

APRIL 2017  
VESTFORBRÆNDING, ARC, BIOFOS, KØBENHAVNS KOMMUNE

# BUSINESS CASE FOR KILDESORTERET ORGANISK DAGRENOVATION





APRIL 2017  
VESTFORBRÆNDING, ARC, BIOFOS, KØBENHAVNS KOMMUNE

## KOD BUSINESS CASE

PROJEKTNR.

A093865

DOKUMENTNR.

A093865

VERSION

UDGIVELSESDATO

BESKRIVELSE

UDARBEJDET

MEDG, HEEH

KONTROLLERET

TLHA

GODKENDT

MEDG



# INDHOLD

1	Indledning	7
2	Scenariebeskrivelse	8
3	Afgrænsning	9
4	Affaldsmængder	9
5	Anlægs-/konceptbeskrivelse	11
5.1	Forbehandlingsanlægget	11
5.2	Biogasanlægget	11
6	Businesscasen	12
6.1	Generelt	12
6.2	Omkostninger/indtægter	14
7	Resultater	20
7.1	Scenarierne	21
7.2	Følsomhedsanalyser	22
8	Perspektivering	24



# 1 Indledning

## Formål

Denne business case fastlægger en forventet behandlingspris (kr./ton) for forbehandling og bioforgasning af KOD mængder, svarende til indsamlingspotentialet fra Vestforbrænding og ARC's oplande – på en behandlingsløsning etableret på BIOFOS, Avedøre. Behandlingsprisen er estimeret ud fra grundantagelsen om, at det givne anlæg (forbehandlingsanlæg og biogasanlæg) skal følge hvile-i-sig-princippet.

Dette notat gennemgår de opstillede forudsætninger for beregningen af behandlingsprisen. Disse forudsætninger er primært indhentet fra BIOFOS, Vestforbrændingen, ARC, COWI og Seges.

Business case beregningerne er foretaget af COWI i perioden februar-april 2017. Business casen skal indgå som en del af beslutningsgrundlaget for, om der er grundlag for at arbejde videre med muligheden for at etablere den belyste behandlingsløsning.

Der henvises i øvrigt til kommissorie for forprojektet af 13. februar 2017.

## Baggrund

BIOFOS kan frigøre rådnetankkapacitet (1 tank), som kunne udnyttes til behandling af KOD fra kommuner i oplandet.

Vestforbrænding, ARC, Københavns Kommune og BIOFOS er interesserede i at undersøge den aktuelle mulighed for etablering af behandlingskapacitet for KOD med afsæt i den løsning, der kunne etableres i tilknytning til Biofos, Avedøre.

Parterne er derfor gået sammen i dette forprojekt for at undersøge mulighederne for at udnytte denne eksisterende kapacitet til behandling af KOD.

Umiddelbart kan følgende fordele ved denne løsning nævnes:

- > BIOFOS' anlæg har en rådnetank á 6.000 m<sup>3</sup> til rådighed, der vil kunne udnyttes
- > Adgang til billigt procesvand (renset spildevand) til forbehandlingen

- > Adgang til afsætning af biogas til naturgasnettet (anlæg skal dog udbygges)
- > Adgang til brug af fjernvarmenettet på Avedøre Holme
- > Gode transportmuligheder for leverance af KOD til anlægget og fraførsel af digestat (afgasset biopulp)
- > Mulighed for synergi i drift og vedligehold

Det skal understreges, at business casen er at betragtes som led i en indledende screening af, hvorvidt denne løsning rent teknisk kan lade sig gøre og økonomisk giver mening. Efterfølgende bør der laves en detaljeret scenarieberegning på basis af et egentligt projektmateriale.

## 2 Scenariebeskrivelse

Business case  
scenarier

Der regnes i business casen på en række scenarier:

- > **Scenarie 1:** Investering i forbehandlingsanlæg og tilpasning af eksisterende rådnetank til behandling af 50.000 tons KOD hos BIOFOS på Renseanlæg Avedøre. (Basisscenarie)
- > **Scenarie 2:** Investering i forbehandlingsanlæg og tilpasning af eksisterende rådnetank til behandling af 30.000 tons KOD hos BIOFOS på Renseanlæg Avedøre. (Minimumsscenario)
- > **Scenarie 3:** Investering i forbehandlingsanlæg og tilpasning af eksisterende rådnetank samt etablering af ny rådnetank til behandling af 90.000 (50.000+40.000 tons) KOD hos BIOFOS på Renseanlæg Avedøre. (Maksimumsscenario)

Der har været dialog omkring etablering af ny rådnetank til Avedøre, som alternativ til tilpasning af den eksisterende rådnetank, men beregning herfor er ikke gennemført.

Resultaterne af business case beregningerne sammenlignes med en markedspris, der tager afsæt i en gennemsnitlig behandlingspris på 350 kr./ton KOD, fra et nyligt gennemført udbud af op til 25.000 tons KOD fra Vestforbrænding.

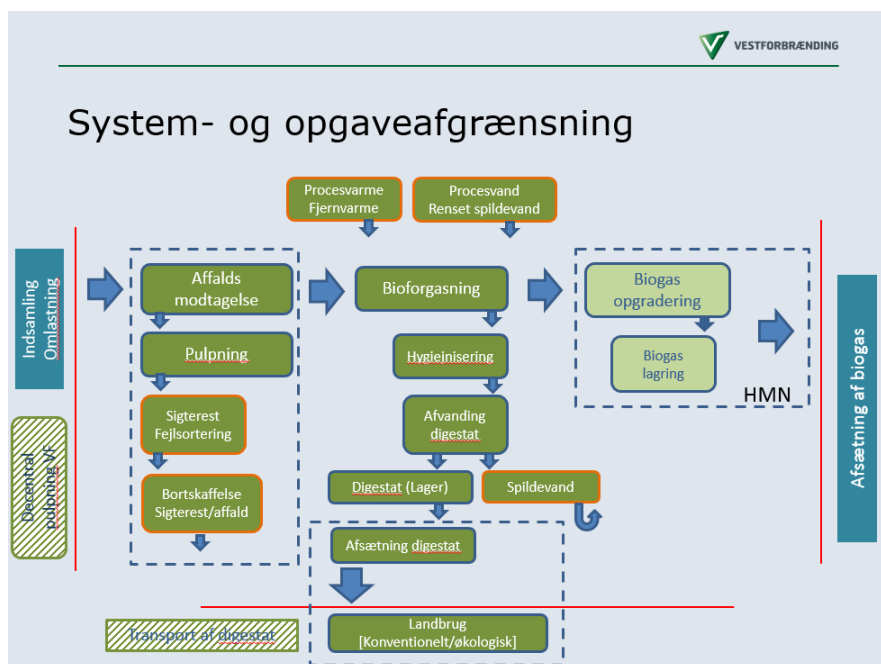
Dette prisniveau anvendes som sammenligningsgrundlag, men bør underbygges af en markedsundersøgelse, der skal vurdere, hvorvidt denne pris er retvisende (omkostningsbestemt). Der er i forprojektet alene foretaget en kvalitativ vurdering af forhold, der vurderes at kunne påvirke udvikling af markedsprisen.

For at belyse robustheden i resultatet af businesscasen er der udarbejdet en række følsomhedsanalyser.



### 3 Afgrænsning

På Figur 3-1 ses afgrænsningen for beregninger i scenarierne. Der regnes på aktiviteter og omkostninger fra levering til forbehandlingsanlægget samt rådnetanken, og inklusive afsætning af biogas til opgradering mhp. afsætning til NG net og afsætning af digestat til landbrug. Indsamling, omlastning og transport til forbehandling indgår ikke



Figur 3-1 System og opgaveafgrænsning for scenariet

Det er uden for opgavens afgrænsning at undersøge, hvordan udsorteringen af KOD eventuelt påvirker energi-, masse- og pengeregnskabet for ARC og Vestforbrændingens affaldsforbrændingsanlæg.

Det har ikke i projektperioden været muligt at fastlægge valide data for omkostninger til afvandingsanlæg og afvanding af digestat indgår derfor ikke i beregningerne. Afvanding er omkostningstungt, men medfører til gengæld besparelser ift. transport af digestatet, det ser dog i foreløbige beregninger umiddelbart ud til, at afvandingsprisen ikke står mål med besparelsen i transport

### 4 Affaldsmængder

Kapacitet er 50.000 ton

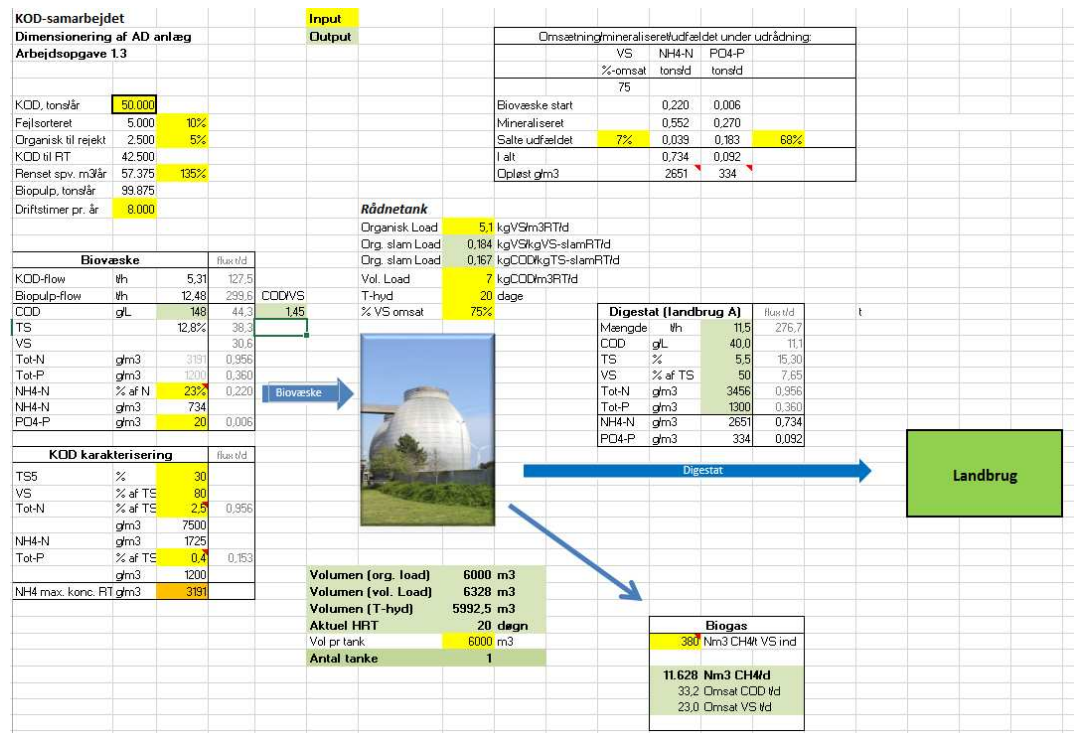
I løbet af en årrække forventer Vestforbrænding at indsamle 40-45.000 tons KOD (ekskl. Københavns Kommune), Københavns Kommune 20.000 tons KOD og ARC's øvrige ejerkommuner 10.000 tons KOD, i alt op til 70.000 tons/år.

Pt. indsamles ca. 20.000 tons KOD fra 12 kommuner i Vestforbrændingens opland, heraf en mindre del fra Københavns Kommune. Indsamling af KOD forventes besluttet og implementeret gradvist i både Vestforbrænding og ARC's kommuner, som ikke pt. indsamler KOD, over de kommende år.

I businesscasen er der ikke taget stilling til, hvor KOD mængderne i givet fald kan eller skal komme fra, men alene taget afsæt i hvilken kapacitet, der vil kunne tilvejebringes og i hvilket omfang mængderne kunne forventes at være tilvejebragt indenfor en given periode.

I modelberegningerne er antaget, at der vil være et år med indkøring, hvilket svarer til den halve KOD mængde svarende til den beregnede kapacitet.

Masseflowet er beregnet af BIOFOS og er vist på Figur 4-1.



Figur 4-1 Masseflow

## 5 Anlægs-/konceptbeskrivelse

I dette kapitel er udarbejdet en teknisk beskrivelse af forbehandlings- og biogasanlægget.

### 5.1 Forbehandlingsanlægget

Som eksempel på en forbehandlingsteknologi er valgt en pulperløsning. Dette betyder ikke, at det vil være denne teknologi, der vil blive anvendt i et eventuelt endeligt projekt, men det vurderes, at en pulperløsning er et godt eksempel på en robust forbehandlingsteknologi, der kan levere en højkvalitets pulp til en rimelig pris.

Tekniske og økonomiske forudsætninger omkring forbehandlingsteknologien er beskrevet i tilhørende bilag. Det skal nævnes her, at det økonomiske grundlag for prissætning af sådanne anlæg er spinkelt, hvilket skyldes, at kun meget få anlæg er etableret i Danmark – og alle disse har relativt lave kapaciteter.

5-1 Procesparametre - forbehandling med pulper teknologi

Anvendt i business case	Enheder	Værdi
Fejlsorteret affald og reject	pct.	15%
El-forbrug	kWh/ton KOD	30
Teknisk vand <sup>1</sup>	ton/ton KOD	1,148
Biopulp <sup>2</sup>	ton/ton KOD	1,998

Kilde: COWI

### 5.2 Biogasanlægget

Efter forbehandlingsanlægget skal pulpen hygiejniseres inden den pumpes ind i rådnetanken.

Anvendelse af eksisterende rådnetank

I business casen er der regnet med, at en eksisterende rådnetank ved Renseanlæg Avedøre benyttes. Dette består af følgende anlægsdele:

- > Lagertanke for pulpet og afgasset KOD
- > Hygiejniseringsanlæg
- > Pumpeledning for transport af pulpet KOD fra forbehandlingsanlæg til biogasanlæg
- > Separering af en rådnetank fra det øvrige rådnetanksanlæg på Renseanlæg Avedøre
- > Varmevekslere
- > biogasledning
- > biogaslager

<sup>1</sup> Beregnet ud fra ønsket TS indhold i pulp

<sup>2</sup> Beregnet ud fra ønsket TS indhold i pulp

> biogasfakkel

Den eksisterende tank har en volumen på 6.000 m<sup>3</sup>. BIOFOS har beregnet, at dette svarer til, at rådnetanken kan håndtere ca. 50.000 tons KOD/år.

Den producerede biogas er forudsat ført til et gaslager og afsat til HMN ( den kan også afsættes andet steds), mhp. samme opgradering som i dag foretages på BIOFOS og det er forudsat, at den opgraderede biogas afsættes til naturgasnettet. Restproduktet fra biogasanlægget pumpes til en lagertank, hvorfra tankvogne henter og udbringer den udrådnede biovæske (digestat) til landbrug på Sjælland.

5-2 Procesparametre - biogasanlæg

Anvendt i business case	Enheder	Værdi
Driftstimer	Timer	8.000
El-forbrug	kWh/ton KOD	12
Biogødning (digestat) (5,5%TS)	ton/ton KOD	1,84
Biogas	Nm <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> /ton KOD	77,52
Varme-behov	kWh/ton KOD	20,9

Kilde: BIOFOS

## 6 Businesscasen

### 6.1 Generelt

Business casen er baseret på informationer omkring de tekniske detaljer i projektet (se de foregående afsnit). Business casens beregninger tager udgangspunkt i de estimerede omkostninger ved projektet, opdelt på investeringsomkostninger samt drift og vedligehold.

#### Analyse år/tidsplan

I alt skønnes i projektet, at det vil tage minimum fire år, før et anlæg kan stå færdigt til at modtage KOD, heraf vil det tage samlet tre år at bygge de givne anlæg. I de fire år ligger endvidere blandt andet politisk behandling og en VVM redegørelse.

Dette betyder, at business casen opererer med en række forskellige år, som er afgørende for business casens konklusioner. Dels vil det være afgørende, hvornår den samlede KOD mængde er indsamlet, men også hvornår forbehandlingsanlægget og biogasanlægget vil stå klar. De årstal, som er anvendt i business casen, fremgår af tabel 6-1.

6-1 Årstal for business casen

	Årstal
Startår for analysen	2017
Færdigt forbehandlingsanlæg og biogasanlæg	2021
Affaldsmængder, fuld kapacitet	2022
Prisniveau (fast priser)	2017

Analysehorisont	20 år eller 2041
-----------------	------------------

**Dynamisk model** Den økonomiske model er opbygget tidsdynamisk, således at det er muligt at ændre på analyse år og tidsplan. Dette betyder således, at der i forbindelse med investeringerne til forbehandlingsanlægget og biogasanlægget er indregnet en scrapværdi, som baseres på den fulde reinvestering i både bygninger og udstyr, som falder i udgangen af anlæggenes levetid og dermed i den fastsatte analysehorisont. Dette har været en nødvendig forudsætning for at kunne arbejde med en dynamisk model og påvirker ikke den endelige behandlingspris.

**Faste priser** Priserne afrapporteres i 2017-priser. Derudover er alle omkostninger mv. regnet i faste 2017-priser.

Resultatet udtrykkes i kr./år i 2017-priser over hele anlæggets løbetid og vil være den behandlingspris, som medfører, at indtægter og udgifter balancerer, så anlægget kører efter hvile-i-sig-selv princippet. Dermed kan behandlingsprisen sammenlignes direkte med afsætningsprisen på KOD som ca. er 350 kr./ton.

**Nøgletal** Af generelle nøgletal er den anvendte real rente, priser og omkostninger forbundet med el, fjernvarme, vand samt omkostninger til digestat og rejekt medtaget. I tabel 6-2 ses de valgte nøgletal.

6-2 Generelle nøgletal

	Enhed	Værdi	Kilde
WACC/real rente	Pct.	3,5%	COWI/ARC/BIOFOS
El	Kr./kWh	0,75	Elprisstatistik
Fjernvarme	Kr./kWh	0,40	BIOFOS
Renset spildevand	Kr./m <sup>3</sup>	5	BIOFOS
Rejekt omkostning	Kr./ton	350	Vestforbrænding
Transport af rejekt	Kr./ton	50	Vestforbrænding
Digestat-omkostning	Kr./ton	48	SEGES
Biogaspris (v. 50.000 ton KOD)	Kr./GJ	123	HMN

Note: I vandforbruget anvendes rensed spildevand med en forventet pris på 5 kr./m<sup>3</sup>. El- og fjernvarmepriser er angivet uden moms og afgifter, da afregningen almindeligvis sker ekskl. moms og afgifter. Biogasprisen er dynamisk og afhænger af KOD-mængden.

Der er anvendt en fast real rente (WACC) på 3,5%. Denne rente er sat med udgangspunkt i forventningerne til udviklingen i den nominelle rente og inflationen.

**Afsætningspriser** Afsætningspriserne for rejekt fra forbehandling er baseret på oplysninger fra Vestforbrænding og afspejler henholdsvis forbrændingsprisen samt transportomkostninger.

Afsætningsprisen for digestat er sat til 48 kr./ton inklusiv transport. Denne pris er aftalt med ARC på baggrund af et notat udsendt fra SEGES. Prisen inkluderer

50 % af næringsværdien, transport og lageromkostninger for digestatet (28 kr./ton) samt afgift til virksomheder (f.eks. Combineering) (20 kr./ton), der afsætter digestaten. Det antages, at bønderne afholder omkostninger til udbringning.

#### Biogaspris

Biogasprisen er indhentet fra HMN og er baseret på de nuværende tilskudsregler, markedspriser, grønne certifikater samt HMNs nødvendige investeringer for at kunne modtage biogassen fra dette anlæg. Beregningen af biogasprisen er medtaget dynamisk, da den er afhængig af mængderne af KOD. I beregningen af biogasprisen er indsat det forventede mindre tilskud på 7 øre/GJ fra 1. januar 2023, som blev oplyst på grøn gas forum 15. marts 2017.

## 6.2 Omkostninger/indtægter

Omkostningerne forbundet med forbehandlingsanlægget og biogasanlægget er opdelt i investeringsomkostninger samt omkostninger til drift og vedligeholdelse.

Investeringsomkostninger opgøres i et samlet beløb og sammenholdes med en forventet levetid for de forskellige grupper af komponenter i anlægget, herunder bygninger, maskiner mv.

Omkostninger til drift og vedligehold inkluderer f.eks. omkostninger for el, vand, fjernvarme, afsætning af digestat, vedligehold af bygninger og udstyr samt transport og afsætning af rejekt, bemanding, administration og grundleje.

### 6.2.1 Forbehandling

Forbehandlingsanlægget er beskrevet i et særskilt bilag, hvor COWI har udarbejdet estimater for investering og drift af tre forskellige forbehandlingsanlæg med følgende kapaciteter: 30.000, 50.000 og 90.000 tons/år. De forskellige størrelser forbehandlingsanlæg anvendes i de forskellige scenarier ift. den nødvendige kapacitet i scenarierne.

Der findes i dag i Danmark ikke anlæg med en kapacitet på 50-90.000 tons/år, og der er derfor en relativt stor usikkerhed på de estimerede omkostninger, herunder storskala fordele og valg af hhv. større/mindre elementer ift. flere linjer og årlig driftstid for udstyr. Dette er vigtigt at have denne usikkerhed for øje ved vurdering af beregningsresultater på økonomi. De detaljer, der fremgår af bilaget udarbejdet af COWI, er derfor forslag og antagelser for at kunne lave de økonomiske overslag, men det er muligt, at man ved opførelse af et egentligt anlæg vil ændre på en række parametre.

Parterne har derfor i samarbejde med COWI revideret prisoverslag med de omkostninger og usikkerheder, de anvender i interne kalkulationer. Disse data danner grundlag for investeringer til forbehandlingsanlæggene i business casen.

#### Investeringer

Investeringsomkostningerne fremgår af tabel 6-3. Det antages, at processen for etablering af anlægget vil vare op til tre år. Efter etablering af anlægget vil der være afskrivninger og forrentning i anlæggets levetid. Afskrivningerne er

ligeledes medregnet for at kunne indregne scrapværdien af anlægget ved endt tidsperiode for business casen og dermed til at udligne den dynamiske models indregning af en fuld reinvestering i både bygninger og udstyr efter endt tidsperiode.

### 6-3 Investeringsomkostninger for forbehandlingsanlæg

	Enhed	Scenarie 1	Scenarie 2	Scenarie 3
Kapacitetsbegrænsning	Ton KOD	50.000	30.000	90.000
Samlet investering	Mio. kr.	77,5	62,5	135
Heraf projektering af bygninger	Mio. kr.	7,2	5,4	10
Bygninger	Procent	43%	47%	39%
Procesudstyr	Procent	57%	53%	61%
Levetid - bygninger	År	20	20	20
Levetid - procesudstyr (v. reinvestering)	År	20	20	20
Reinvestering i procesudstyr efter 10 år	Mio. kr.	26	19,6	48,8

Kilde: BIOFOS

Reinvesteringen afholdes for at forlænge levetiden for det primære udstyr, hvor udslidt materiel udskiftes eller renoveres og levetiden forlænges til 20 år. COWI har estimeret omfanget af reinvesteringerne baseret på information leveret af parterne. Parterne har angivet, at den samlede reinvestering for forbehandlingsanlæg og biogasanlæg i scenarie 1 er 60 mio. kr. Dette er aftalt delt proportionalt mellem anlæggene. Derved bliver reinvesteringen af procesudstyret på forbehandlingsanlægget for scenarie 1 efter 10 år på 26 mio. kr.

Reinvesteringen er på tilsvarende måde beregnet for forbehandlingsanlæggene i scenarie 2 og scenarie 3 til hhv. 19,6 mio. kr. og 48,8 mio. kr.

### Driftsomkostninger

En række af driftsomkostningerne forbundet med forbehandlingsanlægget afhænger af mængden af KOD, som behandles. Under forudsætning af fuld kapacitetsudnyttelse (50.000 ton KOD), vil forbruget af el og vand samt behandlet rejekt være, som vist i tabel 6-4 med tilhørende udgifter.

### 6-4: Mængder og udgifter pr. år forbundet med forbehandlingsanlægget i scenarie 1

	Enhed	Mængder	Enhedspris	Mio kr./år
Mængder KOD	Ton/år	50.000		
El-forbrug	kWh/år	1.500.000	0,752 kr./kWh	1,1
Vandforbrug (renset spildevand)	m <sup>3</sup> /år	57.375	5 kr./m <sup>3</sup>	0,3
Transport og forbrænding af rejekt	ton/år	7.500	400 kr./ton	3,0

Note: Udgifter til rejekt- og fejlsorteret vedr. transport og forbrænding.

Kilde: COWI

### Drifts- og vedligeholdelsesomkostninger

For hver anlægstype er specificeret drift- og vedligeholdelsesomkostninger, som udgør vedligehold af bygninger og procesudstyr, personaleomkostninger og leje af grund.

6-5 Drifts- og vedligeholdelsesomkostninger (forbehandlingsanlæg)

	Enhed	Scenarie 1	Scenarie 2	Scenarie 3
Vedligeholdelse (bygninger + procesudstyr)	mio. kr./år	2,2	1,7	3,9
Personaleomkostninger	mio. kr./år	3,0	3,0	3,0
Leje af grund	mio. kr./år	0,5	0,3	0,8

Kilde: BIOFOS/COWI

Vedligeholdelses af bygninger, procesudstyr mv. i forbindelse med forbehandlingsanlægget i scenarie 1 er baseret på de i tabel 6-6 procentvise fordelinger i forhold til de tilhørende investeringer ekskl. projektering. De samme procentsatser anvendes ved de øvrige størrelser forbehandlingsanlæg.

6-6: Beregning af vedligeholdelsesomkostningerne pr. år forbundet med forbehandlingsanlæg (scenarie 1)

	Andel, pct.	Investering (mio. kr.) ekskl. Projektering	Omkostninger (mio. kr./år)
Bygninger*	1,5%	26,1	0,4
Procesudstyr	4%	44,2	1,8
<b>I alt</b>		<b>70,3</b>	<b>2,2</b>

\*Beregningen af vedligeholdelsesomkostningerne af bygninger er baseret på investeringerne fratrukket projektering.

Kilde: BIOFOS/COWI

Personaleomkostninger

I forbindelse med forbehandlingsanlægget i scenarie 1 er personalomkostningerne baseret på personalesammensætningen, som ses i tabel 6-7. Det vil sige, personalomkostningerne er baseret på 1 årsværks anlægsleder til en årsløn af 800.000 kr., 3 årsværk til en tekniker og en indvejningsperson, begge til en årsløn af 630.000 kr. samt et halvt årsværk til administration til en årsløn af 630.000 kr. Der er forudsat samkøring med biogasanlægget, hvad angår indvejning, overvågning af drift og daglig administration i øvrigt.

Personaleomkostningerne anses for at være de samme på forbehandlingsanlæggene i alle tre scenarier. Dette skyldes, at anlæggene i de tre scenarier anses for at have stort set samme driftstid, hvorfor antallet af fuldtidsansatte ikke ændres.



## 6-7 Beregning af personaleomkostninger pr. år på forbehandlingsanlægget

	Fuldtidsansatte	Personaleomkostninger (mio. kr.)	Personaleomkostninger (mio. kr./år)
Anlægsleder	1	0,80	0,8
Tekniker og indvejning	3	0,63	1,9
Administration	0,5	0,63	0,3
<b>Personaleomkostninger i alt</b>			<b>3,0</b>

Note: Samme lønninger anvendes ved de øvrige anlæg, antallet af fuldtidsansatte ændres ikke, da alle anlæggene har stort set samme driftstid/åbningstid.

Kilde: COWI

## Leje af grund

Forbehandlingsanlægget i scenarie 1 har et grundareal på ca. 5.500 m<sup>2</sup> til en samlet lejepris på 100 kr./m<sup>2</sup>, derved er omkostningerne til leje af grund 0,5 mio. kr./år

Omkostninger til leje af grund er indregnet for de øvrige størrelser forbehandlingsanlæg ift. specifikt arealbehov.

## 6.2.2 Biogasanlægget

Biogasanlægget er i udgangspunktet baseret på en tilpasning af den eksisterende rådnetank. Udgifterne til vedligeholdelse og bemanning er baseret på de samme procentsatser og personaleomkostninger som i forbindelse med forbehandlingsanlægget.

Omkostningerne til biogasanlægget er estimeret af BIOFOS.

## Investeringsomkostninger

Investeringsomkostningerne fremgår af tabel 6-8. Det antages, at etableringen af anlægget vil vare tre år. Efter etablering af anlægget vil der være afskrivninger og forrentning i anlæggets levetid. Afskrivningerne er ligeledes medregnet for at kunne indregne scrapværdien af anlægget ved endt tidsperiode for business casen og dermed til at udligne den dynamiske models indregning af en fuld reinvestering i både bygninger, maskiner og EL & SRO.

6-8 Investeringsomkostninger for biogasanlægget i mio. kr.

	Enhed	Scenarie 1	Scenarie 2	Scenarie 3
Kapacitetsbegrænsning	Ton KOD	50.000	30.000	90.000
Samlet investering	Mio. kr.	70	70	130
- Bygninger	Mio. kr.	13	13	24
- Maskiner	Mio. kr.	48	48	89
- EL og SRO	Mio. kr.	9	9	17
Levetid – bygninger	År	20	20	20
Levetid – maskiner	År	20	20	20
Levetid – El og SRO	År	20	20	20
Reinvestering i maskiner og EL & SRO efter 10 år	Mio. kr.	34	34	63

Kilde: BIOFOS for 50.000 tons og 90.000 ton.

Note: Bemærk investeringerne i forbindelse med scenarie 2 er de samme som for scenarie 1 og dermed er der ikke fuldkapacitetsudnyttelse af biogasanlægget i scenarie 2.

Efter 10 år er indlagt en reinvestering af procesudstyret (maskiner samt El og SRO). Reinvesteringen afholdes for at forlænge levetiden for det primære udstyr, hvor udsdilt materiel udskiftes eller renoveres og levetiden forlænges til 20 år.

Reinvesteringen i biogasanlæggets procesudstyr for scenarie 1 efter 10 år er estimeret til 34 mio. kr. Denne reinvestering er beregnet med udgangspunkt i den førnævnte samlede reinvestering for forbehandlingsanlæg og biogasanlæg i scenarie 1 på 60 mio. kr.

Driftsomkostninger

En række af driftsomkostningerne forbundet med biogasanlægget afhænger af mængden af KOD, som behandles. Under forudsætning af fuld kapacitetsudnyttelse (50.000 ton KOD), vil forbruget af el, varme mv. være som vist i tabel 6-9 med tilhørende udgifter.

6-9 Mængder og udgifter forbundet med biogasanlægget i scenarie 1 pr. år (50.000 tons)

	Enhed	Mængder	Enhedspriser	Mio kr./år
Mængder KOD	Ton/år	50.000		
Biogødning (digestat)	Ton/år	92.225	48 kr./ton	4,4
El-forbrug	kWh/år	600.000	0,752 kr./kWh	0,5
Varme-forbrug	kWh/år	1.045.000	0,400 kr./kWh	0,4

Kilde: BIOFOS

Drifts- og vedligeholdelsesomkostninger

Drifts- og vedligeholdelsesomkostninger forbundet med biogasanlægget som ikke er afhængige af mængder KOD, vedrører vedligehold af bygninger, maskiner og El & SRO, personaleomkostninger samt leje af grund.

Vedligeholdelsesomkostningerne forbundet med biogasanlægget er baseret på de samme procentsatser, som er anvendt i forbindelse med forbehandlingsanlægget.

## 6-10 Beregning af vedligeholdelsesomkostninger pr. år forbundet med biogasanlægget i scenarie 1

	Andel, pct.	Investering (mio. kr.)	Omkostninger (mio. kr./år)
Bygninger	1,5%	13	0,2
Maskiner	4%	48	1,9
El & SRO	4%	9	0,4
<b>I alt</b>		<b>70</b>	<b>2,5</b>

Kilde: BIOFOS

Som med vedligeholdelsesomkostningerne er personaleomkostningerne forbundet med biogasanlægget ligeledes baseret på de anvendte personaleomkostninger i forbindelse med forbehandlingsanlægget.

## 6-11 Beregning af personaleomkostninger pr. år forbundet med biogasanlæg i scenarie 1

Bemanding	Fuldtidsansatte	Personaleomkostninger (mio. kr.)	Personaleomkostninger (mio. kr./år)
Leder	0,5	0,800	0,40
Teknikker	2,5	0,630	1,58
Administration	0,25	0,630	0,16
<b>Personaleomkostninger i alt</b>			<b>2,13</b>

Kilde: BIOFOS

## Leje af grund

Biogasanlægget har et grundareal på 885 m<sup>2</sup> til en samlet lejepris på 100 kr./m<sup>2</sup>, derved er omkostningerne til leje af grund 0,1 mio. kr./år

## Leje af rådnetank

Business casen tager udgangspunkt i tilpasning af eksisterende rådnetank og dermed leje af denne af BIOFOS. BIOFOS forventer en lejeomkostning på 2-3 mio. kr./år. Omkostningerne til leje af rådnetank er derfor i modelberegningerne fastsat til 2,5 mio. kr./år.

## Afsætning af biogas

I forbindelse med biogasanlægget vil der være indtægter forbundet med afsætning af biogas til naturgasnettet/HMN. Indtægterne er afhængige af mængderne af KOD. Under forudsætning af fuld kapacitetsudnyttelse (50.000 ton KOD) er biogasmængden vurderet til 137.900 GJ/år svarende til en samlet årlig omsætning på 17 mio. kr.

I beregningen er der ikke medtaget omkostninger til administration.

## 7 Resultater

### Behandlingspris

Hovedresultatet i business casen er behandlingsprisen for KOD på anlægget. Behandlingsprisen er beregnet således, at anlægget samlet set følger hvile-i-sig-selv princippet. Det vil sige, at indtægterne fra behandlingsprisen samt anlæggets øvrige indtægter balancerer anlæggets udgifter.

I beregningen forudsættes, at der er et fast gebyr for hele anlæggets levetid. Dette gebyr er således sammenligneligt med den nuværende afsætningspris for KOD på markedsvilkår, som er omkring 350 kr./ton. Hvis anlægget bygges, må man i praksis forestille sig, at gebyrsatsen løbende justeres i forhold til kapacitetsudnyttelse, tilskud, biogaspriser mv.

### Estimeret behandlingspris

På baggrund af de opstillede forudsætninger er der beregnet et estimat for behandlingsprisen på ca. **406 kr./ton KOD** for scenarie 1 (50.000 tons KOD/år).

Behandlingsprisen beregnes på baggrund af investeringsomkostninger, drifts- og vedligeholdelsesomkostninger samt indtægter fra afsætning af biogas jf. 7-1 Resultatopgørelsen for businesscase opgjort i nettonutidsværdi i 2017, mio. kr. for scenarie 1.

*7-1 Resultatopgørelsen for businesscase opgjort i nettonutidsværdi i 2017, mio. kr. for scenarie 1*

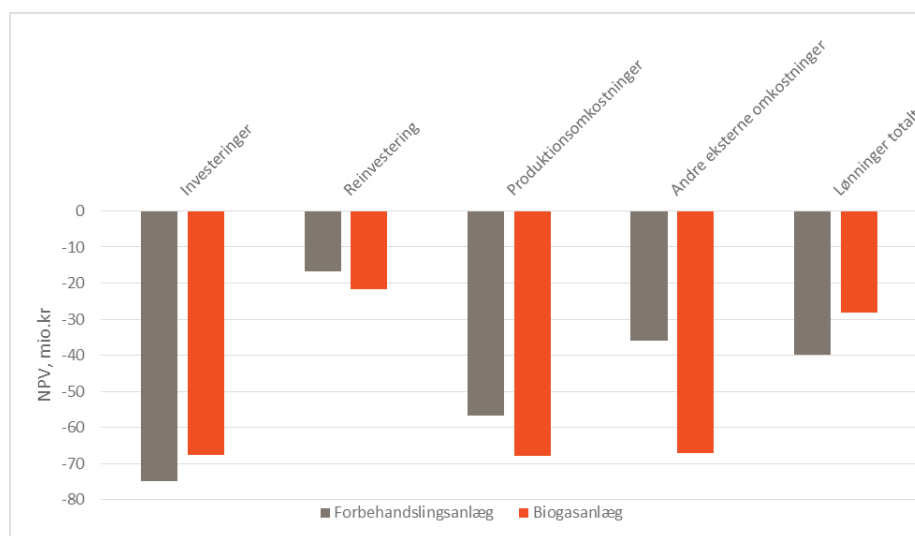
	<b>Scenarie 1</b>
Indtægter (behandlingspris og biogas)	476
Investeringer	-142
Reinvesteringer	-38
Produktionsomkostninger - El-forbrug, vandforbrug, varme-forbrug, digestat mv.	-125
Andre eksterne omkostninger - Vedligeholdelse, leje af grund, leje af rådnepark	-103
Personaleomkostninger	-68
<b>Samlet nutidsværdi i mio. kr.</b>	<b>0</b>

Note: Omkostninger er negative

Totale mængde  
affald

For at kunne beregne den estimerede behandlingspris er den totale tilbagediskonterede affaldsmængde beregnet<sup>3</sup>. Denne er estimeret til **641.050 tons**.

En illustration af omkostningerne og gevinsterne er afbilledet på figuren nedenfor. Figuren viser, at omkostningerne forbundet med biogasanlægget er størst.



Figur 7-1 Illustration af omkostninger og gevinster i NPV over 20 år.

## 7.1 Scenarierne

For at kunne perspektivere den udregnede behandlingspris er der ligeledes udregnet en behandlingspris for scenarie 2 og 3 jf. Tabel 7-2. Omkostningerne til forbehandling og bioforgasning består af investerings-, produktions- og andre omkostninger, som vist ovenfor i resultattabellen.

For forbehandlingsanlægget er investeringsomkostningerne større jo større modtagekapacitet. Det betyder, at der i scenarie 3 ses større investeringsomkostninger. Samtidig vil produktions- og andre omkostningerne også være større og stiger jo flere tons, som skal behandles.

For biogasanlægget er investeringsomkostningerne ens i scenarie 1 og 2, hvorimod produktionsomkostningerne og ekstra omkostninger er varierende i forhold til den mængde KOD, som skal behandles. Det ses, at omkostningerne i scenarie 2 er markant større end i scenarie 1, dette skyldes primært, at der er en mindre indtægt fra afsætning af biogas – I scenarie 1 er den 216 mio. kr. opvejet mod 110 mio. kr. i scenarie 2. Dette opvejer ikke de mindre produktionsomkostninger i scenarie 2.

<sup>3</sup> Mængderne tilbagediskonteres således, at de er i samme "enhed" som de tilhørende investeringer og omkostninger.

Tabel 7-2 Resultater for scenarierne

	Scenarie 1	Scenarie 2	Scenarie 3
KOD kapacitet	50.000	30.000	90.000
Total omkostninger (mio. kr.)	260	289	349
Forbehandlingsanlæg (mio.kr)	224	173	366
Biogasanlæg (mio. kr.)	36	116	16
Total tons KOD	641.050	384.630	1.153.891
<b>Behandlingspris</b>	<b>406</b>	<b>751</b>	<b>303</b>

## 7.2 Følsomhedsanalyser

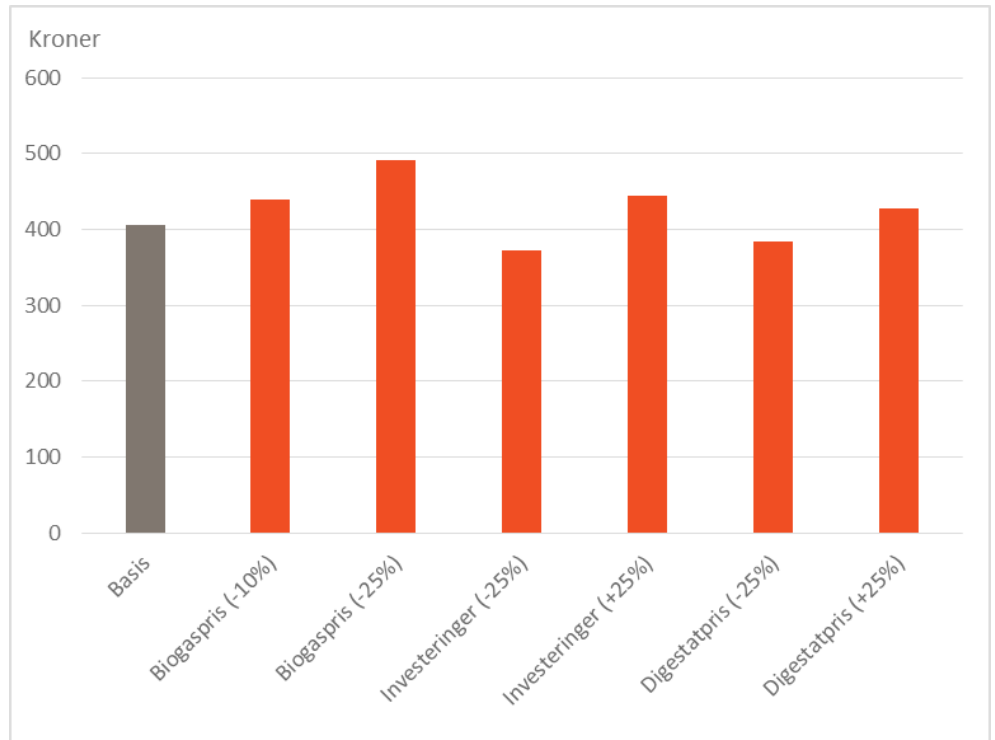
Behandlingsprisen er estimeret på baggrund af en række antagelser og beregninger.

I følsomhedsanalyserne testes robustheden af estimaterne i forhold til priserne på biogas og digestat samt drifts- og investeringsomkostninger jf. 7-3. Scenarie 1 er udvalgt til at køre følsomhedsberegninger på.

7-3: Følsomhedsanalyse-parametre

Parametre	Følsomhed
Biogaspris	-10 %, -25%
Investeringer	+ - 25 %
Digestatpris	+ - 25 %

Resultaterne af følsomhedsanalysen viser at den estimerede behandlingspris varierer fra 372 kr./ton (25% lavere investeringer) til 490 kr./ton (25% lavere biogaspris). Det er især biogasprisen, som har stor betydning behandlingsprisen. Derudover har levetiderne på bygningerne og maskinerne også stor betydning.



Figur 7-2 Følsomhedsresultater af behandlingsprisen, kr.

## 8 Perspektivering

Der er gennemført en business case etablering af behandlingskapacitet for KOD hos BIOFOS på Avedøre Holme. Business casen er baseret på input fra projektets parter samt de konsulenter, der er tilknyttet projektet.

Ved anvendelse af resultaterne bør man have for øje, at denne business case er en indledende screening baseret på data af varierende kvalitet og derfor behæftet med en væsentlig usikkerhed. Formålet med business casen er at estimere niveauet for en behandlingspris til brug for en overordnet beslutning om, hvorvidt dette er interessant at gå videre med. Hvis man vælger at gå videre med projektet, vil det kræve mere detaljering af en række data og en efterfølgende gentagelse af business casen.

Overordnet viser resultaterne følgende:

- > Estimeret behandlingspris på baggrund af business case for scenarie 1 er 372-490 kr./ton KOD
- > Estimeret behandlingspris på baggrund af de tre scenarier er 303-751 kr./ton KOD - afhængig af kapacitet (KOD mængder)
- > Den gennemsnitlige behandlingspris jf. VF udbud 2016 er 350 kr./ton KOD (biogasfælles), indgår som benchmark som en mulig "markedspris", men er forbundet med usikkerhed:
  - > Usikkerhed på markedsprisen er: biogastilskud, afsætning af digestat (økologer/konventionelle), behov for KOD i biogasfælles anlæg (kvalitet, Mejeriforeningens Branchepolitik), manglende kapacitet på Sjælland (medfører meromkostninger til transport).

### Mængder

Man kan forstille sig en række forskellige situationer med forskelligt behov for kapacitet til behandling af KOD. Business casen er derfor beregnet for forskellige affaldsmængder og resultaterne viser, at business casen forbedres jo større mængder, der behandles. Dette skyldes, at der er en vis skalafordel i anlægget, som primært skyldes, at investeringerne og personaleomkostningerne ikke stiger proportionalt med affaldsmængderne.



Beregningerne viser, at det bliver forholdsmeæssigt meget dyrere, hvis der kun behandles 30.000 tons KOD/år, imens der ser ud til at være en vis storskalafordel ved et anlæg på 90.000 tons KOD/år.

Disse oplysninger vil være meget relevante i en beslutningsproces, hvor der ikke nødvendigvis er koordinering imellem de forskellige parter beslutningsprocesser.

Scenarie 1 (50.000 tons KOD/år) er det mest veldokumenterede, imens især scenarie 3 (90.000 tons KOD/år) er mindre veldokumenteret især ift. omkostningerne for biogasanlægget.

#### Synergieffekter

Ud over udnyttelse af eksisterende kapacitet, giver placeringen af anlægget hos BIOFOS en række synergieffekter. Disse inkluderer f.eks. adgang til anvendelse af rensed spildevand, adgang til afsætning af naturgas via HMN, adgang til fjernvarme, gode transportmuligheder, mulighed for synergi i drift og vedligehold samt mulighed for deling af mandskabsfaciliteter mv.

Det har ikke været muligt at kvantificere de økonomiske fordele ved anvendelse af den eksisterende rådnetank sammenlignet med opførelse af en ny tank, da det ikke har været muligt at fastlægge valide økonomidata for opførelse af en ny rådnetank.

#### Gasprisen

Afsætningsprisen for biogas har stor betydning for anlæggets økonomi og der er samtidig en vis usikkerhed på denne. HMN har givet et tilbud om afsætningspris, men det er ikke klart, hvorvidt denne pris er gældende som en fast pris i hele perioden. Prisen fra HMN indeholder bl.a. de forskellige gældende tilskud samt afskrivning af de investeringer, der relaterer sig til projektet. Prisen fra HMN ligger med de nuværende tilskud på 123 kr./GJ ved 50.000 ton KOD<sup>4</sup>.

Indtægten fra afsætning af gassen er projektets eneste indtægtskilde. Den opgraderede biogas er kvalitetsmæssig sammenlignelig med naturgas og vil uden tilskud have samme værdi som naturgas. Da de nuværende tilskud bl.a. korrigerer for variationer i naturgasprisen, er de med den nuværende meget lave naturgaspris afgørende for projektets økonomi. Hvis man forestiller sig en worst case situation, hvor alle tilskud fjernes, vil indtægten fra gassen blive meget lille (18 kr./GJ med en naturgaspris på 53 kr./GJ) eller i værste fald negativ (med dagens naturgaspris på 31 kr./GJ).

Det er usandsynligt, at alle tilskud fjernes, men det er muligt, at der er politisk opbakning til en mindre nedjustering af tilskuddene over tid.

#### Digestat

Afvanding af digestatet har været drøftet i projektet som en mulighed for at begrænse transportomkostningerne. Det har ikke været muligt at lave en detaljeret beregning af de økonomiske konsekvenser ved afvanding, men en

---

<sup>4</sup> Dette er under forudsætning at certifikaterne sælges til markedspris. [Såfremt biogascertifikaterne sælges til 3. part kan CO2 effekten ikke også indregnes i parternes CO2 regnskab]

indledende overslagsberegning viser, at omkostningerne til afvanding vil påvirke behandlingsomkostningerne voldsomt, hvilket ikke kan modsvares af de sparede transportomkostninger.

Der var som udgangspunkt et ønske fra projektpartnerne om at afsætte digestatet til økologisk jordbrug. Seges undersøgelser har dog vist, at der på nuværende tidspunkt er relativt få økologiske jordbrug indenfor en rimelig køreafstand. Der er derfor som udgangspunkt regnet med, at hovedparten af digestatet afsættes til konventionelle bønder.

En sammenligning med den markedspris, som Vestforbrænding har opnået ved udbud af deres KOD mængder viser, at den skitserede løsning hos BIOFOS vil være lidt dyrere. Der er dog også relativt stor usikkerhed på afsætningsprisen, da den bygger på erfaringer fra ét udbud på et ikke modent marked og derfor ikke nødvendigvis afspejler de reelle omkostninger ved behandlingen. Dette betyder, at det ikke er sikkert, at man kan forvente samme pris ved et lignende udbud senere.