



AquaDjurs A/S Reno Djurs I/S

Screening vedr. muligheden for sam-udrådning af slam
og kildesorteret organisk husholdningsaffald

Oktober 2015

AquaDjurs A/S Reno Djurs I/S

Screening vedr. muligheden for sam-udrådning af slam
og kildesorteret organisk husholdningsaffald

Udarbejdet af: Søren Lehn Petersen, Krüger A/S

Kontrolleret af: Svend Marker

Udgave/dato: ver. 2/oktober 2015

Krüger A/S

Gladsaxevej 363
DK-2860 Søborg
T +45 3969 0222

SØBORG

ISO 9001 CERTIFIED

Indkildevej 6C
DK-9210 Aalborg SØ
T +45 9818 9300

AALBORG

Haslegårdsvænget 18
DK-8210 Aarhus V
T +45 8746 3300

AARHUS

www.kruger.dk

Fabriksparken 50
DK-2600 Glostrup
T +45 4345 1676

GLOSTRUP

Indholdsfortegnelse

1	Baggrund for screening	2
2	Udgangspunkt for vurderinger	4
2.1	Fornæs Renseanlæg	4
2.2	Rådnetanksbelastning	4
2.3	Forudsætninger for scenarieberegninger	4
2.3.1	Spildevandsslam	4
2.3.2	Kildesorteret organisk husholdningsaffald	5
2.3.3	Scenarieberegninger	6
2.3.4	Krav til slambehandling	6
3	Forslag til anlægsopbygning for modtagelse af KOD	8
3.1	Nødvendige anlægsinvesteringer	8
4	Forudsætninger for opgørelse af driftsøkonomi	9
5	Sam-udrådning af spildevandsslam og kildesorteret husholdningsaffald	11
5.1	Anlægsudvidelser	13
5.2	Scenarie "1-trins + KOD"	14
5.3	Scenarie "1-trins + septisk slam + KOD	16
5.4	Scenarie "2-trins + septisk slam + KOD	18
6	Samlet konklusion på den gennemførte screening	22

Bilagliste

Bilag 1: Beskrivelse af muligt opbygning af affaldsbehandlingsanlæg til pulpning af kildesorteret organisk dagrenovation (KOD).

Bilag 2: Overslag for investeringer

Bilag 3: Indtægter og udgifter for scenarieberegningerne

1 Baggrund for screeningen

I forbindelse med optimering af energiproduktionen ved Fornæs Renseanlæg og Reno Djurs's fremadrettede håndtering af kildesorteret organisk dagrenovation (KOD), ønskes det undersøgt, hvorvidt tilførsel af det kildesorterede organiske husholdningsaffald indsamlet af Reno Djurs med fordel kan indpasses og udnyttes til udrådning sammen med den eksisterende spildevands- og slamhåndtering på Fornæs Renseanlæg.

Det er endvidere et ønske fra AquaDjurs via øget biogasproduktion dels at kunne sælge strøm dels at blive sevforsynende med varme.

Det ønskes undersøgt, hvilke konsekvenser sam-udrådning har i forhold til nye anlægsudvidelser og investeringer samt den samlede driftsøkonomi.

Grundlaget for nærværende screening er Fornæs Renseanlæg og belastningen på dette anlæg. Følgende screeningsopgave er således gennemført for bl.a. at afdække:

- Hvordan kan en sådan samudrådning – generelt kaldet co-digestion – etableres på det eksisterende Fornæs Renseanlæg?
- Hvilket yderligere investeringsomfang vil dette medføre – affaldsbehandlingsanlæg, gasmotor, større rådnetank, afvander, varmevekslere, mm.?
- Hvilken driftsøkonomi kan der forventes, herunder modtagepris for håndtering af KOD?

Der regnes på nedenstående 3 scenarier med tilført kildesorteret organisk husholdningsaffald (KOD), som sammenholdes med det nuværende statusscenarie (udrådning af spildevandsslam):

1. Scenarie "1-trins + KOD". Biologisk slam og fedt plus 4.000 tons KOD fra Reno Djurs.
2. Scenarie "1-trins + sp (septisk slam) + KOD". Biologisk slam, fedt, septisk slam plus 4.000 tons KOD fra Reno Djurs.
3. Scenarie "2-trins + sp + KOD". Primær slam, biologisk slam, septisk slam og fedt plus 4.000 tons KOD fra Reno Djurs.

Affaldsmængderne i scenarierne er oplyst/anslået af Reno Djurs og dækker såvel Norddjurs Kommune som Syddjurs Kommune.

Denne rapport præsenterer de opnåede resultater af screeningen. Alle proces-tekniske vurderinger er lavet med baggrund i generelle erfaringstal suppleret med data fra AquaDjurs og Reno Djurs, ligesom alle anlægsinvesteringer er lavet som overslagspriser ud fra tilsvarende anlæg. Rapportens resultater skal derfor betragtes vejledende og kan ikke betragtes som et skitseprojekt.

2 Udgangspunkt for vurderinger

Der er indhentet data fra AquaDjurs for fastlæggelse af datagrundlag for screeningens vurderinger. Dette datagrundlag er præsenteret i det følgende.

2.1 Fornæs Renseanlæg

På Fornæs Renseanlæg håndteres en spildevandsbelastning svarende til ca. 45.000 PE, som fremover ikke forventes at stige væsentligt. Der produceres i dag alene biologisk slam (sekundær slam). Som statusscenarie anvendes en belastning svarende til 45.000 PE uden tilførsel af KOD.

Der produceres i dag biogas på basis af biologisk slam og slam fra fedtbrønde. Den producerede biogas anvendes alene til produktion af varme via forbrænding i gasfyr.

AquaDjurs arbejder løbende med optimering, forbedringer og evt. udvidelser af Fornæs Renseanlæg, herunder er der et stærkt ønske om så vidt muligt at blive selvforsynende med eltricitet. Dette falder umiddelbart fint i tråd med strategier for Reno Djurs fremtidige håndtering af KOD, hvor en mulighed netop kan være sam-udrådning af spildevandsslam og KOD.

Datagrundlaget for denne screening er lavet som belastningen for Fornæs Renseanlæg såvel i status som plansituationen.

2.2 Rådnetanksbelastning

Det er med baggrund i ovenstående valgt at tage udgangspunkt i den nuværende situation, hvor rådnetanken på Fornæs Renseanlæg med en daglig tilførsel på ca. 2,5 tons tørstof vurderes at have ledig kapacitet til at håndtere yderligere tørstof. Med den nuværende tilførsel af tørstof giver med det eksisterende rådnetanksvolumen på 1.500 m³ en hydraulisk opholdstid på ca. 28 dage i rådnetanken. Ved mesofil drift regnes 20 dages opholdstid for at være tilstrækkeligt, mens 12 dages opholdstid ved termofil drift anses som tilstrækkeligt for en acceptabel udrådning af slam.

2.3 Forudsætninger for scenarieberegninger

2.3.1 Spildevandsslam

Når der overvejes sam-udrådning er det vigtigt at understrege, at dette er betinget af, at slamkvaliteten er acceptabel og slammet ikke indeholder miljøfremmede stoffer eller tungmetaller over grænseværdierne, jf. slambekendtgørelsen.

I modsat fald kan der være tale om fortynding, hvilket ikke er en godkendt metode til at overholde grænseværdierne.

Ud fra oplysninger fra AquaDjurs er nedenstående slamproduktion og tilførsel til rådnetanken beregnet svarende til en belastning på 45.000 PE, jf. tabel 1-3.

Tabel 1. Slamproduktion status scenariet og scenarie "1-trins + KOD"

Slamtype	kg TS/d	% TS	m³/d
Sekundær	2.554	5,3	48
Fedt (slam)	150	5,0	3
Total	2.704	5,3	51

Tabel 2. Slamproduktion scenarie 1-trins + septisk slam + KOD"

Slamtype	kg TS/d	% TS	m³/d
Sekundær	2.554	5,3	48
Septisk	129	15	1
Fedt (slam)	150	5,0	3
Total	2.833	5,4	52

Tabel 3. Slamproduktion scenarie 2-trins + septisk slam + KOD"

Slamtype	kg TS/d	% TS	m³/d
Primær	2.610	5,3	49
Sekundær	894	5,3	17
Septisk	129	15	1
Fedt (slam)	150	5,0	3
Total	3.783	5,4	70

2.3.2 Kildesorteret organisk husholdningsaffald

Mængden af kildesorteret organisk husholdningsaffald er baseret på oplysninger fra Reno Djurs, der har oplyst, at der årligt højst kan forventes indsamlet 6.400 tons affald til forbehandling i hele indsamlingsområdet for Reno Djurs. Heraf

forventes ca. 4.000 tons KOD at kunne forbehandles og anvendes til energiproduktion.

Denne mængde kan sammenlignes med beregninger udført på baggrund af erfaringstal fra Billund Kommune, hvor hver indbygger årligt producerer ca. 65 kg organisk dagrenovation, som indsamles og afleveres med henblik på biogasproduktion. En sådan beregning baseret på erfaringstal fra Billund Kommune vil for Reno Djurs opland resultere i en årlig mængde indsamlet og anvendelig mængde organisk KOD på ca. 3.000 tons. Dette er væsentligt lavere end den af Reno Djurs forventede mængde KOD. Det er i beregningerne valgt at anvende de af Reno Djurs oplyste mængder KOD.

Mængden på 4.000 tons anvendeligt KOD udgør godt 60 % af den anslåede tilgængelige mængde KOD i Norddjurs Kommune og Syddjurs Kommune.

Med hensyn til tørstofindholdet i KOD er erfaringstal fra Billund Kommune anvendt. Der regnes således med, at det indsamlede KOD har et tørstofindhold på 33 %.

2.3.3 Scenarieberegninger

Der er foretaget økonomiske beregninger af 3 scenarier med tilførsel af 4.000 tons KOD, og med tilførsel af slam fra fedtbrønde, biologisk slam, primær slam og/eller septisk slam, jf. nedenstående tabel 2.

Beregninger for de enkelte scenarier sammenholdes med beregninger for den nuværende situation "status", hvor der alene udrådnes biologisk slam og fedt fra fedtbrønde.

Tabel 4. Mængder af tilført KOD til Fornæs Renseanlæg.

Gælder for alle scenarier med tilførsel af KOD

Tons KOD/år	% TS	Tons TS/år
4.000	33	1.320

2.3.4 Krav til slambehandling

Ved sam-udrådning af spildevandsslam og husholdningsaffald, vil restproduktet skulle håndteres jf. Slambekendtgørelsens Bilag 3, se tabel 5.

Af hensyn til muligheden for at kunne afsætte slammet efter endt behandling, anbefales en løsning, der lever op til kravene til "kontrolleret hygiejnisering".

Slambekendtgørelsens krav kan således opfyldes enten i form af en termofil rådnetank, der drives batchvis, eller i formen af en kontinuert drevet rådnetank (mesofil eller termofil) med tilhørende hygiejniseringsstrin.

I dette ideoplæg er der regnet med en kontinuert drevet hygiejniseringsløsning, hvor blandingen af husholdningsaffald og slam hygiejniseres i et separat hygiejningsanlæg efter pulpning, tilsvarende den eksisterende løsning på Grindsted Renseanlæg.

Tabel 5. Behandlingskrav for forskellige typer organisk affald.

Efter Slambekendtgørelsen.

Behandling Affald	Ikke behandlet	Stabiliseret	Kontrolleret kompostering	Kontrolleret hygiejniserings
A) Slam m.v. fra vegetabilsk produktion	+	+	+	+
B) Slam m.v. fra dambrug	Må ikke anvendes på rekreative arealer og privat havebrug	+	+	+
C Slam fra forarbejdning af animalske råvarer	Må ikke anvendes til jordbrugsformål	Må ikke anvendes til jordbrugsformål	Må ikke anvendes til jordbrugsformål	+ (3)
D) Organisk madaffald	Må ikke anvendes til jordbrugsformål	Må ikke anvendes til jordbrugsformål	(1) + (4)	+ (4)
E) Spildevandsslam	Må ikke anvendes til jordbrugsformål	Ikke til fortærbare afgrøder eller på rekreative arealer og privat havebrug. Nedbringes inden 6 timer efter tilførsel. (2)	Ikke til fortærbare afgrøder eller på rekreative arealer og privat havebrug. (2)	+
F) Animalske biprodukter, bortset fra organisk dagrenovation og storkøkkenaffald	Skal følge reglerne, der fremgår af EuropaParlamentets og Rådets forordning (EF) Nr. 1774/2002 af 3. oktober 2002 om sundhedsbestemmelser for animalske biprodukter, som ikke er bestemt til konsum			

+ Kan anvendes uden hygiejnisk begrundede restriktioner.

(1) På brug med klovbærende dyr skal udspreddning og nedbringning af kompost ske før såning.

(2) På arealer, hvor der tilføres spildevandsslam, må der indtil 1 år efter tilførsel kun dyrkes korn- eller frøafgrøder til modenhed samt græs eller lignende til industriel fremstilling af tørfoder. Endvidere må der dyrkes ikke fortærbare afgrøder. Der må f.eks. ikke dyrkes kartofler, græs og majs til ensilage samt foder eller sukkerroer.
Ved udspreddning i skov skal skoven holdes lukket for offentligheden mindst 1/2 år efter tilførsel. Afspærring skal gennemføres med skiltning, der forbyder plukning af bær, svampe og lignende.
Opbevarings-, transport-, sprednings- og nedfældningsudstyr skal rengøres forsvarligt umiddelbart efter brugen.

(3) Kun efter hygiejniserings ved 70 C i 60 minutter og efterfølgende bioforgasning eller kompostering.

(4) Vedrørende anvendelse på græsningsarealer skal reglerne, der fremgår af EuropaParlamentets og Rådets forordning (EF) Nr. 1069/2009 af 21. oktober 2009 om sundhedsbestemmelser for animalske biprodukter, som ikke er bestemt til konsum, desuden følges.

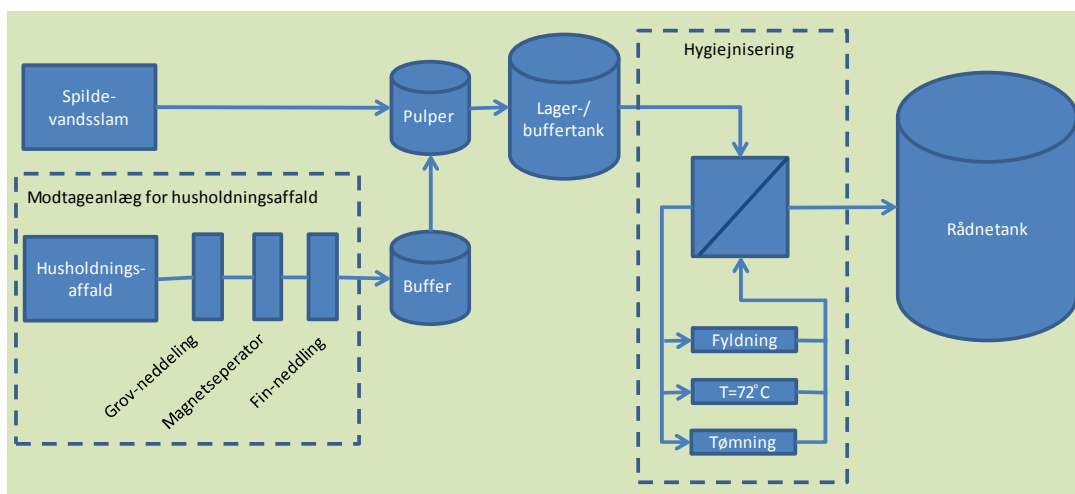
3 Forslag til anlægsopbygning for modtagelse af KOD

På nedenstående figur ses den principielle opbygning af den foreslåede løsning til etablering af sam-udrådning af slam og husholdningsaffald. Der henvises til bilag 1 for nærmere beskrivelse af anlægsopbygningen af modtage- og behandlingsanlægget i Billund Kommune.

Anlægget, der skal etableres for modtagelse og behandling af KOD, består overordnet set af følgende:

- Modtage- og neddelingsanlæg for modtagelse af KOD
- Pulper til KOD og spildevandsslam
- Buffertank(e) for udligning af flow
- Hygiejniseringsanlæg inkl. varmegenvinding

Figur 1. Overordnet flowdiagram for modtagelse og behandling af organisk KOD.



3.1 Nødvendige anlægsinvesteringer

Implementering af denne løsning i praksis kræver først og fremmest etablering af et modtageanlæg til KOD samt hygiejniseringsanlæg, som beskrevet ovenfor og i bilag 1, men derudover også forøgede investeringer til evt. ekstra rådnetanksvolumen samt en gasmotor, supplerende rejektivandsbehandling, procesbygning, m.m.

4 Forudsætninger for opgørelse af driftsøkonomi

For at kunne opgøre driftsøkonomien til sammenligning af beregningsscenarierne er der anvendt værdierne listet i tabel 6. Hvor data fra AquaDjurs og Reno Djurs er oplyst, er disse anvendt i beregningerne og suppleret med erfaringstal, hvor data ikke er oplyst af AquaDjurs og Reno Djurs.

Tabel 6. Forudsætninger for opgørelse af driftsøkonomi.

Forudsætninger for driftsøkonomi	Oplyst af Reno-Djurs/AquaDjurs	Erfaringstal
Energipris		0,9 kr./kWh
Antaget polymerforbrug til forafvanding		10 kg aktiv/ton TS
Antaget polymer til slutafovanding		10 kg aktiv/ton TS
Antaget polymerpris		20 kr./kg aktiv
Timepris på mandskab til drift og vedligehold		375 kr./time
Mandskab til drift og vedligehold af forafvanding		3 timer pr. uge
Mandskab til drift og vedligehold af slutafovanding		4 timer pr. uge
Antaget slambortskaffelsespris		199 kr./ton slam
Energi til forafvanding		2-2,5 kWh/h
Energi til slutafovanding		40 kWh/ton TS
Forudsat salgspris på el		1,10 kr./kWh
Forudsat salgspris på varme	0 kr/kWh	0,2 kr/kWh
Drift og vedligehold af motor		0,12 kr./kWh el prod.
Behandlingspris for KOD leveret, nuværende	370 kr./ton KOD	
Gasudbytte organisk KOD ved 33 % TS		150 Nm ³ biogas/ton
El forbrug: Modtagelse, neddeling transport, pulpning af KOD		40 kWh/ton
Bemanding af affaldsanlæg, inkl. hygiejnisering		4 dage pr. uge
Vedligehold af affaldsanlæg		30 kr./ton modtaget

Af de antagne enhedspriser er de mest kritiske følgende:

- Slambortskaffelsesprisen er 199 kr. /ton slam. Der er regnet med, at det afvandede slam kan afsættes som A-slam. Såfremt der er tale om B-slam vurderes bortskaffelsesprisen at stige til ca. 450 kr./ton.
- Behandlingspris for håndtering af KOD er sat til 370 kr./ton KOD leveret på anlægget. Dette svarer til den nuværende behandlingspris/forbrændingspris for husholdningsaffald.
- El-afregningsprisen, som pt. er høj (1,21 kr. /kWh), følger naturgasprisen og vil derfor være variabel. Der er regnet med elafregningspris på 1,10 kr. /kWh.

Dansk Affaldsforening har af Niras fået lavet en undersøgelse af priserne for behandling af organisk affald. Rapporten viser, at behandlingsomkostninger ligger mellem 365 – 725 kr./ton og er derfor på niveau med affaldsforbrænding [www.dakofa.dk]. I disse beregninger er behandlingsprisen som udgangspunkt sat til 370 kr./ton svarende til den nuværende behandlingspris.

Der er udført følsomhedsberegninger, hvor driftsøkonomiens afhængighed af varierende modtagegebyr og slambortskaffelsespris er vurderet.

5 Sam-udrådning af spildevandsslam og kildesorteret husholdningsaffald

Resultaterne fra den gennemførte screening af løsningen med sam-udrådning af kildesorteret husholdningsaffald og spildevandsslam er præsenteret i dette afsnit.

Som for basisscenario antages renseanlægget belastet, som beskrevet i afsnit 2, og belastningen på rådnetanken suppleres med neddelt kildesorteret husholdningsaffald.

Den resulterende blanding af afvandet spildvandsslam og neddelt KOD har for 1-trins scenarier med KOD et tørstofindhold på knap 10 % og for 2-trins scenariet et tørstofindhold på ca. 9 %. For ikke at få problemer med for højt tørstofindhold ved varmeveksling i forbindelse med hygiejniseringen, pumpning og omrøring i rådnetanken bør tørstofindholdet i blandingen af slam og KOD erfaringsmæssigt ikke være højere end ca. 6,5 %. TS.

For at imødekomme dette krav kan det vælges at undlade forafvandingen af slammet eller afvande det til en lavere koncentration. Sådanne tiltag kræver konkrete vurderinger.

Baseret på disse forudsætninger opnås følgende masse- og energibalance, jf. tabel 7.

**Tabel 7. Masse og energibalance for scenario:
Sam-udrådning af spildevandsslam og organisk KOD.**

	Status	1-trin + KOD	1-trin, sp + KOD	2-trin, sp + KOD
Primærslamproduktion, kg TS/dag	0	0	0	2.610
Bioslamproduktion, kg TS/dag	2.554	2.554	2.554	894
Septisk slam, kg TS/dag	0	0	129	129
Fedt, kg TS/dag	150 kg	150	150	150
Husholdningsaffald, kg TS/dag	0	3.616	3.616	3.616
Dagligt flow ved % TS: 5,3/ 6,5/ 6,5/6,5 m ³ /dag	51	97	99	114
TS omsætning ved udrådning, %	30 %	50 %	50 %	49 %
Metangasproduktion, Nm³ CH₄/dag				
Fra slam og fedt, Nm ³ CH ₄ /dag	383	383	400	866
Fra KOD, Nm ³ CH ₄ /dag	0	1.068	1.068	1.068
Total gasproduktion, Nm ³ CH ₄ /dag	383	1.451	1.468	1.934
Netto el- produktion, MWh/år				
Fra slam og fedt, MWh/år	0	544	569	1.232
Fra KOD, MWh/år	0	1.521	1.521	1.521
Total netto elproduktion, MWh/år	0	2.065	2.096	2.753
Varmeproduktion, MWh/år				
Fra slam og fedt, MWh/år	561	656	685	1.485
Fra KOD, MWh/år	0	1.833	1.833	1.833
Total varmeproduktion, MWh/år	1.255	2.489	2.518	3.318
Procesvarmebehov, MWh/år	694	1.525	1.556	1.785
Netto varmeproduktion, MWh/år	561	964	962	1.533
Antaget TS % efter slutaftvanding	25 %	25 %	25 %	25 %
Slam til slutdisponering, ton/år	2.720	4.568	4.700	5.289
Kvælstof fra rejeftvand, Kg N/dag	44	86	88	80

Sp: septisk slam

Fornæs renseanlæg har et eget el-forbrug på ca. 1.500 MWh/år, hvilket i alle tre scenarier vil kunne blive dækket, såfremt der samudrådnes og installeres en gas-motor. Derudover vil der være et overskud på ca. 500 – 1.250 MWh/år, som vil kunne dække en del af elforbruget til pumpning i forbindelse med det afskærende ledningssystem.

Foruden masse- og energibalance er der lavet følgende procestekniske vurderinger:

Tabel 8. Procesvurderinger for scenario: Sam-udrådning af spildevandsslam og KOD.

	Status	1-trin + KOD	1-trin, sp + KOD	2-trin, sp + KOD
TS % fra forafvander for ønsket fortynding af KOD	5,3 %	3,2 %	3,2 %	3,6 %
Internt varmekonsum ved opvarmning, kWh/dag	1.902	4.177	4.263	4.891
Opholdstid på RT, dage	28	15	15	13
Intern kvælstofbelastning fra rejekt, kg N/dag	44	86	88	80
Rejektvandsflow (ekskl. polymervand), m ³ /dag	44	85	86	99
NH ₄ koncentration i rådnetank, mg/l	1.000	1.010	1.000	806
Forøget energikonsum til ekstra beluftning, MWh/år	-	27	29	24
Nødvendigt effektivt rådnetanksvolumen, m ³	1.433	1.459	1.488	1.480

Ved scenariet med 1-trins renseanlæg og tilførsel af 4.000 tons KOD bliver den hydrauliske opholdstid knap 15 dage med det eksisterende rådnetanksvolumen på 1.500 m³. Dette vurderes, at være tilstrækkeligt for en acceptabel udrådning af såvel spildevandsslam som KOD under termofile forhold.

Ved scenariet med 2-trins renseanlæg bliver den hydrauliske opholdstid knap 13 dage med det eksisterende rådnetanksvolumen. Dette vurderes også at være tilstrækkeligt for acceptabel udrådning.

I forbindelse med omlægning til termofil drift skal det forventes, at der skal foretages investeringer i nye pumper, varmeveksler, rør mm.

Den forøgede rejektvands-belastning på maks. 45 kg N/d skal ses i forhold til den nuværende tilløbsbelastning på ca. 600 kg N/d. Den forøgede N-belastning vurderes at kunne renses indenfor det eksisterende procesvolumen.

I scenarieberegningerne er energiforbruget og driftsomkostninger til øget beluftning medtaget. Investeringer i øget beluftningskapacitet er ikke medregnet.

5.1 Anlægsudvidelser

De primære anlægsmæssige forskelle mellem scenarier med sam-udrådning med KOD og uden sam-udrådning er følgende:

- Procesbygning
- Modtage- og neddelingsanlæg for modtagelse af KOD
- Hygiejniseringsbehov for modtagelse af KOD
- Mesofil vs termofil drift af rådnetank
- Øget opvarmningskapacitet (indeholdes evt. i hygiejniseringsanlæg)
- Investering i gasmotoranlæg
- Evt. øget afvandingskapacitet
- Evt. øget kapacitet til rejektivandsbehandling

5.2 Scenarie "1-trins + KOD"

De økonomiske beregninger for dette scenarie er baseret på, at rådnetanken drives termofil ved ca. 55 grader C.

Overslagsmæssigt vurderes det, at der skal gøres nye investeringer i forbindelse med modtagelse, behandling og udrådning af organisk husholdningsaffald sammen med spildevandsslam i størrelsesordenen omkring 42 mio. dkk. Investeringerne omfatter bl.a. procesbygning/klimaskærm, modtage- og behandlingsanlæg for KOD, hygiejniseringsanlæg, diverse tanke, gasmotor, motorrum, projektering og uforudsete omkostninger. Omkostninger til myndighedsbehandling er ikke medtaget.

Fra de procestekniske vurderinger og forudsætningerne beskrevet i afsnit 4, opstilles følgende overslag på driftsøkonomien for behandling af KOD, se tabel 9. Et mere detaljeret driftsbudget findes i bilag 3.

Tabel 9. Overslag på driftsøkonomi fra scenarie "1-trins + KOD"

	Uden KOD	Med KOD	Difference	
Indtægter i alt	0	3.751.000	3.751.000	DKK/år
Udgifter i alt	1.097.000	2.752.000	1.655.000	DKK/år
Årligt resultat	-1.097.000	999.000	2.096.000	DKK/år

Som det fremgår af tabel 9 skønnes årets resultat under de givne forudsætninger at blive forbedret med knap 2,1 mio. DKK ved modtagelse, håndtering og sam-udrådning af organisk husholdningsaffald og spildevandsslam.

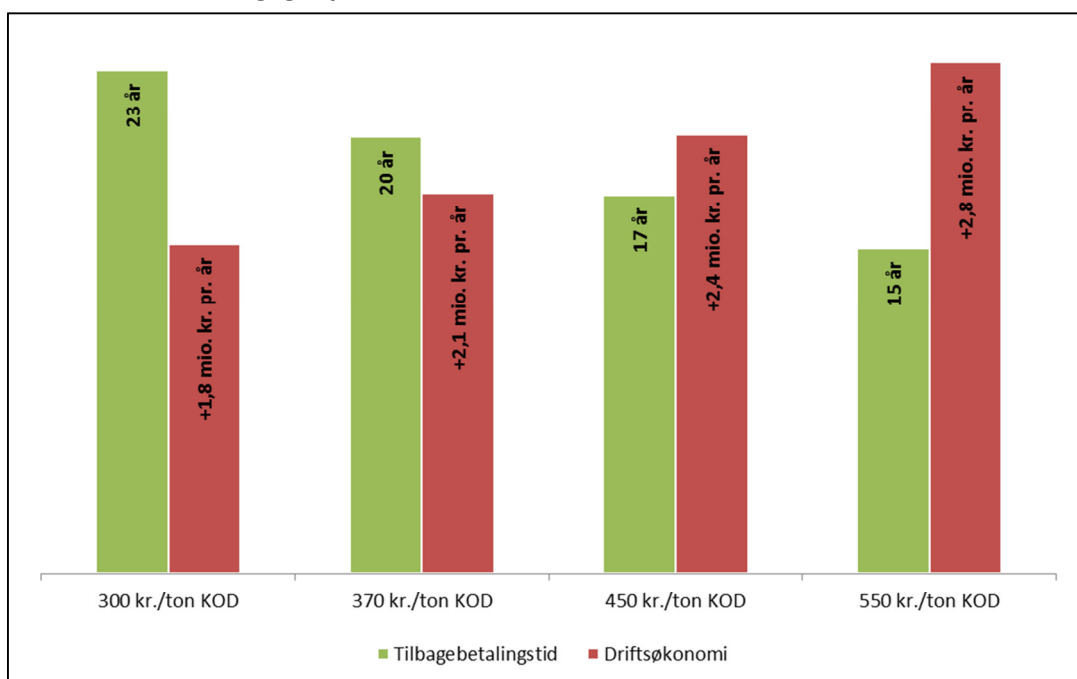
I tabel 10 ses investeringsomfanget, den årlige driftsøkonomi samt den simple tilbagebetalingstid for anlægsinvesteringen for scenariet. Tabellen viser, at under de givne forudsætninger, vil den simple tilbagebetalingstid ved etablering af et affaldsbehandlingsanlæg med tilhørende hygiejnisering være omkring 20 år.

Tabel 10. Investeringsomfang, drift og simpel tilbagebetalingstid

Investering	42 mio. kr
Årlig difference	2,1 mio. kr./år
Simpel tilbagebetalingstid	Ca. 20 år

I bilag 2 findes en opdeling af de forventede anlægsinvesteringer.

Af nedenstående figur 2 fremgår effekten ved varierende modtagegebyr for det organiske husholdningsaffald. Øvrige variable fastholdes, som i tabel 6 under afsnit 4.

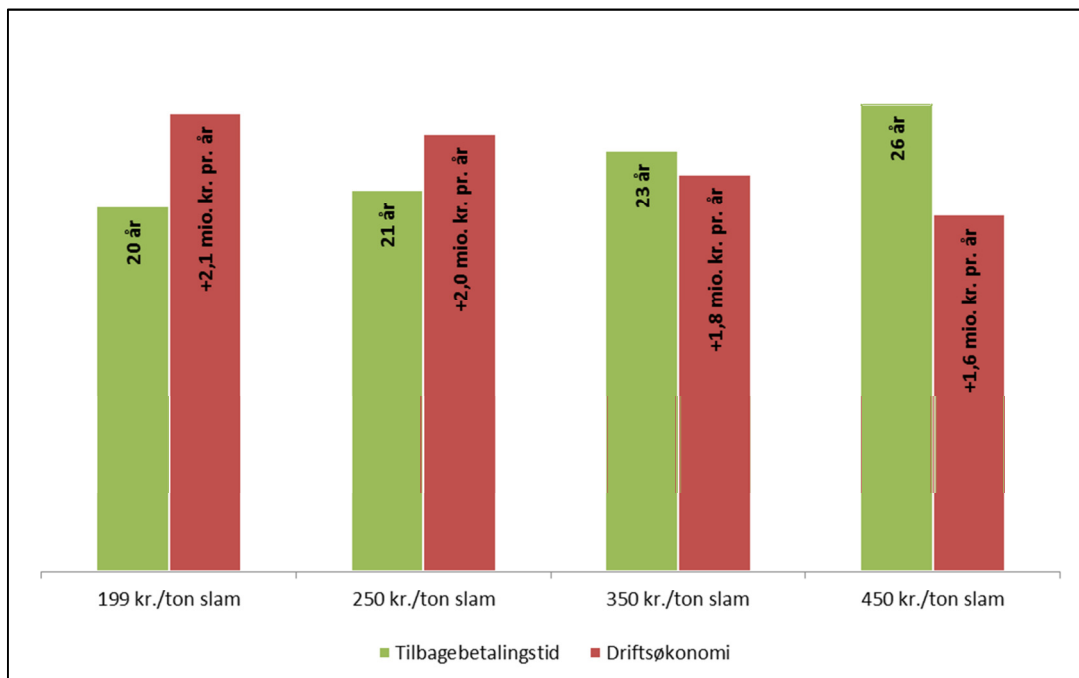
Figur 2. Følsomhedsanalyse af driftsøkonomi og simpel tilbagebetalingstid som funktion af varierende modtagegebyr for KOD, scenarie "1-trins + KOD".

Figur 2 viser effekten af varierende modtagegebyr for organisk affald, således at den simple tilbagebetalingstid kan variere fra 15 – 23 år.

Udbud og efterspørgsel på det organiske affald vil kunne gøre, at værdien af det organiske husholdningsaffald i fremtiden vil variere, og modtagegebyret dermed kan stige eller falde.

Der findes flere variable, som har betydning for den samlede driftsøkonomi, og af den følgende figur 3 fremgår slambortskaffelssesprisens betydning for driftsøkonomien og den simple tilbagebetalingstid. (Fastholdt modtagegebyr for organisk KOD på kr. 370,- /ton).

Figur 3. Følsomhedsanalyse af driftsøkonomi og simpel tilbagebetalingstid som funktion af varierende slambortskaffelsespris, scenarie "1-trins + KOD".



Det fremgår af figuren, at slambortskaffelsesprisens betydning for den samlede driftsøkonomi og tilbagbetalingstid ikke er så markant som modtageprisens betydning. Den simple tilbagebetalingstid kan variere fra 20 til 26 år under de givne forudsætninger.

5.3 Scenarie "1-trins + septisk slam + KOD"

De økonomiske beregninger for dette scenarie er baseret på, at rådnetanken drives termofil ved ca. 55 grader C.

Overslagmæssigt vurderes det, at der skal gøres nye investeringer i forbindelse med modtagelse, behandling og udrådning af organisk husholdningsaffald sammen med spildevandsslam i størrelsesordenen omkring 42 mio. dkk. Investeringerne omfatter bl.a. let procesbygning/klimaskærm, modtage- og behandlingsanlæg for KOD, hygiejniseringsanlæg, diverse tanke, gasmotor, motorrum, projektering og uforudsete omkostninger. Omkostninger til myndighedsbehandling er ikke medtaget.

Fra de procestekniske vurderinger og forudsætningerne beskrevet i afsnit 4, opstilles følgende overslag på driftsøkonomien for behandling af kildesorteret organisk KOD, se tabel 11. Et mere detaljeret driftsbudget findes i bilag 3.

Tabel 11. Overslag på driftsøkonomi fra scenarie "1-trins + sp + KOD".

	Uden KOD	Med KOD	Difference	
Indtægter i alt	0	3.779.000	3.779.000	DKK/år
Udgifter i alt	1.097.000	2.801.000	1.704.000	DKK/år
Årligt resultat	-1.097.000	978.000	2.075.000	DKK/år

Som det fremgår af tabel 11 skønnes årets resultat under de givne forudsætninger at blive forbedret med godt 2,1 mio. DKK ved modtagelse, håndtering og samudrådning af organisk husholdningsaffald og spildevandsslam.

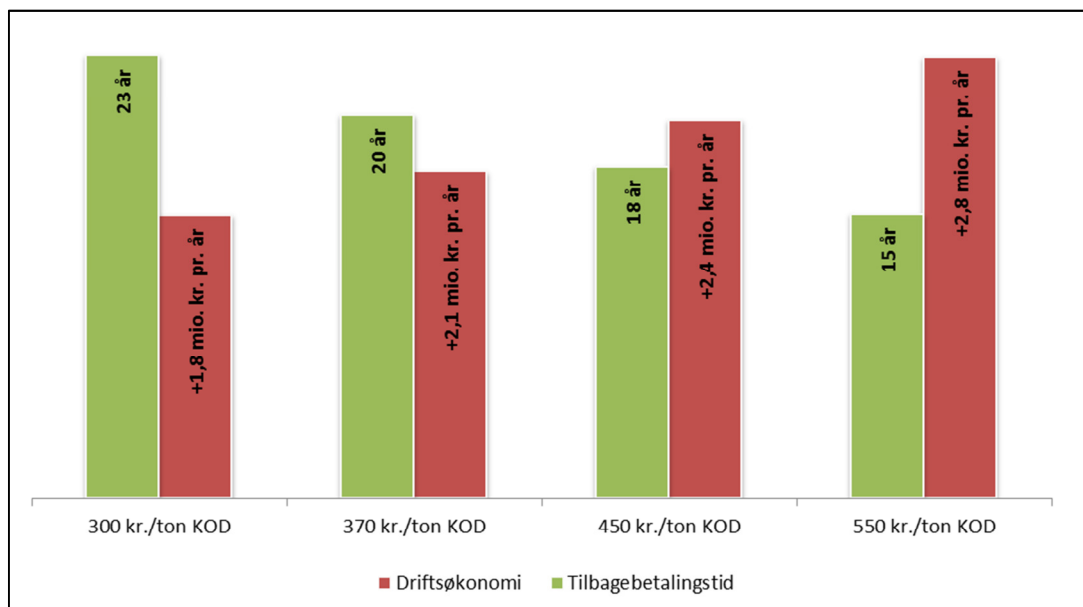
I tabel 12 ses anlægsinvesteringsomfanget, den årlige driftsøkonomi samt den simple tilbagebetalingstid for investeringen for scenariet. Tabellen viser, at under de givne forudsætninger vil den simple tilbagebetalingstid ved etablering af et affaldsbehandlingsanlæg med tilhørende hygiejnisering være omkring 20 år.

Tabel 12. Investeringsomfang, drift og tilbagebetalingstid

Investering	42 mio. kr
Årlig difference	2,1 mio. kr./år
Simple tilbagebetalingstid	Ca. 20 år

I bilag 2 findes en opdeling af de forventede anlægsinvesteringer.

Af nedenstående figur 4 fremgår effekten ved varierende modtagegebyr for det organiske husholdningsaffald. Øvrige variable fastholdes, som under afsnit 4.

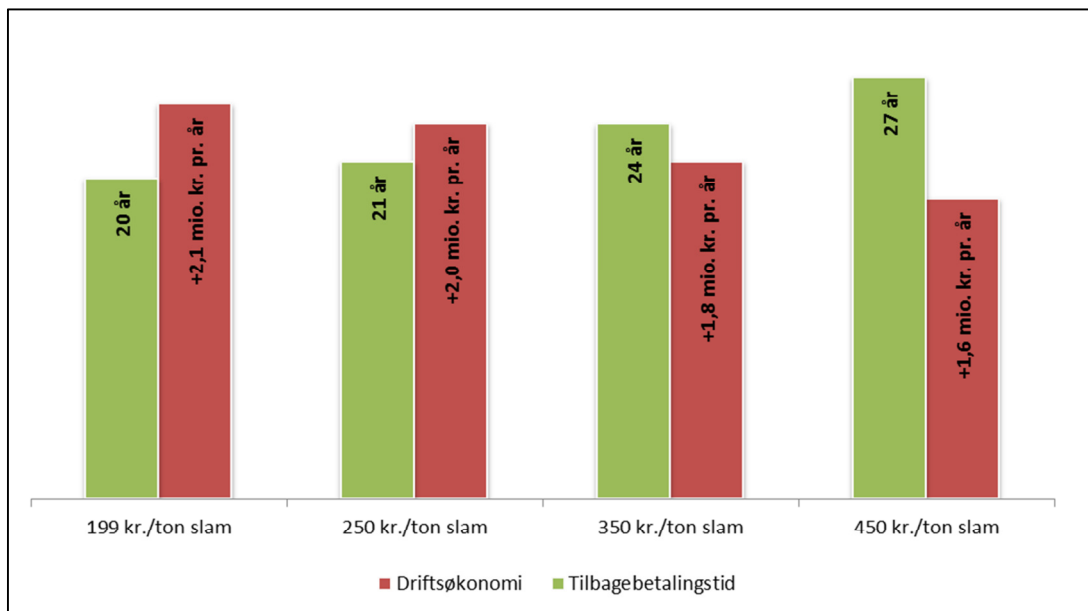
Figur 4. Følsomhedsanalyse af driftsøkonomi og simpel tilbagebetalingstid som funktion af varierende modtagegebyr for KOD, scenarie "1-trins + sp + KOD.

Figuren viser effekten af varierende modtagegebyr for organisk affald, således at den simple tilbagebetalingstid kan variere fra 15 - 23 år.

Udbud og efterspørgsel på det organiske affald vil kunne gøre, at værdien af det organiske husholdningsaffald i fremtiden vil variere, og modtagegebyret dermed kan stige eller falde.

Af nedenstående figur 5 fremgår følsomhedsanalyse af slambortskaffelsesprisen betydning for driftsøkonomien og den simple tilbagebetalingstid. (Fastholdt modtagegebyr for organisk KOD på kr. 370,- /ton).

Figur 5. Følsomhedsanalyse af driftsøkonomi og simpel tilbagebetalingstid som funktion af varierende slambortskaffelsespris, scenarie "1-trins + sp + KOD".



Det fremgår af figuren, at slambortskaffelsesprisen betydning for den samlede driftsøkonomi og tilbagebetalingstid ikke er så markant som modtageprisen betydning. Den simple tilbagebetalingstid kan variere fra 20 til 27 år under de givne forudsætninger.

5.4 Scenarie "2-trins + septisk slam + KOD"

De økonomiske beregninger for dette scenarie er baseret på, at rådnetanken drives termofil ved ca. 55 grader C.

Ombygning til 2-trins-rensning er indregnet som et forfiltreringsanlæg, bestående af skivefiltre. Ved ombygningen vil rensekapaciteten på Fornæs Renseanlæg øges med ca. 45%, svarende til en kapacitet efter ombygning på 90.000 PE.

Overslagsmæssigt vurderes det, at der skal gøres nye investeringer i forbindelse med omlægning til 2-trins renseanlæg, modtagelse, behandling og udrådning af organisk husholdningsaffald sammen med spildevandsslam i størrelsesordenen omkring 50 mio. dkk. Investeringerne omfatter bl.a. let procesbygning/klimaskærm, modtage- og behandlingsanlæg for KOD, hygiejniseringsanlæg, diverse tanke, gasmotor, motorrum, projektering og uforudsete omkostninger. Omkostninger til myndighedsbehandling er ikke medtaget.

Fra de procestekniske vurderinger og forudsætningerne beskrevet i afsnit 4, opstilles følgende overslag på driftsøkonomien for behandling af kildesorteret organisk KOD, se tabel 13. Et mere detaljeret driftsbudget findes i bilag 3.

Tabel 13. Overslag på driftsøkonomi fra scenarie "2-trins + sp + KOD"

	Uden KOD	Med KOD	Difference	
Indtægter i alt	0	4.508.000	4.508.000	DKK/år
Udgifter i alt	1.097.000	3.139.000	2.042.000	DKK/år
Årligt resultat	-1.097.000	1.369.000	2.466.000	DKK/år

Som det fremgår af tabel 13 skønnes årets resultat under de givne forudsætninger at blive forbedret med knap 2,5 mio. DKK ved modtagelse, håndtering og samudrådning af organisk husholdningsaffald og spildevandsslam.

I tabel 14 ses anlægsinvesteringsomfanget, den årlige driftsøkonomi samt den simple tilbagebetalingstid for investeringen for scenariet. Tabellen viser, at under de givne forudsætninger vil den simple tilbagebetalingstid ved etablering af et affaldsbehandlingsanlæg med tilhørende hygiejnisering være omkring 20 år.

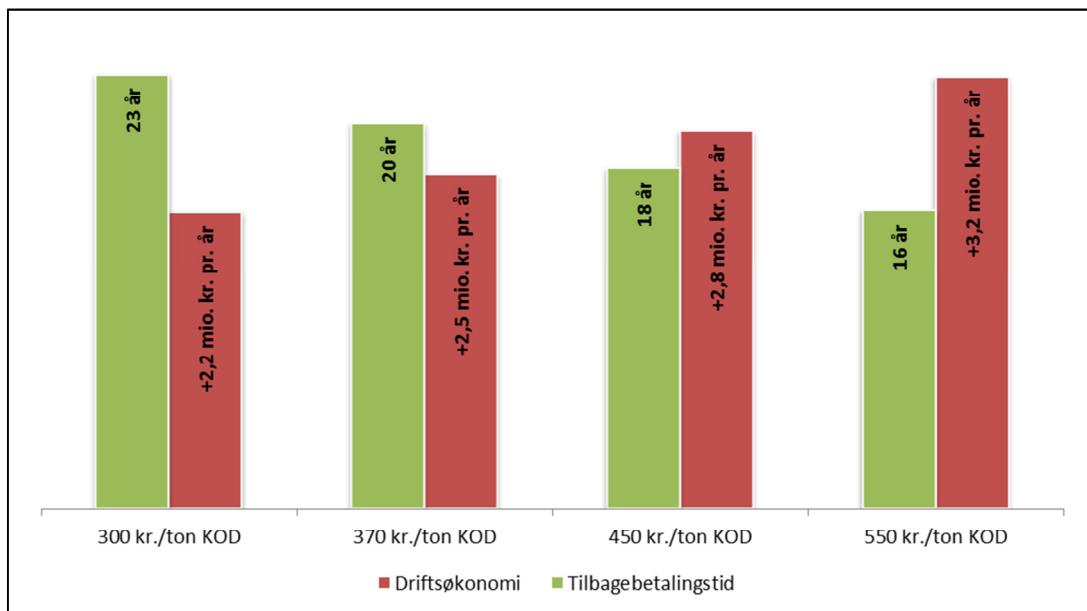
Tabel 14. Investeringsomfang, drift og tilbagebetalingstid

Investering	50 mio. kr
Årlig difference	2,5 mio. kr./år
Simple tilbagebetalingstid	Ca. 20 år

I bilag 2 findes en opdeling af de forventede anlægsinvesteringer.

Af nedenstående figur 4 fremgår effekten ved varierende modtagegebyr for det organiske husholdningsaffald. Øvrige variable fastholdes, som under afsnit 4.

Figur 6. Følsomhedsanalyse af driftsøkonomi og simpel tilbagebetalingstid som funktion af varierende modtagegebyr for KOD, scenarie "2-trins + sp + KOD".

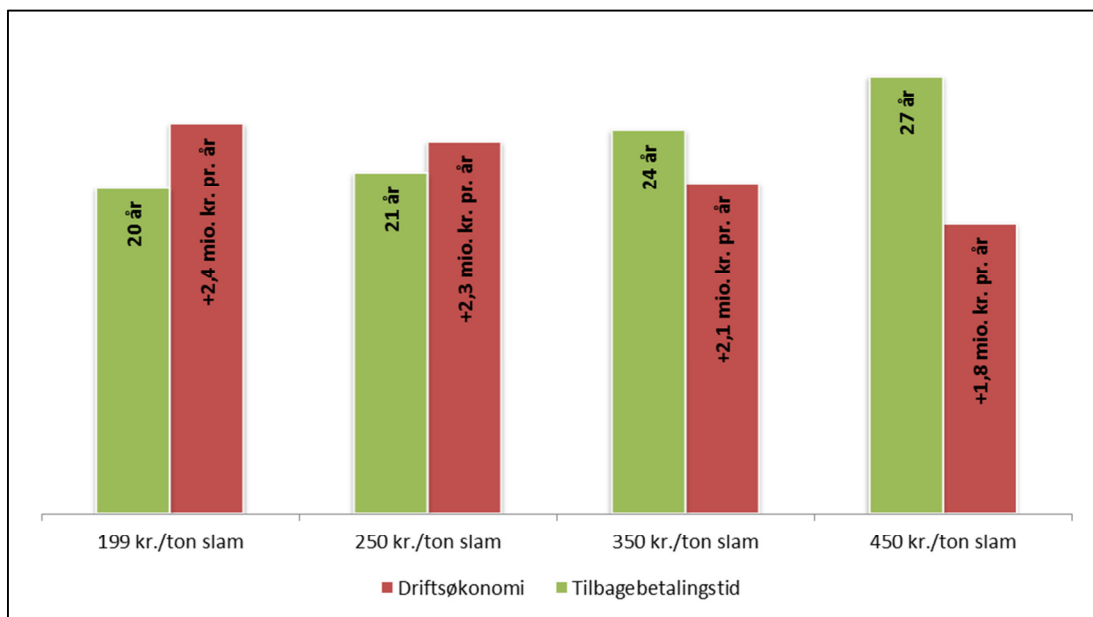


Figur 6 viser effekten af varierende modtagegebyr for organisk affald, således at den simple tilbagebetalingstid kan variere fra 16 - 23 år.

Udbud og efterspørgsel på det organiske affald vil kunne gøre, at værdien af det organiske husholdningsaffald i fremtiden vil variere, og modtagegebyret dermed kan stige eller falde.

Af nedenstående figur 7 fremgår følsomhedsanalyse af slambortskaffelsesprisens betydning for driftsøkonomien og den simple tilbagebetalingstid. (Fastholdt modtagegebyr for organisk KOD på kr. 370,- /ton).

Figur 7. Følsomhedsanalyse af driftsøkonomi og simpel tilbagebetalingstid som funktion af varierende slambortskaffelsespris, scenarie "2-trins + sp + KOD".



Det fremgår af figuren, at slambortskaffelsesprisens betydning for den samlede driftsøkonomi og tilbagebetalingstid ikke er så markant som modtageprisens betydning. Den simple tilbagebetalingstid kan variere fra 20 til 27 år under de givne forudsætninger.

6 Samlet konklusion på den gennemførte screening

Tilbagebetalingstiden for investering i sam-udrådning af slam og KOD er forholdsvis lang og er for de 3 scenarier ca. 20 år under forudsætning af en modtagepris på kr. 370 /ton KOD og en slambortskaffelsespris på kr. 199 /ton slam.

Det vurderes dog, at sam-udrådning kan indtænkes på det eksisterende Fornæs Renseanlæg som en fremadrettet investering i ressourceeffektiv håndtering og udnyttelse af organisk affald – forudsat at alt afvandet slam kan kategoriseres som A-slam.

Rentabiliteten er alene vurderet i forhold til udrådning af slam og husholdningsaffald - uden yderligere bidrag af organisk affald fra industrien, hvilket vil kunne forbedre økonomien yderligere.

Det er vigtigt, at der ved håndtering af KOD indgås længerevarende aftaler mellem AquaDjurs og Reno Djurs, således at forudsætningerne for driftsøkonomien kan fastholdes. Ligeledes er det vigtigt, at fordelingen af investeringer, indtægter og udgifter afklares.

Den foreslåede løsning med fuld hygiejnisering af den samlede biomasse på anlægget vil forbedre mulighederne for afsætning af restslammet – forudsat slammet kategoriseres som A-slam.

I forhold til en status-situation, hvor der ikke hygiejniseres, kan dette på længere sigt blive en fordel i forhold til afsætningsprisen for slammet. Erfaringsmæssigt kan der hurtigt komme ændrede markedsvilkår for afsætning af spildevandsslam, der kan påvirke prisen i opadgående retning. En hygiejniseringsløsning kan dermed på sigt give en lavere afsætningspris på slammet.

Såfremt der tilføres KOD, anbefales driften af rådnetanken omlagt til termofil drift, således at det ikke bliver nødvendigt med udvidelse af rådnetanksvolumen.

Fornæs Renseanlæg vil kunne få dækket egetforbruget af el, ligesom en del af elforbruget til drift af det afskærende ledningsystem også vil kunne blive dækket.

Der opstilles følgende opmærksomhedspunkter, der bør/skal inddrages i forsynings og renovationsfirmaets beslutningsgrundlag:

- Det er en forudsætning, at slamkvaliteten fra spildevandsrensningen lever op til slambekendtgørelsen.
- Det er en forudsætning, at der kan indgås en længerevarende aftale mellem AquaDjurs og Reno Djurs om levering, modtagelse og behandling af KOD.
- AquaDjurs skal afklare, hvilken organisation der passer bedst til udviklingen af et nyt forretningsområde med øget produktion af biogas.
- Forventninger til kvaliteten af afvandet slam skal afklares. Det er vigtigt for en god økonomi, at det afvandede slam kan kategoriseres som A-slam.
- Muligheder for udnyttelse/afsætning af overskudsvarmen bør undersøges nærmere.

BILAG

Bilag 1. Beskrivelse af modtage- og neddelingsanlæg

Nedenstående anlæg er designet til at modtage, neddele og opblande kildesorteret husholdningsaffald (madaffald).

Anlægget placeres indendørs i lukket hal (let procesbygning) med ventilation med afsug /vakuum til lugtrenseenhed for at reducere/undgå lugtemissioner til omgivelserne.

Anlæggets kapacitet afpasses i forhold til den aktuelle mængde indsamlet organisk affald.

1. Maskineri

1.1 Modtagebord med tilbehør

På modtagebordet ("Walking Floor") aflæsses det indleverede affald. Efter aflæsning starter den bevægelige bund og en udjævner, der sikrer en konstant mængde affald pr. tidsenhed tilført transportør.

Den bevægelige bund drives af en hydraulikstation. Udjævneren drives af en elmotor.

1.2 Transportører

Udgør et system bestående af 3-4 stk. enkelte kædetransportører/snegle, der flytter affaldet fra modtagebordet til de forskellige neddelerstationer og pulperen.

1.3 Neddelere

Neddelersfunktionen består af to neddelere der er placeret efter hinanden med en kædetransportør imellem. Første trin er en grovneddeler med 25-40 mm knive og den efterfølgende finnedeler er forsynet med 15 mm knive.

Affaldet neddeles i de to trin til en størrelse så det kan suspenderes til en pumpbar blanding ved pulpning.

1.4 Magnetseparator

Magnetseparatoren frasorterer magnetisk elementer, hvori der er magnetiske dele. Den er placeret umiddelbart før finnedeleren, således at større metalstykker der ved en fejl kommer med madaffaldet forhindres i at falde i finnedeleren, hvor det kan gøre skade.

1.5 Buffertank – neddelt affald

Det neddelte affald transporteres til buffertanken, hvorfra en bestemt mængde afvejes og sendes til pulperen via transportører.

1.6 Pulper

Fra finnedeleren transporteres affaldet til pulperen, hvor affaldet neddeles yderligere og blandes med vand/procesvand. Pulperen styres på en måde så sedimenterende legemer og flydelegemer holdes tilbage og fjernes ved jævnlig bundtømning.

1.7 Lagertank

Den færdige pulp pumpes til omrørt lagertank, hvorfra det pumpes til udrådning i rådnetanke. Lagertankens størrelse afhænger bl.a. ønsket bufferkapacitet.

1.8 Vådseparator (option)

Består i princippet af en sandafvander maskine modificeret til at modtage 3 m³ bundtømning fra pulperen og separere det i ren pulp og legemer der ved skrues læsses i container og går til forbrænding. Pulpen pumpes til lager-/buffertanken.

1.9 Buffertank

Består af en tank med en syrebestandig indre overflade og omrøring. Tanken har til formål at forbinde det batch-drevne pulperanlæg med det kontinuert drevne hygiejniseringsanlæg ved hydraulisk udligning.

1.10 Varmevekslere

Består af modstrømsvarmevekslere der sikrer opvarmning til hygiejnisering ved ca. 72 °C i 1 time ved kontinuert drift under fuld SRO kontrol. Varmeveksleren udnytter varmeenergien fra hygiejniseringsvarmen og varme fra gasmotoren og/eller gaskedlen til opvarmningen.

Varmevekslerens kapacitet vælges til det aktuelle flow med en opvarmning fra ca. 8 °C til 72 °C.

1.11 Hygiejniseringstanke

Består af 3 tanke med en syrebestandig indre overflade med omrøring.

Hygiejniseringen sker ved, at er pulpen i tankene holdes én time ved 72 °C.

Tankene drives med pumpecyklus, således at der kontinuert over tid sker henholdsvis fyldning, tømning og hygiejnisering i de enkelte tanke. Dvs. en tank fyldes samtidig med at en anden tømmes og den sidste tank holdes ved 72 grader en time.

Bilag 2. Overslag for investeringer

Tabel 2.1. Overslag for nødvendige investeringer for håndtering af KOD på 1-trins anlæg

	Mio dkk
Procesbygning for håndtering af KOD	10
Modtageanlæg	14
Gasmotoranlæg	2
Hygiejniseringsanlæg	8
Omlægning til termofil drift	0,5
Uforudseelige omkostninger	3,5
Rådgivning	4
Samlet investering	42

Tabel 2.2. Overslag for nødvendige investeringer for håndtering af KOD på 2-trins anlæg

	Mio dkk
Ombygning til 2-trins anlæg (filtrering)	6
Procesbygning for håndtering af KOD	10
Modtageanlæg	14
Gasmotoranlæg	2,5
Hygiejniseringsanlæg	8
Omlægning til termofil drift	0,5
Uforudseelige omkostninger	4
Rådgivning	5
Samlet investering	50

Bilag 3. Indtægter og udgifter for scenarieberegningerne

Tabel 3.1. Overslag på driftsøkonomi, scenarie "1-trins + sp + KOD"

	Uden KOD	Med KOD	
Indtægter			
Indtægt ved salg af EL	0	2.271.000	DKK/år
Indtægt ved salg af varme	0	0	DKK/år
Indtægt for modtagelse af KOD	-	1.480.000	DKK/år
Indtægter i alt	0	3.751.000	DKK/år
Udgifter			
Årlig udgift Polymer 1, forafvanding	186.000	186.000	DKK/år
Energi til forafvanding	16.000	16.000	DKK/år
Vedligehold af forafvanding	59.000	59.000	DKK/år
Årlig udgift Polymer 2, slutfavanding	136.000	228.000	DKK/år
Energi til slutfavanding	24.000	41.000	DKK/år
Mandskab til slutfavanding	78.000	78.000	DKK/år
Vedligehold af slutfavanding	30.000	50.000	DKK/år
Drift og vedligehold af gaskedel/gasmotor	10.000	248.000	DKK/år
Årlig udgift til slambortskaffelse	541.000	909.000	DKK/år
Årlig udgift til beluftning af rejekt	16.000	32.000	DKK/år
Energi til hygiejnisering (el)		64.000	DKK/år
Mandskab til drift af Hygiejniseringsanlæg		144.000	DKK/år
Energi til KOD anlæg		144.000	DKK/år
Vedligehold af KOD anlæg		120.000	DKK/år
Mandskab til drift af KOD anlæg		433.000	DKK/år
Udgifter i alt	1.097.000	2.752.000	DKK/år
Årligt resultat	-1.097.000	999.000	DKK/år

Tabel 3.2. Overslag på driftsøkonomi, scenarie "1-trins + sp + KOD"

	Uden KOD	Med KOD	
Indtægter			
Indtægt ved salg af EL	0	2.299.000	DKK/år
Indtægt ved salg af varme	0	0	DKK/år
Indtægt for modtagelse af KOD	-	1.480.000	DKK/år
Indtægter i alt	0	3.779.000	DKK/år
Udgifter			
Årlig udgift Polymer 1, forafvanding	186.000	196.000	DKK/år
Energi til forafvanding	16.000	16.000	DKK/år
Vedligehold af forafvanding	59.000	59.000	DKK/år
Årlig udgift Polymer 2, slutafovanding	136.000	235.000	DKK/år
Energi til slutafovanding	24.000	42.000	DKK/år
Mandskab til slutafovanding	78.000	78.000	DKK/år
Vedligehold af slutafovanding	30.000	50.000	DKK/år
Drift og vedligehold af gasmotor	10.000	251.000	DKK/år
Årlig udgift til slambortskaffelse	541.000	935.000	DKK/år
Årlig udgift til beluftning af rejekt	16.000	33.000	DKK/år
Energi til hygiejniseri (el)		65.000	DKK/år
Mandskab til drift af Hygiejniseringsanlæg		144.000	DKK/år
Energi til KOD anlæg		144.000	DKK/år
Vedligehold af KOD anlæg		120.000	DKK/år
Mandskab til drift af KOD anlæg		433.000	DKK/år
Udgifter i alt	1.097.000	2.801.000	DKK/år
Årligt resultat	-1.097.000	978.000	DKK/år

Tabel 3.3: Overslag på driftsøkonomi, scenarie "2-trins + sp + KOD"

	Uden KOD	Med KOD	
Indtægter			
Indtægt ved salg af EL	0	3.028.000	DKK/år
Indtægt ved salg af varme	0	0	DKK/år
Indtægt for modtagelse af KOD	-	1.480.000	DKK/år
Indtægter i alt	0	4.508.000	DKK/år
Udgifter			
Årlig udgift Polymer 1, forafvanding	186.000	265.000	DKK/år
Energi til forafvanding	16.000	20.000	DKK/år
Vedligehold af forafvanding	59.000	117.000	DKK/år
Årlig udgift Polymer 2, slutfavanding	136.000	264.000	DKK/år
Energi til slutfavanding	24.000	48.000	DKK/år
Mandskab til slutfavanding	78.000	137.000	DKK/år
Vedligehold af slutfavanding	30.000	77.000	DKK/år
Drift og vedligehold af gasmotor	10.000	330.000	DKK/år
Årlig udgift til slambortskaffelse	541.000	1.322.000	DKK/år
Årlig udgift til beluftning af rejekt	16.000	30.000	DKK/år
Energi til hygiejnisering (el)		75.000	DKK/år
Mandskab til drift af Hygiejniseringsanlæg		144.000	DKK/år
Energi til KOD anlæg		144.000	DKK/år
Vedligehold af KOD anlæg		120.000	DKK/år
Mandskab til drift af KOD anlæg		433.000	DKK/år
Udgifter i alt	1.097.000	3.139.000	DKK/år
Årligt resultat	-1.097.000	1.369.000	DKK/år