

Jord & Affald
J.nr. MST-723-00006
Ref. kasmi
Den 15. april 2016

Notat om samfundsøkonomi for biocover anlæg.

Under biocover-tilskudsordningen er der udarbejdet en miljøvurdering og en samfundsøkonomisk analyse for at sammenligne biocover og gasopsamling med energiudnyttelse. Dette er sket, for at Miljøstyrelsen og interessenter kan få et bedre billede af de miljømæssige og økonomiske forskelle mellem de to teknologier, idet ordningen kun dækker biocover og ikke gasopsamling med energiudnyttelse. DTU har udarbejdet miljøvurderingen, som viser, at biocover er en miljømæssig bedre løsning end gasopsamling med energiudnyttelse. Analysen er udgivet på Miljøstyrelsens hjemmeside. Miljø- og Fødevarerministeriet (Miljøstyrelsen og samfundsøkonomer i Departementet) har udarbejdet den samfundsøkonomiske analyse.

Estimer på biocoverskyggepris

Den samfundsøkonomiske analyse har også haft et formål om, at genberegne skyggeprisen for biocover. Skyggeprisen blev oprindeligt udregnet i forbindelse med, at biocover blev beskrevet som et middel i Virkemiddelkataloget til den tidligere regerings Klimaplan. Skyggeprisen for biocover blev dengang udregnet til 77 kr. pr. ton CO₂. Der er samtidig i et baggrundsnotat til virkemiddelkataloget lavet følsomhedsanalyser, der angiver skyggepriser på 153 kr. pr. tons CO₂. I virkemiddelkataloget er det samtidig fremhævet, at der er usikkerhed omkring størrelsen af metan-emissioner, effekten af biocovers og investeringsomkostningerne hertil.

I nærværende samfundsøkonomiske analyse er skyggeprisen for gasopsamling med energiudnyttelse er beregnet til 245 kr./ton, mens skyggeprisen for biocover er beregnet til 205 kr./ton. Skyggeprisen for biocover er fortsat lavere end for gasopsamling med energiudnyttelse, men der er ikke stor forskel og der er fortsat mange usikkerheder i beregningerne. For at gøre sammenligningen relevant i forhold til gasopsamling er beregningerne – for både gasopsamling og biocover – foretaget på et generisk modelleret deponi, der er stort og har en høj udledning pr. ton affald og derfor en væsentlig udledning af metan. Dette modellerede deponi har en gasudledning der er langt større end det, der forventes at blive målt på de fleste lossepladser i forbindelse med etablering af biocovers.

I beregningerne til Virkemiddelkataloget er erfaringer fra et etableret biocover på Klintholm anvendt i beregningerne, således at effektiviteten og omkostninger til anlægget er anvendt. Den faktiske udledning og reduktion af metan fra Klintholm er ikke anvendt. I stedet er anvendt data fra Nationalt Center for Miljø og Energis model til beregning af den samlede nationale drivhusgasudledning, som baserer

sig på historiske data om deponeret affald. Det er således forudsat, at et biocovers størrelse og omkostninger ikke afhænger af størrelsen af metanemissionen.

I nærværende samfundsøkonomiske analyse forudsættes derimod, at der er en sammenhæng mellem metan-emissionens størrelse og biocoverets størrelse, og dermed også biocoverets økonomi. Dette skyldes, at komposten har en begrænset kapacitet til at reducere metan, så en højere metan-emission kræver en højere mængde kompost og derved et større biocover. Beregninger i denne samfundsøkonomiske analyse viser, at entreprenørudgifterne er afgørende for den samlede pris, hvis man tager udgangspunkt i udgifterne for biocoveret på Klintholm. Der er samtidig fortsat stor usikkerhed om omkostninger til entreprenørarbejde. På Klintholm har der været et betydeligt gravearbejde og jordhåndtering. Klintholm har dog ikke haft udgifter til bortkørsel af jord, hvilket kan forventes at være en ekstra omkostning på andre anlæg, som ikke har mulighed for at håndtere jord på anlægget. Det er muligt, at kommende biocoverprojekter i forbindelse med tilskudsordningen vil være anderledes end den type, der er anlagt på Klintholm, og således også muligvis mindre både entreprenør- og kompostmæssigt. Der er lavet 2 følsomhedsanalyser i den samfundsøkonomiske analyse, hvor entreprenørudgifter er reduceret med henholdsvis 50 % og 75 %. Her bliver skyggeprisen henholdsvis 121 kr./ton og 90kr./ton.



1 Indledning

Formålet med denne analyse er at foretage en sammenligning af de samfundsøkonomiske konsekvenser af policy scenarier for opsamling af drivhusgasser (metan) fra større deponier med væsentlig udledning af metan.

Analysen omfatter kortlægning af de samfundsøkonomiske effekter ved følgende tre scenarier:

1. ingen afværgeforanstaltninger til reduktion af metanudledning
2. etablering af biocovers til opsamling af metan
3. opsamling og energiudnyttelse af deponigas (metan)

Der er derfor afsat 178 mio. kr. i tilskudsmidler til deponier i Danmark med det formål at sænke udledningen fra deponierne. Tiltaget er en del af de samlede tiltag for at nå den tidligere regerings målsætning om 40 % reduktion af Danmarks udledning af drivhusgas fra 1990 til 2020.

2 Resume

I det følgende notat foretages en samfundsøkonomisk analyse, af hvorvidt det er billigst at sænke metan udslippet fra danske deponier gennem etablering af hhv. biocover eller gasopsamlingsanlæg. I dag er organisk affald (deponeret før 1997) blot dækket til med jord, hvorfor udledningen af metan fra disse deponier er af en betydelig størrelse. Der er derfor et betydeligt potentiale i at sænke metangasser fra disse.

I den følgende analyse vil der blive belyst to hovedscenarier, hvor metanudslippet sænkes: et scenarie hvor deponiet overdækkes med et biocover af kompost, hvor metanen omdannes og et scenarie, hvor metanen opsamles og afbrændes, hvorved der produceres el (og evt. varme). Disse sammenlignes med et baselinescenarie, hvor der ikke vil foretages yderligere for at sænke metanudledningen i deponiet.

Den samfundsøkonomiske analyse bygger på en livscyklusvurdering (LCA) af hhv. biocover og gasopsamlingsanlæg på et modeldeponi (Møller mfl. 2016). Det generiske modellerede deponi er et stort deponi med en relativt høj udledning pr. ton affald og har derfor en væsentlig udledning af metan. Dette er valgt, fordi det er på deponier med en væsentlig udledning af metan, at der kan være en samfundsøkonomisk gevinst at opsamle gassen frem for at etablere et biocover.

Totalemissionen fra deponiet er 964 ton CH₄ i 2015, hvilket svarer til 110 kg CH₄/time. Dette er en væsentlig udledning og langt større end det, der forventes at blive målt på de fleste lossepladser i forbindelse med etablering af biocovers. Det forventes, at der på de fleste steder er en langt mindre udledning af metan, hvilket bekræftes af foreløbige resultater fra Miljøstyrelsens pilotprojekter, hvor der er målt mellem 0,35 og 22,1 kg CH₄/time. Dette betyder også, at omkostningerne pr. biocover i denne analyse er væsentlig højere end det, der forventes pr. biocover under biocoverordningen.

Analysen viser, at deponiejereren har en erhvervsøkonomisk gevinst ved anlæg af et gasopsamlingsanlæg med udledning af 110 kg CH₄/time på 3,0 mio. kr. over anlæggets levetid, hvorimod anlæg af biocover med udledning af 110 kg CH₄/time giver en erhvervsøkonomisk omkostning på 2,8 mio. kr. Omkostningen dækker vedligehold af biocover og kommer af, at biocoverordningen kun dækker udgifter til biocover indtil 2020. I praksis vil udledningen sandsynligvis være 10 gange mindre.

Analysen viser desuden, at biocover har en lavere skyggepris end gasopsamlingsanlæg. De samlede samfundsøkonomiske omkostninger ved hhv. gasopsamling og biocover er vist i tabel A. De samlede samfundsøkonomiske omkostninger er næsten ens på hh. 32 mio. kr. og 34 mio. kr. Men da den samlede metanopsamling er højere for biocover, bliver skyggeprisen for denne løsning 205 kr. / ton mod 245 kr. pr. ton for gasopsamling.

Tabel A: Samlet samfundsøkonomisk resultat

Scenarier sammenlignet med basisscenariet

Scenarier	Omkostninger	CO ₂ -ækv.	Skyggepris for CO ₂
Enheder	Mio kr.	Tusind ton	kr./ton
G1-basis opsaml.	32	132	245

Både biocoveranlæg og produktion af biogas støttes af staten. Gasopsamlingsanlægget medfører et provenutab for staten på 16,6 mio. kr., og biocoveranlægget giver et provenutab på 19,9 mio. kr.

Analysens konklusion er relevant for store deponier med en væsentlig udledning af metan, men kan ikke overføres til mindre deponier eller deponier med lavere udledning. For disse deponier vil biocover være den omkostningseffektive løsning, da det er muligt at tilpasse biocoverets størrelse og omkostninger direkte efter metanudledningen. Det er ikke muligt for gasindvinding, hvor der er faste omkostninger, f.eks. omkostning til gasmotoren, der er vanskelige at skalere med deponiets størrelse og udledningen. For gasindvinding vil der skulle laves en vurdering om hvorvidt, det er teknisk muligt at opsamle og udnytte gassen.

Der er væsentlige usikkerheder i analysen. Især biocover er stadig en relativt ny teknologi. Miljøstyrelsen er derfor ved at gennemføre en række pilotprojekter med biocover. Disse afsluttes i løbet af 2016. For biocover er der på nuværende tidspunkt fortsat stor usikkerhed om størrelsen af metanemissioner fra lossepladser og effekten af biocovers. Der er fortsat også stor usikkerhed om investeringsomkostninger for biocovers, særligt entreprenøromkostninger er usikre.

3 Scenarier og afgrænsning

I dette afsnit beskrives kort miljøeffekter, deponier der er medtaget i analysen, samt analysens tre scenarier.

3.1 Miljøeffekter

Der er overordnet set to miljøeffekter, der indgår i analysen. Den ene er ændring i metanemission fra deponierne, den anden er miljøeffekten ved substitution af energiproduktion med gasudnyttelse. Miljøeffekterne ved substitution af energiproduktion indgår kun i scenariet med gasopsamling, hvor metangassen udnyttes til energiproduktion. De miljømæssige konsekvenser er udregnet ved hjælp af DTU Miljø LCA-model; EASETECH, på baggrund af et generisk modelleret deponi.

Det generiske modellerede deponi er et stort deponi med en relativt høj udledning pr. ton affald og har derfor en væsentlig udledning af metan. Dette er valgt, fordi det er på deponier med en væsentlig udledning af metan, at det kan være en samfundsøkonomisk gevinst at opsamle gassen frem for at etablere et biocover.

Totalemissionen fra deponiet er 964 ton CH₄ i 2015, hvilket svarer til 110 kg CH₄/time. Dette er en væsentlig udledning og langt større end det, der forventes at blive målt på de fleste lossepladser i forbindelse med etablering af biocovers. Det forventes, at der på de fleste steder er en langt mindre udledning af metan, hvilket bekræftes af foreløbige resultater fra Miljøstyrelsens pilotprojekter, hvor der er målt mellem 0,35 og 22,1 kg CH₄/time. Dette betyder også, at omkostningerne pr. biocover i denne analyse er væsentlig højere end det, der forventes pr. biocover under biocoverordningen. Ved en lavere udledning af metan vil omkostningerne pr. biocover blive tilsvarende billigere.

Emissioner fra gasmotoren, der benyttes i scenariet med gasudnyttelse findes på baggrund af ENS og DTU Miljø, se evt. bilag for yderligere specifikationer.

3.2 Scenarier

I dette afsnit beskrives de tre hovedscenarier.

3.2.1 Ingen afværgeforanstaltninger (*I-ingen afvær.*)

I basisscenariet gøres der ikke nogen for at opsamle metan. Under dette scenarie afdækkes deponiet derfor uden optimering af metanoxidation, og det antages at oxidation i topcoveret omdanner 10 % af det producerede metan. Det betyder, at 90 % af den producerede metan slipper ud til atmosfæren.

3.2.2 Etablering af biocovers (*B1-basis oxi.*)

Deponiet overdækkes med et biocover af kompost, der udnytter, at der i kompost findes mikroorganismer som lever af metan og omsætter det til kuldioxid. Biocover er funktionsdygtig i en 100-års periode, hvis det løbende suppleres med ny kompost. Ved etablering af biocovers antages opsamlingseffektiviteten, at være 80 % på grundlag af afmålinger af biocoveret på Klintholm Losseplads (Scheutz et al (2014)). Dvs. den sidste femtedel af metanemissionen vil slippe ud i atmosfæren.

3.2.3 Gasopsamling (*G1-basis opsaml.*)

I dette scenarie etableres et gasopsamlingsanlæg, der opsamler metangassen og brænder den af for derved at genere el. I dette scenarie fordeles de potentielle miljøpåvirkninger på følgende underprocesser:

1. Metan-emission gennem afdækningslag
 2. Emissioner fra biogasmotor
 3. Substitution af energi
- **Metan-emission:** Der vil forekomme gasopsamling i 20 år, i perioden 2015-2035. Opsamlingseffektiviteten i hovedscenariet antages at være 60 %. Fra dette fratrækkes dog også en oxidation i topcoveret på 10 % af det resterende udslip. Samlet set, i hovedscenariet, vil der slippe 36 % af metanen ud i atmosfæren
 - **Emissioner fra biogasmotor:** De miljømæssige konsekvenser af gasindvinding er modelleret af DTU med dual-fuel teknologi med diesel som støttebrændsel, da det vurderes, at denne teknologi er mest hensigtsmæssig ved forbrænding af biogas af lav kvalitet som i den sene gasproduktionsfase.
 - **Substitution af energi:** Den opsamlede metan substituerer delvist energi baseret på fossile brændsler.

Tabel 1: Oversigt over scenarier med angivelse af metanoxidation, bruttoopsamlingseffektivitet samt energieffektivitet (fed skrift angiver ændringer i forhold til basis scenarierne)

Scenarie	Oxidation i afdækningslaget (%)	Bruttoopsamlings-effektivitet (%)	El-effektivitet (%)
I - ingen afv.	10	-	-
B1 - basis oxidation	80	-	-
G1 - basis opsamling	10	60	3

4 Den samfundsøkonomiske metode

4.1 Overordnet formål og metode

Det overordnede formål med den samfundsøkonomiske analyse er at finde frem til, om det er samfundsøkonomisk set mest fordelagtigt at etablere biocovers, gasopsamlingsanlæg eller ikke at foretage noget for at reducere metanudledningen fra danske lossepladser.

I den samfundsøkonomiske analyse foretages en systematisk afvejning af gevinster og omkostninger i de tre scenarier, der er beskrevet i afsnit 3.3. Den samfundsøkonomiske værdi af et scenarie består af summen af gevinster og omkostninger over tid. Scenarierne sammenlignes på baggrund af deres samfundsøkonomiske værdi med henblik på at finde frem til, hvilket scenarie der indebærer den laveste samfundsøkonomiske omkostning ved at reducere metanudledningen fra deponiet med en enhed (skyggeprisen).

4.2 Elementer i den samfundsøkonomiske analyse

De gevinster og omkostninger, der opgøres i den samfundsøkonomiske analyse, kan opdeles i tre elementer:

- Erhvervsøkonomiske omkostninger og gevinster
- Skatteforvridningseffekter
- Miljømæssige eksternaliteter

4.3 Den erhvervsøkonomiske analyse

Det første element i den samfundsøkonomiske analyse er de erhvervsøkonomiske omkostninger og gevinster for et repræsentativt deponi.

Der er foretaget erhvervsøkonomiske opgørelser for de to scenarier med indgriben, dvs. etablering af hhv. gasopsamlingsanlæg eller biocover. Opgørelsen indeholder omkostninger til etablering, samt driftsomkostninger for både gasopsamlingsanlæg og biocover. Ydermere indeholder opgørelsen indtægter for el og i nogle følsomhedsanalyser også fjernvarme. Desuden indgår der tilskud til salg af el fra biogas og til at dække investeringsomkostninger ved biocoveranlæg. Detaljerede informationer om priser og omkostninger kan findes i bilaget.

4.4 Forvridningseffekter

Det andet element i den samfundsøkonomiske analyse er forvridningseffekter på arbejdsudbuddet.

Forvridningseffekterne afhænger af afgifts- og tilskudsordninger for de to anlæg. Biocoveranlæggenes omkostninger dækkes af en tilskudsordning indtil 2020, derefter afholder ejerne selv omkostningerne. I realiteten betyder det, at det kun er investeringsomkostningerne der dækkes, da der ikke er nogen driftsomkostninger før 2020. For gasopsamlingsanlæggenes modtager ejeren et biogastilskud ved salg af el fra anlægget.

Der vurderes ikke at være væsentlige forbrugsforvridninger. Ej heller vurderes der at være væsentlige tabte afgiftsprovenuier på afledte markeder. Disse effekter medregnes derfor ikke i analysen.

4.5 Miljømæssige eksternaliteter

Det tredje element i den samfundsøkonomiske analyse er de miljømæssige eksternaliteter. De miljømæssige konsekvenser afviger fra konsekvenserne i LCA-analysen, fordi disse opgøres på et 100-årigt sigte, hvorimod nærværende analyse

kun medtager de første 30 år. Metanudledningen falder dog meget over tid, så hoveddelen af metanudledningen sker i de første 30 år.

Som nævnt tidligere kan de miljømæssige konsekvenser opdeles på følgende underprocesser:

1. Metan-emission gennem afdækningslag
2. Emissioner fra biogasmotor
3. Substitution af energi

Metanemissionen bruges til at beregne skyggeprisen af scenarierne. Den værdisættes derfor ikke, da det ville være dobbelttælling i analysen, men opgøres kvantitativt.

4.6 Opgjorte effekter, udeladte effekter og usikkerhed

I den samfundsøkonomiske analyse inddrages de største vigtigste effekter ift. basisscenariet. Her inkluderes primært det reducerede metan fra deponierne, omkostninger til investering og drift, samt indtægter fra el og varme. Effekten af reducerede metan sammenholdes med basisscenariet.

Der er en del usikkerhed omkring miljøeffekten af biocover-anlæg, da der kun findes en begrænset erfaring med anlæggene endnu. Det gælder både mht. spredningen i udledning af metan fra deponierne og biocovers opsamlings effektivitet.

Der er alene valgt at fokusere på drivhuseffekten, da metanemission spiller en afgørende rolle. Emissioner fra forbrænding i biogasmotorer (udover CO₂) er usikker (og motorspecifik) og vil kræve nærmere undersøgelser for at give valide resultater og udelades derfor, se evt. LCA-analysen for en uddybning.

De øvrige miljøeffekter opgjort i LCA-analysen er begrænsede og opgøres derfor ikke i nærværende rapport.

I scenariet med etablering af biocover, vil der opstå en betydelig øget efterspørgsel efter kompost, hvilket, alt andet lige, kan betyde øget kompostpriser. Dette kan få negative konsekvenser for de personer der almindeligvis benytter kompost. Denne effekt er ikke opgjort.

4.7 Beregningsforudsætninger og antagelser

Tabel 2: Liste over beregningsforudsætninger i analysen

Faktor- og køberpriser	Erhvervsøkonomiske effekter opgøres i faktorpriser, mens samfundsøkonomiske effekter opgøres i køberpriser. Faktorpriser opregnes med nettoafgiftsfaktoren.
Tidshorisont	2045
Diskonteringsrente	4 procent
Nettoafgiftsfaktor	32,5 procent
Arbejdsudbudsforvridning	20 procent
Geografi	National afgræsning
Prisniveau	2015-prisniveau
Resultater	Nettonutidsværdi opgjort i kr.

Levetid for anlæg og maskiner / Gasopsamlingsanlæg: 20 år. Analysen benytter antagelser omkring eksisterende barkmarkantagelsen anlæg

4.7.1 Faktor- og købspriser

Jf. den almene praksis i miljø- og fødevareministeriet opgøres de erhvervsøkonomiske effekter i faktorpriser, mens de samfundsøkonomiske effekter opgøres i køberpriser. Køberpriser opnås ved at benytte nettoafgiftsfaktoren.

4.7.2 Tidshorisont

I analysen benyttes en tidshorisont til 2045, dvs. 30 år. Dette er valgt ud fra finansministeriets ”vejledning i udarbejdelse af samfundsøkonomiske konsekvensvurderinger” og som er den mest udbredte tidsperiode. Det skal dog bemærkes, at LCA'en beregner de potentielle miljøeffekter af de benyttede teknologier i en 100-års periode. Årsagen hertil er, at metan-produktionen fra et ton affald i lossepladsen finder sted over en udstrakt tidsperiode.

4.7.3 Diskonteringsrente

Diskonteringsrenten er 4 procent og følger anbefalingen fra finansministeriet.

4.7.4 Nettoafgiftsfaktor og arbejdsudbudsforvridningsfaktor

Der benyttes en nettoafgiftsfaktor på 32,5 % og en forvridningsfaktor på 20 procent. Dette følger anbefalingen fra finansministeriet.

4.7.5 Geografi

Den samfundsøkonomiske analyse af scenarierne for metanudledning gennemføres som udgangspunkt på nationalt niveau, det vil sige, at der foretages en vurdering af den samlede nyttevirkning for det danske samfund.

4.7.6 Prisniveau

Alle priser opgøres i 2015-priser

4.7.7 Resultater

Resultaterne af den samfundsøkonomiske analyse opgøres som nettonutidsværdi. Det vil sige at alle omkostninger og gevinster er tilbagediskonteret til år 2015 og derefter lagt sammen.

4.7.8 Levetid for anlæg og maskiner

I analysen forudsættes følgende levetider for anlægsinvesteringer vedr. gasindvindingsanlæg:

- Gasindvindingsmotor-10 år¹-
- Faskiner, ledninger og andre anlægsinvesteringer- 20 år

Det vil sige, at der skal reinvesteres i en ny motor 1 gange indenfor perioden med gasindvinding på 20 år.

4.7.9 Barkmarksantagelse

I analysen benyttes barkmarksantagelsen, dvs. der antages ikke nogen eksisterende anlæg til opsamlings af deponigas. Derved benyttes gennemsnitlige omkostninger i analysen, da etableringsomkostningerne også er en del af analysen.

¹ Oplysninger fra OdenseNord

4.7.10 Substitueret energiproduktion

Emission fra substitueret energi findes ved at gange el-produktion i kWt med emissionsfaktoren for marginal el.

I scenariet med gasopsamling benyttes den opsamlede metan til energiudnyttelse i form af el og evt. fjernvarme og substituerer dermed delvist energi baseret på fossile brændsler. Metanen afbrændt ved gasopsamling er ikke helt klimaneutral primært fordi, at det antages, at der benyttes 18,5 % diesel som støttebrændsel af energiindholdet i brændslet. For den substituerede energi forudsættes det, at den fossile brændselssammensætning ændres i løbet af opsamlingsperioden. For at kunne beregne substitutionsværdien er det derfor nødvendigt at kende mængderne af metan, som opsamles i de forskellige tidsintervaller. I hovedscenariet for gasopsamling er opsamlingseffektiviteten antaget at være 60%.

Det antages i analysen, at den afbrændte mængde metan er lig med den opsamlede mængde. I praksis kan den afbrændte mængde dog godt være mindre end den opsamlede pga. kvaliteten af gassen.

CO₂-udledningen værdisættes med den fremskrevne kvotepris fra Energistyrelsens beregningsforudsætninger (Energistyrelsen 2014). Kvoteprisen er kun fremskrevet til 2035 af Energistyrelsen. Fra 2035- 2044 antages kvote-prisen at være konstant på 2035-niveau.

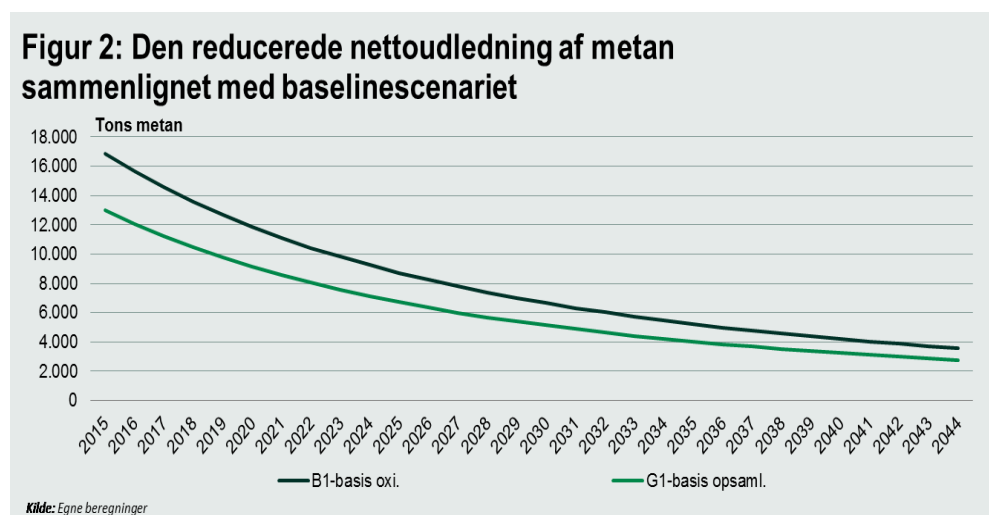
5 Resultater

Resultaterne i analysen er vist i nutidsværdi. Desuden vises resultaterne overvejende set i forhold til udviklingen i scenariet uden afværgeforanstaltninger (baselinescenariet). Bemærk at den samlede metanudledning og de samlede omkostninger i det følgende afsnit er høje pga. det store deponi der bruges i analysen. I praksis vil der sandsynligvis være tale om 10 mindre deponier til samme omkostningsstruktur men en lavere samlet udledning og omkostning per deponi.

5.1 Miljøeffekter

Som nævnt tidligere er der overordnet to miljøeffekter medregnet i det, LCA-modelleret deponi. Den ene er selve miljøeffekterne ved metanemissionen. Her inkludereret, ved tilfældet for gasopsamling, miljøeffekterne ved brug af en motor til anlægget. Det er antaget at der bliver brugt en dual-fuel-motorteknologi, hvilket betyder, at der benyttes diesel som støttebrændsel.

Figur 2 viser udviklingen af metanemissionen for de to scenarier ved afværkning ift. baselinescenariet uden afværgeforanstaltninger .



Anm.: i 2015 udledes 21.500 ton metan i baselinescenariet.

5.2 Erhvervsøkonomiske omkostninger

I det følgende afsnit præsenteres de erhvervsøkonomiske omkostninger for hhv. etablering af biocover og gasopsamlingsanlæg.

5.2.1 Biocover

De erhvervsøkonomiske omkostninger vedr. anlægningen af biocovers tager udgangspunkt i omkostningerne fra Klintholm-projektet (Pedersen mfl. 2012). Til etablering, samt drift af biocovers er der grundlæggende tre typer af omkostninger:

- Kompost, beton og rør
- Etableringsomkostninger til entreprenørarbejde
- Baselineundersøgelse før etablering

Skalering

Omkostningerne fra Klintholm-projektet er skaleret til det modelerede deponi ud fra totalemissionen af metan. Derved sikres, at de samlede omkostninger er realistiske ift. størrelsen af deponiet. Mængden af kompost, rør og beton til anlægget afhænger direkte af metanudledningen, og derfor afhænger størstedelen

af omkostningerne også af dette. Baselineundersøgelsen er en undtagelse, da den antages at være uafhængig af deponiets størrelse og derfor ikke er skaleret.

Se bilaget for yderligere oplysning om omkostningerne.

5.2.2 Gasopsamling

I scenariet med gasopsamling udgøres erhvervsomkostningerne af investeringsomkostninger og driftsomkostninger til anlæg samt indkøb af gasmotor og løbende drift af denne. Anlægget antages at fungere i 20 år og derefter er der ikke nogen omkostninger.

Omkostninger

Oplysninger, omkring omkostninger, ved gasopsamlingsanlæg er indhentet fra tre deponier. Det primære deponi der bliver lagt til grund for analysen er deponiet OdenseNord, pga. utilstrækkelige informationer fra de andre to deponier. Dog er informationen fra de to andre deponier benyttet til at vurdere omkostningerne fra OdenseNord.

Til etablering og drift af gasopsamlingsanlæg er der følgende omkostninger:

- Omkostninger til motor
- Driftsomkostninger
- Investeringsomkostninger (gasboringer mv.)

Skalering

Omkostninger fra OdenseNord er opskaleret til det generiske deponi ud fra totalemissionen af metan fra de to deponier. Derved sikres, at de samlede omkostninger er realistiske ift. størrelsen af deponiet.

Metanemissionen fra det generiske deponi er 1,4 mio. m³ i 2015 (DTU 2015). Opsamlingseffektiviteten af metan antages at være 60 % i hovedscenariet, hvilket giver en indfyret mængde metan på 0,86 mio. m³.

OdenseNord udnytter 1,2 mio. m³ metan årligt, men motoren har kapacitet til at udnytte 1,3 mio. metan årligt. Når sidstnævnte ligges til grund, er OdenseNord er halvanden gang større end det generisk deponi på baggrund af metan-mængde energiudnyttet. Derfor divideres omkostningerne til anskaffelse af motor med halvanden i 2015. Se evt. bilag for detaljer.

5.2.3 Resultater

Tabel 3 opsummerer investerings- og driftsomkostninger, samt indtægter for gasopsamling. Der er ingen omkostninger i basisscenarie uden afværgeforanstaltninger. Det ses umiddelbart af tabellen, at gasopsamling har et driftsøkonomisk overskud på 3,0 mio. kr., hvorimod biocoveranlægget har et driftsøkonomisk underskud på 2,8 mio. kr.

De samlede omkostninger til gasopsamling er 21,9 mio. kr. Investerings- og driftsomkostninger er nogenlunde lige store. Det modsvares af indtægter fra tilskud og salg af el på i alt 25 mio. kr. Det betyder, at der er et driftsøkonomisk overskud på 3,0 mio. kr. over anlæggets levetid. Det kan altså betale sig driftsøkonomisk at lave et gasopsamlingsanlæg på det modelerede deponi.

Tabel 3: Samlede erhvervsøkonomiske omkostninger (2015-2045)

Scenarie	Samlet	Investerings-	Drifts-	Indtægter	Tilskud til biogas/ anlæg af biocover
		omkostninger	omkostninger		

I - ingen afværgning	0	0	0	0	0
G1 - basis opsamling	-3,0	9,9	12	-8,4	-16,6
B1 - basis oxidation	2,8	19,9	2,8	0	-19,9

Bemærkning: Nutidsværdi mio. kr.

Biocoveranlægget har et driftsøkonomisk underskud på 2,8 mio. kr. i anlæggets levetid. Omkostningerne består dels af 19,9 mio. kr. i investeringsomkostninger ved anlægningen og 2,8 mio. kr. i driftsomkostninger i hele den beregnede periode på 30 år. Deponiejereren modtager 19,9 mio. kr. i tilskud, hvilket dækker investeringsomkostningerne. Driftsomkostningerne bliver ikke dækket, da de først opstår efter tilskuddets ophør i 2020, hvorfor ejeren selv må afholde disse. Hvis det ikke sker, reduceres opsamlingen af metangas fra anlægget.

5.3 Provenueffekter

Provenueffekterne omfatter, i tilfældet med gasopsamling, tilskud til biogas og afgifter på el. I tilfældet ved biocover er det i form af en tilskudsordning. Gasopsamlingsanlægget medfører et provenutab for staten på 16,6 mio. kr., og biocoveranlægget giver et provenutab på 19,9 mio. kr.

Tabel 6: Provenueffekter (2015-2045)

Scenarie	Provenutab
G1-basis opsaml.	16,6
B1-basis oxi.	19,9

Bemærkning: Nutidsværdi mio. kr.

5.4 Samfundsøkonomiske resultater

De samlede samfundsøkonomiske omkostninger for scenariet med gasopsamling er 32 mio. kr. For scenariet med biocover er de totale samfundsøkonomiske omkostninger lidt højere med 34 mio. kr. Der er her tale om alle omkostninger (i nutidsværdi) inkludereret; drifts- og investeringsomkostninger, samt forvriddningseffekter

Tabel 7 viser desuden den samlede besparede mængde metan i CO₂-ækvivalenter i tusind ton . Det ses at biocoveranlægget opsamlet metan svarende til 165 tusind ton CO₂-ækvivalenter over anlæggets levetid, hvilket er hele klimaeffekten fra biocoveranlægget. Gasopsamlingsanlægget resulterer i en klimaeffekt på 132 tusind ton CO₂-ækvivalenter, bestående af metanopsamling fra deponiet, reduceret CO₂-udledning fra den substituerede energiproduktion og CO₂-udledning fra dieselforbruget fra biogasmotoren.

Sidst udregnes skyggeprisen som et forhold mellem de samlede omkostninger og de samlede reducerede drivhusgasser. En lavere skyggepris er ensbetydende med, at det er billigere at reducere et ton CO₂. Tabel 7 viser derfor, at prisen for at opsamle et ton CO₂ er lavere ved etablering af biocover end ved gasopsamling, men forskellen er ikke særligt stor, og der er store usikkerheder i beregningen.

Tabel 7: Samlet samfundsøkonomisk resultat

Scenarier	sammenlignet	med	
Scenarier	Omkostninger	CO ₂ -ækv.	Skyggepris for CO ₂
Enheder	Mio kr.	Tusind ton/år	kr./ton
G1-basis opsaml.	32	132	245

Det antages i beregningerne, at gasopsamlingsanlæggene kun kan holde i 20 år, hvor der reinvesteres i motoren efter 10 år. Efter 20 år er metanudledningen faldet så meget, at det ikke kan betale sig at investere i et nyt anlæg. Det betyder, at der hverken omkostninger eller miljøeffekt i scenariet med gasopsamling efter 20 år.

Der er usikkerhed om omkostningerne ved biocover, og det er muligt, at de er overvurderede. Der er begrænset erfaring med biocover, og Miljøstyrelsen er derfor ved at gennemføre en række pilotprojekter, der kan skaffe mere viden om anlæggene. For biocoveranlæg udgør omkostninger til entreprenørarbejde, dvs. opgravning og bortkørsel af jord fra slutafdækningen en stor del af de samlede omkostninger. I den kommende tid vil Miljøstyrelsen få flere erfaringer om etablering af biocovers via pilotprojekterne, herunder sandsynligvis også løsninger, der afprøver muligheder for at anlægge biocover uden at fjerne slutafdækningen. Det vurderes derfor, at der kan være muligheder for at udgifter til entreprenørarbejde kan reduceres væsentligt i nogle tilfælde.

Ydermere er der ikke medregnet omkostninger til støttebrændsel, hvilket betyder, at skyggeprisen på gasopsamling er undervurderet.

6 Følsomhedsanalyser

I det følgende afsnit vil forskellige alternative scenarier blive belyst.

Biocover scenarierne bliver opdelt på yderligere fire alternativscenarier: De første to scenarier er med hhv. høj og lav oxidationsniveau. De sidste to scenarier er med ændrede entreprenøromkostninger, da de der er benyttet ved basis-scenariet (B1-basis), forventes at være i overkanten, primært fordi Klintholm er et forholdsvist kompliceret anlæg, hvor man har gravet i skråningerne på deponiet, og hvor man har gravet biocoveret ned i slutafdækningen og efterfølgende har skulle håndtere jorden (de har dog ikke haft udgifter til at køre jord væk). Der regnes med en reduktion af entreprenørudgifterne på henholdsvis 50 % og 75 % i de 2 scenarier.

Gasopsamling scenarierne bliver opdelt på yderligere ni scenarier. Scenarierne måler ved brug af alternativ brug af energien, el og varme. Forskellige niveauer af opsamlingseffektivitet, samt alternativ med etablering af biocover efter endt gasopsamling.

Tabel 9: Følsomhedsanalyse
Scenarier sammenlignet med basisscenariet

Scenarier	Omkostninger	CO ₂	Skyggepris for CO ₂
	Nutidsværdi i		
Enheder	mio. kr.	1.000 ton	kr./ton
G1-basis opsaml.	32	132	245
B1-basis oxi.	34	165	205
G1 med fjernvarm (genm.)	33	126	263
G1 med fjernvarm (naturgas)	33	128	257
G2-høj opsaml.	37	176	212
G3-lav opsaml.	27	88	312

G1 med høj el	34	135	249
G1 med lav el	31	130	242
G1 med basis opsaml. 30 år	36	131	273
G1 med biocover	57	136	418
B2-høj oxi.	34	189	180
B2-lav oxi.	34	142	240
B3-Middel entre. Omk.	20	165	121
B3-Lav entre. Omk.	15	165	90
G1-min gasprod	31	141	217

Følsomhedsanalyserne viser, at etablering af biocover er at foretrække i de fleste tilfælde, fremfor etablering af gasopsamling ud fra et samfundsøkonomisk synspunkt.

Det bedste scenarie med gasopsamling er det scenarie, hvor der er en høj opsamlings effektivitet, med en skyggepris på 212. Den højeste skyggepris ved biocover er det alternativ hvor der er en lav oxidation, med en skyggepris på 240. Det skal bemærkes at det alene er denne sammenligning, hvor det vil være billigst at investere i gasopsamlingsanlæg. Samtlige andre alternativer med gasopsamling vil være dyrere sammenlignet med det dyreste alternativ for biocover.

7 Perspektivering og konklusion

Både hovedanalysen og følsomhedsanalysen viser, at i, tæt på alle tilfælde vil det være billigst at benytte sig af etablering af biocover for at nedbringe metan udslippet for danske deponier. Der er dog ikke ret stor forskel på skyggeprisen for biocover og gasopsamling, og der skal derfor ikke meget til, før gasopsamling vil være et lige så omkostningseffektivt tiltag som biocover.

Set fra deponiejernes perspektiv, er det mest fordelagtigt at anlægge gasopsamling, da ejeren har en erhvervsøkonomisk gevinst på 3,0 mio. kr. over anlæggets levetid ved en udledning af 110 kg CH₄/time. Til sammenligning har ejeren en erhvervsøkonomisk omkostning på 2,8 mio. kr. ved biocoveranlæg med en udledning af 110 kg CH₄/time. Omkostningen dækker vedligehold af biocover og kommer af, at biocover ordningen kun dækker udgifter til biocover indtil 2020.

Analysens konklusion er relevant for store deponier med en væsentlig udledning af metan, hvor det er rentabelt og teknisk muligt at opsamle gas, men kan ikke overføres til mindre deponier. For de mindre deponier vil biocover være omkostningseffektivt. Det vurderes, at der kun findes ganske få deponier, hvor det er relevant at lave gasopsamling. Langt de fleste deponier er mindre og har en lavere udledning af metan pr. ton affald. For disse deponier er biocover den omkostningseffektive løsning, da det er muligt at tilpasse biocoverets størrelse omkostninger direkte efter metanudledningen. Gasopsamlingsanlæg har en del omkostninger, f.eks. indkøb af motor, som ikke umiddelbart kan nedskaleres til de mindre deponier, hvorfor skyggeprisen vil være væsentligt højere for gasopsamlingsanlæg ift. biocover for disse deponier.

7.1 Sammenligning med tidligere analyser

I forbindelse med den tidligere regerings klimaplan, blev der beregnet en skyggepris for biocoveranlæg på 77 kr. pr. ton CO₂-ækvivalenter (Energistyrelsen 2013). Denne skyggepris er en klar undervurdering af den reelle skyggepris.

Beregning tog udgangspunkt i omkostninger for Klintholmprojektet, men antog en højere metanudledning pr. ton affald end i Klintholm. Samtidig blev omkostningerne ikke skaleret efter metanudledningen, og er derfor undervurderede i rapporten.

Referencer

Møller, J., C. Scheutz og P. Kjeldsen (2016): Miljøvurdering af imødegåelse af metanemission fra affaldsdeponier ved implementering af hhv. biocover og gasopsamling med energiudnyttelse. DTU Miljø 2016.

Scheutz, C. mfl. (2014): Mitigation of methane emission from an old unlined landfill in Klintholm, Denmark using a passive biocover system. *Waste Management*, Vol. 34, No. 7, 2014, p. 1179-1190.

Energistyrelsen (2014): Forudsætninger for samfundsøkonomiske analyser på energiområdet, december 2014.

Pedersen mfl. (2012): Reduktion af metanemissionen fra Klintholm losseplads ved etablering af biocover. Miljøprojekt Nr. 1401, Miljøstyrelsen.

Energistyrelsen (2013): Regeringens klimaplan. På vej mod et samfund uden drivhusgasser, august 2013.

Bilag

Det modelerede deponi

Tabel b.1: Det modelerede deponi

	Enhed	2015
Deponeringsperiode	År	1985-2015
Deponeringskapacitet	Tusind ton	2.200
Areal	Ha	30
Husholdningsaffald: 165.000 ton	Tusind ton	165
Jord: 350.000 ton	Tusind ton	350
Kommercielt: 707.000 ton	Tusind ton	707
Gadeaffej: 280.000 ton	Tusind ton	280
Shredder: 660.000 ton	Tusind ton	660

Kilde: Møller mfl. 2016

Specifikationer af omkostninger til biocover

Omkostninger til biocover består af etableringsomkostninger og omkostninger til vedligehold af biocover (driftsomkostninger). Der er omkostninger til kompost, beton, rør og entreprenørarbejde. Ved etablering anlægges biocover i 0,7 meter tykkelse, som efterfyldes hver 5. år med 0,1 meter kompost.

Ved etablering er der desuden omkostninger til etablering af baseline, som er vurderet til at udgøre 300.000 kr.

Kompostens areal findes ved at dele metanudledningen med kompostens oxidationskapacitet.

Tabel b.2: Omkostninger til kompost, beton og rør

	Enhed	2015
Metanudledning	g. CH4 pr. døgn	2.639.491
Kompostens oxidationskapacitet	g. CH4 pr. m2 pr. døgn	44,8
Kompostareal	m2	58.917
Kompostlagsdybde	M	0,7
Kompostmængde	m3	41.242
Rumvægt af kompost	kg/m3	700
Kompostmængde	Ton	28.869
Pris for kompost	kr. pr. ton	56

Kilde: Møller mfl. 2016, Scheutz, C. mfl. (2014) og Pedersen mfl. (2012)

Tabel b.3: Omkostninger til beton, rør og entreprenører

	Enhed	2015
Kompostareal	m2	58.917
Betonlagsdybde	M	0,3
Rumvægt af beton	t/m3	1,5
Pris for beton	kr. pr. ton	75
Pris for beton	kr. pr. m2	33,75
Pris for Ø90 drænrør	kr. pr. 10 m2	15
Pris for Ø90 drænrør	kr. pr. m2	1,5
Entreprenøromkostninger	kr. pr. m2	269

Kilde: Pedersen mfl. (2012)

Specifikationer af omkostninger til gasopsamlingsanlæg

Motor

Levetiden for motoren forventes at være 10 år og der geninvesteres derfor i 2024. For at udregne disse omkostninger, divideres den antagne opsamlede metan i 2024 på ca. 400.000 m³ med den samlede mængde afbrændte metan muligt på OdenseNord på 1,3 mio. m³. Det generiske modellerede deponi udleder således næsten 3 gange mindre end OdenseNord i 2024 og det er derfor ikke nødvendigt at købe ligeså stor en motor som i investeringsåret. Omkostningerne i 2024 fremgår af tabel b.5.

Tabel b.4: Metan udnyttet

Årlig driftstimer	Timer	8.200
Deponigas	Nm ³ /time	450
Motorkapacitet	Nm ³ /h (deponigas)	500
Metanindhold	%	32%
Metan afbrændt årligt	m ³	1.180.800
Metan afbrændt årligt (motorkapacitet)		1.312.000

Tabel b.5: Omkostninger til motor

Omkostninger til motor	OdenseNord	Generisk modelleret deponi i 2015	Generisk modelleret deponi i 2024
Gasmotor	kr. 1.870.000	1.230.537	673.659
Installation og VVS arbejde	kr. 648.000	648.000	648.000
I alt gasmotor	kr. 2.518.000	1.878.537	1.321.659

Driftsomkostninger

Driftsudgifterne antages at være de samme for OdenseNord og det generisk modellerede deponi og derfor er de ikke skalerede, ligesom installation og VVS arbejde. Bemærk, at udgifter til støttebrændsel ikke er medtaget i analysen, da det ikke var muligt at få data for dette. Det vurderes at være ikke-betydelig for den samlede samfundsøkonomiske analyse.

Tabel b.6: Driftsomkostninger for gasopsamling

Reservedele og smørolie	Kr. 500.000
Vedligeholdelse af boring	Kr. 350.000

Investeringsomkostninger

Investeringsomkostninger består af gasboringer, gasledninger m.v.

Tabel b.7: Investeringsomkostninger for gasopsamling

Gasboring	Kr. 2.703.655	52.000
Gasledninger	Kr. 1.599.796	30.769
Kondensatudskiller	Kr. 194.975	3.750
MPR-modul	Kr. 1.922.195	36.970
Transmissionsledning	Kr. 350.955	6.750
I alt ekskl. motor	Kr. 6.771.577	130.239

7.2 Energiproduktion

El

Den fossile brændselssammensætning antages at ændre sig i løbet af analysens tidshorisont som følgende:

Her antages, at den marginale el-produktion består af 100% kul til og med 2020, 50% kul og 50% vind fra og med 2021 frem til 2035, og herefter 100% vind.

Til at repræsentere marginal el produceret på 100 % kul anvendes en emissionsfaktor på 0,920 kg CO₂/kWh. Emissionsfaktorerne for marginal el baseret på 50 % kul og 50 % vind beregnes som den halve af rent kul svarende til 0,460 kg CO₂/kWh, og marginal el produceret på 100 % vind anses som værende CO₂-neutral. Det skønnes, at denne tilnærmelse mht. emissionsfaktoren for vindbaseret el-produktion ikke har betydning for miljøvurderingens resultater.²

Varme

Som repræsentativ for "marginal" varmeproduktion benyttes en emissionsfaktor på 0,156 kg CO₂/kWh. Som alternativ til denne type varmeproduktion modelleredes en varmeproduktion med ren naturgas (med emissionsfaktor på 0,224 kg CO₂/kWh) som brændsel³. Dette benyttes til en følsomhedsanalyse. Tabel b.6 viser de samlede internaliserede eksternaliteter for basisscenerierne for hhv. gasopsamling og biocover.

Tabel b.5: Samlede udledninger

Scenarier	Enheder	Eksternaliteter	CO ₂ ikke kvotebelagt
		Danmark	Danmark
		kr.	ton/år
G1-basis opsamling		16.380.722	-132.154
B1-basis oxidation		20.853.700	-212.717

Kilde: Energistyrelsen 2014 samt egne beregninger

Anm.: Bemærk alle tal er i nutidsværdi, inkl. mængder reduceret

² For en uddybning se Møller mfl. 2016.

³ For en uddybning se Møller mfl. 2016.