



## **Bilag 3 Innovationsprojekt om REnescience-teknologien**

06-01-2016

Sagsnr.  
2015-0168660

Dokumentnr.  
2015-0168660-4

Sagsbehandler  
Susanne Lindeneg

### **Indhold**

Bilag 3 Innovationsprojekt om REnescience-teknologien .....	1
1 Indledning .....	2
2 Resumé .....	2
3 Organisering og budget for projektet .....	5
4 Forudsætninger for et fuldskala-anlæg .....	5
4.1 Behandlingskapacitet på et fuldskala-anlæg .....	5
4.2 Placering af et fuldskala-anlæg .....	5
5 Tekniske forhold .....	6
5.1 Forsøg på pilotanlæg .....	6
5.1.1 Driftsstabilitet .....	7
5.2 Flydende materialestrømme .....	7
5.2.1 BiogASForsøg .....	8
5.2.2 Genanvendelse på landbrugsjord? .....	8
5.3 Faste materialestrømme .....	10
5.3.1 Den hårde fraktion .....	11
5.3.2 Den bløde fraktion .....	12
5.3.3 Forbrændingsegnet fraktion .....	12
6 Miljøvurdering/Livs-Cyklusvurdering: LCA .....	12
7 Ejerskabsmodeller .....	13
8 Business case .....	14
8.1 Grøn vækst og beskæftigelse .....	16
9 Perspektiver/udviklingsmuligheder for REnescience .....	17

### **Bæredygtighed**

Njalsgade 13  
Postboks 348  
2300 København S

Telefon  
3036 4388

E-mail  
A02X@tmf.kk.dk

EAN nummer  
5798009493149

## 1 Indledning

Københavns Kommunes Ressource- og Affaldsplan 2018 har som mål at øge genanvendelsen af affald fra husholdningerne, herunder at udnytte de meget betydelige ressourcer i det organiske affald som gødning på landbrugsjord og til biogas.

Teknik- og Miljøudvalget traf den 17. marts 2014 en principbeslutning om genanvendelse af det organiske affald via REnescience-behandling og om at Københavns Kommune *”indleder et innovationssamarbejde med parter i energisektoren for at kunne udarbejde et beslutningsgrundlag med henblik på etablering af et fuldskala REnescience anlæg”*.

Desuden blev det besluttet, at *”der i forbindelse med dagrenovationsordningen igangsættes forsøg med ikke kildesorteret dagrenovation ved brug af REnescience teknologi svarende til REnescienceanlæggets kapacitet”*.

REnescience er en ny behandlingsmetode for dagrenovation, som er udviklet af DONG Energy. Affaldet tilsættes vand og behandles med enzymer, der opløser det organiske affald til væske, der produceres bioforgas. Det er formålet efterfølgende at udnytte gødningsressourcen på landbrugsjord. Behandlingsmetoden er nærmere beskrevet i bilag 1.

Københavns Kommune har i et innovationspartnerskab med eksterne parter i 2014 og 2015 planlagt og gennemført en række forsøg og undersøgelser. Formålet var at undersøge, om Københavns Kommunes dagrenovation kan genanvendes via behandling på et REnescience- og biogasanlæg, så gødnings- og jordforbedrende ressourcer i den organiske del af dagrenovationen udnyttes i landbruget, og om materialeressourcer i plast og metal kan genanvendes. Desuden var formålet at undersøge biogaspotentialen via forsøg, sammenligne miljømæssige forhold med andre behandlingsmuligheder for organisk affald, fastlægge et overordnet layout for et fuldskala-anlæg og revidere den foreløbige businesscase fra december 2013. Resultaterne viser, at der skal ske yderligere udvikling før det kan lykkes at genanvende ressourcerne via denne metode og derfor er det anbefalingen, at udviklingsarbejdet fortsættes i samarbejde med DONG Energy og evt. andre relevante parter.

Undersøgelsesresultaterne er beskrevet i det følgende.

## 2 Resumé

Københavns Kommune har sammen med parter i sektoren undersøgt mulighederne for at genanvende dagrenovation fra Københavns Kommune på et fuldskala REnescienceanlæg.

Forsøg med 450 ton affald over 9½ uge på det eksisterende REnescience pilotanlæg viser, at REnescience-processen kan køre stabilt og med få driftsforstyrrelser. Testen viser også, at de efterfølgende procestrin (fx sortering og vask af plast og metal til genanvendelse) giver udfordringer, der medfører, at de tekniske løsninger på pilotanlægget skal udvikles yderligere før opskalering til fuld skala.

Analyser viser at 25 % af de udtagne prøver af biovæsken fra REnescienceanlægget indeholder forurenende stoffer, plastblødgørere og kviksølv, på et niveau, der overskrider grænseværdierne med helt op til 84 %. Det medfører, at fiber-resten ikke kan udnyttes på landbrugsjord. Derudover mangler der en afklaring fra Miljøstyrelsen af lovgrundlaget, før der er mulighed for udnyttelse på landbrugsjord.

### **LCA-vurdering**

En miljøvurdering af REnescience sammenlignet med affaldsforbrænding og genanvendelse af organisk dagrenovation via kildesortering viser, at alle løsninger vil give sammenlignelige klimafordringer. Genanvendelse af gødningsressourcerne giver belastning med næringssalte i det omgivende miljø, mens den biogas, der kommer ud af behandlingsanlæggene sparer miljøet for forurening og ozonlagnedbrydende stoffer i atmosfæren. Baseret på miljøvurderingen og affaldshierarkiet konkluderes det, at det organiske affald bør genanvendes. Miljøvurderingen er ikke endeligt afsluttet, men det generelle billede forventes ikke at afvige fra de foreløbige resultater, som er gengivet her.

### **Businesscases**

Der er udarbejdet to opdaterede business-cases

1. I første omgang blev udarbejdet en case beregnet ud fra en forudsætning om et fuldskala-anlæg til hele dagrenovationsmængden (160.000 ton årligt) fra Københavns Kommune og genanvendelse på landbrugsjord af restproduktet, kommunalt ejerskab og et overslag for anlægsomkostninger på godt 700 mio. kr. med en 30 % usikkerhedsmargin. Ud fra disse forudsætninger vil behandlingsomkostningerne være på 710 kr./ton. Med forbrænding af fiberresten steg behandlingsprisen til 830 kr. per ton dagrenovation.
2. Da det viste sig at konceptet skal udvikles yderligere, blev en alternativ case for et mindre udviklingsbaseret anlæg for 50.000 ton dagrenovation årligt udarbejdet. Casen er beregnet på basis af EU-støtte og privat ejerskab, hvilket giver et første bud på en anlægspris på 850-1.100 kr. per ton.

### **Kvalitetssikring**

De konsulenter, som har kvalitetssikret undersøgelserne, har vurderet, at der fortsat er en række usikkerheder af miljømæssig og teknisk art, og at resultaterne af biogasforsøgene er behæftet med vis usikkerhed. En revisionsgennemgang har vist, at anlægsomkostninger for biogasanlæg og businesscase-beregninger er pålidelige og konservative, i forhold til at projektet er i en tidlig fase, og ikke hviler på konkrete tilbud. For et udviklingsbaseret anlæg vil behandlingspriserne blive højere, hvis projektet skal være økonomisk bæredygtigt.

### **Anlægsplacering**

Undersøgelser har afklaret, at et REnescienceanlæg (eller lignende biogasteknologi) til dagrenovation fra Københavns Kommune kan etableres på Avedøre Holme og producere biogas, der kan opgraderes og benyttes til tung transport eller produktion af el og fjernvarme.

### **REnescience kan ikke genanvende organisk affald**

Konkluderende har undersøgelser og forsøg vist, at REnescience endnu ikke er udviklet til en fuldgyldig genanvendelsesteknologi og Teknik og Miljøforvaltningen kan ikke anbefale, at Københavns Kommune på nuværende tidspunkt etablerer et REnescience-anlæg til genanvendelse af de organiske ressourcer i dagrenovationen på landbrugsjord i stor skala. Det skyldes følgende:

- REnescience kan ikke betragtes som genanvendelse på grund af risiko for forurenende stoffer i biovæske/fiber-rest og manglende afklaring fra Miljøstyrelsen om muligheden for udnyttelse på landbrugsjord
- Lugtproblemer i plastfraktioner til genanvendelse
- Businesscasen for et fuldskala-anlæg viser 80-150 % højere behandlingsudgifter, end tidligere businesscase fra december 2013.

### **Udviklingspotentialet er betydeligt**

Det vurderes dog samtidig, at udviklingspotentialet er betydeligt, og derfor foreslås det, at Københavns Kommune undersøger mulighederne for at indgå i en samarbejdsmodel (fx OPP eller OPI, men den konkrete model skal undersøges nøjere) med partnere i sektoren om at udvikle ny grøn teknologi, der kan producere biogas og på sigt øge genanvendelsen af ressourcerne i dagrenovationen.

Projektet har konstateret følgende væsentlige udviklingspotentiale, der kan indgå i udviklingsarbejdet (listen er ikke udtømmende):

- Muligheder for at udvinde gødningsstoffer, fx rent kvælstof- eller fosforgødning

- Industriel symbiose v. placering på Avedøre Holme – fx med Biofos og DONG Energys kraftværk
- Muligheder for biosyntese, fx af mælkesyre til industrielle formål, bioplast eller biobrændstoffer til transportsektoren
- Muligheder for at øge udsortering, oprensning og genanvendelse af plastaffald, tekstiler, mv
- Optimering af biogasproduktion
- Mulighed for produktion af industrigas (CO<sub>2</sub>) i forbindelse med opgradering af biogassen til naturgaskvalitet.

### 3 Organisering og budget for projektet

Københavns Kommune tog i foråret kontakt til parter i sektoren og der blev indgået et offentlig-privat innovationspartnerskab (OPI) med deltagelse af DONG Energy, Amager Ressourcecenter (ARC) og Biofos. Samlet set havde projektet et budget på 6,85 mio. kr. og der var for 2015 afsat 1,9 årsværk. Heraf står Københavns Kommune for 2,2 mio. kr. og 0,7 årsværk.

Partnerskabet gennemførte i 2014 og 2015 de undersøgelser, som er beskrevet i dette notat. En række virksomheder udover OPI-parterne, har bidraget, se listen i Appendix A.

Uvildige konsulenter har været inddraget for kvalitetssikring af projektets resultater. COWI (bistået af biogasekspert fra Lunds Universitet) har gennemgået og kommenteret test og forsøgsresultater, Envidan har kvalitetssikret anlægsoverslag for biogasanlæg fra Rambøll, og Ernst & Young har kvalitetssikret businesscases.

## 4 Forudsætninger for et fuldskala-anlæg

### 4.1 Behandlingskapacitet på et fuldskala-anlæg

Københavns Kommune indsamlede i 2014 153.000 ton dagrenovation ("affaldet under køkkenvasken") fra borgere og mindre virksomheder.

Det forventes, at københavnernes fremover vil blive bedre til at frasortere genanvendelige materialer, herunder plast, metal, pap mv., men samtidig medfører tilflytning til København, at antallet af indbyggere - og dermed affaldsmængderne - stiger. Samlet set forventes det på denne baggrund, at et eventuelt fuldskala-REnescience-anlæg skal have kapacitet til at behandle 160.000 tons dagrenovation årligt, svarende til 20 ton/time.

### 4.2 Placering af et fuldskala-anlæg

COWI har for Københavns Kommune gennemgået plan-grundlaget i hovedstadsområdet for mulige placeringer af et REnescienceanlæg til 160.000 tons dagrenovation med tilhørende biogasanlæg. Der er tale

om en miljøbelastende virksomhed med særlige beliggenhedskrav, dvs. en afstand på 300-500 m til beboelse.

COWI har undersøgt 6 områder, der i Fingerplan 2013 er udpeget til placering af virksomheder med særlige beliggenhedskrav, og peget på to mulige placeringer for et REnescience-anlæg: Prøvestenen og Avedøre Holme. Analysen peger på, at der ved en placering på Avedøre Holme kan være mulighed for industriel symbiose med Spildevandscenter Avedøre, (som ejes af Biofos).

For de to alternative placeringer opsummeres trafikale fordele og ulemper her:

- Prøvestenen: vil øge belastningen af skraldebiler over Langebro fra 5 % til 8 % af den samlede transport over broen. Placeringen vil give marginalt mere trængsel i Indre By, men det vurderes ikke at ville medføre flere ulykker end i dag.
- Avedøre Holme: Vil give en øget afstand fra indsamlingsdistrikterne end i dag, og dermed mere transport samlet set. Færre lastbiler på Langebro og aflastning af trængsel i Indre By.

Rapporten peger på, at der ved en placering på Prøvestenen skal tages kontakt til grundejeren, Copenhagen-Malmoe Port, mens Hvidovre Kommune anbefales inddraget på et tidligt tidspunkt i processen ved en placering på Avedøre Holme.

Teknik- og Miljøforvaltningen har kontaktet Copenhagen-Malmoe Port, og det viser sig, at det kan blive vanskeligt at få adgang til tilstrækkeligt areal (25 – 30.000 m<sup>2</sup>) på Prøvestenen, fordi arealet er lejet ud til andre virksomheder. Grundejeren ønsker, at der indgås en optionsaftale og betales foreløbig leje for arealet fra efteråret 2015.

Kontakt til Hvidovre Kommune har vist, at det vil være muligt at indlede et samarbejde om en placering på Avedøre Holme.

Samlet set vurderes en placering på Avedøre Holme, som den bedste mulighed, og der arbejdes derfor ikke videre med en placering på Prøvestenen.

## **5 Tekniske forhold**

### **5.1 Forsøg på pilotanlæg**

I perioden fra den 1. februar til den 2. juni 2015 er der gennemført forsøg med 450 ton affald på REnescience pilotanlægget i 9 ½ uge. Affaldet blev indsamlet i almindelig ruteindsamling fra etageboliger på Vesterbro og Østerbro.

Testen var opdelt i tre perioder á 3½, 3 og 3 uger med pauser imellem. I den første deltest blev den optimale behandling af affaldet fastlagt,

herunder enzym-mængde og opholdstid i enzymreaktoren. I anden deltest blev anlægget kørt under stabile driftsmæssige forhold og med samme belastning som i første deltest (250 kg affald i timen). Delfraktionerne blev vejede for fastlæggelse af en massebalance og en lang række prøver blev udtaget til undersøgelse af biogasproduktionen i laboratorieforsøg, sorteringstest og analyser for tungmetaller og miljøfremmede stoffer. I tredje deltest blev mængden af affald i reaktoren sat op (fra 250 kg til 475 kg i timen) for at stressteste hjælpeudstyr, herunder transport-, sorterings- og vaskeudstyr.

### 5.1.1 Driftsstabilitet

Det har været nødvendigt at screene affaldet før testen for at sikre, at der ikke kom stort affald ind i pilotanlægget, som har en begrænset størrelse. I forbindelse med screeningen har personalet frasorteret fx madrasser, tæpper, lange kabler, elektronikaffald mv., i alt ca. 4 % af affaldet. Det vurderes, at et RENescience-anlæg i fuldskala skal suppleres med en forsortering, der kan fange meget store ting, fx madrasser og tæpper, som ellers kan give driftsproblemer.

Testen på pilotanlægget har vist, at selve enzymprocessen kører fint og uden problemer. Der har været få driftsproblemer med stop af anlægget, og testen har kørt med en effektiv drift i 96 % af tiden.

Hjælpesystemer, især sorterings- og vaskeudstyr gav væsentlige udfordringer, særligt i det sidste delforsøg med højere affaldsmængde (475 kg/time) end i de første delforsøg (250 kg/time).

COWI har i kvalitetsrapporten bemærket, at forsøgene ikke afdækker årstidsvariationer i affaldet, og det vurderes som en svaghed, at denne variation er ukendt. Det bemærkes også, at der vil være udfordringer ved opskalering til et fuldskala-anlæg for alle proces-led. Det begrundes primært i at der skal opskaleres fra et lille anlæg (250 kg /time) til et meget stort anlæg (hhv. fuldskalaanlæg 2X10 ton/time og mindre udviklingsanlæg på 5-7,5 ton/time) – dvs. med op til en faktor 40. En designfase vil have fokus på at løse denne udfordring, og det vurderes, at de tekniske løsninger findes på markedet, men da der er tale om et nyudviklet koncept, må det forventes at være tids- og ressourcekrævende at finde og teste effektive løsninger på alle punkter.

### 5.2 Flydende materialestrømme

Organisk affald, papir og pap omsættes med vand i processen til en biovæske med et højt energi-indhold, se foto i figur 1. Potentialer i biovæsken er stort, idet væsken kan blive til biogas og herefter kan genanvendes på landbrugsjord under visse forudsætninger, beskrevet senere.



Figur 1. Foto af biovæske fra REnescience-anlæg. Kilde: DONG Energy

### 5.2.1 Biogasforsøg

Biofos og DONG Energy har i fællesskab gennemført en række biogasforsøg i laboratoriet og på Biofos fuldskala biogasanlæg til spildevandsslam på Avedøre Spildevandscenter. Formålet var at bestemme den forventede biogasproduktion fra affaldet og undersøge om biovæsken kan håndteres på biogasanlæg uden problemer.

Forsøgene viser, at biovæsken uden problemer kan håndteres på et fuldskala biogasanlæg. Laboratorietest har vist, at der kan forventes en produktion på op til 76 Nm<sup>3</sup> biogas per ton affald. DONG Energy vurderer, at der var et lavere indhold af organisk materiale i det affald, der blev brugt som grundlag for laboratorieforsøgene, og at produktionen af biogas kan ligge højere.

Forsøgsresultaterne har derudover givet masse-balance-input til dimensionering og overslag over anlægsomkostninger for et fuldskala-biogasanlæg. Anlægget skal kunne behandle op mod 500.000 ton biovæske årligt og vil få en årlig biometan-produktion på omkring 12 mio. Nm<sup>3</sup>.

COWI har i kvalitetsrapporten bemærket, at tilrettelæggelse af prøvetagning generelt har været kompetent. Der har dog manglet koordinering mellem parterne, så fx metoder til bestemmelse af tørstof er udført forskelligt af Biofos og DONG Energy. Massebalancerne i testen stemmer ikke, hvilket COWI vurderer som en afgørende usikkerhed. Der er ikke foretaget tilstrækkelig analyse af biogassens sammensætning, og derfor vurderer COWI, at størrelsen af biogasproduktionen er usikker.

### 5.2.2 Genanvendelse på landbrugsjord?

Efter bioforgasning får man en flydende rest (digestat), der kan afvandes til en tør fiber-rest, der indeholder fosfor og kvælstof og eventuelt kan udnyttes på landbrugsjord.



Der er to betingelser:

- Affald-til-jord-bekendtgørelsen (tidligere slambekendtgørelsen) skal ændres
- Fiber-resten fra REnescience skal overholde grænseværdier for forurenende stoffer

Miljøstyrelsen har endnu ikke taget stilling til om REnescience-fiberresten kan optages i slambekendtgørelsen og lovgrundlaget er derfor uafklaret.

Sampling Date	Sampling set	
	Daily KK-1	Five day KK-1
10-04-2015	43	
11-04-2015	48	
12-04-2015	49	
13-04-2015	41	43 (46,4)
14-04-2015 (*)	59	
15-04-2015	35	
16-04-2015	46	
17-04-2015	72	
18-04-2015	37	38 (39,4)
19-04-2015	35	
20-04-2015 (*)	6,8	
21-04-2015	89	
22-04-2015 (*)	37	
23-04-2015	35	37 (49,6)
24-04-2015	52	
25-04-2015	35	
<b>Average</b>	45 ±18	
<b>95 % Confidence Interval of the mean</b>	36,2 – 53,8	

\* date where a sample has been collected for the initial assessment.

Tabel 1. Analyseresultater. Indholdet af plastblødgørere i biovæsken, mg/kg tørstof. Grænseværdien er på 50 mg/kg tørstof. De røde markeringer angiver de prøver, hvor grænseværdien er overskredet. Kilde: DONG Energy.

Forsøgene har vist, at grænseværdierne for plastblødgørere er overskredet i fire ud af 16 analyser, der er udført på repræsentative prøver af biovæske fra REnescience-behandling af dagrenovation fra København, se tabel 1. I en enkelt prøve er grænseværdien for kviksølv overskredet med 63 %.

For flere tungmetaller og tjærestoffer ligger indholdet under, men tæt på grænseværdien. De målte indhold af forurenende stoffer i biovæsken er bekymrende. COWI har vurderet, at der er en væsentlig risiko for at fiber-resten fra et fuldskala-anlæg vil overskride grænseværdierne og ikke kan genanvendes på landsbrugsjord. Konsulenterne vurderer desuden at analyse-usikkerheden er høj,

hvilket bidrager til at skabe risiko for at det ikke vil være muligt at genanvende fiber-resten.

Seges (tidligere Landbrugets Forskningscenter) har vurderet, at fiberresten fra REnescience har et lavt gødningsindhold, og dermed ingen økonomisk værdi. Fiberresten forventes ifølge DTU at indeholde op mod 90 ton fosfor. DONG Energy har beregnet et indhold på 127 ton fosfor årligt. Forskellen kan ikke forklares nærmere.

Fiber-resten kan ikke udnyttes i økologisk jordbrug fordi de enzymer, der benyttes i REnescience-processen er produceret af GMO organismer, som økologireglerne forbyder.

Seges har vurderet, at fiber-resten, hvis den lever op til forudsætningerne, kan bruges på marker med fx vinterraps eller vårbyg og nævner en række mæglere, der kan formidle kontakten til konkrete landmænd og være behjælpelige med mellemopbevaring og logistik. Konsulenterne anbefaler, at der gennemføres dyrkningsforsøg (markforsøg), så den reelle jordforbedringseffekt af produktet undersøges og dokumenteres overfor potentielle aftagere.

### **Samlet konklusion om fiberresten som gødningsprodukt**

Teknik og Miljøforvaltningen har drøftet med projektparterne hvordan fiberresten kan anvendes, og det er konkluderet, at man på baggrund af de målte værdier af plastblødgørere, kviksølv og andre stoffer ikke kan gå ud fra, at hele mængden af fiberrest kan genanvendes på landbrugsjord. I stedet må det brændes. Samlet set vurderer Teknik- og Miljøforvaltningen, at den miljømæssige risiko er høj, og at Københavns Kommune ikke på nuværende tidspunkt satse på REnescience som en genanvendelsesløsning for det organiske affald. Der er i businesscasen lavet beregninger både for genanvendelse og som et alternativ for forbrænding af fiberresten, se afsnit 8.

### **5.3 Faste materialestrømme**

REnescience-teknologien giver en række faste outputs, herunder en blød og en hård fraktion samt en blandet forbrændingsegnede fraktion. Den hårde fraktion, se figur 2, består af fx dåser og plastflasker og organisk affald, der ikke er blevet omsat under enzymbehandlingen, fx rå rodfrugter og træ.



Figur 2. Foto af den hårde fraktion. Kilde DONG Energy

Den bløde fraktion består af plastposer, alu-folie, tekstiler mv., se figur 3.



Figur 3. Foto af den bløde fraktion. Kilde DONG Energy

### 5.3.1 Den hårde fraktion

Den hårde fraktion udgør 9 % af den samlede affaldsstrøm gennem REnescience-anlægget. For at undersøge om materialet kan sorteres op i genanvendelige materialer, er en prøve på 375 kg. blevet testet på sorteringsanlægget hos Dansk Affald i Vojens. Dansk Affald har erfaring med eftersortering af kildesorterede materialer, herunder plast og metal og kendskab til markedet fra afsætning af plast og metal til genanvendelse.

Dansk Affald har rapporteret at affaldet havde en kraftig lugt, som kan udgøre en arbejdsmiljømæssig udfordring og en barriere for afsætning til genanvendelse. Sorteringen viste, at 56 % af alt fraktionen kan genanvendes, det svarer til at 5 % af dagrenovationen. I runde tal kan 5.600 ton hård plast og 2.400 ton metaller principielt genanvendes

årligt. Dansk Affald har tilkendegivet, at de vurderer at lugten kan sætte sig i plastmaterialet og vanskeliggøre afsætning til høj kvalitetsgenanvendelse.

### 5.3.2 Den bløde fraktion

Den bløde fraktion udgør ca. 14 % af den samlede affaldsstrøm gennem anlægget. En prøve af materialet har været sendt til Dansk Affald for at få et bud på om fraktionen (eller dele af den) kan genanvendes. Umiddelbart er vurderingen, at fraktionen ikke kan genanvendes, men skal forbrændes. Det er dog muligt, at der kan skabes mulighed for at sortere og genanvende en del af materialet på længere sigt. Både udsorteringen i rene materialestrømme og lugt udgør væsentlige problemstillinger i denne forbindelse.

### 5.3.3 Forbrændingseget fraktion

16,5 % af materialestrømmen er forbrændingseget affald med meget begrænset genanvendelsespotentialer. Med til den forbrændingsegne fraktion hører pressemateriale fra et sigtesystem, idet pressefraktionen indeholder meget plast. I dette projekt, er det besluttet at pressefraktionen ikke medtages til bioforgasning, fordi det ville forurene den fiberrest, der skal udbringes på landbrugsjord. Sammen med den bløde fraktion udgør andelen til forbrænding omkring 30 % af inputtet.

## 6 Miljøvurdering/Livs-Cyklusvurdering: LCA

DTU har udviklet et regneværktøj, EASETECH, der kan beregne miljøpåvirkninger ved alternative affaldsbehandlingsmetoder.

Beregningerne er ikke endeligt afsluttet på nuværende tidspunkt.

Forvaltningen vurderer, at resultaterne af analysen kan tolkes som en rettesnor, men at beregningerne er baseret på et teoretisk grundlag og at miljøpåvirkningerne ved de enkelte behandlingsmetoder kan afvige fra de beregnede påvirkninger.

DTU har i projektet sammenlignet fire alternative behandlingsmetoder for dagrenovation. Der mangler fortsat et scenarie, hvor fiberresten fra REnescience afbrændes:

1. Forbrænding med energiudnyttelse på ARC
2. REnescience med genanvendelse af fiberresten på landbrugsjord
3. Kildesortering af organisk affald og tør biogasproces (med haveaffald)
4. Kildesortering af organisk affald og våd biogasproces (med husdyrgødning)

For de to kildesorteringsscenarioer er der regnet med at borgerne frasorterer 30 % af det organiske affald i dagrenovationen. Dermed går 70 % af affaldet til forbrænding, og derfor stammer en stor del af miljøeffekterne fra forbrændingsprocessen.

Samlet set vurderes det at miljøpåvirkningerne fra genanvendelses-scenarierne (2, 3 eller 4) er på niveau med forbrændingsscenariet (1). Ifølge affaldshierarkiet<sup>1</sup> skal den løsning med højest genanvendelse vælges, medmindre forbrænding falder markant bedre ud i en LCA-analyse. Den gennemførte LCA peger dermed på, at det organiske affald i København bør genanvendes.

Genanvendelsesprocenter for de fire undersøgte scenarier fremgår af tabel 2.

Tabel 2. Genanvendelse af dagrenovationen i Københavns Kommune i de fire scenarier ifølge DTU. Det er forudsat, at restproduktet kan udbringes på landbrugsjord, og at det dermed tæller som genanvendelse. Der er endnu ikke regnet på et scenarie, hvor fiberresten afbrændes.

	Scenarie 1: forbrænding	Scenarie 2: REnescience med genanvendelse af fiberrest	Scenarie 3: Tør biogas	Scenarie 4: Våd biogas
Genanvendelse	0	63,3	13 – 15	13 – 15
Forbrænding	100	36,6	85 - 87	85 - 87

## 7 Ejerskabsmodeller

Ernst & Young har for Københavns Kommune undersøgt organisatoriske udfordringer og muligheder ved fire forskellige ejerskabsmodeller med Københavns Kommune som ejer, delvis ejer eller udbyder (OPP) af en REnescience fuldskala-løsning for 160.000 ton dagrenovation. Rapporten har ikke forholdt sig til et mere udviklingspræget og mindre projekt for 50.000 ton dagrenovation årligt.

Konsulenterne anbefaler at Københavns Kommune organiserer ejerskabet for et fuldskala-anlæg i HOFOR koncernen som et partnerselskab ejet af Københavns Kommune - ligesom HOFOR Bygas P/S eller HOFOR Fjernvarme P/S.

Løsningen med kommunalt ejerskab anbefales, fordi den vil give Københavns Kommune mest indflydelse i forbindelse med etablering og drift, økonomiske fordele og fleksibilitet, fx udvikling af nye genanvendelsesmuligheder for output fra processen eller udvidelse samarbejdet, hvis andre (HOFOR-) kommuner ønsker at benytte anlægget.

Et fælleskommunalt ejerskab forudsætter enighed i den pågældende ejerkreds, da fællesskabet bærer drifts-risikoen. Investeringsrisikoen

<sup>1</sup> Både EU- og national lovgivning fastslår at affaldshierarkiet skal følges. Hierarkiet stiller krav om at genanvendelse altid skal foretrækkes frem for forbrænding, medmindre miljøvurderinger viser, at det er bedre for miljøet at forbrænde affaldet.

vil derimod godt kunne isoleres til de kommuner, der vil gøre brug af anlægget. Fælleskommunalt ejerskab er dermed en mulighed, men ikke den løsning, der giver Københavns Kommune mest indflydelse set i forhold til udviklingsmulighederne fremadrettet.

En OPP-organisering vil være ufleksibel i forhold til udvikling af teknologien, set i forhold til de øvrige organiseringsmuligheder. Samtidig vurderes denne løsning at blive dyr for kommunen og anbefales ikke af konsulenterne.

Set i lyset af projektets samlede konklusioner om at teknologien fortsat er umoden i forhold til genanvendelse af det organiske affald, vurderer forvaltningen dog, at det bør undersøges hvordan kommunen bedst kan understøtte teknologi-ejerens fortsatte udvikling af teknologien – fx via et nyt OPI-projekt (offentligt-privat innovation) eller via OPP (offentligt-privat partnerskab), der kan reducere kommunens investeringsrisiko. Andre muligheder skal også undersøges.

## **8 Business case**

På baggrund af resultater fra testen og anlægsoverslag fra Rambøll og Krüger, har DONG Energy udarbejdet en business case for et eventuelt fuldskala-anlæg, der kan behandle Københavns Kommunes dagrenovation (160.000 ton/år) og producere biogas. Desuden er gennemført en række følsomhedsberegninger ud fra usikkerheder om vedligeholdelsesomkostninger, anlæggets levetid, biogas-produktion og –pris, hvis restproduktet ikke kan genanvendes, men i stedet skal brændes, mv. Det er vurderet, at business casen kan forbedres, hvis et kommende anlæg placeres ved Avedøre Renseanlæg, så der kan udvikles et industrielt symbioseprojekt, herunder fx benyttes spildevand i anlægget til erstatning for drikkevand. Den reelle effekt af symbiosen er ikke undersøgt og beregnet endeligt.

Business casen anslår en anlægssum på maksimalt 773 mio. kr. Med 20 års levetid på anlægget vil prisen på levering af 1 ton affald ligge på 710 kr., hvis restproduktet kan genanvendes og 830 kr., hvis det skal brændes.

Tidligere har en business case udarbejdet i december 2013 af DONG Energy for Københavns Kommune anslået anlægssomkostninger på 500 mio. kr. og en behandlingspris på 450 kr. – her var der ikke indregnet alle tænkelige omkostninger. Den nye businesscase giver dermed et udgiftsniveau, der er 55 – 80 % højere end først oplyst.

Firmaet Envidan har kvalitetssikret anlægsoverslag for biogasanlægget og vurderet, at der er tale om et konservativt skøn, hvor der med stor sandsynlighed kan opnås lavere priser ved et udbud.

Dette illustrerer, at businesscasen fortsat er behæftet med en vis usikkerhed.

Hvis restproduktet ikke kan genanvendes fordi det overskrider grænseværdierne for forurenende stoffer og derfor i stedet forbrændes jf afsnit 5.2.2, vil behandlingsprisen stige til ca. 830 kr./ton (65 % højere end tidligere anslået pris).

Ernst & Young har kvalitetssikret business casen og vurderet, at den er udarbejdet efter den normale procedure og med god kompetence hos de implicerede medarbejdere. Konsulenten bemærker, at man må regne med at der er usikkerhed omkring fx anlægsoverslag og at denne usikkerhed vil blive mindre, når man kan regne på baggrund af konkrete tilbud.

Efter at parterne har konkluderet, at det er usikkert om restproduktet kan genanvendes på landbrugsjord, men rummer attraktive udviklingsperspektiver, er der beregnet en businesscase på et mindre og udviklingspræget anlæg til omkring 50.000 ton dagrenovation årligt. Oplysningerne er samlet i tabel 3 nedenfor. DONG Energy har søgt EU om støtte til udviklingsaktiviteter under Horizon 2020-støtteprogrammets særlige BBI (Bio baseret innovation)-afsnit. Der forventes svar på ansøgningen om op mod 70 mio. kr. i starten af maj 2016.

Ernst & Young har vurderet, at businesscasen for det udviklingsbaserede anlæg ikke kan hænge sammen med uændret behandlingspris. Derfor er der også regnet med højere behandlingspriser for udviklingsanlægget.

Tabel 3. Nøgletal fra businesscases for REnescience. Alle tal er baseret på oplysninger fra DONG Energy. I kolonnerne før den tykke streg har oplysninger for et stort fuldskala-anlæg til 160.000 ton dagrenovation årligt. Kolonnerne efter den tykke streg viser tilsvarende oplysninger for et mindre udviklingsbaseret anlæg til 50.000 ton affald årligt. Alle tal er regnet ud fra 20 års levetid for anlægget.

REnescience businesscase (BC)	Oprindelig BC 2013	BC 2015 med forbrænding af restprodukt	BC 2015 med forbrænding af restprodukt. Udviklings-anlæg	BC 2015 med synergi med eksisterende biogasanlæg på Biofos	BC som foregående med EU-støtte	BC som foregående med privat finansiering og drift.
Anlægsstørrelse, ton	160.000	160.000	50.000	50.000	50.000	50.000
Anlægsinvestering, mio. kr.	500	773	370	188	188	188
Behandlingspris, kr./ton affald	460	830	1.143	923	848	1.120
Samlet årlig netto merpris mio. kr.	0	60	34	23	19	33
Årlig merpris, kr./ husstand i forhold til 2015 (gennemsnit)	0	215	121	83	70	117

### 8.1 Grøn vækst og beskæftigelse

Ved et anlægsbudget for et fuldskala-anlæg på 773 mio. kr. kan forventes en beskæftigelseseffekt på 1014 årsværk i anlægsfasen. Ved fuld drift forventes der at være 19 fuldtidsbeskæftigede på anlægget. Heraf 2 med ledelse/administrative opgaver og 17 med drift og vedligehold af anlæg.

Udviklingen af genanvendelsesmuligheder for isæt plast kan være med til at understøtte andre indsatser for at få etableret en genanvendelsesindustri for plast i Danmark og dermed rummer REnescience-teknologien perspektiver for grøn vækst og cirkulær økonomi.



For et mindre udviklingsanlæg vil der være en reduceret beskæftigelseseffekt i anlægsfasen, mens driftpersonalet ikke kan reduceres væsentligt, fordi anlægget skal være i drift døgnet rundt. Der vil derudover være afledte effekter, som beskrevet ovenfor.

## **9 Perspektiver/udviklingsmuligheder for REnescience**

Det vurderes, at der kan gennemføres udvikling af REnescience-behandlingen i forhold til følgende punkter (listen er ikke udtømmende):

- Udfordringer med indhold af forurenende stoffer i fiber-rest
- Biovæsken kan testes for anvendelse til biosyntese, fx produktion af bioplast-polymerer, mælkesyrer til fødevare og medicinalindustri, m.fl.
- Genanvendelsespotentialiet i flere af de faste delfraktioner kan undersøges for at øge genanvendelsen af småt plast (skruelåg, strips) og metal (alufolie, kapsler), tekstiler, plastfolier mv.
- Muligheden for at udnytte fosforindhold ved kemisk fældning
- Muligheden for at producere kvælstofgødning
- Inert (grus og glas) til genanvendelse fx vejbygning
- Muligheden for at benytte REnescience som en del af forbehandling før forbrænding med henblik på at frasortere mere plast og metal, samt produktion af biogas mv
- Muligheden for at benytte Renescience-behandling som forbehandling af kildesorteret affald
- Produktion af industrigas i forbindelse med opgradering/rensning af biogas

# Appendix A

---

## Følgende har bidraget til projektet:

- City Renovation: Samarbejde om indsamling af affald til test
- Econet: Fastlæggelse af affaldssammensætning og screening af affald til test
- Marius Pedersen: Bidrag til affaldsscreening
- Copenhagen Malmoe Port: Grundejer på Prøvestenen
- Frederiksberg Kommune: Leverance af 3 læs affald til test under strejke.
  
- COWI: Projektsupport, Lokaliseringsrapport, bidrag til LCA, Biogasekspertviden, kvalitetssikring af projektet generelt
- Ernst & Young: Organisering af ejerskab, kvalitetssikring af businesscase
- Envidan: Kvalitetssikring af anlægsoverslag for biogasanlæg
- DTU: LCA
- Rambøll: Anlægsoverslag for biogasanlæg
- Seges: markedsforhold for digestat
- Kruger: Struvit og Annamox-anlæg
- Dansk Affald A/S: Sorteringstest for den hårde fraktion: plast og metal
  
- Hvidovre Kommune: Miljøgodkendelse, planmyndighed på Avedøre Holme
- Naturstyrelsens biogasrejsehold: Lokaliseringsmuligheder og myndighedskontakt
- Miljøstyrelsen: Miljøgodkendelse, Slambekendtgørelsen
- Fødevarestyrelsen: Myndighedsgodkendelse jf. biproduktforordningen af transport af biovæske til biogasanlæg på Biofos
- Københavns Kommune: Kommuneplanlægning, planlægning af affaldsleverance til test

## OPI-partnere:

- DONG Energy/REnescience A/S
- I/S Amager Ressourcecenter – ARC
- Biofos A/S
- Københavns Kommune, Teknik- og Miljøforvaltningen, Byens Udvikling