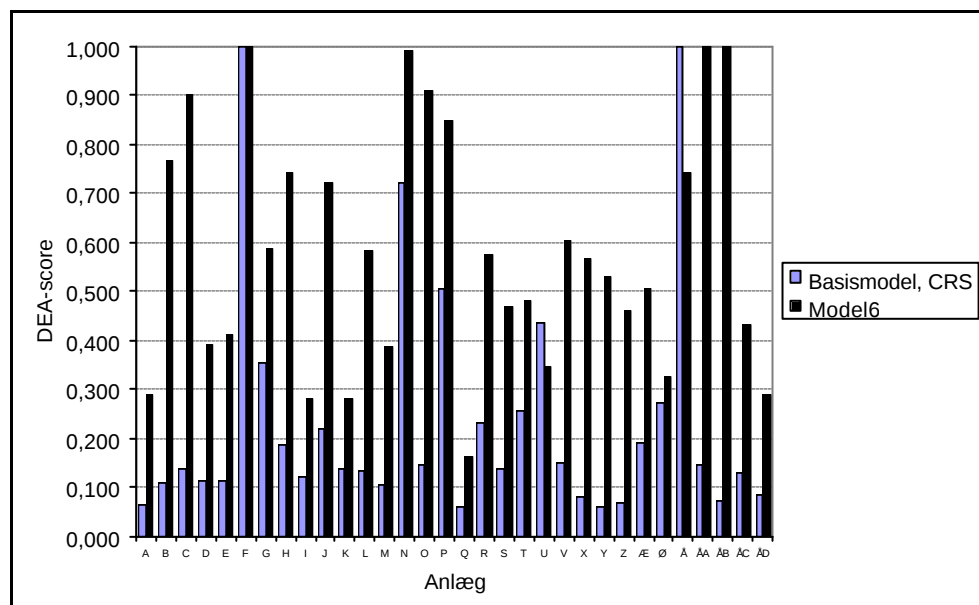
Bilagstabel 25 Input og output i DEA-model6, deponering

Type variabel	Variabel	Enhed
Input	Fiktive omkostninger beregnet på baggrund af gebyrer	Kr.
Output	Deponeret mængde (ekskl. ren jord)	Ton
Output	Mellemdeponeret mængde (ekskl. ren jord)	Ton

Note: Alle elementer er årlige for 2000.

Der er gennemført en input-orienteret DEA-analyse med disse variable. Resultatet under antagelse af konstant skalaafkast fremgår af figuren nedenfor.

Bilagsfigur 27 DEA-scoring under konstant skalaafkast (CRS) for model6 i sammenligning med basismodellen, deponeringsanlæg



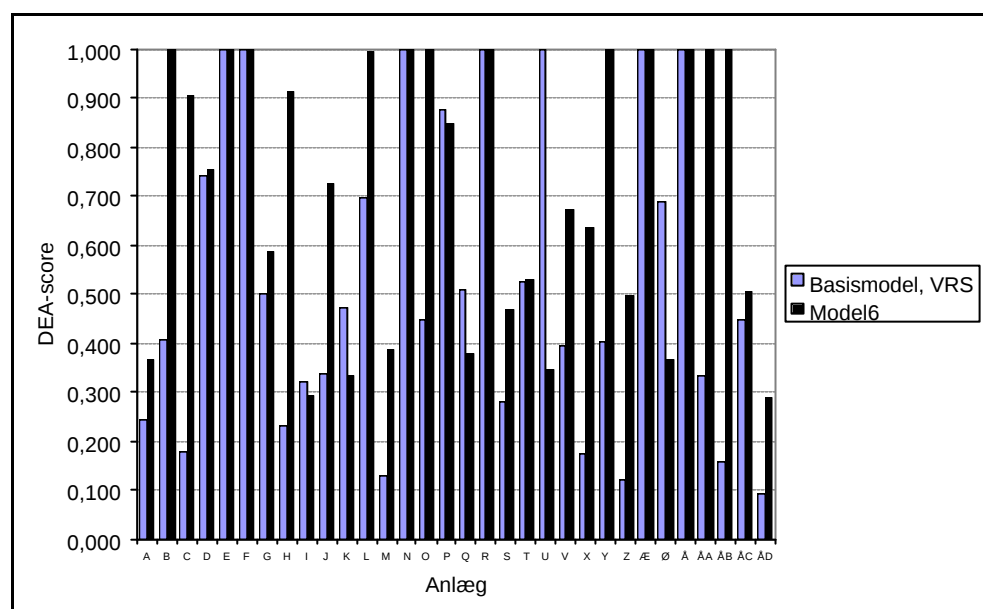
Note: For anlæg R og Æ er der identificeret stordriftsulemper, så dette potentiale opfattes som et teknisk potentiale.

Model6 resulterer i anderledes scorer end basismodellen, hvilket skal ses i lyset af at lave bruttoomkostninger ikke nødvendigvis afspejler sig i lave behandlingsgebyrer.

Når der ikke tages hensyn til stordriftsfordele (CRS-analysen) er der 3 anlæg som er efficiente, hvoraf det ene er det samme som et af de to anlæg der er efficiente i basismodellen. Generelt er anlæggenes scorer meget højere end i basismodellen, hvilket skal ses i lyset af at variationen i gebyrerne er noget mindre end variationen i bruttoomkostningerne. I gennemsnit har anlæggene en score på 0,58 mod 0,24 i basismodellen.

Resultatet under antagelse af variabelt skalaafkast fremgår af figuren nedenfor.

Bilagsfigur 28 DEA-scorer under variabelt skalaafkast (VRS) for model6 i sammenligning med basismodellen, deponeringsanlæg



Note: For anlæg R og Æ er der identificeret stordriftsulemper, så dette potentiale opfattes som et teknisk potentiale.

Når der tages højde for ulemper ved at producere på for stor eller lille skala er der 12 deponeringsanlæg som er efficiente (VRS-analysen) mod 6 i basismodellen. Generelt er niveauet igen højere end i basismodellen - i gennemsnit har anlæggene en score på 0,71 mod 0,52 i basismodellen.

Bruttoeffektiviseringspotentialet under de to forskellige antagelser om stordriftsfordele fremgår af tabellen nedenfor (basismodellen i parentes).

Bilagstabel 26 Beregnet bruttoeffektiviseringspotentiale for deponering, model6

Inputvariabel	Uden hensyntagen til stordriftsfordele	Med hensyntagen til stordriftsfordele
Omkostninger (mio. kr./år), alle anlæg	81 (151)	76 (130)
Gennemsnitlig besparelse per anlæg	47% (84%)	44% (72%)

Note: Resultaterne for basismodellen i parentes

Bruttopotentialet for model6 er beregnet på baggrund af bruttoomkostningerne og ikke de fiktive omkostninger for at gøre dem sammenlignelige med basismodellen.

Som det fremgår af tabellen er det samlede unuancerede bruttoeffektiviseringspotentiale uden hensyntagen til stordriftsfordele beregnet til 81 mio. kr. årligt svarende til en besparelse på i gennemsnit 47% af deponeringsanlæggenes samlede omkostninger. Når der tages hensyn til stordriftsfordele falder potentialet til 76 mio. kr., svarende til 44% af deponeringsanlæggenes omkostninger.

Bilag O: Deponering, DEA-model7

De output og input som indgår i den alternative DEA-model7 fremgår af tabellen nedenfor. I forhold til basismodellen adskiller model7 sig ved at den deponerede og mellemdeponerede mængde er taget med i analysen som en variabel ved en simple aggregering af mængderne.

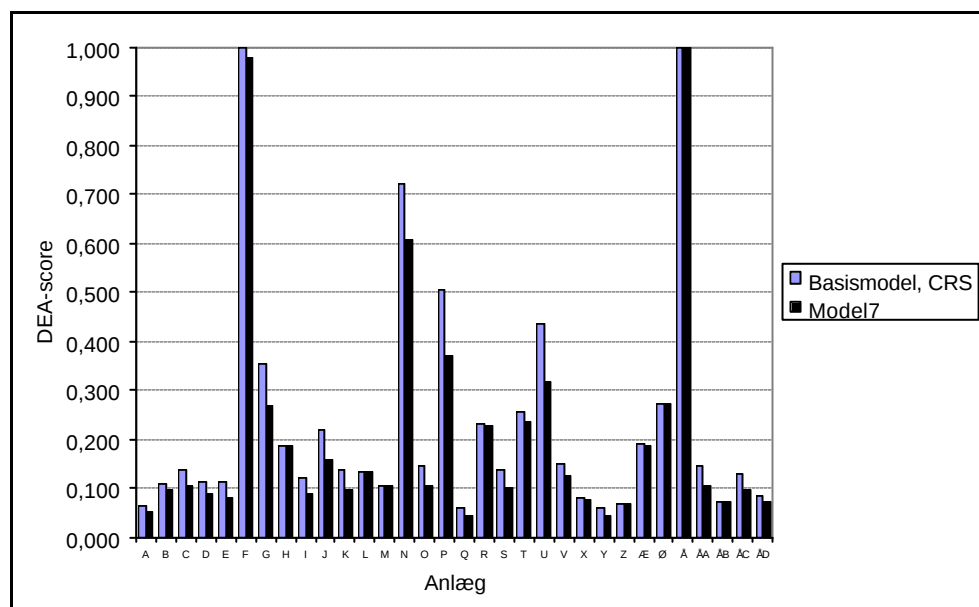
Bilagstabel 27 Input og output i DEA-model7, deponering

Type variabel	Variabel	Enhed
Input	De samlede omkostninger, ekskl. evt. perkolat og gasomkostninger	Kr.
Output	Deponeret + Mellemdeponeret mængde (ekskl. ren jord)	Ton

Note: Alle elementer er årlige for 2000.

Der er gennemført en input-orienteret DEA-analyse med disse variable. Resultatet under antagelse af konstant skalaafkast fremgår af figuren nedenfor.

Bilagsfigur 29 DEA-scoring under konstant skalaafkast (CRS) for model7 i sammenligning med basismodellen, deponeringsanlæg



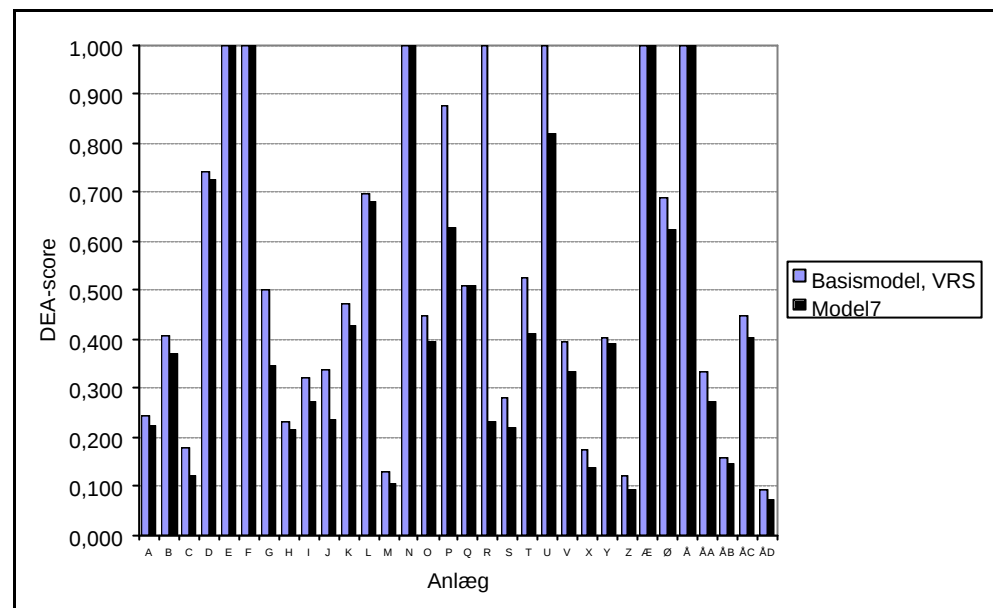
Note: For anlæg R og Æ er der identificeret stordriftsulemper, så dette potentiale opfattes som et teknisk potentiale.

I analysen uden hensyntagen til stordriftsfordele (CRS-analysen) bliver blot 1 anlæg efficient mod 2 i basisanalysen. Da anlæggene har en variabel mindre

at være efficient på er det ikke overraskende at scorerne generelt er lavere end i basismodellen. I gennemsnit har anlæggene en score på 0,21, hvilket er lidt lavere end i basismodellen (0,24).

Resultatet under antagelse af variabelt skalaafkast fremgår af figuren nedenfor.

Bilagsfigur 30 DEA-scorer under variabelt skalaafkast (VRS) for model7 i sammenligning med basismodellen, deponeringsanlæg



Note: For anlæg R og Æ er der identificeret stordriftsulemper, så dette potentiale opfattes som et teknisk potentiale.

Når der tages højde for ulemper ved at producere på for stor eller lille skala er der 5 deponeringsanlæg som er efficiente (VRS-analysen) mod 6 i basismodellen. Generelt er niveauet fortsat lavere - i gennemsnit har anlæggene en score på 0,45 mod 0,52 i basismodellen.

Bruttoeffektiviseringspotentialet under de to forskellige antagelser om stordriftsfordele fremgår af tabellen nedenfor (basismodellen i parentes).

Bilagstabel 28 Beregnet bruttoeffektiviseringspotentiale for deponering, model7

Inputvariabel	Uden hensyntagen til stordriftsfordele	Med hensyntagen til stordriftsfordele
Omkostninger (mio. kr./år), alle anlæg	155 (151)	137 (130)
Gennemsnitlig besparelse per anlæg	86% (84%)	76% (72%)

Note: Resultaterne for basismodellen i parentes

Som det fremgår af tabellen er det samlede unuancerede bruttoeffektiviseringspotentiale uden hensyntagen til stordriftsfordele beregnet til 155 mio. kr. årligt svarende til en besparelse på i gennemsnit 86% af deponeringsanlæggenes samlede omkostninger inkl. perkolatomkostninger.

Når der tages hensyn til stordriftsfordele falder potentialet til 137 mio. kr., svarende til 76% af deponeringsanlæggenes omkostninger.

Bilag P: Deponering, DEA-model8

De output og input som indgår i den alternative DEA-model8 fremgår af tabellen nedenfor. I forhold til basismodellen adskiller model8 sig ved at kun den deponerede mængde er taget med i analysen. Endvidere er der fratrasket 200 kr per ton mellemdeponeret affald. Dette resulterer i, at 4 anlæg (F, N, R og Å) får negative omkostninger, og disse er derfor udeladt af analysen.

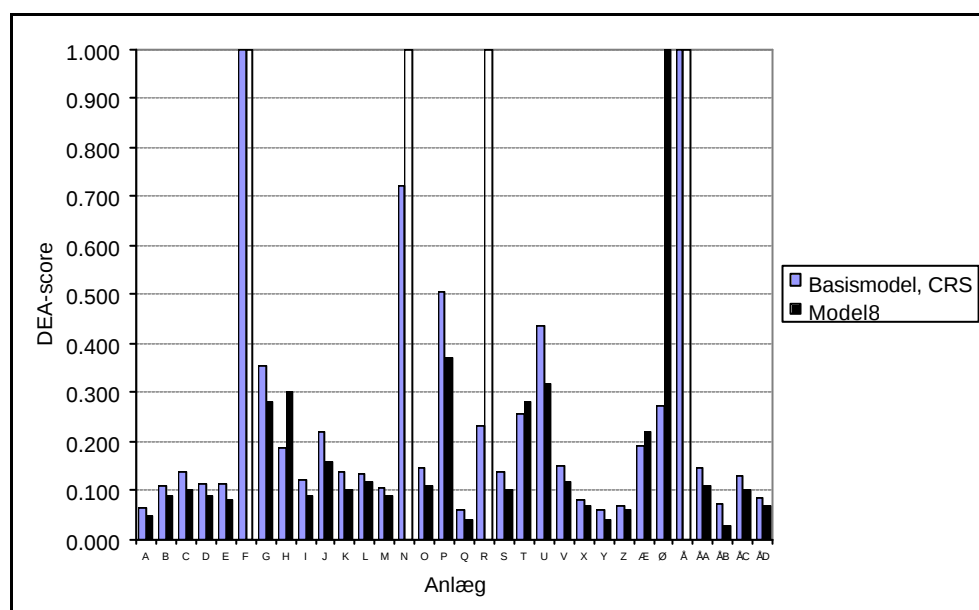
Bilagstabel 29 Input og output i DEA-model8, deponering

Type variabel	Variabel	Enhed
Input	De samlede omkostninger, ekskl. evt. perkolat og gasomkostninger	Kr.
Output	Deponeret mængde (ekskl. ren jord)	Ton

Note: Alle elementer er årlige for 2000.

Da der kun er to variable svarer DEA-analysen til en nøgletalsanalyse. Der kommer dog lidt mere information ud af DEA-programmet. Der er gennemført en input-orienteret DEA-analyse med disse variable. Resultatet under antagelse af konstant skalaafkast fremgår af figuren nedenfor.

Bilagsfigur 31 DEA-scorer under konstant skalaafkast (CRS) for model8 i sammenligning med basismodellen, deponeringsanlæg

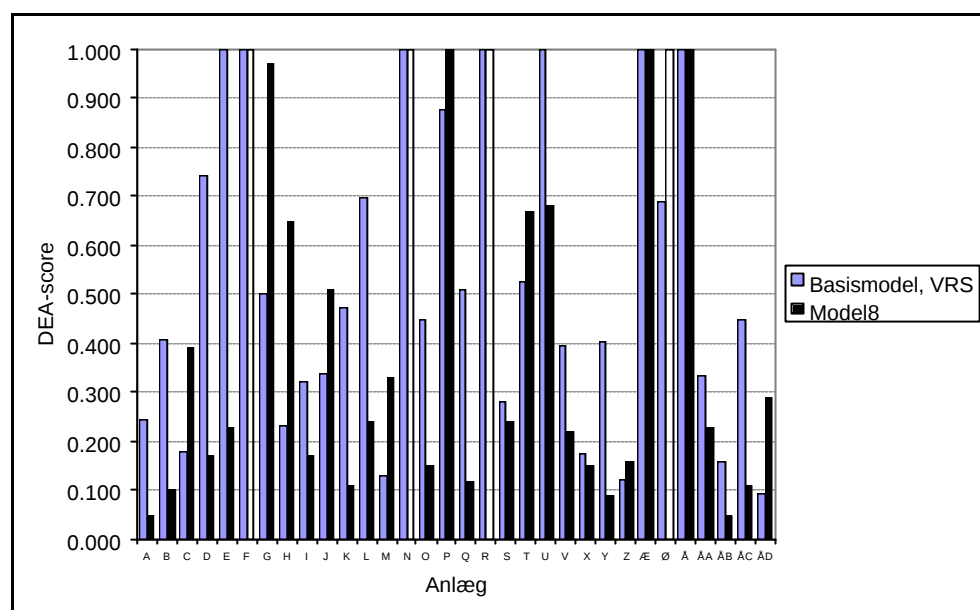


Note: Når der fratrækkes 200 kr per ton mellemdeponeret, får anlæg F, N, R og Å negative omkostninger, og de er derfor ikke med i analysen. I analysen uden hensyntagen til stordriftsfordele (CRS-analysen) bliver blot 1 anlæg

efficient mod 2 i basisanalysen. Det er lidt vanskeligt at sammenligne tallene, da de 4 anlæg er taget ud. I gennemsnit har anlæggene en score på 0,16, hvilket er lavere end i basismodellen (0,24).

Resultatet under antagelse af variabelt skalaafkast fremgår af figuren nedenfor.

Bilagsfigur 32 DEA-scorer under variabelt skalaafkast (VRS) for model8 i sammenligning med basismodellen, deponeringsanlæg



Note: Når der fratrækkes 200 kr per ton mellemdeponeret, får anlæg F, N, R og Å negative omkostninger, og de er derfor ikke med i analysen. Også her er det vanskeligt at sammenligne tallene, da de 4 anlæg er taget ud. Dog viser en mere detaljeret gennemgang af tallene, at det naturligvis er de anlæg, der har store mængder til mellemdeponering, der forbedrer deres scorer mest.

Bruttoeffektiviseringspotentialer under de to forskellige antagelser om stordriftsfordele fremgår af tabellen nedenfor (basismodellen i parentes).

Bilagstabel 30 Beregnet bruttoeffektiviseringspotentialer for deponering, model8

Inputvariabel	Uden hensyntagen til stordriftsfordele	Med hensyntagen til stordriftsfordele
Omkostninger (mio. kr./år), alle anlæg	124 (151)	93 (130)
Gennemsnitlig besparelse per anlæg	89% (84%)	67% (72%)

Note: Resultaterne for basismodellen i parentes

Som det fremgår af tabellen er det samlede unuancerede bruttoeffektiviseringspotentialer uden hensyntagen til stordriftsfordele beregnet til 124 mio. kr. årligt svarende til en besparelse på i gennemsnit 89% af de indgående deponeringsanlægs samlede omkostninger inkl. perkolatomkostninger og med omkostninger til mellemdeponering taget ud. Når der tages hensyn til stordriftsfordele falder potentialer til 93 mio. kr., svarende til 67% af deponeringsanlæggenes omkostninger.

Hovedårsagen til, at potentialet falder er, at de effektive anlæg fra basisanalysen tages ud. Dette ses af, at effektiviseringspotentialet per anlæg ikke ændres betydeligt, da de effektive anlæg i basisanalysen har store mængder af mellemdeponeret affald.

Bilag Q: Statistiske analyser, deponering

Der er foretaget en statistisk analyse af CRS scorerne på deponeringsområdet.

Analysen har som det er dokumenteret i rapporten forsøgt medtaget en lang række parametre. Den model, der bedst beskriver CRS-scorerne, er beskrevet i det følgende.

Bilagstabel 31 Modelkarakteristika, forbrænding

Karakteristika	Værdi
Antal observationer	32
Antal parametre	9
R ²	0,69

En forklaringsgrad på 69% vurderes at være udmærket.

De resulterende parametre ses i tabellen nedenfor.

Bilagstabel 32 Parameterestimer og p-værdier

Parameter	Estimat	P-værdi
Intercept	13,63	0.06
Deponeringshøjde	0,024	0.05
Deponeringshøjde^2	-0,0004	0.09
Antal sideaktiviteter = 4	0,096	0.10
Anlægsår	-0,007	0.06
Deponeret mængde	0,004	0.09
Mellemdeponeret mængde	0,009	0.01
Fælleskommunal	0,187	0.05
Farligt affald	-0,109	0.28

Parametrene “Deponeringshøjde”, “Anlægsår”, “Deponeret mængde” og “Mellemdeponeret mængde” indgår alle med de reelle observationer. Endvidere indgår ”Deponeringshøjde” også i anden potens (og med en positiv parameter), hvilket indikerer, at fordelene ved en høj deponeringshøjde er stigende men med aftagende stigningstakt. De resterende parametre: “Antal sideaktiviteter=4”, “Fælleskommunal” og “Farligt affald” er 0-1 dummier, der angiver om anlægget har dette karakteristika eller ej. Fortolkningen af disse er eksempelvis, at anlæg, der er fælleskommunale, i gennemsnit har en score på 0,187 (jvnf. tabellen) højere end de anlæg, der ikke er fælleskommunale.

Generelt er der forsøgt mange forskellige modeller. Den viste var modellen, der beskrev data på den bedst tænkelige måde.

Den statistiske analyse er foretaget i programpakken SAS.