

From: Uffe Linneberg Gangelhof <uga@vandcenter.dk>
Sent: 10 December 2020 14:36:54 (UTC +01)
To: Mette Højby Petersen <mettep@nordfynskommune.dk>
Subject: VS: Tegning af nyt renseanlæg på Nordfyn
Attachments: Ill renseanlæg alm.pdf, Ill renseanlæg.pdf

Med venlig hilsen

Uffe Linneberg Gangelhof
Projektchef



[+45 40 82 36 08](tel:+4540823608)



uga@vandcenter.dk



www.vandcenter.dk



[Mød vores kunderådgivning på Facebook](#)



:::: Vi sætter fokus på fem verdensmål ::::

Fra: Per Henrik Nielsen <phn@vandcenter.dk>

Sendt: 27. november 2020 11:16

Til: Gerda Hald <gh@vandcenter.dk>; Uffe Linneberg Gangelhof <uga@vandcenter.dk>; Bo Jørgensen <bj@vandcenter.dk>

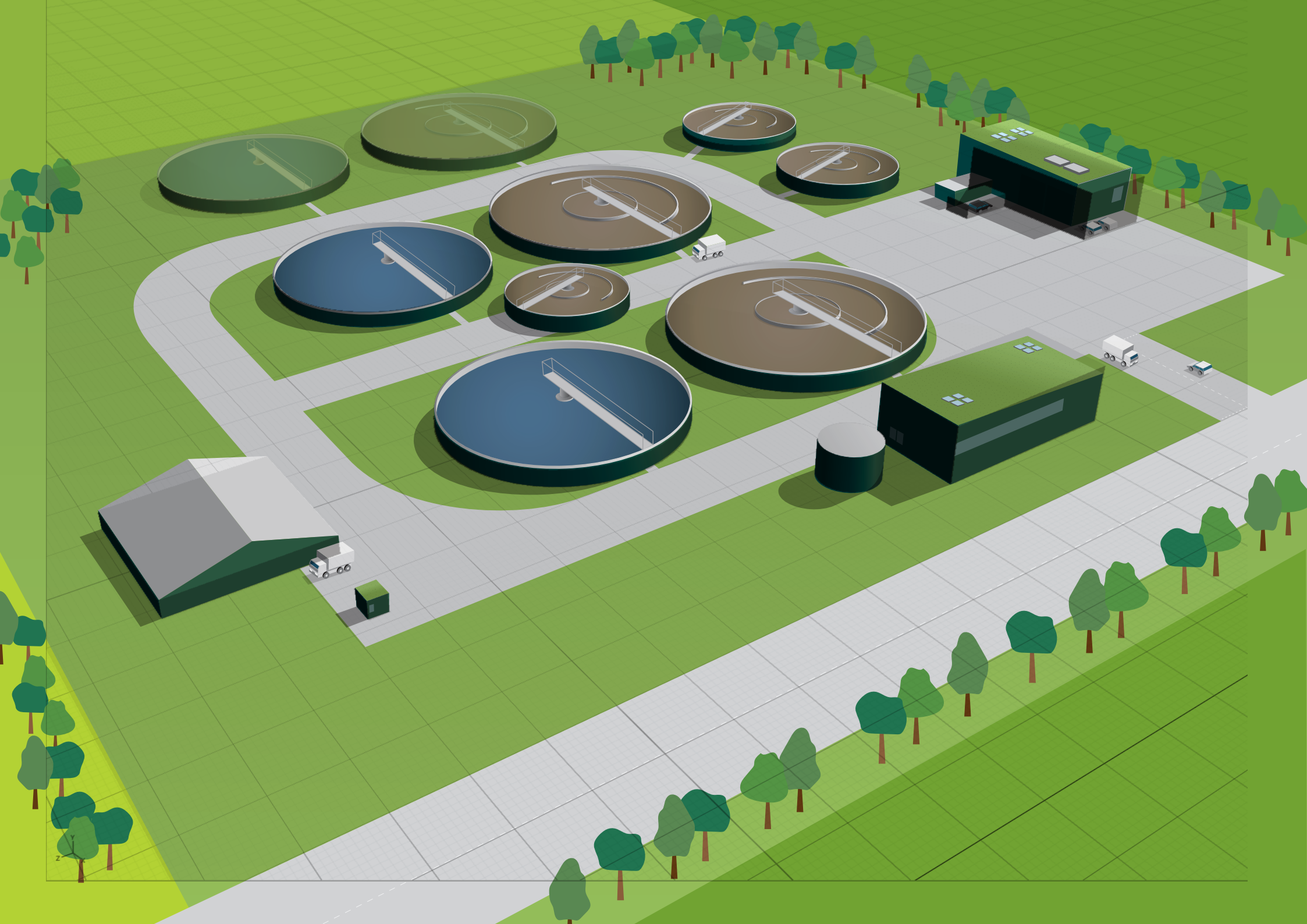
Emne: Tegning af nyt renseanlæg på Nordfyn

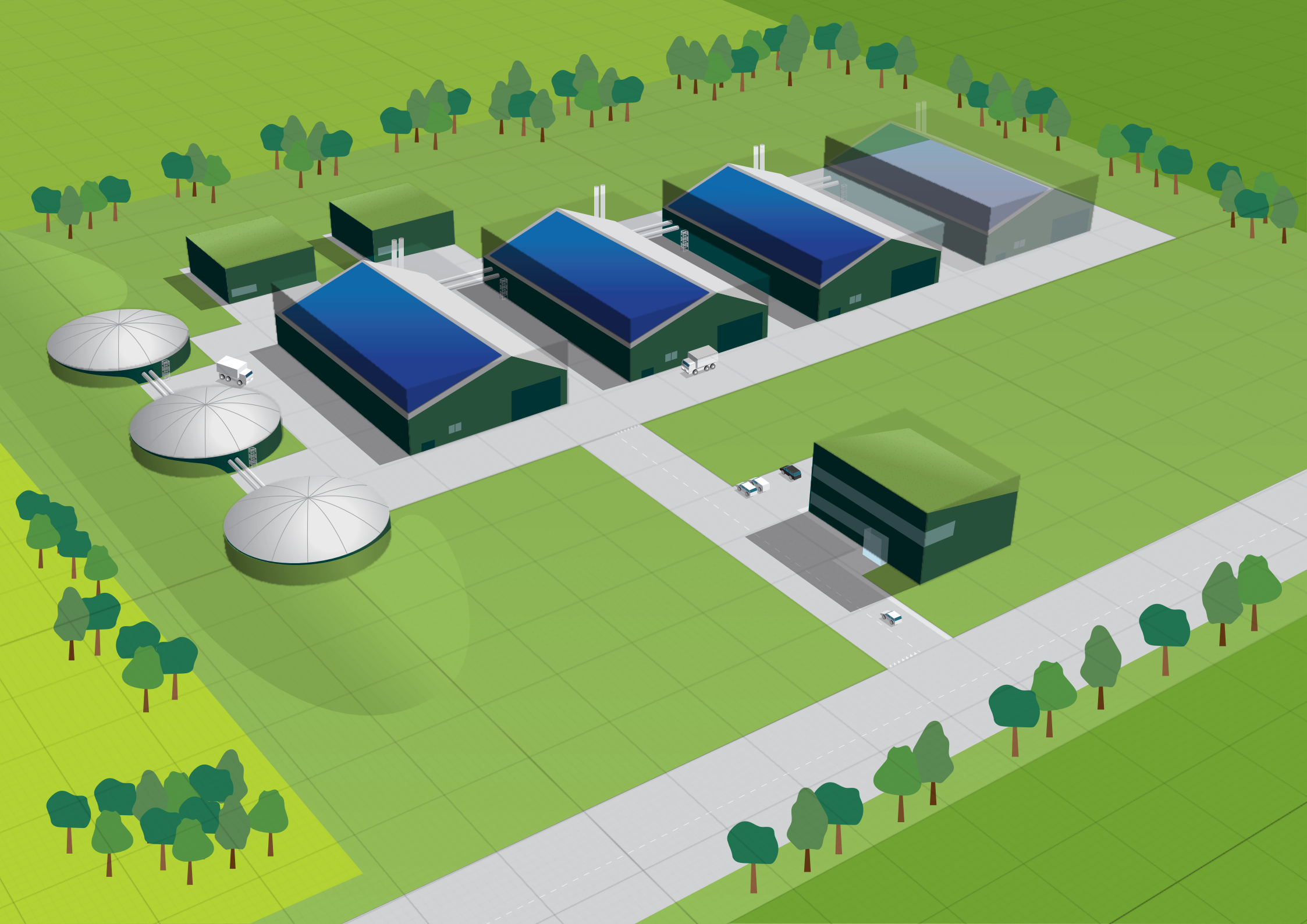
Hejsa

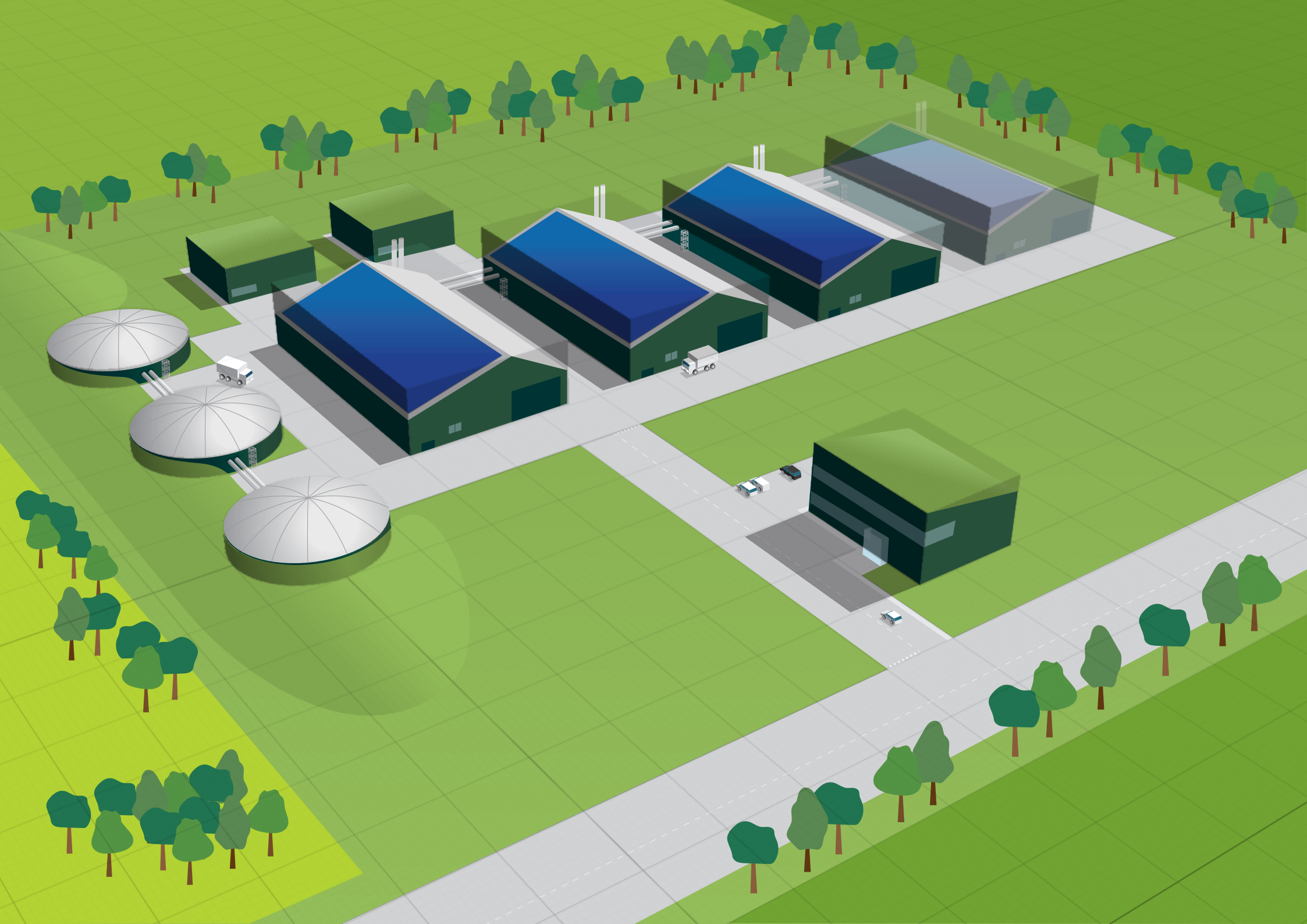
Jeg har fået lavet en hurtig tegning af både det traditionelle anlæg og det progressive anlæg – begge lavet på samme detaljeringsniveau.

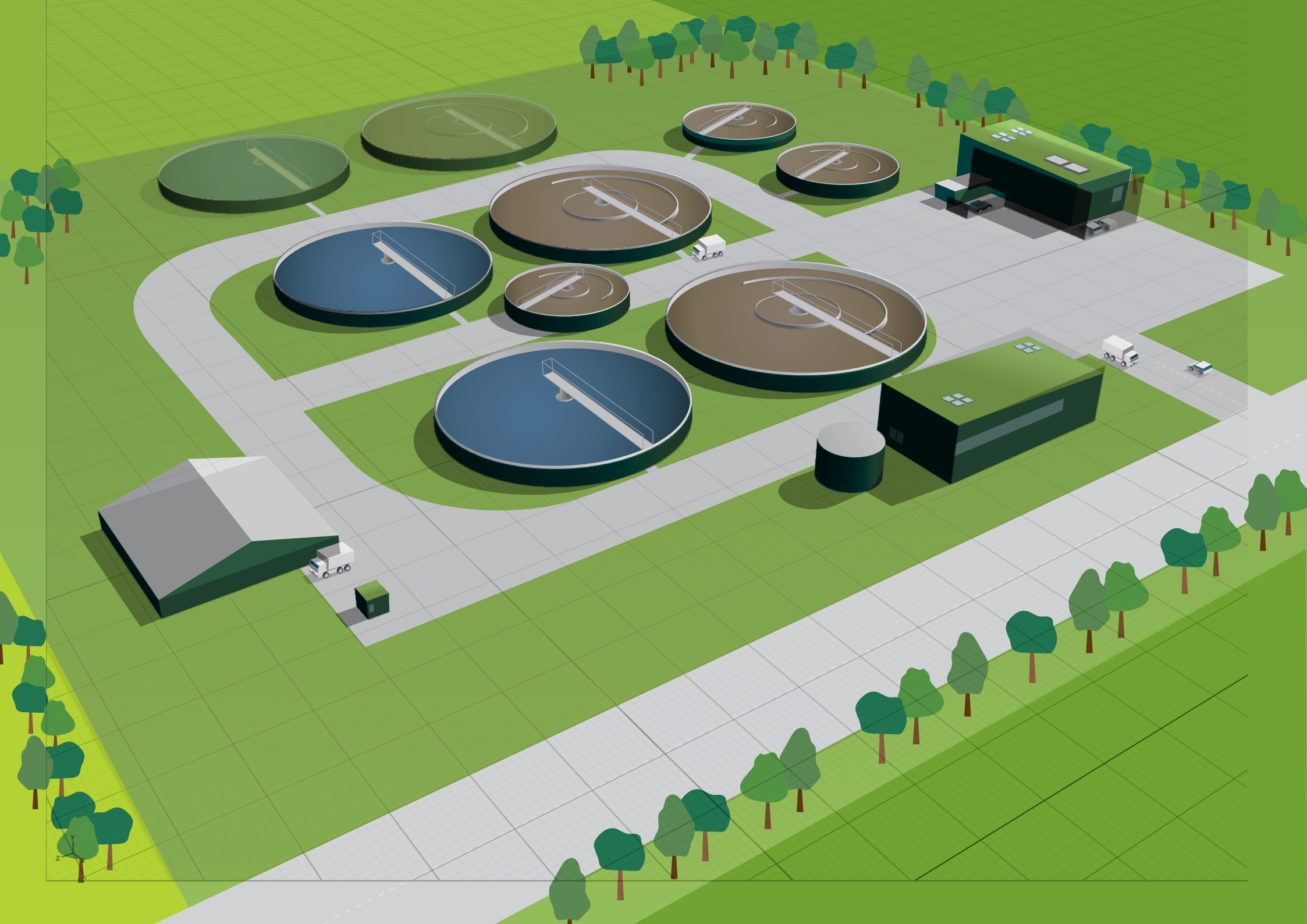
Håber de kan bruges?

Per











Orientering om ny renseanlægsstruktur

Nordfyns Kommune

Teknik- og Miljøudvalgsmøde

11.11.2020

v. Uffe Gangelhof, VandCenter Syd

Agenda

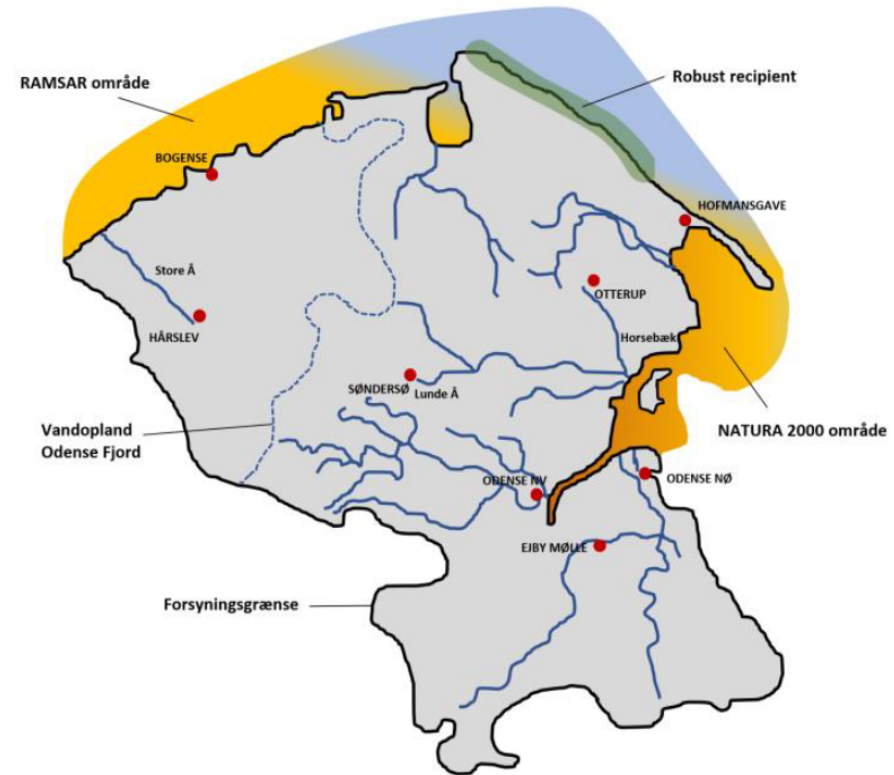
- Nuværende renseanlægsstruktur
- Forslag til ny renseanlægsstruktur
- Forslag til placering af nyt renseanlæg og udløbsledning
- Økonomi
- Tids- og aktivitetsplan
- Kommunikation og inddragelse
- Teknologiudvikling og demonstration
- Spørgsmål

Mål 6	Rent vand og sanitet
Mål 7	Bæredygtig energi
Mål 9	Industri, innovation og infrastruktur
Mål 12	Ansvarligt forbrug og produktion
Mål 14	Livet i havet



Nuværende renseanlægsstruktur

- VandCenter Syd ejer og driver 8 renseanlæg, herunder 5 i Nordfyns Kommune
- Anlæggene på Nordfyn er relativt små, de er økonomisk afskrevet og baserer sig på konventionel teknologi
- Reinvesteringer er påkrævet på alle 5 anlæg inden for en kort årrække

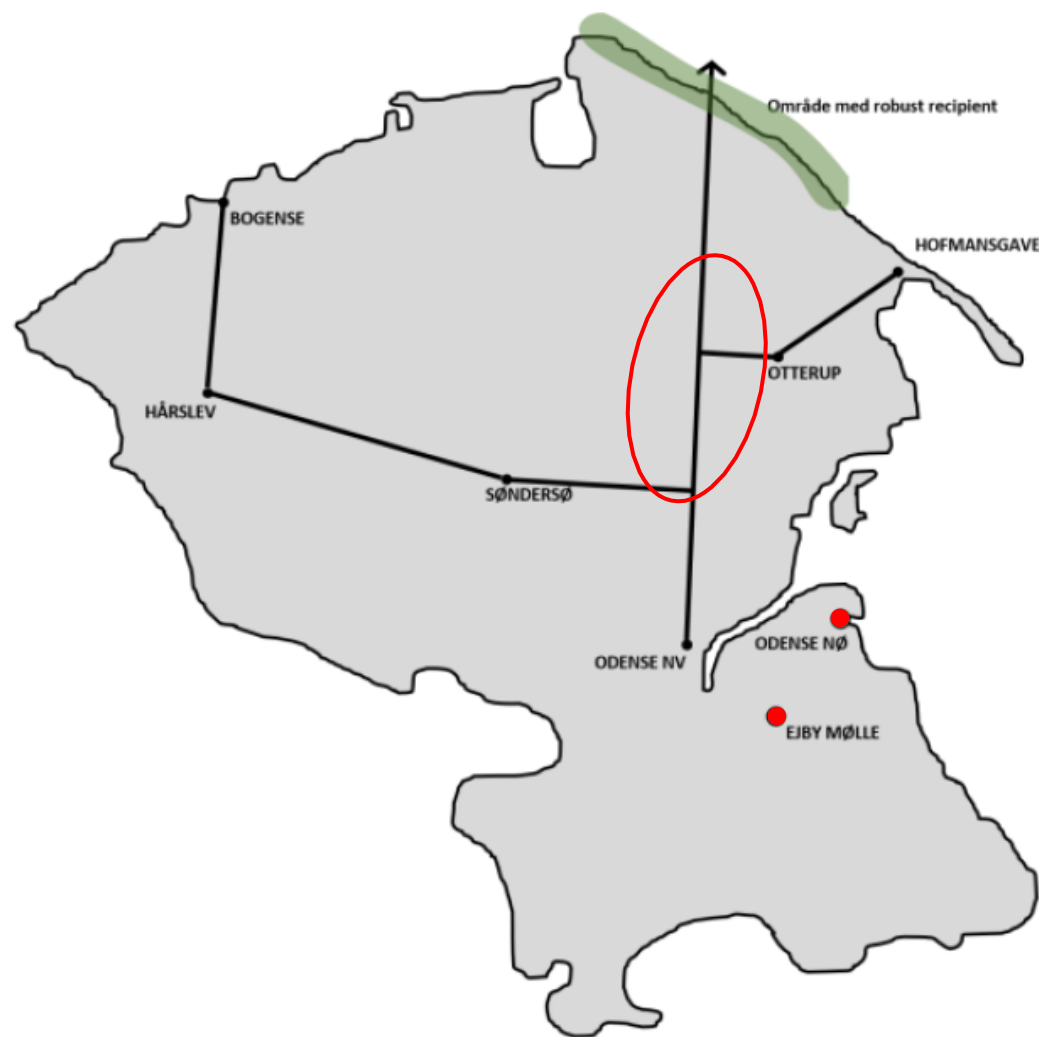


Forslag til ny renseanlægsstruktur

Målsætning

Den nye renseanlægsstruktur skal være
"mere effektiv og miljøvenlig"

- Etablere et nyt fleksibelt renseanlæg - frem for reinvesteringer i 6 mindre og traditionelle renseanlæg
- Rense spildevandet bedre, end vi gør i dag.
- Reducere belastningen af vandmiljøet.
- Udnytte de ressourcer, der er i spildevand.
- Reducere emissioner fra renseprocesserne.
- Gøre den bedst mulige investering i et anlæg, der kan drives effektivt



Forslag til placering af nyt renseanlæg

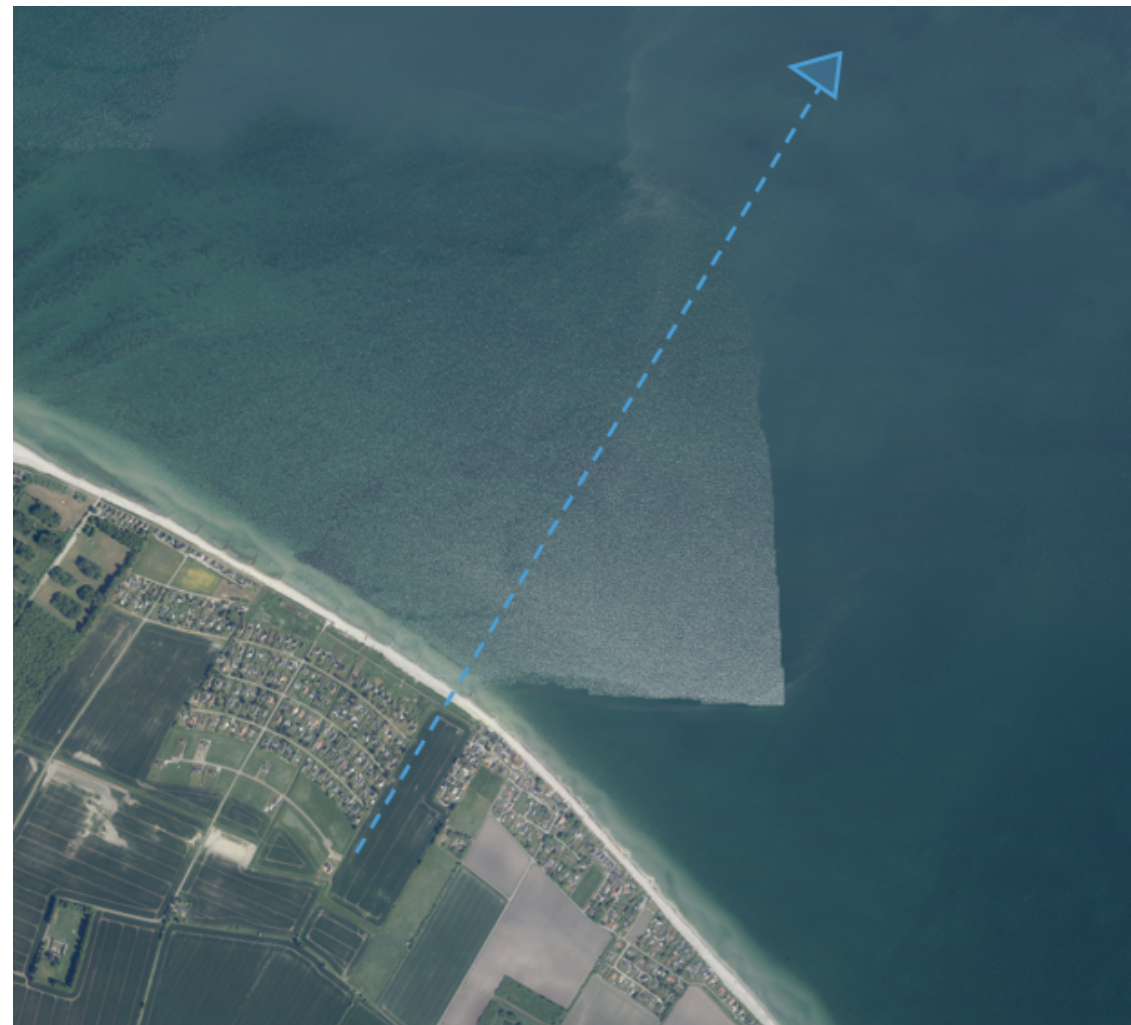
- Arealbehov ca. 10 ha (anlæg + beplantningsbælte)
 - 17 mulige placeringer i Nordfyns Kommune
 - Ligeværdig screening ift.
 - infrastruktur
 - miljø
 - afstand til- og naboforhold
 - anlægsøkonomi
 - evt. udvidelsesmuligheder
 - Mulige placeringer drøftet med administrationen i NFK
 - Proces med yderligere detaljerede analyser og beregninger
 - Vi har i fællesskab udpeget 2 velegnede placeringer
-
- VVM proces omfatter:
 - 0 scenarie (nuværende struktur)
 - placering 1
 - placering 2
 - Stort fokus på nuværende ejere, naboer og interessenter

NB! VandCenter Syd har ikke været i dialog med grundejerne endnu – det sker som en del af opstart på VVM proces



Forslag til placering af havledning

- Kysten rundt om Nordfyns Kommune er Ramsar-område, Natura 2000 – Habitatområde og fuglebeskyttelsesområde samt natur- og vildtreservater
- Udledningsledningen kan forventeligt kun etableres på strækningen fra Flyvesandet til Hasmark
- På denne strækning er der områder med høj naturværdi og beskyttet natur
- Sommerhusbebyggelser, høj rekreativ værdi samt god badevandskvalitet
- Kortet markerer den placering der giver færrest gener
- Udløbspunktet skal defineres ved naturkonsekvensvurderinger, herunder vurderinger af badevand, sårbare naturtyper og øvrige påvirkninger
- VandCenter Syd er meget opmærksomme på sommerhusejerne og øvrige interessenter



Økonomi

- Anlægsomkostninger til nyt renseanlæg, ekskl. slamhåndtering 184 mio. kr.
- Anlægsomkostninger til havledning, ombygning, transportledninger etc. 174 mio. kr.
- I alt anlægsinvesteringer 358 mio. kr.

- Alternativt nødvendige reinvesteringer i de nuværende 5 anlæg 323 mio. kr.

- Driftsbesparelser ved ny central renseanlægsstruktur 8,7 mio. kr./år

- Driftsindtægter ved ressourceudnyttelse (salg af el og varme) 1,8 mio. kr./år



Uddrag af tids- og aktivitetsplan

2020	Opdatering af projektrapport, økonomi, rådgiverudbud mm.
2021	Kommuneplanrevision
2021	Spildevandsplanproces
2021	Ansøgning VVM for ny spildevandsstruktur
2022	VVM og øvrig myndighedsproces
2023	Etablere udløbsledning og havledning
2024	Nedlægge Hofmansgave - ledninger til Otterup
2024	Nedlægge Hårslev og Søndersø
2025	Nyt renseanlæg, etape 1
2026	Nedlægge Otterup - ledning til nyt renseanlæg
2027	Nedlægge Søndersø – ledning til nyt renseanlæg
2028	Nyt renseanlæg, etape 2
2028	Nedlægge NV renseanlæg – ledning til nyt renseanlæg
2028	Nedlægge Bogense – ledning til Hårslev



Kommunikation

Kommunikationen skal sikre, at vi er *transparente* overfor lokalsamfundet og at det også opleves sådan.

Projektet kommer til at påvirke både naturen og bylandskabet – derfor er det vigtigt, at borgere og andre interessenter har en *forståelse* for, hvorfor der skal ske ændringer + et *kendskab* til, hvordan projektet kommer til at forløbe og deres muligheder for indflydelse.

Kommunikation om projektet og processen er en forudsætning for dialog og lokal opbakning.



Inddragelse af interessenter

- VandCenter Syd ønsker, at borgere og interessenter får mulighed at stille spørgsmål til projektet og give deres mening til kende.
- Der gennemføres en interessentanalyse, så vi kan sikre kommunikation til de relevante målgrupper.
- En projektside på vandcenter.dk samler informationer og giver overblik. Her kan både borgere, interessenter og journalister finde svar på, hvad projektet går ud på.
- Borgerne inddrages gennem offentlige høringer i spildevandsplan, VVM mm.
- Vi påtænker at skrue yderligere op for kommunikationen (fx nyhedsbrev, ekstra borgermøder, følgegruppe eller andet)



Har I input eller ønsker til processen?

Hvordan kan vi sikre, at borgerne bliver velinformerede, føler sig hørt og kan bidrage?

Teknologiudvikling og demonstration

- VandCenter Syd arbejder målrettet med teknologiudvikling inden for spildevandsrensning i samarbejde med forskningsmiljøer nationalt og internationalt
- Lovende udvikling af nye teknologier, der meget vel kan implementeres i et nyt renseanlæg
- Test og demonstration, også på Nordfyn, skal ses i sammenhæng med planerne om ny renseanlægsstruktur
- Eksempler:
 - Fuld skala anlæg til pyrolyse af spildevandsslam på Søndersø renseanlæg
 - Ansøgning om EU projekt for fuld skala test af MABR teknologi på Søndersø renseanlæg

ERHVERV

Miljøvenligt: Udlandet kigger over skulderen, når spildevandet renses på Ejby Mølle



De tynde, hule membraner transporterer ilt til bakterier og betyder en optimering af de biologiske processer ved spildevandsrensning. Foto: Vibeke Volder

VandCenter Syd udvikler ny teknologi til at rense spildevand. Det kan potentielt spare millioner af kroner, og det tiltrækker opmærksomhed fra hele verden, når de tester metoden på rensningsanlægget på Ejby Møllevej.

18 sep. 2018 kl. 06:00 [f](#) [t](#) [e](#)

Anna Secher redaktion@fyens.dk

ANNOUNCE

VandCenter Syd eksperimenterer som nogle af de første i verden med metoden Membrane Aerated Biofilm Reactor (MABR). Sammen med leverandørerne OxyMem og SUEZ tester og udvikler de metoden til at rense spildevand mere energibesparende, effektivt og på mindre plads.

ERHVERV

Fynsk miljøfidus: Slam fra spildevand kan blive til miljøvenligt biokoks



Biokoks er et produkt, som kommer fra genbrug af byens restprodukter. Det kan blive et værdifuldt gødningsmateriale, som potentielt kan sælges både nationalt og internationalt. Foto: Vibeke Volder

VandCenter Syd og den danske virksomhed AquaGreen tester i øjeblikket en ny metode til at rense spildevandsslam, så slutproduktet bliver biokoks. Det kan blive en miljømæssig gevinst for renseanlæg, virksomheder, landbruget og forbrugerne.

18 sep. 2018 kl. 06:00 [f](#) [t](#) [e](#)

Anna Secher redaktion@fyens.dk

ANNOUNCE

Som de første i verden tester VandCenter Syd og virksomheden AquaGreen sammen en særlig metode, som fjerner miljøfarlige stoffer i spildevandsslam. Resultatet er det renere og mere hygiejniske produkt, biokoks. Falder det

Mest læste

KERTEMINDE
Bibliotek blev solgt for 530.000 kroner - et halvt år senere har den nye ejer sat bygningen til salg for det tredobbelte

KERTEMINDE
Mogens har haft sportsbutik siden 1983: Nu kæmper han mod to store mastodonter

ODENSE
Virusdræbende robot skal i aktion på Odense-skole

KERTEMINDE
Ny restaurant venter på tilladelse, før den kan åbne: Louises fødselsdag bliver ikke på Phi Phi ➕

KERTEMINDE
Hjerneblødning gav Klaus skubbet: Nu er han herre i eget gulvfirma

ODENSE
Grønt lys fra politikere: Nu kan udvidelse af Facebooks datacenter undersøges



Hvordan stemmer denne proces overens med Jeres forventninger?

Hvordan kan vi bedst muligt sikre en god kommunikation og inddragelse af grundejere, borgere og interessenter?

Renseanlæg - ny renseanlægsstruktur

Sagsnr.: S2019-12444

Dok.nr.: D2020-235740

Sagens kerne

Spildevandsplanen fra 2017 har en overordnet målsætning om en effektiv og bæredygtig spildevandsrensning i fremtiden. Dette skal bl.a. ske gennem en centralisering af renseanlægsstrukturen.

VandCenter Syd har i længere tid arbejdet med en ny struktur for fremtidens spildevandsrensning i Nordfyns - og på sigt Odense Kommune.

VandCenter Syd præsenterer procesplanen for ny rensningsanlægsstruktur.

Administrationens indstilling

Forelægges til orientering.

Sagens baggrund

Teknik- og Miljøudvalget er tidligere blevet orienteret om arbejdet med centralisering af spildevandet på møde den 3. juni 2019, pkt. 255.

Spildevandsplanen, som er godkendt i Kommunalbestyrelsen den 31. august 2017, pkt. 737, fastlægger rammerne for kommunens arbejde med forbedring af spildevandsrensningen.

Et af målene i planen er, at spildevand skal håndteres på effektive renseanlæg, som sikrer en bæredygtig spildevandshåndtering af en kvalitet, som begrænser påvirkningen af recipienten (vandløb/hav) mest muligt.

Bæredygtig spildevandshåndtering indbefatter bl.a., at rensningsanlægget foretager en tilstrækkelig rensning af spildevandet, men fremtidens rensningsanlæg er også energiproducerende, og på sigt skal de udbygges til også at udvinde ressourcer som fosfor samt fjerne medicinrester, mikroplast mv. i takt med at teknologien udvikles.

Etablering af en ny renseanlægsstruktur betyder, at de eksisterende fem renseanlæg på sigt lukkes ned. Der skal opføres et nyt samlet højteknologisk anlæg, som på sigt også modtager spildevand fra dele af Odense.

De nordfynske anlæg renser spildevandet effektivt i dag, men vil være udtjente inden for en kortere årrække. De nuværende anlæg kan ikke klare fremtidens krav til spildevandsrensning.

Projektchef fra VandCenter Syd, Uffe Gangelhof, præsenterer procesplanen på mødet.

Økonomiske oplysninger

Sagen har ikke været forelagt Økonomi og Løn.

Beslutningskompetence

Teknik- og Miljøudvalget.

Lovgrundlag

Miljøbeskyttelsesloven og Spildevandsbekendtgørelsen.

Teknik- og Miljøudvalget 2018-2021 den 11-11-2020

Fraværende: -

Beslutning

Orientering foretaget.

Vandværksvej 7
5000 Odense C

Tlf. 63 13 23 33
info@vandcenter.dk
www.vandcenter.dk

Opdateret strukturanalyse for håndtering af spildevand i Nordfyns Kommune og dele af Odense Kommune

Opdateret plan ultimo 2019

Dato: 04/12 - 2019

Udarbejdet af:

PHN, NUR
Peter Tychsen

Sidst revideret: 4/12
2019



Indholdsfortegnelse

1. Baggrund	4
2. Indledning	6
3. Resumé og konklusion	8
3.1. Verificering og granskning af oprindelige spildevandsstruktur	8
3.2. anbefaling af næste skridt	9
3.3. Økonomiske hovedtal	9
3.4. Risikovurdering	10
4. Strukturanalysens visioner om bæredygtighed	12
4.1. Robuste recipienter	13
4.2. Innovativt og progressivt design	14
4.3. Ansvarligt forbrug	15
4.4. Bæredygtig energi	15
5. Scenariebeskrivelse	17
5.1. Decentral struktur med fortsat lokal udledning	17
5.2. Decentral rensning med valg af robust recipient	18
5.3. Central struktur	21
6. Dimensioneringsgrundlag	24
6.1. Nuværende belastning	24
6.2. Konventionel prognose for fremtidig belastning	27
6.3. Progressiv prognose for fremtidig belastning	28
7. Et nyt centralt renseanlæg	33
7.1. Opbygning og funktion	33
7.2. Muligheder for tilgang til dimensionering og design	35
7.3. Eksempel på arealdisponering, konventionelt renseanlæg (CAS)	40
7.4. Anlægsteknisk innovationspotentiale	41
7.5. Økonomisk innovationsområde	43
7.6. Potentiale for ressourceeffektivitet	44
8. Progressive teknologier	48
8.1. Teknologier til kulstofhøst	48
8.2. Teknologier til biologisk/kemisk rensning	56
9. Udbudsformer	73
10. Økonomisk redegørelse	75
10.1. Decentral struktur	75
10.2. Investeringsplan og etableringsomkostninger	76
10.3. Driftsøkonomi	79
10.4. Afskrivninger af eksisterende renseanlæg	80
10.5. Akkumuleret TOTEX	81
10.6. PIT model	82
11. Forudsætninger for den økonomiske redegørelse	83
11.1. Økonomisk scenarieafgrænsning	84

11.2. Anlægsværdier, renseanlæg	84
11.3. Anlægspriser, afskærende afløbssystem	87
11.4. Genanskaffelse af anlæg	87
11.5. Driftsomkostninger, renseanlæg	88
11.6. Driftsomkostninger, kørsel tur/retur ubemandet renseanlæg	89
11.7. Driftsomkostninger, slamtransport til Ejby Mølle	90
11.8. Driftsindtægter	90
11.9. Driftsomkostninger, afskærende afløbssystem	91
12. Myndighedsarbejde	92

1. Baggrund

Baggrunden for nærværende arbejde skal findes i den indledende rapport "Spildevandsstruktur for VandCenter Syd – Overordnet plan" af juli 2017. Den indledende rapport havde til hensigt at undersøge om det var tilrådeligt at starte en proces rettet mod en mere centraliseret spildevandsbehandling i vores forsyningsområde.

Rapporten søgte med udgangspunkt i løsninger baseret på kendt viden og teknologi at beskrive et muligt og meget tænkeligt scenarie for en sådan centralisering. Anbefalingen var følgende:

" Den overordnede centraliseringsplan skal betragtes som en struktur, der ikke nødvendigvis skal nås, men en overordnet plan, som løbende skal revideres og justeres, og som skal følges for at minimere fejlinvesteringer.

Under den gældende regulering er der en række udfordringer i forhold til en meget hurtig gennemførelse af en ny spildevandsstruktur for VandCenter Syds forsyningsområde. Helt overordnet anbefales det at opdele gennemførelsen i to overordnede faser, dels en fase som ser på de relativt små anlæg i Nordfyns Kommune og Nordvest Renseanlæg, dels en fase der ser på problematikken omkring Ejby Mølle og Nordøst Renseanlæg.

Der refereres til de tidligere betragtninger om strukturen for et samlet Fyn (bilag 2), hvor det fremgår, at strukturen er præget af meget decentrale renseanlæg med dertilhørende udfordringer. Det er både i praksis og i reguleringsmæssigt øjemed betydeligt billigere at drive større enheder fremfor små, og det anbefales derfor at søge mod større anlægsenheder.

Det er også klart, at de reguleringsmæssige økonomiske udfordringer betyder, at det bliver en længere proces at gennemføre omlægningen til større enheder. Det anbefales derfor, at der arbejdes videre med følgende hovedelementer i en plan for ændret struktur:

- De to mindre renseanlæg Hofmansgave og Hårslev nedlægges indenfor en periode på 0- 3 år, og spildevandet ledes til henholdsvis Otterup og Sønderø Renseanlæg (alternativt Bogense).*
- Der tages skridt til at etablere et nyt og tidssvarende renseanlæg i Nordfyn. Anlægget designes progressivt og fleksibelt og vil i første fase modtage spildevand fra de Nordfynske anlæg samt Nordvest anlægget. Tidshorisont 2-6 år.*
- Nedlæggelse af spildevandsbehandlingen på Otterup Renseanlæg (2-6 år), nedlæggelse af spildevandsrensning på Sønderø Renseanlæg (5-7 år), nedlæggelse af spildevandsrensning på Nordvest Renseanlæg (6-8 år), og plan for Bogense skal yderligere afklares, men forventes at kunne gennemføres i perioden (5-8 år).*
- Det anbefales, at igangsætte de forskellige nødvendige afklaringer straks.*

Der er en række forudsætninger, som skal tilgodeses i denne strukturændring:

- *Det forudsættes, at der til stadighed sker en reduktion af uvedkommende vand i systemet for herved at kunne begrænse den vandmængde, der skal transporteres og behandles i de nye faciliteter.*
- *Det nye renseanlæg vil blive placeret med mulighed for udbygning på sigt til at blive et centralt renseanlæg for en væsentlig del af Fyn – som minimum hele VandCenter Syds forsyningsområde.*
- *Der tages i første omgang hensyn til, at der på sigt kan etableres betydelig ressourceudnyttelse i tilknytning til det nye renseanlæg.*
- *Der skal gennemføres en række afklaringsprojekter til yderligere kvalificering af udfordringer i nærværende plan. Der skal afsætte ressourcer til dette arbejde.*

Overordnet anbefales det, at der iværksættes et målrettet projekt med henblik på afklaring af ovenstående udfordringer.

”

Den anbefalede centraliseringsplan i det indledende arbejde var, qua en tilgang med faseopdeling, i sin filosofi opbygget med henblik på at opnå mest mulig fleksibilitet med løbende alternativer for at afvige og ændre planen. Dette for at tilgode den kendsgerning, at enhver beskrivelse af fremtidige planer altid vil indeholde en grad af usikkerhed, idet randbetingelser til stadighed ændres.

Konklusionen af det indledende arbejde indikerede, at et arbejde i retning af en centralisering med stor sandsynlighed er den mest hensigtsmæssige disposition. Mange af vores mindre renseanlæg er både finansielt afskrevet og fysisk nedslidte, hvorfor det er nødvendigt at tages stilling til, hvilke tiltag der skal iværksættes. Ligeledes er en fortsat godkendelse af vores nuværende udledninger af rensset spildevand fra anlæggene ikke givet på forhånd. Vi forventer som minimum, at der stilles skærpede renskrav. I værste fald vil vores nuværende udledningstilladelser blive inddraget.

Næværende opdaterede strukturanalyse skal ses som en udbygning og afsøgning af muligheder i forhold til den tidligere udredning. Rapporten indeholder en opdatering og præcisering af grundlag og forudsætninger, herunder bl.a. en kvalificering ift. vores tilstand af recipienter, vores bæredygtighedsmål samt vores praksis for økonomiske beregninger. Ligeledes tilføjes en større detaljeringsgrad i placering, dimensionering, opbygning og design af afløbsledninger og nyt centralt renseanlæg.

2. Indledning

I denne opdaterede analyse af fremtidig spildevandsstruktur for VandCenter Syd arbejdes videre med det tidligere indledende arbejde beskrevet i rapporten "Spildevandsstruktur for VandCenter Syd – Overordnet plan" af juli 2017. Dette dokument søges i nærværende opdatering yderligere uddybet og kvalificeret.

Grundlæggende tages der afsæt i den indledende anbefaling fra 2017 om centralisering af spildevands-håndteringen i vores forsyningsområde. For at gøre denne strukturanalyse mere tydelig og nemmere at interpretere end tilfældet var i den indledende analyse, er de to største renseanlæg, Odense NØ og Ejby Mølle, taget ud af ligningen. Denne opdaterede strukturanalyse omfatter således de fem renseanlæg i Nordfyns Kommune (Bogense, Otterup, Søndersø, Hofmansgave og Hårslev) samt Odense NV i Odense Kommune.

Det er i denne opdatering valgt at inkludere en værdisætning af "robuste" recipienter i beslutningsprocessen. Dette har medført ændringer til forudsætningerne for den decentrale spildevandsstruktur. Supplementet er sket ud fra en erkendelse af, at det er urealistisk at fortsætte med den nuværende struktur uden ekstra tiltag for at forbedre tilstanden i vores recipienter.

Denne opdaterede strukturanalyse indeholder af denne grund følgende scenarier;

- Decentral struktur med forbedret rensning og fortsat lokal udledning
- Decentral struktur med udledning til nye robuste recipienter
- Central struktur (som anbefalet i den indledende strukturanalyse fra 2017)

Med supplementet tilstræbes det at opnå et bedre og mere validt sammenligningsgrundlag mellem den nuværende decentrale struktur og et muligt fremtidigt scenariet med en centraliseret struktur. Samtidig tilføjes strukturanalysen et nyt lag, der relaterer strukturanalysen til vores visioner beskrevet ved de fem overordnede bæredygtighedsmål.

Flere ændringer er foretaget i denne opdatering. Vores ønske om at medtage en økonomisk PIT analyse i strukturanalysen, baseret på aktuelle registrerede driftsudgifter på renseanlæggene, har medført en nødvendig ændring i vores afgrænsning mellem spildevandsrensning og slambehandling. Den indledende strukturanalyse inkluderede både spildevandsrensning og slambehandling.

I praksis foretages slambehandlingen i vores forsyning centralt på Ejby Mølle, hvilket vi så har valgt at tage hensyn til i denne analyse. Alle betragtninger og beregninger er derfor baseret på en central slambehandling på Ejby Mølle, hvor anlægs- og driftsomkostninger til slamhåndtering er medtaget frem til levering på Ejby Mølle.

Tilføjet opdateringen er også et fokusområde med et oplæg til at udfordre nuværende dimensioneringspraksis for afløbssystem og renseanlæg ved konventionelt design, hvor hovedbestanddelen af et renseanlæg udgøres af beton med lange afskrivningstider. Historisk set har dette bl.a. medført, at de fleste renseanlæg er designet med både reservekapacitet og sikkerhedsfaktorer, som tilsammen helt bestemt sikrer en

stabilere drift, men også giver anledning til en unødvendig høj anlægspris og vedligeholdelsesomkostninger.

Dette ønskes udfordres ved at medtage en vurdering af de økonomiske og funktionelle forhold i rapporten ved valg af en markant mere progressiv, modulerbar og industriel (maskinel) tilgang til dimensionering og design. Dette vil resultere i mindre beton, men også en implementering af flere progressive teknologier, der er delvist afprøvet, delvist - i nogen udstrækning - er uafprøvet i denne skala.

Den progressive industrielle tilgang vil være anlægsteknisk dyrere at etablere pr. PE enhed end et konventionelt renseanlæg. Til gengæld åbner det maskinelle og modulerbare design op for en bevidst underdimensionering. Underdimensioneringen betyder, at der i rapporten antages et design uden sikkerhedsfaktorer og i nogen tilfælde med en forudsætning af, at der kan opnås yderligere effektivitet end traditionelt antaget i et konventionelt renseanlæg. Det vil betyde, at der ikke designes med reservekapacitet, og tilmed forudsættes en "underdimensionering", hvilket gør det meget tænkeligt at der skal "tilkøbes" yderligere, når anlægget sættes i drift. Tiltaget gør op med paradigmet om at bygge rigelig, når chancen er der til at bygge, hvad der på et hvert tidspunkt er nødvendigt for sikker drift.

3. Resumé og konklusion

Det i denne strukturanalyse belyste spildevandssystem bestående af seks renseanlæg, vurderes *ikke* i tilstrækkelig grad at opfylde vores vision om bæredygtighed.

- | | |
|--------|---|
| Mål 9 | Antallet af renseanlæg reducerer mulighederne for at etablere effektiv ressourceudnyttelse og imødegå ønsket om innovativt design |
| Mål 14 | Det er muligt at vælge mere robuste recipienter. Enkelte recipienter har endog dårlig tilstand.
Rensegraden er god, men kan blive bedre (bl.a. hvad angår medicinrester) |

Det vurderes at mål nr. 7, mål nr. 12 og mål nr. 14 i højere grad vil kunne imødekommes ved en struktur, hvor de seks renseanlæg centraliseres mod et nyt centralt renseanlæg med en robust recipient. Her ville det være muligt at tilpasse udbygningsbehovet til det absolut nødvendige. På den baggrund er tilgangen i nærværende strukturanalyse helt i tråd med vores visioner om både at tænke meget langsigtet, men også at være progressiv i forhold til hvilke teknologier der tænkes indført.

Med den beskrevne tilgang vil to væsentlige udfordringer blive adresseret. Det er vores ansvar at bevare værdien og funktionaliteten af vores anlæg, det opnås med denne tilgang - ved etablering af et nyt og progressivt renseanlæg. Derudover er det vores ansvar at tage udstrakt hensyn til miljøpåvirkninger fra vores aktiviteter, det adresseres ved at sikre udledning til en væsentligt mere robust recipient.

3.1. Verificering og granskning af oprindelige spildevandsstruktur

De økonomiske beregninger som lå til grund for det indledende arbejde med strukturanalysen beskrevet i "Spildevandsstruktur for VandCenter Syd – Overordnet plan" af juli 2017 er blevet opdateret, verificeret og gransket.

Følgende væsentlige dele er blevet ændret/justeret i denne opdaterede strukturanalyse:

- Den samlede akkumulerede TOTEX gevinst ved centralisering er med baggrund i nedenstående summerede konsekvenser nedreguleret fra ca. 900 MDKK over 50 år til ca. 650 MDKK.
- Investeringsbehovet i et nyt renseanlæg i en centraliseret struktur er øget fra 153 MDKK inkl. slambehandling til 184 MDKK ekskl. slambehandling. Herigennem tages højde for en øget kapacitet af det nye renseanlæg (80.000 PE øges til ca. 98.600 PE) samt en etapevis udbygning i to lige store dele. Kapacitetsforøgelsen tilbageføres til en fremskrivning/prognose fra Danmarks Statistik, der ikke var medtaget i det indledende arbejde.
- Der er i den nuværende decentrale struktur medtaget en udbygning af de eksisterende renseanlæg med avanceret rensning til en samlet værdi på ca. 99 MDKK. De samlede årlige driftsomkostninger til den avancerede rensning er sat til 3,7 MDKK.

- Driftsindtægter ved salg af el og varme produceret ved gasudnyttelse, i alt 1,15 MDKK/år i den decentrale struktur og 1,80 MDKK/år i den centrale struktur er taget ud af økonomiberegningerne.
- Udgifter til nedrivning af renseanlæg er øget fra 2 MDKK til 5 MDKK pr. anlæg. Der er ikke inkluderet eller forudsat nogen form for ombygning i denne pris.
- Anlægsudgifterne til afskærende ledninger er øget fra 95 MDKK til ca. 174 MDKK/år.
- Det samlede driftsbesparelspotentiale ved en centralisering er nedreguleret fra ca. 15 MDKK/år til ca. 8,7 MDKK/år.

En meget vigtig andel for nedjusteringen af økonomien i denne opdaterede strukturanalyse kan tilbageføres til de ændrede forudsætninger for driftsudgifterne. Nedreguleringen svarer til ca. 465 MDKK over 50 år. De samlede driftsomkostninger blev for de seks renseanlæg i den oprindelige struktur sat til ca. 19,6 MDKK/år. I denne opdaterede strukturanalyse regnes med driftsudgifter på 10,3 MDKK/år. Disse er så blevet øget, jf. den forudsatte udbygning med avanceret rensning.

Den opnåede reduktion af driftsudgifter på vores seks renseanlæg er en uhørt stor, men naturligvis ganske positivt for økonomien i vores nuværende decentrale struktur. Anvendes Forsyningssekretariatets beregningsformler til at estimere driftsudgifterne på de seks renseanlæg ville man nå frem til et samlet beløb på ca. 19 MDKK/år, hvilket ville være tæt på de oprindelige antagelser.

3.2. Anbefaling af næste skridt

Det anbefales, at der arbejdes videre med en løsning, hvor der som første skridt etableres afskærende afløbsledninger fra de eksisterende renseanlæg indeholdt i dette oplæg til den lokalitet, hvor vi efterfølgende planlægger at opføre det nye renseanlæg. Endvidere etableres en udløbsledning, som kan sikre, at det rensede spildevand kan udledes til en robust recipient.

Sideløbende med etablering af de afskærende ledninger og udløbsledningen initieres etableringen af det nye renseanlæg. Med denne tilgang vil der være mulighed for tilpasninger og udnyttelse af den nyeste viden og teknologi lang frem i processen.

3.3. Økonomiske hovedtal

Hvad enten vi vælger at fortsætte vores nuværende decentrale struktur eller vælger en central struktur, skal vi forvente at skulle øge vores samlede økonomiske sum af anlægsaktiver.

Vores nuværende aktiver i de seks renseanlæg skønnes at repræsentere en nutid værdi på ca. 224 MDKK. Her er det forudsat en central slambehandling på Ejby Mølle eller et andet sted i vores forsyningsområde. Slambehandling er således taget ud af den økonomiske opgørelse. For at kunne videreføre den decentrale struktur kræves en merinvestering på ca. 99 MDKK til en opgradering af alle seks renseanlæg med teknologier til forbedret rensning af næringsstoffer, medicinrester og lignende miljøfremmede stoffer.

Vælges en central struktur skal der investeres et samlet beløb på ca. 184 MDKK i et nyt centralt renseanlæg, der forudsættes designet og etableret i 2 etaper ud fra en konventionel tilgang med en kapacitet på ca. 98.600 PE. Herudover kræves investeringer i et nyt afskærende afløbssystem på ca. 174 MDKK.

Det vil således være væsentligt dyrere at opretholde værdien af de seks renseanlæg, der vil beløbe sig til ca. 323 MDKK. Tilsvarende værdi af et nyt centralt renseanlæg kan holdes på de førnævnte 184 MDKK.

Differencen på ca. 139 MDKK er ikke helt nok til at finansiere investeringen i det afskærende afløbssystem, som flytter udledningen til en robust recipient. Derfor vil værdien af vores anlægsaktiver i den centrale struktur blive ca. 35 MDKK større i centraliseringsstrukturen. Denne merinvestering har dog så en længere afskrivningstid, da investeringen flyttes fra renseanlæg til afløbsledninger.

Sammenlignes totaløkonomien (TOTEX) i den decentrale struktur med den centrale struktur, har den decentrale løsning en lille økonomisk fordel de første ca. 15-20 år. Dette forudsat at der kan opnås de forventede årlige driftsbesparelser ved en centralisering i omegnen af ca. 8-9 MDKK. I disse 15-20 år kan der være korte perioder, hvor den centrale struktur er ca. 10 MDKK dyrere end den decentrale struktur. Efter 50 år, ligger der i den centrale struktur et samlet besparelspotentiale på omkring 475 MDKK, hvis investeringen i genanskaffelse af afløbssystemet fratrækkes.

Der opereres således med lange afskrivningstider, og meget kan nå at ske i teknologiudvikling og krav fra myndighederne. Ændrede rammebetingelser vurderes dog at være en økonomisk fordel for det centrale scenarie, hvor der er ét renseanlæg med udløb til en robust recipient.

Vores PIT beregning viser, at vi skal optage lån på ca. 188 MDKK og ca. 191 MDKK i henholdsvis 2023 og 2026. Herudover tyder det på, at centraliseringsscenarioet vil udfordre vores økonomiske ramme omkring år 2039. Dette vurderes dog også at være tilfældet for den decentrale struktur – måske i lidt mindre grad, jf. den økonomiske fordel den decentrale struktur repræsenterer de første 15-20 år.

Vi har i strukturplanen også forsøgt at kvantificere et overslag på det økonomiske innovationsområde, som vi kan operere indenfor, hvis vi vælger at etablere et nyt centralt renseanlæg baseret på en progressiv industriel og modulær tilgang, hvor vi vælger at se bort fra de ekstra fremtidige belastninger, som prognoserne foreskriver. Resultatet af dette indledende arbejde indikerer at vi skal stræbe efter at kunne etablere moduler á 10.000 PE til en pris på 17-22 MDKK. Til sammenligning vil et konventionelt renseanlæg til 10.000 PE overslagsmæssigt vil koste ca. 32 MDKK. Der ligger således et væsentligt arbejde i at udvikle prisbillige moduler.

3.4. Risikovurdering

Det vil altid være behæftet med en væsentlig risiko at gennemføre en beslutning i forhold til en fremtidig struktur idet rammebetingelserne til stadighed vil være usikre.

I det efterfølgende er der opstillet en række risici i forhold til de to udvalgte scenarier for en fortsættelse af den nuværende decentrale struktur. De to hovedscenarier vil være at bibeholde den nuværende struktur med 8 renseanlæg og udledning til en række mindre recipienter eller at foretage en centralisering med en udledning til en robust recipient.

Ved at bibeholde den eksisterende struktur vil det være nødvendigt at forny renseanlæggene i det Nordfynske område. Den væsentligste risiko vil være, at der på sigt vil komme skærpede krav til udledningerne fra disse anlæg, som kun vanskeligt kan opfyldes. I forhold til specielt NV renseanlægget i Odense har der været diskussioner med myndighederne, som allerede på nuværende tidspunkt indikerer at det kan blive vanskeligt at få en udledningstilladelse til anlægget. Derfor kan det på sigt blive nødvendigt med en udledning til en robust recipient. Yderligere vil det med de kendte teknologier blive meget vanskeligt at udnytte ressourcer fra en række små anlæg. Typisk skal anlæg have en størrelse over 50.000 PE for at kunne lave en rentabel ressourceudnyttelse.

Ved etablering af et centralt anlæg med tilhørende udløb til robust recipient vil den mest oplagte risiko være de teknologiske udfordringer der vil være ved etablering af det nye renseanlæg og valg af teknologier. Der er i oplægget anbefalet, at der arbejdes mod meget progressive teknologier med meget begrænset afprøvning. Det giver i sig selv anledning til risiko, og det vil derfor være nødvendigt at være forberedt på udfordringer og løbende tilpasninger af anlægget.

4. Strukturanalysens visioner om bæredygtighed

Vi arbejder hos VandCenter Syd målrettet mod implementering af bæredygtighed i forhold til gennemførelse af mål og visioner. Dette arbejde er intensiveret over de sidste år, og er nu en grundsten i beslutningsprocesserne.

Spildevandsbranchen har et stort – og i nogen grad uudnyttet – potentiale i forhold til opfyldelse af mål og nedbringelse af påvirkninger på det omgivne miljø. For VandCenter Syd er det helt essentielt, at vores renselanlæg fortsat kan opretholde – og på sigt forbedre – kvaliteten af det rensede spildevand, vi udleder til recipienterne i vores lokalområde. Samtidig ser vi det som vores pligt løbende at forbedre robustheden af recipienterne, for herved at minimere de miljømæssige risici, der er forbundet med rensning af spildevand.

Vi ønsker en fremtidig struktur for spildevandsrensningen, hvor valg af tekniske løsninger til rensning og ressourceudnyttelse, giver os den størst mulige fleksibilitet og agilitet, til løbende at kunne tilpasse sig samfundets krav og behov. Og dette på den mest bæredygtige måde. Vejen mod målet kan være utraditionel og ligge udenfor "almindelig praksis", hvilket i mange tilfælde vil kræve innovation, mod og pionerånd.

Vi har i VandCenter Syd udpeget følgende verdensmål som værende mest relevante:

- Mål 6 Rent vand og sanitet
- Mål 7 Bæredygtig energi
- Mål 9 Industri, innovation og infrastruktur
- Mål 12 Ansvarligt forbrug og produktion
- Mål 14 Livet i havet



Det fremtidige spildevandssystem i VandCenter Syd, bestående af afløbssystem, renselanlæg og recipienter, og de teknologier, som vælges at blive implementeret, skal i størst muligt omfang tage hensyn til 5 primære og de heraf afledte sekundære mål, som er udpeget i VandCenter Syds tilgang til verdensmålene. Nedenstående bedømmes de tre forskellige scenarier, som er omfattet af denne strukturanalyse, i forhold til potentialet for opfyldelse af vores valgte bæredygtigheds mål. Målene er givet en karakter fra 1 til 3 stjerner, hvor 1 stjerne beskriver en dårlig/middel karakter og 3 står for en god/meget god bedømmelse.

Scenarie	Mål nr. 6	Mål nr. 7	Mål nr. 9	Mål nr. 12	Mål nr. 14
Decentral struktur med lokal udledning	★	★	★	★	★ ★
Decentral struktur med udledning til robust recipient	★ ★ ★	★	★	★ ★	★ ★ (★)

Central struktur	★ ★ ★	★ ★ ★	★ ★ ★	★ ★ ★	★ ★ ★
------------------	-------	-------	-------	-------	-------

Argumenterne for bedømmelsen kan findes i den efterfølgende beskrivelse.

4.1. Robuste recipienter

Vi ønsker at forbedre tilstanden af vores følsomme recipienter – og alle vores recipienter i det hele taget – i vores forsyningsområde. Dette med afsæt i vores bæredygtighedsmål nr. 6 og nr. 14, men også ud fra en pragmatisk tilgang, hvor vi i dag har indikationer på, at myndighederne ikke vil godkende, at vi fortsætter med alle af vores nuværende punktudledninger.

De seks renseanlæg udleder til mere eller mindre følsomme recipienter. Problematikken til specielt de små recipienter er relativt kompleks, idet vandføringen under ugunstige forhold kan være meget ringe i tørkeperioder. Og modsat under regn meget store, hvor recipienterne ikke har kapacitet til at modtage udledningerne fra renseanlægget. Ligeledes er der til stadighed en diskussion om, hvorvidt de udledte stofmængder fra renseanlæggene giver anledning til væsentlige negative miljøeffekter.

Helt i tråd med vores bæredygtighedsmålsætning er at flytte udledningen af rensset spildevand til en robust recipient. Herefter kan en nærmere analyse af bæredygtigheden give os en idé om det miljømæssigt kan betale sig at rense spildevandet bedre på bekostning af et øget forbrug, altså en opvejning af miljømål nr. 6 og 14 mod miljømål nr. 12. Vælges at forbedre rensningen på vores nuværende renseanlæg og fortsætte med den lokale udledning ved de nuværende punktkilder bortfalder denne valgmulighed.

Ved at flytte de nuværende punktudledninger har vi tilgodeset regn og miljøeffekt problematikken, men ikke udfordringen med lav vandføring i tørkeperioder. Det vil i den forbindelse være nødvendigt lokalt at se på muligheden for sikring af naturligt flow i vandløbene, samt at få vurderet hvilke positive konsekvenser det vil have for vandløbene, hvis uvedkommende vand ikke længere ledes til afløbssystemet, men holdes lokalt i vandoplandene.

Helt overordnet er vores forpligtigelse som forsyning at reducere mængden af rent vand, der blandes med spildevand i vores afløbssystemer. Dels fordi det er miljømæssigt uforsvarligt og imod vores vision om bæredygtighed, dels fordi det helt principielt ikke er tilladt aktivt at fortynde spildevandet. Rent vand hører til i de lokale vandløb og søer, og ikke i spildevandssystemet.

De vigtigste positive afledte konsekvenser ved at reducere mængden af uvedkommende vand i vores spildevandssystem vurderes at udgøre;

- Reduceret risiko for oversvømmelser af lokale recipienter under regnhændelser
- Forventning om øget vandføring i recipienter i tørkeperioder
- Reduceret anlægsinvesteringer ved fremtidige tiltag

Dette vurderes at være gældende for alle scenarier for vores fremtidige spildevandsstruktur.

En løbende reduktion af uvedkommende vand i vores afløbssystem er derfor helt essentielt, hvad enten vi vælger at fortsætte med en udledning til de lokale, mere følsomme recipienter, eller vi vælger at flytte udledningen til robuste recipienter.

4.2. Innovativt og progressivt design

Siden vedtagelse af den første vandmiljøplan i 1987 har vi i Danmark været utrolig dygtige til at dimensionere og bygge renseanlæg med en alt for stor kapacitet. Noget kan tilbageføres til en fejlagtig prognose af befolkningstilvæksten i starten af 90'erne. Meget skyldes nedlukninger af industrier.

Hos VandCenter Syd er vi også begået samme fejlprognose og er endt med en samlet kapacitet af alle renseanlæg i vores forsyningsområde på ca. 540.000 PE, hvilket er rigeligt til vores belastning på ca. 333.000 PE. Dette fejlskøn i prognosen på ca. 207.000 PE har i nutidsværdi kostet os ca. 350-400 MDKK i uudnyttet anlæg. Ser vi på kapaciteten af de seks renseanlæg i oplandet til denne strukturanalyse, udgør den sammenlagt ca. 125.200 PE. Også i denne del af vores opland repræsenterer reservekapaciteten af anlæggene ca. 40 %.

For at reducere størrelsen af hvad vi kan kalde en fejlinvestering i for store anlæg, skal vi helt grundlæggende i en fremadrettet investeringsstrategi udføre de anlægstekniske tiltag på bagkant af den registrerede spildevandsproduktion. Dette kræver stor fleksibilitet af anlægsdesignet samt en risikovillighed til at dimensionere vores anlæg med en så lille reservekapacitet som muligt, og måske helt bevidst "at underdimensionere".

Bestemmelse og fastsættelse af den dimensionsgivende belastning, og den heri inkluderede prognose for fremtidens spildevandsproduktion, udgør derfor en vigtig brik i vores bæredygtighedsmål om en innovativ tilgang til den fremtidige infrastruktur.

Når dimensioneringsgrundlaget til nye anlægstekniske tiltag er på plads, skal vi afsøge grænserne for innovation og mulighederne for progressivt design. Dette er gældende for både afløbssystem, udbygning af eksisterende renseanlæg og/eller etablering af et nyt centralt renseanlæg.

Første skridt i den henseende har været vores valg af strategi for central slambehandling på Ejby Mølle. En strategi der har vist sig at åbne op for helt nye muligheder for valg af innovative bæredygtige løsninger til håndtering af slam og ressourceudnyttelse.

Foretages samme valg på spildevandsrensningen, dvs. en fremtidig central rensning på et nyt renseanlæg, forventer vi at kunne opnå samme gunstige muligheder til at kunne holde os ajour med den teknologiske udvikling og nye krav fra myndighederne. Et nyt centralt renseanlæg, der dimensioneres og designes efter innovative og progressive principper, vil betyde at vi kan være på forkant og deltage proaktivt i udviklingen og implementeringen af ny teknologi.

Sværere, og nok også dyrere, bliver det, hvis nye teknologier skal etableres i mange og små enheder på flere renseanlæg. Dette vil være tilfældet, såfremt nuværende decentrale struktur bevares. Derfor vil en bevarelse af vores nuværende struktur med stor sandsynlighed betyde, at vi må deltage passivt og samtidig vil være på bagkant med udviklingen og implementeringen af ny teknologi.

Derfor vurderes den decentrale struktur ikke at være den optimale strategi i forhold til vores bæredygtighedsmål nr. 9.

4.3. Ansvarligt forbrug

Ansvarligt forbrug til driftsmidler og ny- og genanskaffelse af anlægsaktiver udgør en vigtig målsætning for VandCenter Syd.

Når det kommer til vores målsætning om ansvarligt forbrug, ligger forbruget (målt som driftsudgifter) på de seks renseanlæg allerede på et meget lavt niveau. Forbruget ligger bl.a. langt under Forsyningssekretariatets beregningsnøgle til skøn af driftsudgifter. Noget af forklaringen kan findes i vores nuværende struktur hos VandCenter Syd med store renseanlæg i Odense, bl.a. Ejby Mølle, hvor plan og drift har til huse. Dette ansås at have en vigtig synergieffekt på driftsomkostningerne på alle de mindre renseanlæg.

En anden og måske større betydning skal søges i den centrale slambehandling på Ejby Mølle. De decentrale renseanlæg har således ingen større driftsposter til slambehandling, hvorfor driftsudgifterne udelukkende omfatter vandbehandling. Omkostningen til slambehandling og slamdisponering er flyttet til Ejby Mølle, hvor slammet fødes til et allerede optimeret system med ressourceudnyttelse i form af gasproduktion og reduktion af slammængden, og hvor en lidt længere driftstid ikke udgør den store ekstra omkostning.

Hvad angår forbrug af driftsmidler vil en fortsættelse af den decentrale struktur med udledning via de eksisterende punktkilder medføre et øget forbrug af driftsmidler på alle seks renseanlæg, da spildevandet skal renses bedre og mere effektivt bl.a. for miljøfremmede stoffer, herunder medicinrester. Dette vil være modstridende for vores bæredygtighedsmål nr. 12.

Som allerede omtalt i afsnit 4.2 vil et valg af en central struktur med robust recipient give mulighed for løbende at opveje de miljømæssige fordele ved at etablere ekstra rensning på bekostning af et øget forbrug. Samtidig vurderes den centrale struktur at være vores bedste bud på at sikre et fremtidigt ansvarligt forbrug på genanskaffelse af anlægsaktiver – dette uanset om vi vælger at bygge et nyt konventionelt centralt renseanlæg eller et innovativt industrielt designet renseanlæg med et minimum forbrug af beton.

4.4. Bæredygtig energi

Vores bæredygtighedsmål nr. 7 beskriver ikke udelukkende vores ønske om at producere bæredygtig energi, som vi allerede gør i dag, men også vores hensigt om at etablere en ressourceudnyttelse af spildevandets værdistoffer, der til enhver tid afspejler og er i tråd med samfundets behov. Og dette altid med en overordnet strategi som tilsigter at nedbringe vores samlede emissioner.

Visionen om optimal ressourceudnyttelse skal løbende revideres og opvejes mod vores øvrige bæredygtighedsmål, specielt mål nr. 12. Der skal være et højere samfundsmæssigt perspektiv i ressourceudnyttelsen, og samlet set skal der være balance i de miljømæssige og økonomiske omkostninger som kræves for at investere i ressourceudnyttelse og den miljømæssige og økonomiske gevinst, der kan høstes.

Hvad angår emissioner, fortolkes dette bredt i VandCenter Syd, og vores definition omfatter udover emissioner til atmosfæren i form af CO₂ også andre gasser – biogas og lattergas samt emissioner til vandmiljøet i form af organisk materiale og næringssalte.

Strukturanalysen medtager ikke slambehandlingen på de seks renseanlæg i betragtningen. Slambehandlingen foretages allerede centralt på Ejby Mølle, hvor vi har efterfulgt vores målsætning om at producere bæredygtig energi.

Langt størstedelen af potentialet for ressourceudnyttelse fra spildevand ligger på slamsiden, og er derfor ikke omfattet denne strukturanalyse. Strukturanalysen inkluderer således udelukkende muligheder for at høste kulstof fra spildevandet, som så kan udnyttes i en central slambehandling. Her er det absolut en fordel at centralisere kulstofhøsten i én samlet enhed på et centralt renseanlæg. Dog udelukker den forslåede plan ikke at der ved senere tiltag tilføjes avanceret ressource udnyttelse på det nye centrale anlæg.

5. Scenariebeskrivelse

Strukturanalysen beskriver følgende scenarier;

- Decentral struktur med fortsat lokal udledning
- Decentral struktur med udledning til nye robuste recipienter
- Central struktur

Alle scenarierne beskriver en struktur for vandbehandlingen på renseanlæggene, hvor slambehandlingen foretages centralt på Ejby Mølle, tilsvarende nuværende praksis i vores forsyning. De to renseanlæg i Odense, Odense NØ og Ejby Mølle, indgår ikke længere i scenarierne for denne strukturanalyse.

Scenarierne for den decentrale struktur beskriver "Referencescenariet" fra den indledende strukturanalyse fra 2017 inklusive to scenarier for de nødvendige tiltag, som forventes at skulle tilføjes.

5.1. Decentral struktur med fortsat lokal udledning

Hvis vi er af den overbevisning, at vi kan bevare vores nuværende udledninger ved at supplere med avanceret rensning på de enkelte renseanlæg, kan strukturen se ud som skitseret i Figur 1.



Figur 1 Decentral struktur med bevarelse af nuværende punktkilder og etablering af avanceret rensning

Behovet for ekstra rensning er for nuværende valgt til at bestå af en ny tertiær rensning med sandfilter og ozonbehandling på de fem renseanlæg i Nordfyns Kommune og membranfiltrering på renseanlægget i Odense NV. Teknologivalget vurderes at udgøre gældende BAT, og tager hensyn til fremtidig bedre

rensning af organiske stoffer, næringsstoffer, resistente bakterier og miljøfremmede stoffer herunder bl.a. medicinrester. I Figur 2 er vist eksempler på disse installationer.



Figur 2 TV: SUEZ ozon pilotanlæg ved Brædstrup Renseanlæg; TH: Eksempel på teknisk løsning til sandfilter (DynaSand®)

På Odense NV forventes etableret avanceret rensning med endnu højere rensesgrad end hvad et sandfilter kan levere. Odense Fjord er særdeles følsom, og selv ved valg af den ypperste renseteknologi er dette ikke sikkerhed for, at myndighederne vil godkende en fortsat udledning til fjorden. Såfremt at myndighederne skulle vælge at godkende en fortsat lokal udledning, kan dette sagtens være på betingelse af, at der ikke tilledes mere spildevand til Odense NV. Herved ville der principielt være lukket for byudviklingen i oplandet til Odense NV.

Hvad der i sidste ende vælges af tertiær teknologi tages der ikke endelig stilling til i denne strukturanalyse. Ligeledes skal det bemærkes, at en etablering af ekstra rensning ikke giver garanti for at de nuværende punktudledninger kan bevares eller opretholder muligheden for at øge spildevandsproduktionen i de enkelte oplande. Mere sikkert ville det være at vælge nye punktudledninger til lokale robuste recipienter. Vi har hos VandCenter Syd ét område, der kan betegnes som en robust recipient, beliggende i den nordlige del af vores forsyningsområde.

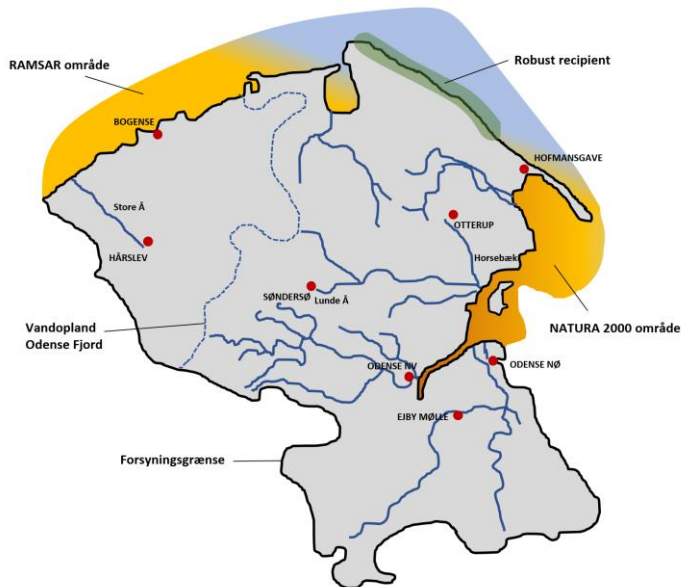
5.2. Decentral rensning med valg af robust recipient

Vælger vi at bevare de seks renselanlæg uden at de nuværende recipienter skal lide miljømæssig overlast, og ønskes samtidig en fremtidssikring af vores forlængelse af udledningstilladelser, kan en flytning af de nuværende punktkilder til robuste recipienter være en brugbar løsning.

Som allerede tidligere vurderet i den indledende strukturanalyse fra 2017 er antallet af robuste recipienter i vores forsyningsområde relativt begrænset. Dette er skitseret i Figur 3.

Af figuren fremgår at havområdet ud for hele Bogenses gamle kommunegrænse (fra Skåstrup til Flyvesandet) er defineret som Ramsarområde (internationalt beskyttet vådområde), Natura 2000 – Habitatområde (beskyttet naturområde i EU) og Natura 2000 – Fuglebeskyttelsesområde. Området fra Lindøhoved til

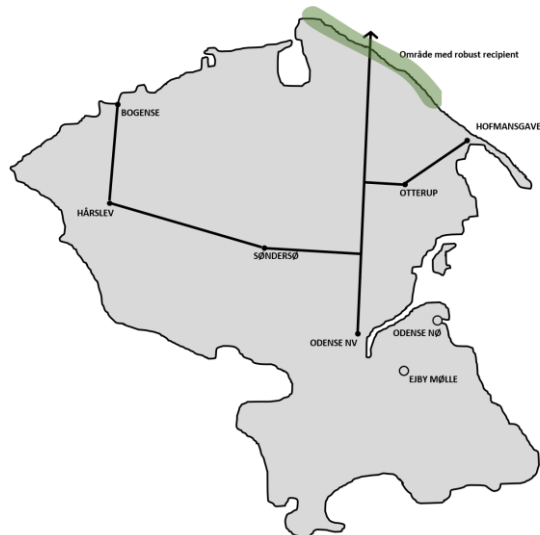
Flyvesandet er defineret som natur- og vildtreservat. Tilsvarende er Odense Fjord (øst for Otterup) Natura 2000 – Habitatområde (beskyttet naturområde i EU), Natura 2000 – Fuglebeskyttelsesområde og Natur- og vildtreservat.



Figur 3 Kortskitse af vores forsyningsområde med placering af renseanlæg, nuværende recipienter og vandoplande. Oplandets robuste recipienter er markeret med grønt.

Udledningsledningen kan forventeligt kun etableres på strækningen fra Flyvesandet til Hasmark (Figur 3). På denne strækning er der en del områder med høj naturværdi og beskyttet natur, og hele strækningen har sommerhusbebyggelse med meget benyttede strande og gode badeforhold. Nordfyn Kommune har givet udtryk for at de netop er bekymrede for vores anlægsarbejder langs sommerhuskysten – så "hvor og hvornår vi går ud" er vigtigt for dem.

I Figur 4 er der givet et forslag til etablering af et nyt afskærende afløbssystem, som kan flytte udledningerne til det område, hvor vi har vores robuste recipient.



Figur 4 Decentral struktur med bevarelse af eksisterende renseanlæg og flytning af udløb til en robust recipient

Hvorvidt udløbet fra Bogense Renseanlæg skal flyttes er der ikke taget stilling til. Et supplerende scenarie kunne derfor godt omfatte et nyt afløbssystem uden tilslutning af Bogense, men hvor der etableres avanceret rensning, jf. afsnit 5.1, på Bogense Renseanlæg. Dette scenarie er dog ikke yderlig beskrevet.

Vi har i vores interne notat "Placering af nyt renseanlæg og udløbsledning i Nordfyn" af den 4. oktober 2019 beskrevet, hvor i området med vores robuste recipient (Figur 4), der findes potentielle lokaliteter til at etablere en udløbsledning. Resultatet af vores arbejde peger på to potentielle velegnede lokaliteter, hvor det er muligt at føre en udløbsledning ud, uden at det er direkte gennem et sommerhusområde; mellem Tofteløkken ved Tørresø og Kristiansminde ved Bårdesø Strand samt mellem Kristiansminde og Soldalen. Udløbene er vist i Figur 5 som henholdsvis Udløb 1 og 2.

Der er ingen sommerhuse ud for disse strækninger, men der er offentlig adgang til stranden, og grundene er defineret som "beskyttet natur". De to mulige placeringer af et nyt udløb er vist i Figur 5. Set i forhold til gener for sommerhusejere giver Udløb 1 de færreste gener. Udløb 1 ligger ca. 1 km længere mod vest og dermed bliver udløbsledningen lidt længere, men det er alligevel Udløb 1 der prioriteres højest

Det skal bemærkes, at der for begge udløb er tale om grunde med beskyttet natur, og vi mangler derfor en endelig afklaring med Nordfyns Kommune. Tillige skal Kystdirektoratet godkende udledningen. I den forbindelse skal der udarbejdes en analyse af, hvilke konsekvenser den hydrauliske, stofmæssige og termiske udledning vil have for fisk, marsvin mm.



Figur 5 Kortskitse af mulige placeringer af et fælles udløb til en vores mest robuste recipient i vores forsyningsområde

5.3. Central struktur

I den centrale struktur videreføres anbefalingerne om centralisering fra den indledende strukturanalyse fra 2017.

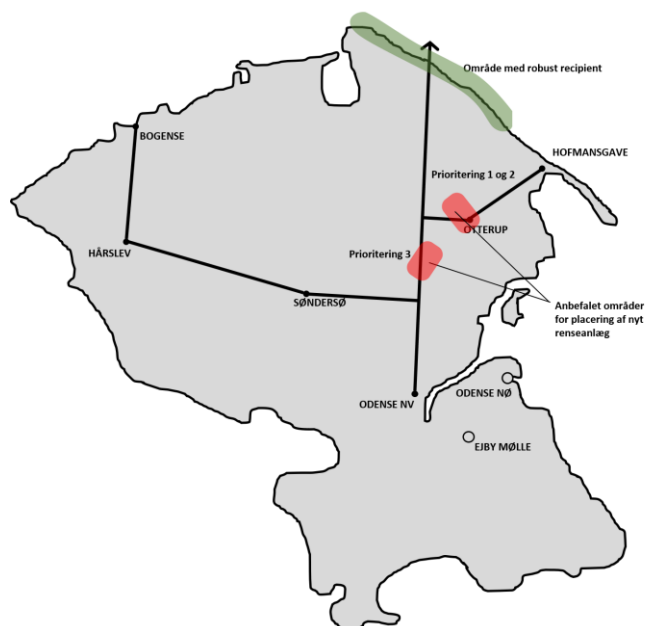
I vores interne notat "Placering af nyt renseanlæg og udløbsledning i Nordfyn" af den 4. oktober 2019 er der set på placeringen af et nyt renseanlæg. Efter en screening og prioritering kunne de tre bedste placeringer opgøres til følgende:

- 1. prioritet Strandvejen v. nr. 140, Otterup
- 2. prioritet Emmelevgyden v. nr. 25, Otterup
- 3. prioritet Bladstrupvej v. nr. 264, Beldringe

Det skal her bemærkes, at der mangler endelige afklaring med Nordfyns Kommune om afstandskravene til et nyt renseanlæg er opfyldt.

De anbefalede 3 placeringer ligger alle indenfor "rammen" for ledningstracéet skitseret i Figur 4, hvorfor der kan tages udgangspunkt i samme afskærende afløbssystem som skitseret i den decentrale struktur med udløb til en robust recipient. Placeringsanbefalingerne er skitseret i Figur 6.

Det mulige design af et centralt renseanlæg er uddybet i afsnit 7.



Figur 6 Anbefalet centraliseret struktur

Det lægges i den centrale struktur op til at nedlægge eller ombygge de seks renseanlæg, der er omfattet af strukturuområdet. Disse anlæg er i dag udformet meget uensartede med meget forskelligt potentiale for genbrug i en fremtidig konfiguration. Det endelige design for de forskellige faser af implementeringen af den nye struktur vil belyse i detaljer, hvad der skal ske med de eksisterende forhold, og i hvilket omfang det vil være hensigtsmæssigt at genbruge disse.

I de økonomiske beregninger (afsnit 10) er nedlæggelserne af hver af de seks renseanlæg medtaget som en éngangsomkostning, der dækker omkostninger til nedrivning af hvert enkelt renseanlæg.

I det efterfølgende er der givet et meget indledende bud på muligt scenarie for fremtidig udformning:

- Hofmangave Renseanlæg
Omdannes til pumpestation og eksisterende anlæg nedlægges.

- Otterup Renseanlæg
Der etableres pumpestation og bassin for udligning af belastning samt mulighed for overløb
- Sønderø Renseanlæg
Der etableres pumpestation og bassin for udligning af belastning samt mulighed for overløb.
- Hårslev Renseanlæg
Der etableres pumpestation og bassin for udligning af belastning samt mulighed for overløb.
- Bogense Renseanlæg
Det er stadig ikke helt afklaret, i hvilken udstrækning anlægget indgår i den fremtidige strategi.
- Odense NV Renseanlæg
Der etableres/renoveres indløbsbygværk med rist og sandfang efterfulgt af en pumpestation samt med udstrakt brug af bassinløsning med aktiv behandling af forhøjede vandmængder.

Etableringen af regn- og forsinkelsesbassiner kan anvendes til at reducere investeringsbehovet i det afskærende afløbssystem eller til at kompensere for en manglende hydraulisk kapacitet ved en *for* progressiv tilgang til dimensioneringen af afløbssystemet. Hertil kan volumenerne af de eksisterende seks renseanlæg indgå som et supplement eller en fyldestgørende løsning.

6. Dimensioneringsgrundlag

Prognosen for den fremtidige belastning af vores spildevandssystem i VandCenter Syd udgør et væsentligt grundlag for bestemmelse af dimensioneringsgrundlaget og den fremtidige kapacitet af både vores afløbssystem og vores renseanlæg. Dette skyldes ikke mindst de langsigtede investeringer med lange afskrivninger til afløbsledninger på 70 år og 50 år på betondelen af renseanlæggene. Valget af den prognose, der skal anvendes som dimensioneringsgrundlag er derfor helt central - og dette uanset vores valg af fremtidige spildevandsstruktur.

I dette afsnit beskrives en konventionel og en progressiv tilgang til en prognose, der efterfølgende danner grundlag for et konventionelt og et progressivt dimensioneringsgrundlag. Begge prognoser baseres på en opgørelse af den nuværende belastning af de seks renseanlæg.

6.1. Nuværende belastning

Den nuværende belastning - og grundlag for de deraf følgende prognoser - opdeles i følgende bidrag:

- spildevand fra by
- spildevand fra industri
- uvedkommende vand

Spildevandsbidraget fra henholdsvis by og industri er opdelt i både en stofbelastning og en hydraulisk belastning. Bidraget fra uvedkommende vand, så som regn, drænvand mm. betragtes i gennemgangen udelukkende som et hydraulisk bidrag uden indhold af forurenende stoffer.

Stofbelastningen opgøres i enheden PE (Person Enhed), som iht. almindelig fagpraksis, er et udtryk for den organiske spildevandsproduktion pr. person, defineret som 130 g COD/d/PE. Stofbelastningerne anvendes til at bestemme behovet for kapacitet af renseanlæg, samt de årlige driftsudgifter på anlæggene.

Den hydrauliske belastning opgøres som et dimensionsgivende maks. flow i enheden m³/h, og bruges til et skøn af behovet for dimensioner af afskærende transportledninger, udløbsledning og pumpestationer. Dimensionerne anvendes til at give et skøn for anlægsinvesteringer, samt årlige driftsudgifter til drift og vedligeholdelse af transportsystemet.

6.1.1. Nuværende stofbelastning

Den nuværende registrerede gennemsnitlige stofbelastning på de seks renseanlæg, som denne strukturanalyse omfatter, er antaget at udgøre:

Odense NV	43.300 PE
Bogense	4.700 PE
Otterup	9.000 PE
Søndersø	15.000 PE
Hofmangave	2.400 PE
Hårslev	1.100 PE

	SUM	75.500 PE
, heraf	Nordfyn Kommune:	32.200 PE
	Odense Kommune:	43.300 PE

En stor del af den registrerede stofbelastning af Søndersø Renseanlæg udgøres af spildevand fra virksomheden KiMs. Belastningen fra KiMs antages at udgøre ca. 10.000 PE. Der foreligger ingen dokumentation på denne antagelse. Sammensætningen af industrispildevandet forudsættes herudover at være identisk med byspildevand. Heri ligger en usikkerhed, der resulterer i at der bygges for store procesvolumener til håndtering af industrispildevand.

Den nuværende stofbelastning er estimeret med udgangspunkt i de 6-12 årlige indløbsprøver, der i dag udtages på hvert af de seks renseanlæg. Erfaringsmæssigt indeholder en gennemsnitsbetragtning af indløbsprøver en usikkerhed på op til 25 %, da vejrliget på prøvetagningsdagene har stor betydning for resultatet af prøverne. Indløbsprøverne kan i værste fald resultere i et ikke-repræsentativt billede af den egentlige gennemsnitlige stofbelastning af et renseanlæg.

Det anbefales i et videre arbejde, at udføre en mere dybdegående analyse af den nuværende stofbelastningen af de enkelte renseanlæg, for herved at få reduceret usikkerhed på datakvaliteten. Ligeledes kan der i en videre proces inkluderes et skøn på, hvor mange af beboerne i forbindelse med arbejde og lign. opholder sig indenfor eller udenfor renseanlæggets opland.

6.1.2. Nuværende hydrauliske belastning

Der er registreret følgende gennemsnitlige spildevandsmængder på de seks renseanlæg, som denne strukturanalyse omfatter:

Odense NV	17.248 m ³ /d
Bogense	2.503 m ³ /d
Otterup	3.382 m ³ /d
Søndersø	3.854 m ³ /d
Hofmanskvej	1.291 m ³ /d
Hårslev	297 m ³ /d
SUM	28.575 m ³ /d

Datagrundlaget for den nuværende hydrauliske belastning er hentet fra de respektive SRO systemer som døgnværdier. Spildevandsmængderne omfatter således det samlede flow til renseanlæggene, dvs. spildevand og uvedkommende vand (regn, dræn etc.), hvorimod spildevand, der via overløb fra afløbssystem til recipient, ikke er indeholdt i opgørelsen.

Nedenstående gives - på baggrund af de foreliggende data - et groft overslag på, hvor meget af spildevandet, der i dag vurderes at bestå af "almindeligt spildevand", dvs. byspildevand, industrispildevand (fra KiMs) samt uvedkommende vand fra regn, indsivning og lignende.

Total mængde	heraf byspildevand	heraf industri	heraf uvedkommende
--------------	--------------------	----------------	--------------------

Odense NV	17.250 m ³ /d	4.760 m ³ /d	0 m ³ /d	12.490 m ³ /d
Bogense	2.500 m ³ /d	520 m ³ /d	0 m ³ /d	1.980 m ³ /d
Otterup	3.380 m ³ /d	990 m ³ /d	0 m ³ /d	2.390 m ³ /d
Søndersø	3.850 m ³ /d	550 m ³ /d	100 m ³ /d	3.200 m ³ /d
Hofmansgave	1.290 m ³ /d	260 m ³ /d	0 m ³ /d	1.030 m ³ /d
Hårslev	300 m ³ /d	120 m ³ /d	0 m ³ /d	180 m ³ /d
SUM	28.570 m ³ /d	7.200 m ³ /d	100 m ³ /d	21.270 m ³ /d
Nuværende	378 L/d/PE	110 L/d/PE	1 L/d/PE	278 L/d/PE

Omregningen af ovenstående estimerede fraktioner af vandkvaliteter i døgnmængder til et maksimalt timeflow er foretaget ud fra følgende antagelser:

- Byspildevand: 1 PE producerer 110 liter pr. døgn
- Industrispildevand: 1 PE producerer 20 liter pr. døgn
- Timefaktor for byspildevand er valgt til 14 timer
- Timefaktor for industrispildevand er valgt til 24 timer
- Timefaktor for uvedkommende vand sættes til 24 timer
- Det maksimale flow under regn estimeres som 2 x maksimale tørvejrflow

Disse forudsætninger har resulteret i følgende nuværende dimensionsgivende hydrauliske mængder for de afskærende ledninger og udløbsledningen:

Hofmansgave til Otterup	123 m ³ /h
Otterup + Hofmansgave til nyt renseanlæg	464 m ³ /h
Bogense til Hårslev	239 m ³ /h
Bogense + Hårslev til Sønder sø	271 m ³ /h
Bogense + Hårslev + Sønder sø til nyt renseanlæg	633 m ³ /h
Odense NV til nyt renseanlæg	1.721 m ³ /h
Udløbsledning fra nyt renseanlæg	2.818 m ³ /h

Antagelserne til bestemmelse af det maksimale timeflow medfører en vis usikkerhed i beregningen af det økonomiske investeringsbehov og de årlige udgifter til drift- og vedligeholdelse. Det anbefales derfor i et videre arbejde at forbedre kvaliteten af data fra de seks renseanlæg, f.eks. ved en statistisk behandling af historiske SRO registrerede timeværdier, i stedet for de anvendte døgnværdier. Formålet er herigennem at få kvantificeret mængden af uvedkommende vand til opgørelse af den potentielle vandmængde, som kan tilbageholdes lokalt i oplandene, til gavn for recipienterne.

Potentialet for at reducere og dermed tilbageholde uvedkommende vand i de enkelte opland ved nedlægelse af renseanlæggene vurderes at være til stede, og dette gælder for alle renseanlæg. Overslagsmæssigt udgør andelen af uvedkommende vand i vores forsyningsområde ca. 75 % af den samlede spildevandsmængde, og der er ca. 3 gange mere uvedkommende vand end der er spildevand.

6.2. Konventionel prognose for fremtidig belastning

I den konventionelle tilgang er alle forudsætningerne i overensstemmelse med almindelig dimensioneringspraksis for den foreliggende kvalitet af de anvendte inputdata, og det anbefales generelt, at prognoserne løbende verificeres og opdateres op imod de udførte tiltag i strukturanalysens opland og de heraf følgende registrerede effekter.

6.2.1. Prognose for befolkningstilvækst

Danmarks Statistik har på deres hjemmeside beregnet en prognose for befolkningstilvæksten i Nordfyns og Odense Kommune, der er gennemsnit bliver til:

Nordfyns Kommune:	ca. 48 PE/år
Odense Kommune:	ca. 811 PE/år

Der er således tale om en meget forskellig prognose, der er set over en 50 årig levetid vil øge belastningen af byspildevand med:

Nordfyns Kommune:	ca. 2.400 PE
Odense Kommune:	ca. 40.600 PE
SUM:	ca. 43.000 PE

Nuværende befolkningsgrundlag udgør ca. 65.500 PE, hvis det antages at de 10.000 PE udgøres af industrispildevand (samlet belastning på 75.500 PE). Følges anvisningerne fra Danmarks Statistik er der således tale om en ret "voldsom" prognose for befolkningstilvæksten, som løbende bør evalueres.

6.2.2. Prognose for tilvækst af industri

Belastningsbidraget fra industrispildevand i strukturoplandet defineres som værende uændret i fremtiden, dvs. 10.000 PE.

Antagelsen anbefales at blive verificeret i et videre arbejde. Prognosen for fremtidig industrispildevand skal tilstræbe som minimum at inkludere, at alle virksomheder i oplandet med særskilte udledningstilladelser udnyttes 100 %. Specielt vigtigt er her at inkludere en analyse af spildevandssammensætningen, da industrispildevandet som oftest kræver en mindre anlægsinvestering end byspildevand.

6.2.3. Prognose for fremtidig stofbelastning

Den konventionelle prognose for stofbelastningen tager udgangspunkt i den nuværende stofbelastning beskrevet i afsnit 6.1.1 samt en forventet belastningstilvækst i anlæggets levetid på 50 år. Her anvendes forudsætningerne for prognose af fremtidig befolkningstilvækst og fremtidig mængde af industrispildevand. Oveni i prognosen lægges en ekstra reservekapacitet, f.eks. 20 %.

Den dimensionsgivende prognose for stofbelastningen kan opgøres til:

Nordfyn Kommune	$22.200 + 48 \times 50 + 10.000$	->	34.600 PE
Odense Kommune	$43.300 + 811 \times 50$	->	83.900 PE
SUM		->	118.500 PE

Inkl. 20 % reservekapacitet

-> 148.000 PE

I starten af 90'erne ville de fleste forsyninger sikkert gå videre med de 148.000 PE og etablere hele anlægskapaciteten på én gang. Heldigvis er vi blevet klogere – hvorfor renseanlægget vil blive dimensioneret og etableret med mest mulig hensyntagen til den usikkerhed prognosen rummer.

Af hensyn til usikkerheden om, hvorvidt Bogense Renseanlæg og Odense NV vælges at blive nedlagt og centraliseret mod et nyt centralt renseanlæg, vil et sandsynligt scenarie være at etablere et nyt centralt renseanlæg i tre etaper med følgende kapaciteter:

	Kapacitet	Belastning	Reservekapacitet
Etape 1:	49.300 PE	32.200 PE	+ 35 %
Etape 2:	98.600 PE	75.500 PE	+ 23 %
Etape 3:	148.000 PE	-	

, hvor etape 1 omfatter en nedlæggelse af alle 5 renseanlæg i Nordfyns Kommune, og hvor etape 2 omfatter en nedlæggelse af Odense NV i Odense Kommune.

Designet af renseanlægget i etape 1 og 2 vil tage hensyn til, at anlægget relativt nemt, i en eventuel etape 3, kan udbygges til en samlet kapacitet på 148.000 PE.

Udbygningsstrategien er illustreret i Figur 11.

6.2.4. Prognose for hydraulisk belastning

Den konventionelle prognose for den fremtidige hydrauliske belastning tager afsæt i den nuværende registrerede belastning på de seks renseanlæg, der indgår i strukturanalysen (afsnit 6.1.2), og der foretages således ikke en egentlig prognose.

Valget *ikke* at reducere prognosen for den dimensionsgivende hydrauliske belastning antages at gå lige op med antagelsen om en øget PE belastning, der jf. den konventionelle prognose (afsnit 6.2.3) øges fra 75.500 PE til ca. 148.000 PE.

6.3. Progressiv prognose for fremtidig belastning

Der findes flere muligheder for at tilgå dimensioneringsprocessen progressivt, da en stor del af dimensioneringsforudsætningerne er baseret på prognoser og skøn. Dette gælder både den stofmæssige og den hydrauliske dimensionering.

Målet med en progressiv tilgang er primært at undgå at investere i for store anlæg, f.eks. hvis prognosen for den fremtidige belastning har skudt forbi målet, eller der er sket overraskende ændringer i oplandets andel af befolkning og industri.

Efterfølgende gennemgås nogle af de mest nærliggende potentialer for en progressiv dimensioneringstilgang for henholdsvis den stofmæssige og den hydrauliske dimensionering.

6.3.1. Potentiale for progressiv stofmæssig dimensionering

Nuværende godkendte kapacitet af vores seks renseanlæg udgør ca. 125.200 PE. Hvis vi arbejder videre med et dimensioneringsgrundlag baseret på en konventionel tilgang, jf. afsnit 6.2.3., ville vi ende op med at skulle etablere en kapacitet på 98.600 PE – i værste tilfælde 148.000 PE.

Anvendes en progressiv dimensioneringspraksis, kan det vælges helt at se bort fra prognosen for befolkningsfremskrivningen af Danmarks Statistik samt at give køb på den 20 % sikkerhed, som blev anvendt i den konventionelle prognose. Spildevandsrensningen skal herved dimensioneres til:

Nordfyn Kommune	22.200 + 10.000	->	32.200 PE
Odense Kommune	43.300	->	43.300 PE
SUM		->	75.500 PE
Inkl. 0 % reservekapacitet		->	75.500 PE

Potentialet vurderes udelukkende at kunne udnyttes fuldt ud med en fremtidig central struktur for spildevandsrensningen, hvor der etableres ét nyt centralt renseanlæg. En fortsættelse af nuværende decentrale struktur, hvor anlæggenes kapacitet, jf. lovgivningen, opretholdes på en samlet kapacitet svarende til 125.200 PE, vil ikke have samme muligheder for en progressiv tilgang.

Med udgangspunkt i en central struktur og en modulær innovativ udbygning á 10.000 PE, baseret på progressive teknologier, en industriel tilgang til design samt en strategi med bevidst underdimensionering kunne udbygningen af et nyt centralt renseanlæg være som følgende:

	Kapacitet	Belastning	Reservekapacitet
Etape 1:	20.000 PE	27.500 PE	-38 %
Etape 2:	30.000 PE	32.200 PE	-10 %
Etape 3:	70.000 PE	75.500 PE	-7 %

, hvor etape 1 omfatter en nedlæggelse af renseanlæggene i Hofmansgave, Otterup, Hårslev og Søndersø. Etape 2 omfatter Bogense. Etape 3 medtager renseanlægget Odense NV.

Argumentet for en bevidst underdimensionering kan tilbageføres til den relativt store andel af industrispildevand fra virksomheden KiMs på ca. 10.000 PE i etape 1 (og videre i etaperne). Det antages her, at spildevandet fra KiMs består af letomsætteligt kulstof, der i mindre grad belaster procesvolumenet, men i stedet kræver større beluftningskapacitet.

Viser det sig, at Danmarks Statistik holder delvist eller helt stik, og anlægget viser sig at være underdimensioneret, kan der etableres flere moduler. Erfaringerne opnået i etape 1 og 2 kan herudover anvendes som erfaringsgrundlag til den store udbygning i etape 3.

6.3.2. Potentiale for progressiv hydraulisk dimensionering

Som i de fleste andre spildevandssystemer er også vores område i VandCenter Syd udfordret af uvedkommende vand. For hver m³ spildevand produceret tilledes overslagsmæssigt ca. 3 m³ uvedkommende vand.

Vi er i forhold til vores bæredygtighedsmål forpligtet til at arbejde mod en reduktion af uvedkommende vand i vores spildevandssystem. Ligeledes ligger der et ikke uvæsentligt økonomisk incitament i en reduktion af uvedkommende vand set i lyset af de nødvendige fremtidige investeringer, der forventes at skulle foretages med henblik på at forbedre robustheden af vores recipienter.

Der er en række forskellige årsager til uvedkommende vand i spildevandssystemet. De måske vigtigste årsager er opsummeret nedenstående.

- **Fejltilkoblinger**
Der sker både ubeviste og beviste fejltilkoblinger til systemet. En proaktiv tilgang i forhold til kommunikation til og oplysning af private grundejere ville være en måde at reducere denne problemstilling.
- **Tilkoblede drænsystemer**
Over tid er der tilsluttet flere og flere drænsystemer til spildevandsledningerne. Bidraget vurderes at være af relativt stort omfang. Dette er ikke acceptabelt og bør umiddelbart kunne udbedres ved at anvende gældende lovgivning.
- **Vejvand**
I nogle områder er der tilsluttet vejvand til spildevandssystemet. På sigt bør dette forhold målrettet ændres. Området er i stor udstrækning karakteriseret som relativt åben bebyggelse, som oplagt giver mulighed for at håndtere regnvandet lokalt fremfor at transportere det ud af området. Der bør gøres en aktiv indsats for reduktion af vejvand i spildevandssystemerne.
- **Fælleskloakerede områder**
En relativt mindre del af oplandet er fælleskloakeret. På sigt bør det sigtes imod at reducere fælleskloakerede oplande, og i den udstrækning det er muligt at ændre disse fra fælles til separat kloakerede systemer.

Utætte ledninger og fejl, er en typisk årsag til indtrængning af grundvand og overfladevand. Det er et problem, som næppe kan elimineres, men en øget opmærksomhed på problemet og en proaktiv tilgang, specielt på privat grund, vil givetvis kunne forbedre forholdene.

Spildevandsmængden er af afgørende betydning for de fremtidige investeringer i afløbssystem og i renseanlæg, såvel som de årlige løbende driftsudgifter. Dette uanset valg af fremtidig struktur for spildevandsområdet. Der ligger derfor et ikke uvæsentligt økonomiske potentiale i at få minimeret den samlede spildevandsmængde, herunder også spildevandets afstrømningsforhold, dvs. de peak flow hele spildevandssystemet skal dimensioneres til.

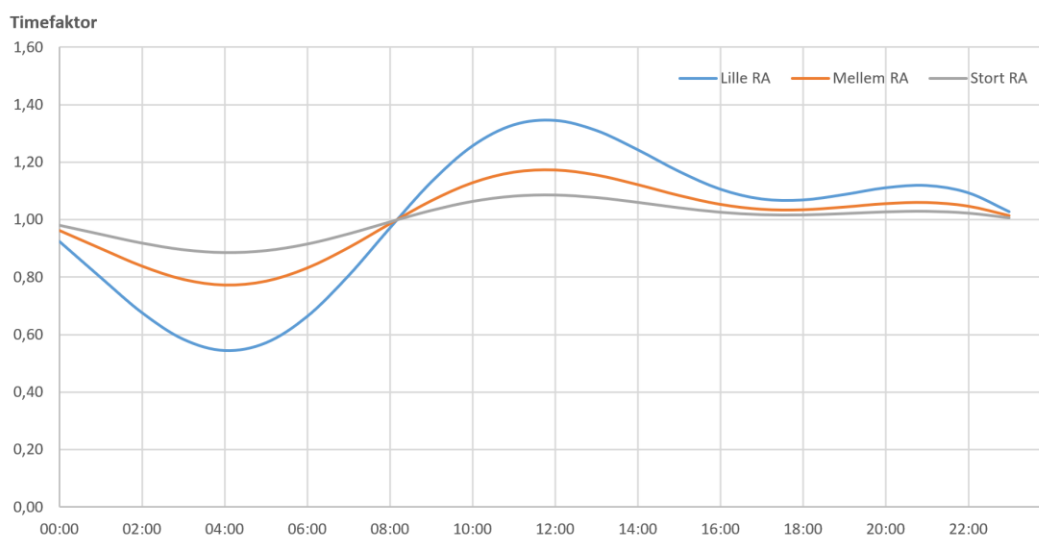
I denne strukturanalyse anvendes de nuværende registrerede spildevandsmængder, dvs. inklusive nuværende registrerede andel af uvedkommende vand, til bestemmelse af anlægsinvesteringer og driftsudgifter. Det økonomiske estimat vurderes derfor at være konservativt.

En progressiv tilgang for os i VandCenter Syd ville være at underdimensionere afløbssystemet og renseanlæggene hydraulisk ud fra en forventning om, at spildevandsmængden kan reduceres væsentligt med fremtidige tiltag i afløbssystemet.

Det optimale økonomiske investeringsscenarie udgøres af et så lavt og så jævnt spildevandsflow som muligt. I praksis vil spildevandet variere over døgnet og følge et mønster, der afspejler et gennemsnit af borgernes "forbrugsmønster" af vandforbrug til toiletbesøg, bad, tøjvask, køkkenarbejde mm. Industrispildevand bidrager sjældent til en synlig hydraulisk belastning, da der ofte er tale om mindre spildevandsmængder med høj forureningskoncentration.

Væsentlig risiko ved at underdimensionere afløbssystemet er et øget antal opstuvninger i afløbssystemet, med de deraf afledte risici for spildevand i kældre hos borgerne og overløb af spildevand til recipienterne. En fejlprognose af spildevandsmængderne kan dog afhjælpes lokalt med etablering af regn- og forsinkelsesbassiner.

I Figur 7 **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.** er vist tre forskellige standardkurver for variationen af spildevandsflowet til et renseanlæg i tørvejrperioder, illustreret som en varierende timefaktor i forhold til et gennemsnitligt timeflow (værdien 1). Tidspunktet og størrelsen af den maksimale timefaktor angiver, hvornår på døgnet, der kan forventes et maksimalt tørvejrflow, samt størrelsen af flowet. Kurverne afspejler et typisk "forbrugsmønster" i oplandet til et renseanlæg, og som det fremgår af figuren, har renseanlæggets størrelse en betydning for variationens størrelse. Dette hænger sammen med afløbssystemets størrelse, og den deraf følgende udligning af flow i ledningsnettet.



Figur 7 Eksempel på timevariationen af spildevandsflow i et tørvejrdsdøgn, vist for små, mellemstore og store spildevandssystemer

Medmindre at vi i VandCenter Syd har en forventning om at kunne påvirke borgernes og til dels virksomhedernes "forbrugsmønster" af vand, kan det ikke forventes, at spildevandsvariationerne bliver mindre end illustreret i Figur 7. Hertil skal så lægges den øgede spildevandsmængde, der opstår under regn, der kan forventes at ligge på 1,5-2,0 gange det maksimale tørvejrflow i fælleskloakerede oplande. Optimum er en faktor 1,0, svarende til at afløbssystemet har den fornødne grad af separatkloakering og forsinkelse/udligningsvolumen implementeret.

Det er med baggrund ovenstående faktorer på tørvejr og regn muligt at give en teoretisk kvantificering af optimeringsmulighederne på det dimensionsgivende flow:

Tørvejr timefaktor:	1,10 - 1,30
Regn timefaktor:	1,50 - 2,00
Samlet faktor:	1,65 - 2,60

Det skal bemærkes, at der findes forskellige proportionalitetssammenhænge mellem dimensionsstørrelser og anlægsomkostninger alt afhængig af type af anlæg, hvorfor en reduceret kapacitet ikke kan overføres direkte til økonomi ud fra et proportionalitets princip.

Det anbefales i et videre arbejde at tage udgangspunkt i målte værdier af timeflow i tilløbet til de seks renseanlæg, der indgår i strukturanalysen, samt det målte vandforbrug i oplandet til renseanlæggene. Resultatet af analysen kan herefter anvendes til at vurdere potentialet og kvantificere risici ved et progressivt design og dimensionering af spildevandssystemet i strukturanalysens opland.

7. Et nyt centralt renseanlæg

I dette afsnit beskrives de muligheder vi opnår, og de visioner vi har, hvis vi følger en struktur med centralisering af spildevandsrensningen på de seks nuværende renseanlæg på et fælles centralt renseanlæg.

7.1. Opbygning og funktion

Et nyt renseanlæg i en centraliseret struktur vil - uanset teknologivalg, design og dimensionering - indeholde nogle obligatoriske procestrin og funktioner, samt vil der foreligge nogle optioner der kan overvejes at blive implementere. De fleste valg kan kobles til vores vision om bæredygtighed og valg af primære verdensmål.

7.1.1. Pumpestationer

Det er almindeligt, at der etableres pumpestationer som sørger for at spildevandet efter pumpningen kan gravitere igennem renseanlæggets rensetrin og videre, som rensat spildevand, til recipienten. Pumperne etableres typisk i indløbet, men kan også etableres mellem de enkelte rensetrin, som mellempumper, eller i udløbet af renseanlægget.

Herudover indeholder renseanlægget en række pumper til intern pumpning af procesvand. Det interne pumpebehov kan udgøre en faktor, der er mange gang større end spildevandsmængden, der ledes igennem renseanlægget, men ofte er disse pumper kun tilknyttet et meget beskedent behov løftehøjde.

Behovet for en pumpning af spildevand og interne strømme afhænger af flere forskellige ting;

- indløbskoten til renseanlægget
- topografien i det området, hvor renseanlægget placeres
- tryktabet igennem de teknologier, der vælges til rensning af spildevandet
- jordbundsforhold, som er en afgørende økonomisk faktor for, hvor meget bygværkerne kan graves ned

Selv om energiforbruget til pumpning samlet set er beskedent, ligger der således allerede ved valg af areal til etablering af det nye renseanlæg en mulighed for at reducere på ressourceforbruget i form af elforbrug, jf. verdensmål nr. 12. Når antallet af pumpestationer er minimeret, og mest mulig af vandtransporten foretages ved naturlig gravitation, skal de valgte pumpeenheder vælges så energieffektive som muligt.

7.1.2. Ristebygværk

Ristebygværket er et obligatorisk rensetrin på et renseanlæg. I bygværket udtages større objekter fra spildevandet, såsom vådservietter, vatpinde, metal- og plastikgenstande og lign., der principielt ikke hører hjemme i spildevandssystemet. Rensetrinnet består af hensyn til arbejdsmiljø og sundhed af et lukket og ventileret system med mekaniske selvrensende riste og et vaske- og transportsystem, der afleverer det såkaldte ristegods i lukkede containere. Ristegods køres enten til forbrænding eller deponi. De mekaniske riste og udstyr til håndtering og opbevaring af ristegods foregår almindeligvis indendørs i et ventileret bygværk.

Der findes flere forskellige leverandører af udstyr til ristebygværker. Ved valg af teknologier skal der, udover fjernelsesgrad af ristegods, fokuseres på behovet for løbende vedligeholdelse, udskiftning af sliddele og manuel rensning. El- og vandforbrug vurderes at være optimeret og stort set identisk for alle teknologier, og udover arbejdsmiljø vurderes der ikke at være et verdensmål tilknyttet direkte til denne funktion på renseanlægget.

7.1.3. Sand- og fedtfang

Efter at spildevandet har været igennem ristebygværket følger et rensetrin til fjernelse af sand og fedt fra spildevandet. Et rensetrin til fjernelse af fedt kan i få tilfælde undlades, hvis spildevandets fedtindhold er beskedent. Vælges at etablere et fedtfang, opsamles fedtet i en fedtbrønd, der tømmes regelmæssigt. Fedt har et stort biogaspotentiale, hvorfor det er almindeligt at køre fedtet til et biogasanlæg/rådnetårn.

En fjernelse af sand er derimod helt obligatorisk. Dette for at sikre en lang levetid af maskinudstyr på renseanlægget og en opretholdelse af de nødvendige procesvolumener nedstrøms renseanlægget. Hvis renseanlægget tilknyttes et biogasanlæg/rådnettank er kravet til sandfjernelse fra spildevandet skærpet.

Sand, som fjernes fra spildevandet, vaskes og opbevares i containere. Tilsvarende ristebygværket foregår alle sandfjernelsesprocesser i lukkede og ventilerede systemer. Selve sandfanget kan etableres både indendørs og udendørs. Udstyret til vaskning og opbevaring af sand foregår indendørs – typisk i samme bygværk, som anvendes til ristefunktionen.

Der findes flere forskellige designprincipper og leverandører af udstyr til sandfang. Valget af teknologier skal først og fremmest tilgodeses en konstant effektiv udskillelse af sand og fedt. Herudover kan der være tilknyttet et energiforbrug til beluftning samt en varierende kvalitet af restproduktet, sand. Ved valg af den rette teknologi til bl.a. sandvaskning bør det tilstræbes at opnå et så rent produkt som muligt med henblik på at imødekomme verdensmål nr. 12. Målet kan her være at sikre en renhed af sandet der muliggør en genanvendelse af sandet som fyldningsjord.

7.1.4. Primært rensetrin

Etableringen af et primært rensetrin er en option, der ikke er en nødvendighed for at rense spildevandet. Formålet med rensetrinnet er at udtage kulstof fra spildevandet, som kan anvendes direkte til biogasproduktion. Samtidig reduceres energiforbruget til den efterfølgende biologiske rensning af spildevandet. Trinet er således at betragte som en energioptimering af renseanlægget og tilvalget af et primærttrin tilgodeses både verdensmål nr. 7 og 12. Som det fremgår af afsnit 8.1 ligger der også en mulighed for at tilføje en innovativ teknologitilgang, jf. verdensmål nr. 9.

7.1.5. Biologisk/kemisk rensetrin

Det biologiske/kemiske rensetrin er obligatorisk og uundværligt, når renseanlægget skal overholde udlederkravet til organisk stof, kvælstof og fosfor. Der findes et utal af designmuligheder for dette trin, konventionelle såvel som innovative. Disse er beskrevet i afsnit 8.2. Ved valg af design er der store muligheder for at reducere el- og kemikalieforbruget, hvor sidstnævnte også kan påvirke kvalitet og mængden af affaldsproduktion. Ligeledes kan designvalget i høj grad afgørende for kvaliteten af det rensede spildevand. Derfor vurderes verdensmålene nr. 7, 9, 12 og 14 at være i spil.

7.1.6. Poleringstrin

Etableringen af et poleringstrin efter det biologiske/kemiske rensetrin og før udledning af det rensede spildevand til recipienten vurderes ikke at være obligatorisk for at kunne overholde de udlederkrav, som forventes at blive gældende for det nye renseanlæg. Dog kan et sådan trin overvejes i forhold til at imødekomme verdensmål nr. 14. Et poleringstrin kan medføre et øget ressourceforbrug og øget affaldsproduktion, og dermed have en negativ effekt på verdensmål nr. 12. Derfor kræver valget af et poleringstrin en nærmere bæredygtighedsanalyse.

7.1.7. Slambehandlingstrin

Det nye renseanlæg er planlagt at blive etableret uden egen slambehandling, idet slam produceret på renseanlægget planlægges at blive transporteret til en større central slambehandling med biogasudnyttelse. Valget er god tråd med vores visioner om bæredygtighed, da en større central slambehandling medfører en langt større fleksibilitet til at introducere økonomiske forsvarlige teknologier til ressourceudnyttelse fra spildevandet. På længere sigt vil det selvsagt være muligt at etablere slambehandling på det et nyt renseanlæg. Verdensmålene nr. 7, 9 og 12 vurderes således at kunne tilgodeses.

7.2. Muligheder for tilgang til dimensionering og design

Der findes flere muligheder for tilgange til design af et renseanlæg – eneste forudsætning og grundpræmis er at renseanlægget som minimum omfatter de i afsnit 7.1 beskrevne procestrin og funktioner.

Den helt afgørende faktor for valg af design er sjældent økonomi, men i stedet ofte de krav myndighederne og/eller ejerkredsen, herunder kommunen, måtte have til f.eks. den arkitektoniske udformning og/eller de lokale miljøpåvirkninger (støj, lugt, trafik mm.) af renseanlægget.

Når myndighederne – uden fokus på økonomi – har fremsat deres betingelser og krav overtager de økonomiske betragtninger i den videre design og dimensioneringsfase. Generelt vil renseanlæg i bynære områder eller i områder med høj rekreative værdi være pålagt flere myndighedskrav. Bynære arealer kan også, hvis der er tale om et begrænset byggeareal, på samme vis som myndighedskrav have stor betydning for valg af økonomisk dyrere designløsninger - alene af hensyn til pladsbehovet.

I denne strukturanalyse benævnes et sådant anlæg med henvisning til det minimale aftryk på landskab/bymiljøet og lokale miljøpåvirkninger, som et "low-footprint" design.

Vi ønsker i VandCenter Syd at udfordre denne konventionelle og "low-footprint" tilgang til design af renseanlæg, da de historisk set har vist sig at fastlåse og begrænse forsyningernes økonomiske råderum til løbende at investere i den løbende udvikling af bæredygtig teknologi. Derfor gennemgås følgende tre forskellige designtilgange til et nyt centralt renseanlæg:

- Konventionel design
- "Low footprint" design
- Innovativt design

, hvor vi med den innovative tilgang til design forsøger at udfordre "almindelig praksis" med udgangspunkt i de progressive teknologier beskrevet i afsnit 8. Det forudsættes i gennemgangen, at vi allerede ved valg af placering af et nyt centralt renseanlæg, har sørget for at der ikke er unødige begrænsende faktorer ved valg af designløsningerne.

7.2.1. Det konventionelle renseanlæg (CAS)

I den konventionelle tilgang til dimensionering og design udbydes renseanlægget i totalentreprise med tilhørende krav om en procesgaranti på overholdelse af udledningskvalitet samt funktionsgarantier på effektivitet af udvalgte maskinudstyr. Renseanlægget dimensioneres som udgangspunkt på basis af en fremtidig belastningsprognose med 20 % sikkerhed – tilsvarende afsnit 6.2.3. Herudover medfører kravet om garantier at totalentreprenøren inkluderer en vis sikkerhed i designet, som så skal lægges oveni. Tildelingskriteriet i totalentrepriseudbuddet vil være det mest økonomisk fordelagtige – typisk baseret på anlægsomkostninger og samlede driftsudgifter over 10 år.

Anlægget vil ud fra en økonomisk betragtning med stor sandsynlighed blive etableret med den fulde kapacitet fra starten – uanset om den fulde spildevandsbelastning først forventes om mange år. Dette vil resultere i et nyt renseanlæg, der etableres med en kapacitet på ca. 148.000 PE (jf. afsnit 6.2.3). Hvis det tilgængelige areal er stort nok og jordbundsforholdene er "almindelige" (dvs. *ikke* ekstremt dårlige), så vil totalentreprenørerne tilbyde et aktivt slamanlæg med efterklaringstanke opbygget i 2 identiske proceslinjer bestående af cirkulære præfabrikerede beton elementer.

Der kan være små forskelle i hvilke designprincipper, dog kan disse afgrænses til:

- Kvælstoffjernelse – recirkulation, OCO eller single ditch
- Fosforfjernelse – Bio-P ved sidestrømshydrolyse og supplerende kemisk fældning
- Efterklaringstanke
- Avanceret onlinestyring

Medmindre der specifikt kræves et renseanlæg med mulighed for kulstofhøst i en primærdel, er det ikke sikkert at vi får tilbudt dette i en totalentreprise. Dette vil afhænge af, hvordan opgørelsen af driftsomkostningerne defineres og opgøres.

Et konventionelt renseanlæg etableret i 2 etaper med en samlet kapacitet på 98.600 PE, jf. valgte etableringsstrategi i afsnit 6.2.3, vil overslagsmæssigt beløbe sig til en anlægspris på ca. 92 MDKK pr. etape, dvs. 184 MDKK for de første 2 etaper, svarende til ca. 1.866 DKK/PE.

Dette er forudsat uden egen slambehandling og biogasproduktion. Merpris for en slambehandling skønnes at udgøre ca. 30 MDKK pr. etape.

Den ønskede fleksibilitet, der skal tage højde for den endelige skæbne af renseanlæggene i Bogense og Odense NV, vurderes at være ca. 30-40 MDKK dyrere for os (uden slambehandling), end hvis vi valgte, at bygge anlægget med en startkapacitet på 98.600 PE.

Viser det sig tilmed, at prognoserne fra Danmarks Statistik er korrekte og der i sidste ende skal bygges et anlæg til 148.000 PE vil den etapevise opdeling have kostet os ca. 80-90 MDKK, sammenlignet med at der fra start blev etableret et anlæg med en kapacitet på 148.000 PE.

Dog sikres med den etapevise udbygning på bedre vis, at vi ikke (endnu en gang) står med et renseanlæg med en alt for stor reservekapacitet.

Etableres et nyt centralt renseanlæg til en kapacitet på 148.000 PE med egen slambehandling og biogasproduktion vil anlægget overslagsmæssigt kunne etableres for ca. 260 MDKK, svarende til ca. 1.756 DKK/PE. Etableres renseanlægget uden egen slambehandling skønnes anlægget at kunne etableres for ca. 190 MDKK, svarende til ca. 1.289 DKK/PE.

De fleste anlæg i Danmark er etableret ud fra denne konventionelle tilgang. Seneste eksempel findes i Mariagerfjord, der blev taget i brug i 2013. Anlægget blev etableret uden primærtrin, men med biogasproduktion i et rådnetårn. Nye større konventionelle renseanlæg forventes at blive etableret i henholdsvis Assens og Sønderborg Forsyning. I Figur 8 er vist nogle danske eksempler på konventionelle renseanlæg.



Figur 8 Eksempler på design af et konventionelt renseanlæg

7.2.2. "Low-footprint" renseanlægget

En placering af et nyt centralt renseanlæg i et bynært eller rekreativt område – måske med begrænset areal til rådighed og en sårbar recipient, f.eks. en havn med ønske om badevandskvalitet, vil accelerere de myndighedsbetingede krav til renseanlæggets almene "footprint", dvs. lokale miljøpåvirkning.

Sammenlignet med det konventionelle renseanlæg beskrevet i forrige afsnit vil der skulle etableres de samme procestrin som oplistet i afsnit 7.1, dog med et sandsynligt krav om et meget effektivt tertiært poleringstrin – måske med et hygiejniseringsstrin - til opfyldelse af strengere udledningskrav.

Ligeledes kan det forventes, at alle processer skal overdækkes og ventileres med tilhørende lugtrensning. Krav om overdækning kan have betydning for valg af design af f.eks. betontanke, der i stedet for prisbillige cirkulære præfabrikerede tanke etableres som langt dyrere insitustøbte rektangulære proces- og klarings-tanke. Herudover kan det forventes, at ventilation og lugtrensning øger renseanlæggets el-forbrug med op til 25 %.

Valget af denne designtilgang vil medføre, at den etapevise udbygningsstrategi beskrevet i afsnit 6.2.3, ikke vil kunne lade sig gøre, og at anlægget sandsynligvis skulle etableres med en anlægskapacitet på 148.000 PE fra starten, da fleksibiliteten til om- eller udbygning af disse anlæg er meget ringe, og i givet fald ikke mulige.

Seneste eksempel på et "low-footprint" renseanlæg findes i Hillerød med en kapacitet på maksimalt 100.000 PE, hvor maskinudstyret har en kapacitet på ca. 65.000 - 70.000 PE. Anlægget er underjordisk og arkitektonisk skjult i et naturområde med høj rekreativeværdi for borgerne i Hillerød. Recipienten er særdeles følsom. Anlægsprisen skønnes at ligge på mere end 300 MDKK, dvs. ca. 3.000 DKK/PE. I Figur 9 er vist nogle eksempler på "low-footprint" renseanlæg placeret bynært eller i rekreative områder, heriblandt Helsingør Renseanlæg og det helt nye renseanlæg i Hillerød, som er udført som et "underjordisk" renseanlæg.



Figur 9 Eksempler på design af "low-footprint" renseanlæg placeret i rekreative eller bynære områder

7.2.3. Innovativt anlæg

Målet med vores innovative tilgang til design af et nyt centralt renseanlæg er som udgangspunkt at opretholde en høj investeringsfleksibilitet og et højt fremtidigt økonomisk råderum, så vi hurtigt kan opgradere/udskifte udstyr eller anlægsdele i takt med den løbende teknologiudvikling, ændringer i oplandets produktionsmønstre af spildevand og/eller ændrede myndighedskrav til spildevandsrensning eller slamhåndtering. Innovationen omfatter derfor både tilgangen til dimensionering, anlægsdesign samt valg af drift og ressourceudnyttelse fra spildevandet i det fremtidige afløbssystem og renseanlæg.

”Innovation” omfatter kort beskrevet at øge andelen af maskindele og reducere andelen af beton. I afsnit 8 er en række mulige progressive teknologier beskrevet og ranglistet i forhold til et konventionelt aktivt slam renseanlæg (CAS). Denne tilgang vil med stor sandsynlighed øge de initiale anlægsomkostninger (DKK/PE), men tilgangen giver så til gengæld mulighed for at ”underdimensionere” anlægget, som beskrevet i afsnit 6.3.1.

I stedet for at ende op med et renseanlæg med en overkapacitet, vil kapaciteten med en innovativ etapevis modulær udbygning á f.eks. 10.000 PE, komme til at ligge meget tæt på den aktuelle belastning. I

En sådan tilgang vil kræve, at vi fjerner alle krav til funktions- og procesgarantier fra entreprenøren, således at vi tager ansvar og tager gevinsten, eller står med hele problemet og tabet selv. Helt substantielt er dog, at det innovative anlæg ikke på noget tidspunkt kompromitterer den sikkerhed, det arbejdsmiljø og den produktkvalitet vi kender fra vores anlæg i dag.

Anlægsprisen for et modul á 10.000 PE kan kun svært angives, da der ganske enkelt ikke findes et erfaringsgrundlag herfor. I afsnit 7.5 er det på bedste vis forsøgt at estimere, hvor meget et innovativt designet modul må koste, hvis der skal være prisneutralitet med en konventionel anlægspris.

Bliver anlægsprisen, og evt. driftsudgifterne, ved det innovative renseanlæg højere end ved den konventionelle tilgang, skal vi vurdere værdien af den øgede fleksibilitet til at ændre prioriteringer og udskifte teknologier med nyere og bedre.

Et maskinel og mere industrielt design med få underjordiske ledninger, meget lidt beton og mange små identiske moduler er vist i eksempler i Figur 10. Da der ikke findes kommunale renseanlæg, opbygget efter dette princip er der søgt inspiration i diverse industrielle procesanlæg.

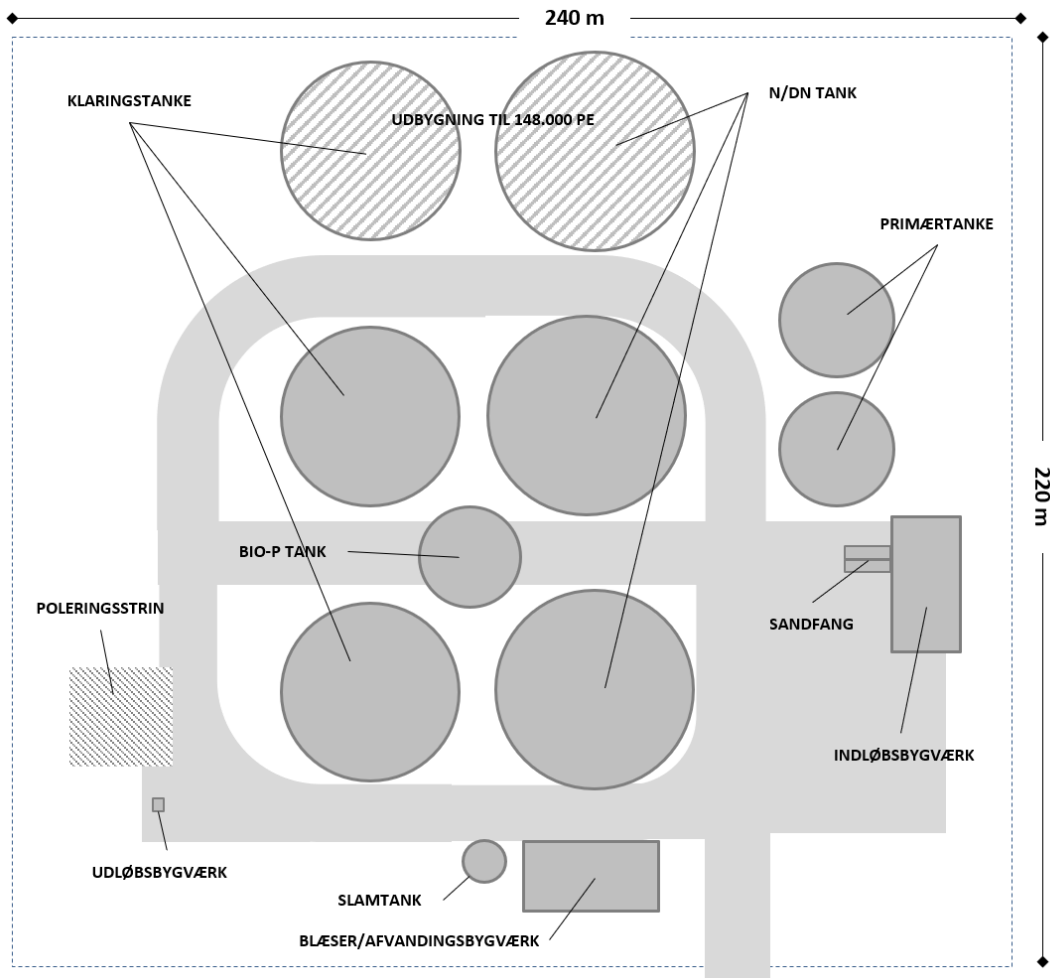


Figur 10 Eksempler på innovativt industrielt design af renseanlæg.

7.3. Eksempel på arealdisponering, konventionelt renseanlæg (CAS)

I Figur 11 er det skitseret, hvordan et konventionelt aktivt slam renseanlæg på 98.600 PE med kulstofhøst i et primærtrin og en opbygning med forudsat ekstern slambehandling. Anlægget er forudsat at bestå af følgende bygværker med almindelige dybder:

- 2 x $\varnothing 28\text{m}$ primærtanke
- 1 x $\varnothing 24\text{m}$ Bio-P tank
- 3 x $\varnothing 47\text{m}$ N/DN biologisk/kemiske procestanke
- 3 x 42m klaringstanke
- Mulig tertiær polering i et mekanisk filter



Figur 11 Eksempel på arealdisponering af et konventionelt rensesanlæg med en kapacitet på 98.600 PE med forberedt udbygning til 148.000 PE.

7.4. Anlægsteknisk innovationspotentiale

Innovationen af nye teknologier og nye anlægsdesign har globalt set resulteret i en større kompakthed af rensesanlæggene, dvs. et lavere areal footprint, hvor betonandelen i de konventionelle aktivt slamanlæg (CAS) er blevet reduceret og erstattet af f.eks. mere maskinelt udstyr. Eksempler herpå er bl.a. filterteknologier som kan erstatte store bundfældningsbassiner samt MBBR og MBR teknologierne, med en mere kompakt biologiske del med yderlig mulighed for at supplere med mere kompakte bundfældningsteknologier.

Udviklingstendensen mod mere maskinudstyr og en mere industriel tilgang til design af renseanlæg er således i god harmoni med vores målsætning om en mere innovativ og fleksibel indfaldsvinkel til dimensionerings- og design processen af et nyt centralt renseanlæg i VandCenter Syd.

Potentialet med den mest progressive teknologi på markedet, vurderes at kunne reducere behovet for procesvolumen med op til ca. 50-60 % i forhold til et CAS anlæg.

Det er specielt MBR (Membrane Bio Reactor), der er beskrevet i afsnit 8.2.2, som på nuværende tidspunkt repræsenterer den teknologi med størst kompakthed. Den store kompakthed kan bl.a. tilbageføres til at procesdelen kan etableres ca. halvt så stort, samtidig med at behovet for et klaringsvolumen stort set ikke er eksisterende. Behovet for udligningsvolumener til spildevandet under regn ved en MBR løsning vil dog kunne trække ned på den samlede kompakthed, men er nødvendig at medtage for at reducere udgifterne til membranarealet.

Hvad angår anlægsomkostningerne til et MBR anlæg, så er dette meget afhængig af levetiden af membranerne. Undersøgelser har vist, at MBR har omtrent samme anlægsomkostninger som et CAS anlæg, hvis såfremt at membranerne har en levetid på ca. 10 år, samtidig med at der kun er en ganske lille hydraulisk variation af spildevandet. Anlægsudgiften til et udligningsbassin vurderes at ligge under 10 MDKK. Dette er en éngangsudgift og mindre end 10 % af de samlede estimerede anlægsomkostninger.

Aerobt granulært slam (AGS), en anden progressiv teknologi, beskrevet i afsnit 8.2.5, er også rigtig godt med, hvad angår kompaktheden. Tilsvarende MBR anlægget kan et AGS anlæg drives med en langt højere slamkoncentration og har herudover ikke brug for så lang en bundfældningsfase som et tilsvarende CAS anlæg. EnviDan, der har licens i Danmark på den eneste kommercielle AGS teknologi, Nereda®, en batch baseret teknologi, har oplyst, at teknologien under normale forhold er dyrere at etablere end et CAS anlæg, bl.a. fordi der kræves mere redundans af bl.a. mekanisk udstyr i anlægget.

Et anlæg baseret på MBBR teknologien (Moving Bed Bio Reactor), en biofilms proces beskrevet i afsnit 8.2.4, er overordnet en kompakt proces, men for at nå de samme lave udløbsværdier, vi kender i Danmark, skal der etableres mange forskellige zoner i den biologiske rensning. Eksempelvis skal der etableres 2 separate nitrifikationszoner for at nå en ønsket lav ammoniumkoncentration. Samtidig medfører MBBR teknologien, at der ikke i samme grad kan anvendes prisbillige præfabrikerede cirkulære betontanke. Anlægsdesignet er typisk baseret på rektangulære tanke, som er dyrere at etablere. Herudover er prisen på det flydende bæremedie, hvor biofilmen skal etableres, relativt høj, hvorfor et MBBR anlæg ender med at blive noget dyrere sammenlignet med et CAS anlæg. En væsentlig fordel ved MBBR er dog, at den anlægstunge efterklaringsdel kan erstattes af et mekanisk filter.

IFAS processen (Integrated fixed Film Activated Sludge), beskrevet i afsnit 8.2.7, har ikke samme kompakthed, som de øvrige progressive teknologier. Dette skyldes bl.a. at kompaktheden primært findes i nitrifikationsdelen, der kan bygges ca. 60 % mindre. Resten af volumenbehovet, dvs. behov for denitrifikationsvolumen og klaringsvolumen er stort set den samme som for CAS teknologien.

7.5. Økonomisk innovationsområde

I nuværende planlægningsfase - med nuværende detaljeringsniveau - er det ikke muligt at give et præcist bud på de økonomiske konsekvenser, det vil få, hvis et nyt centralt renseanlæg dimensioneres og designes ud fra en progressiv tilgang. Dette gælder både anlægs- og driftsomkostninger.

I stedet er det valgt, eller forsøgt, at give et overslag på det økonomiske innovationsområde, defineret ved at den progressive tilgang for etablering af et nyt innovativt anlæg ikke anlægsøkonomisk må overstige, hvad det koster at etablere et konventionelt renseanlæg (CAS) dimensioneret og designet efter konventionel praksis, dvs.:

- Kapacitet på 98.600 PE
- Ekstern slambehandling

*) Der anvendes et sammenligningsgrundlag på 98.600 PE og ikke 148.000 PE, jf. betragtningerne i afsnit 6.2.3.

I den progressive tilgang etableres et nyt centralt renseanlæg ud fra den aktuelle registrerede belastning i moduler á 10.000 PE.

Da det innovative renseanlæg er antaget at bestå af mere maskinudstyr, ændres afskrivningsprofilen tilsvarende – desværre til den dyrere side ved den innovative tilgang. Følgende er antaget i opgørelsen af udgifter til løbende afskrivninger:

Konventionel renseanlæg:	60 % B	30 % M	10 % E+SRO
Innovativt renseanlæg:	30 % B	55 % M	15 % E+SRO

, hvor afskrivningstiderne er sat til 50 år for B; 20 år for M og 10 år for E+SRO.

Det økonomiske innovationspotentiale er meget afhængig af hvad den fremtidige belastning indenfor et 50 årigt perspektiv reelt bliver i praksis. Vi opererer med et område fra 75.500 PE, svarende til nuværende belastning, til 148.000 PE, hvis prognosen for befolkningstilvæksten fra Danmarks Statistik rammer plet.

Det økonomiske innovationspotentiale ved et fremtidigt belastningsgrundlag på 75.500 PE:

Konventionel renseanlæg (98.600 PE):	184 MDKK (1.866 DKK/PE)
Innovativt renseanlæg (70.000 PE):	21,9 MDKK pr. 10.000 PE (2.185 DKK/PE)

For begge scenarier vil omkostninger til afskrivning over 50 år udgøre ca. 320 MDKK. Modulerne á 10.000 PE skal kunne holdes indenfor en anlægsspris på ca. 22 MDKK for at være økonomisk konkurrencedygtig med et konventionelt renseanlæg og ved den forudsatte andel af B, M og E/SRO.

Det økonomiske innovationspotentiale ved et fremtidigt belastningsgrundlag på 148.000 PE:

Konventionel renseanlæg (148.000 PE):	276 MDKK (1.866 DKK/PE)
Innovativt renseanlæg (140.000 PE):	16,5 MDKK pr. 10.000 PE (1.645 DKK/PE)

For begge scenarier vil omkostninger til afskrivning over 50 år udgøre ca. 470 MDKK. Modularne á 10.000 PE skal kunne holdes indenfor en anlægspris på ca. 17 MDKK for at være økonomisk konkurrencedygtig med et konventionelt renseanlæg og ved den forudsatte andel af B, M og E/SRO.

Målsætningen om at kunne etablere innovative industrielle moduler til spildevandsrensning á 10.000 PE til en pris på 17-22 MDKK kan relateres til, at et konventionelt renseanlæg til 10.000 PE overslagsmæssigt vil koste ca. 32 MDKK. Der ligger således et væsentligt arbejde i at udvikle prisbillige moduler.

Udvikles et modul til 22 MDKK og viser det sig at den fremtidige belastning kommer helt op på 148.000 PE vil meromkostningerne til anlægsafskrivinger til det innovative anlæg udgøre ca. 300 MDKK over 50 år sammenlignet med den konventionelle tilgang.

Hvis det til gengæld lykkes at udvikle et modul til 17 MDKK, og viser det sig at den fremtidige belastning ikke øges væsentlig, og i de næste 50 år ligger uændret på 75.500 PE vil omkostningerne til anlægsafskrivinger til det innovative være ca. 230 MDKK lavere over 50 år sammenlignet med den konventionelle tilgang.

7.6. Potentiale for ressourceeffektivitet

Da det i denne strukturanalyse er forudsat en central slambehandling, vil et nyt centralt renseanlæg ikke blive etableret med slambehandling, men måske udelukkende i form af en simpel forafvanding eller opkoncentrering.

Potentialet for ressourceeffektiviteten antages i denne overordnede gennemgang derfor at omfatte vandbehandlingsdelen, hvilket kan opsummeres til følgende :

- Elforbrug
- Kulstofhøst/biogasproduktion

Dette er et ret konservativt udgangspunkt, da der til stadighed dukker nye muligheder og udfordringer op. Vi vil derfor løbende følge udvikling og trends i samfundet nøje. Ændringer her kan give anledning til nye tilgange og behov for ressourceudnyttelse fra spildevand. Et eksempel kunne være produktion af simpel protein. Alle ingredienserne for en sådan proteinproduktion vil være at finde i spildevand, men tekniske såvel som følelsesmæssige udfordringer kan stå i vejen for en ressourceudnyttelse af denne type.

Potentialet for at reducere elforbruget er medtaget i den økonomiske redegørelse i form af reducerede driftsudgifter ved etablering af et nyt centralt renseanlæg. Derimod er gevinsten ved øget driftsindtægter ved salg af el- og varme via en øget kulstofhøst på et nyt centralt anlæg *ikke* medtaget i den økonomiske redegørelse. Dette fordi at slambehandlingen og gasproduktionen foregår på Ejby Mølle, der ligger udenfor strukturanalysens afgrænsning.

7.6.1. Potentiale for elforbrug

Et gennemsnitligt klassisk CAS anlæg, opbygget som et 1-trins renseanlæg, vil have et elforbrug på ca. 50 kWh/PE/år svarende til 3.800 MWh/år eller et årligt elforbrug af ca. 2.400 gennemsnitsdanskere.

Et moderne energioptimeret CAS anlæg vil have et elforbrug på ca. 35 kWh/PE/år svarende til 2.700 MWh/år. Dette er brutto, og uden behov for rensning af interne strømme så som rejktvand. Dette er omtrent det samme som det årlige elforbrug af 1.700 gennemsnitsdanskere. Potentialet med anvendelse af progressive teknologier vurderes ikke at være større.

Enkelte af de progressive teknologier vurderes i stedet at kunne øge elforbruget op til 70 kWh/PE/år, hvilket er ækvivalent med et årligt elforbrug af ca. 3.300 gennemsnitsdanskere.

Elforbruget på et nyt centralt renseanlæg vil alt afhængig af teknologivalg og design have et årligt strømforbrug mellem 2.700 og 5.300 MWh, hvilket svarer til det årlige strømforbrug fra 1.700 - 3.300 gennemsnitsdanskere.

7.6.2. Potentiale for kulstofhøst

Alle teknologier til kulstofhøst begrænses af den efterfølgende biologiske rensning, hvor der som minimum skal være kulstof tilovers til den biologiske denitrifikationsproces i forbindelse med kvælstoffjernelsen - og også gerne til den biologiske fosforfjernelse. Sidstnævnte kan dog substitueres med en kemisk fældning.

For aktivt slam baserede renseanlæg, hvor der kræves en bundfældning af det aktive slam ved gravitation i efterklaringstanke, findes der også en begrænsning i slammets bundfældningsegenskaber. Ved en for kraftig kulstofhøst fjernes også fibermateriale og andre uorganiske materialer, som er helt vitale for at opretholde en acceptabel bundfældning af det aktive slam.

For renseanlæg der er baseret på aerobt granulært slam (AGS), f.eks. Nereda® beskrevet i afsnit 8.2.5, er det stadig uvist om et foranliggende trin til kulstofhøst overhovedet er en mulighed. Der kan her være begrænsninger i de høje koncentrationsgradienter, der er helt essentielle for at etablere stabile aerobe granuler, og som reduceres med en foranliggende kulstofhøst.

Referenceområdet for kulstofhøst, målt som udtag af suspenderet stof fra råspildevand, udgør ca. 50 %. Dette opnås med konventionel gravitation i en primærtank. Der findes teknologier, som kan udtage op til 90-95 % af det suspenderede stof. De fleste teknologier kræver typisk en dosering af polymer på 1-2 g polymer (100% sol.) pr. m³ spildevand for at nå mere end 60 % udtag af suspenderet stof.

Det er her vigtigt, at bemærke at selv ved et 100 % udtag af suspenderet stof vil selve kulstofhøsten sjældent blive meget større end 60 % af spildevandets kulstofindhold. Dette har sin årsag i at alle teknologier - måske med undtagelse af biosorption - ikke formår at "fange" den opløste kulstoffraktion i spildevandet.

Herudover findes der også en anden og ikke uvæsentlig begrænsning i, hvor stor kulstofhøsten fra spildevandet kan blive. Nedstrøms primærtrinnet med kulstofhøst skal kvælstof og fosfor fjernes med biologiske processer. Disse processer fungerer ikke optimalt, når der høstes for meget kulstof.

For almindeligt kommunalt spildevand er det ikke ualmindeligt at tilføre en ekstra ekstern kulstofkilde til den biologiske rensning, når udtaget af suspenderet stof kommer over ca. 60 %. Tilsætningen af en ekstern kulstofkilde kan eventuelt undgås, hvis der i oplandet findes fødevarevirksomheder, som tillader deres industrispildevand til afløbssystemet.

Potentialet for kulstofhøst fra mange typer af industrispildevand fra fødevarevirksomheder, så som bryggerier, mejerier og lign., er højt. Mange gange findes kulstoffet i denne type af spildevand i opløst form. Opløst kulstof er som før nævnt meget svært at høste, da kulstoffet først skal omdannes til suspenderet form for at kunne høstes. Hvis kulstoffet ikke høstes i et primærtrin, skal det fjernes biologisk fra spildevandet med beluftning og et deraf afledt elforbrug.

Den eneste måde at opgøre potentialet af kulstofhøsten fra spildevandet på, er at beskrive gaspotentialet. Her bevæger vi os over på slamsiden, hvorfor vi principielt befinder os udenfor afgrænsningen af denne strukturanalyse, der jo fokuserer på vandbehandlingen. Vi kan således ikke helt undgå at bevæge os en smule over på slamsiden.

Det er valgt at opgøre gaspotentialet – og dermed potentialet for kulstofhøst – ud fra en kvantificering af antal offentlige busser, der kan køre på naturgas (CNG busser – Compressed Natural Gas).

Opgørelsen på basis af busser er baseret på følgende antagelser:

Antal årlige km pr. CNG bus:	100.000 km
Naturgasforbrug:	45 Nm ³ /100 km
Naturgas:	90 % metan
Biogas:	62 % metan
Generelt tab af gas:	5 %

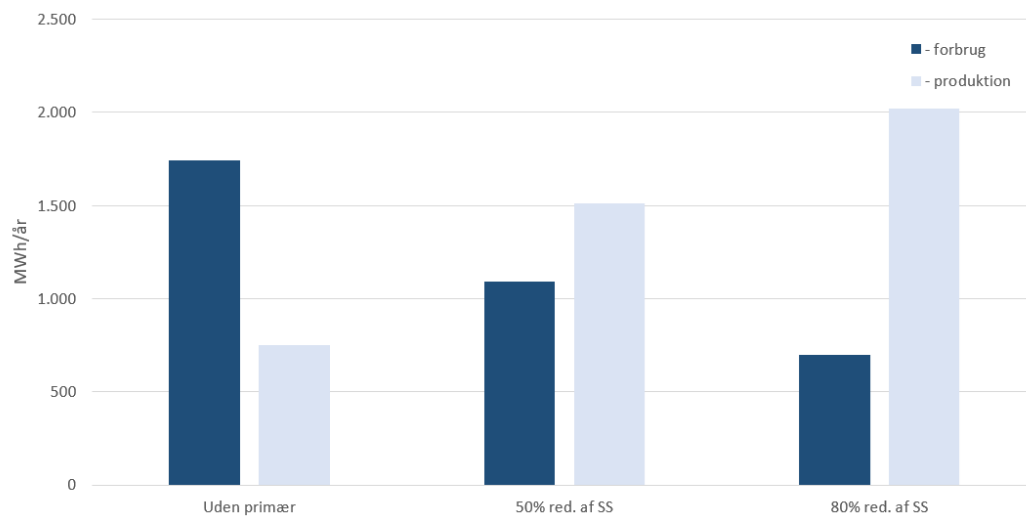
Nedenstående opgørelse viser dette potentiale ud fra det nuværende belastningsgrundlag på 75.500 PE.

Potentiale		Kulstofhøst	Biogas	Nm ³ CH ₄ /år	Antal busser
			Nm ³ /år	Nm ³ /år	Stk.
Maksimalt #1	Urealistisk	100 %	1.870.000	1.288.000	29
Maksimalt #2	Urealistisk	100 %	1.122.000	723.000	16
Progressivt	Realistisk	80 %	998.000	688.000	15
Almindeligt	Realistisk	50 %	561.000	386.000	9

Potentialet af kulstofhøsten indenfor det realistiske område (50 til 80 % reduktion) kan betyde, at det nuværende belastningsgrundlag for denne strukturanalyse, kan levere grøn og CO₂ neutralt brændstof til ca. ca. 9-15 stk. busser i Nordfyns og Odense Kommune.

Det skal her bemærkes, at gasproduktionen og udnyttelsen af denne vil foregå i en central slambehandling udenfor strukturanalysens afgrænsninger, men indenfor vores forsynings område.

Kulstofhøsten påvirker som tidligere nævnt også elforbruget til den efterfølgende beluftning. Jo højere kulstofhøst, des mindre elforbrug til beluftning. I Figur 12 er denne sammenhæng vist. Det er her antaget at biogassen anvendes til elproduktion i en gasmotor med en 40 % el nyttefaktor (uden øvrige tab). Af figuren fremgår det at en konventionel kulstofhøst med 50 % reduktion af suspenderet stor er nok til at energiregnskabet til beluftning bliver positivt.



Figur 12 Sammenhæng mellem elproduktion i en gasmotor (40 % el) og elforbruget til beluftning, ved en stofbelastning på ca. 75.500 PE.

8. Progressive teknologier

Nedenstående gennemgås de mest progressive teknologier til spildevandsrensning, der findes på markedet i dag, og som kan være af interesse for et nyt centralt renseanlæg i vores forsyningsområde.

I gennemgangen er det valgt at fokusere på teknologier til kulstofhøst og til biologisk/kemisk rensning, da disse to områder vurderes at indeholde det største økonomiske innovationspotentiale for vandbehandlingen på et nyt centralt renseanlæg. Teknologier til mekanisk forbehandling af spildevand, typisk i rist og sand- og fedtfang, gennemgås ikke. Ligeledes undlades en gennemgang af teknologier til slambehandling og rejektivandsbehandling, da et nyt centralt renseanlæg forudsættes at blive etableret med ekstern slambehandling et andet, centralt sted i vores forsyning.

Der kan i et videre arbejde inddrages en tilsvarende gennemgang af progressive teknologier til transport af spildevand og en central slambehandling i forsyningen.

Teknologierne i denne gennemgang ranglistes efter et vægtet point system, der imødekommer vores krav og vision hos VandCenter Syd til det fremtidige nye renseanlæg.

8.1. Teknologier til kulstofhøst

De nyeste teknologier til kulstofhøst kan deles i 2 forskellige innovations tilgange;

- A. teknologier der gør op med den klassiske gravitation af suspenderet stof i spildevandet i store beton tanke ved at introducere kompakt maskinelt udstyr, hvor det suspenderede stof fjernes ved filtrering. Denne nye teknologiske tilgang har vist sig at have samme potentiale for kulstofhøst som gravitationsprocessen, men med et ganske ringe behov for investering i betonanlæg.
- B. teknologier, hvor der introduceres en biologisk proces med det mål om at udtage mere opløst kulstof fra spildevandet. Noget der ikke i dag er muligt med hverken gravitation eller filterløsningen. Den biologiske proces har til formål at adsorbere mere af den opløste kulstof, og er i dag bedste teknologiske bud på kulstofhøst fra spildevand med højt indhold af opløst kulstof.

Vi har hos VandCenter Syd med baggrund i resultater fra interne forsøg med biosorption, der er den eneste teknologi til kulstofhøst, der hører under innovationstilgang B, fravalgt denne mulighed for fremtidig løsning for kulstofhøst. Følgende gennemgang af teknologier til kulstofhøst begrænses derfor til:

- Gravitation (konventionel teknologi)
- Kompakt gravitation
- Mekanisk filtrering

, hvor alle hører under innovationstilgang A.

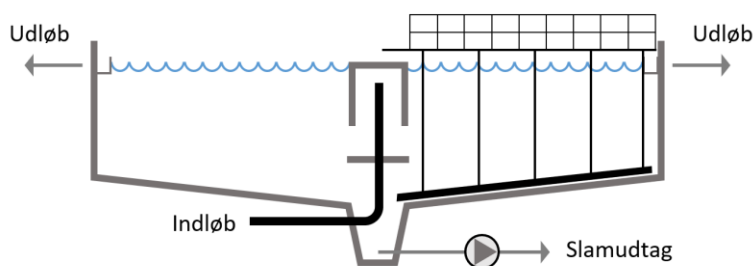
Det generelle potentiale for kulstofhøsten på et nyt centralt renseanlæg er videre beskrevet i afsnit 7.6.2.

8.1.1. Gravitation

En gravitationsløsning som en primærtank eller forklaringstank udgør den konventionelle tilgang til at opnå en kulstofhøst fra spildevandet, og det er da også den teknologi vi benytter os af bl.a. på Ejby Mølle. Gravitationsløsningen vurderes at have samme egenskaber for kulstofhøst, som en mekanisk filterløsning.

Det suspenderede stof i spildevandet bundfælder i løbet af den hydrauliske opholdstid til tankens bund og skrubes til en slamgrube, hvor det kan udtages. Slamgruben designs så primærslammet, når en tykkelse på ca. 5 % TS. Uden kemikalier vil primærtanken i gns. kunne fjerne ca. 50-60 % af det suspenderede stof, svarende til en kulstofhøst på ca. 35-45 %.

Designet kan enten foretages som cirkulære tanke, hvilket er den anlægstekniske billigste løsning, eller som rektangulære tanke, der er dyrere at konstruere, men så også mindre pladskrævende, hvis der skal etableres flere linjer. En løsning til det nye centrale renseanlæg med en kapacitet på 96.800 PE ville ved almindelig dimensioneringspraksis resultere i 2 stk. ø28 m cirkulære tank, som vist i afsnit 7.3. Kompaktheden af den konventionelle primærtank, målt den maksimale hydrauliske overflade belastning (HOB), ligger på ca. 2 m/h, dvs. ca. det dobbelte af en efterklaringstank.



Figur 13 Reference teknologi for kulstofhøst udført som en cirkulær primærtank/forklaringstank

Fordele

- Lav anlægspris (forudsat tilgængeligt areal)
- Lavt vedligeholdelses- og tilsynsbehov
- Lavt ressourceforbrug
- Muligt at nå den ønskede tørstofkoncentration i enheden uden brug af kemikalier
- Slamgruberne kan fungere som buffervolumen
- Kan opgraderes med brug af kemikalier (polymer og fældningskemikalier)

Ulemper

- Stort volumenbehov
- Meget beton
- Ikke modulært
- Væsentlige emissioner af bl.a. metan - dyrt at ventilere og udføre luftrensning
- Kulstofhøsten afhænger af koncentrationen af suspenderet stof i tilløbet og den hydrauliske opholdstid i primærtanken

8.1.2. Kompakt gravitation

Med kompakt gravitation er det muligt at reducere volumenbehovet til den konventionelle gravitation med omtrent en faktor 3-4, og det er muligt at etablere kulstofhøsten i mindre modulære enheder.

Den større kompakthed af teknologien opnås ved at separere det suspenderede stof fra spildevandet i lameller med et større effektivt areal. Herved fjernes behovet for den store hydrauliske opholdstid, der er nødvendig ved almindelig gravitation.

Kompaktheden af selve lamellerne er meget høj, og de tåler en HOB på op til ca. 15 m/h, og tages hele konstruktionen med i regnskabet så kan der regnes med en HOB på ca. 8 m/h.

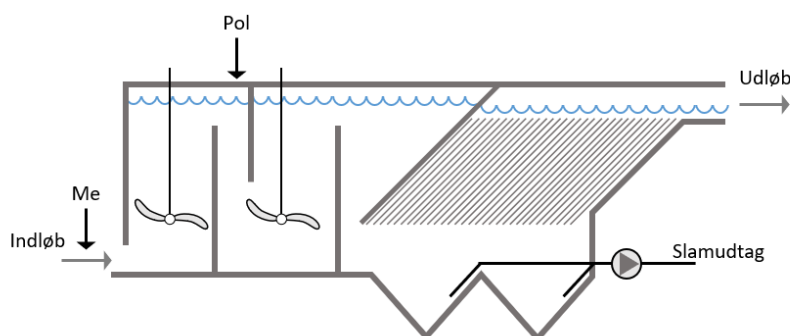
Lamel teknologien sælges som en teknologi med meget høj effektivitet, hvad angår reduktion af suspenderet stof. Uden kemikaliedosering skønnes lamellerne dog at have omtrent samme effektivitet som den konventionelle gravitation.

Elforbruget vurderes også at ligge i samme niveau. Der ligger et større vedligeholdelsesbehov i at holde lamellerne rene, hvilket er essentielt for at opretholde effektiviteten. Herudover vil det være sværere at nå samme tørstofindhold i primærslammet, da turbulensen i bunden af tanken er højere end i en konventionel primærtank. Der skal derfor medregnes en ekstern enhed til mekanisk forafvanding af primærslammet for at nå op på 5 % TS.

Muligheden for at opbygge kulstofhøsten i mindre modulære enheder, vurderes at være en meget stor fordel da VandCenter Syd kan planlægge udbygningsbehovet mere fleksibelt i takt med at mængden af uvedkommende vand i afløbssystemet reduceres.

Der findes umiddelbart 2 større producenter af teknologien; DensaDeq® fra Suez og Multiflo™ fra Krüger/Veolia. Produkterne sælges altid med forudgående mulighed for dosering af fældningskemikalier og polymerer. Der findes ingen referencer i Danmark.

Anlægsprisen for disse teknologier vurderes at ligge noget højere end en konventionel primærtank.



Figur 14 Kompakt gravitation med lamel separering og kemisk dosering

Fordele

- Kompakt
- Modulært
- Kortere opholdstid og mere fordelagtig at ventilere og udføre luftrensning vil reducere emissioner
- Lavt ressourceforbrug
- Slamgruberne kan fungere som buffervolumen
- Kan opgraderes med brug af kemikalier (polymer og fældningskemikalier)

Ulemper

- Anlægsteknisk dyrt
- Større vedligeholdelses- og tilsynsbehov (rengøring af lameller)
- Behov for yderligere slamkoncentrering for at nå 5 % TS
- Kulstofhøsten afhænger af koncentrationen af suspenderet stof i tilløbet og den hydrauliske opholdstid i primærtanken

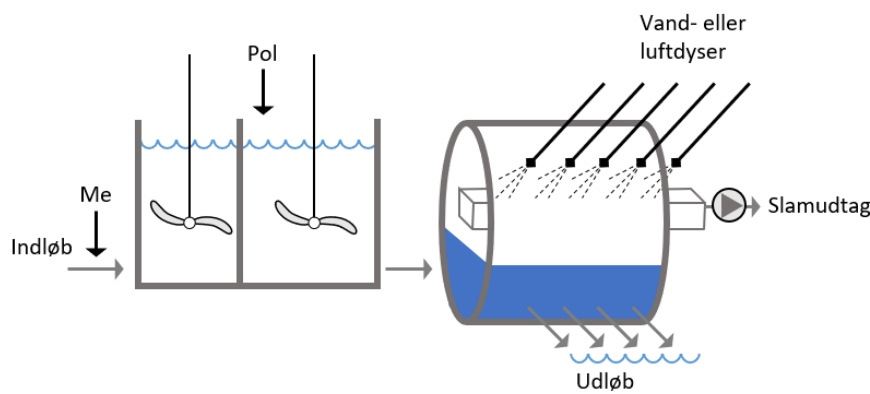


Figur 15 Eksempel på installation af et lamel sedimentering (Actiflo®), Loch Turret Vandværk

8.1.3. Mekanisk filtrering

Mekanisk filtrering er en meget kompakt og modulær teknologi til kulstofhøst, der gør det muligt at reducere volumenbehovet med en faktor 12-13 i forhold til den konventionelle primærtank. Principperne er de samme som i mange år er blevet anvendt med stor succes til polering i afløbet fra efterklaringsdelen.

Teknologien er ikke så udbredt i Danmark, og der er under en håndfuld referencer. Mange forsyninger har kørt testforløb med filtrering og opnået gode resultater, men alligevel har disse forsyninger fravalgt den mekaniske filtrering.



Figur 16 Mekanisk filtrering skitseret ved et tromlefilter med kemisk dosering

Det har været noget usikkert med hvilken HOB filtrene blev dimensioneret med hos de forskellige leverandører. De første referencer lå på over 100 m/h, hvilket medførte større udfordringer. De nyere referencer ligger på ca. 50 m/h, hvilket ser ud til at fungere bedre. Det skal her bemærkes, at det aktive areal, dvs. det filterareal, der er i kontakt med spildevandet, kun udgør ca. halvdelen, hvorfor den reelle HOB ligger på ca. 25 m/h.

Filtrene har samme effektivitet, hvad angår reduktion af suspenderet stof, som den konventionelle gravitation. Slamproduktionen skal dog forventes at have et lavt tørstofindhold på kun ca. 0,2 % TS, hvis det suspenderede stof skyldes af filtrene med vand. Anvendes luft, der så også har et noget højere strømforbrug, kan tørstofindholdet i slammet nå op på ca. 2-3 % TS. For at nå op på 5 % TS, skal der både anvendes luftdyser og polymer. Alternativt skal primærslammet forafvandes i en ekstern enhed. Dette kræver et forholdsvis stort buffervolumen til primærslammet, der skal sikre en udjævning af den til renseanlægget indkomne mængde af suspenderet stof.

Elforbrug og forbrug af polymere skal forventes at være noget højere end for den konventionelle primærtank. Herudover ligger der et større vedligeholdelses- og tilsynsbehov i at holde filtrene rene. Muligheden for at opbygge kulstofhøsten i mindre modulære enheder, vurderes at være en meget stor fordel da VandCenter Syd kan planlægge udbygningsbehovet mere fleksibelt i takt med at mængden af uvedkommende vand i afløbssystemet reduceres.

Der findes umiddelbart 3 større producenter af teknologien; Salsnes, et båndfilter, der forhandles af Envi-Dan; Hydrotech, et tromfilter, der forhandles af Krüger/Veolia og Mecana, et tromlefilter med fiberdug, der forhandles af Techras. Principperne i disse teknologier er procestekniske forskellige, men overordnet set med mange funktionsmæssige ligheder. Anlægsprisen for disse teknologier vurderes at ligge noget højere end en konventionel primærtank.

Fordele

- Meget kompakt
- Modulært
- Kortere opholdstid og mere fordelagtig at ventilere og udføre luftrensning vil reducere emissioner
- Kan opgraderes med brug af kemikalier (polymer og fældningskemikalier)
- Mulighed for at nå 5 % TS med luftdyser og polymertilsetning

Ulemper

- Anlægsteknisk dyrt
- Højt ressourceforbrug
- Større vedligeholdelses- og tilsynsbehov
- Muligt behov for ekstern slamafvanding med foranliggende (større) buffertank
- Kulstofhøsten varierer 1:1 med indløbsflow til renseanlægget



Figur 17 Eksempel på installation af et tromlefilter, Mølleåværket (venstre) og Salsnes filtre, Saulekilen Renseanlæg

8.1.4. Bedømmelse

Teknologierne til kulstofhøst bedømmes ud fra et fremtidigt scenarie, hvor primærslammet udtages og opbevares lokalt på det nye renseanlæg som en spildevandspulp med ca. 5 % TS. Pulpen transporteres jævnlige til den forudsatte planlagte centrale slambehandling for biogasproduktion.

Bedømmelseskriterierne er som følger:

- | | |
|---------------------------------|-----|
| • Effektivitet (kulstofhøst) | (3) |
| • Procesteknisk fleksibilitet | (2) |
| • Anlægsteknisk fleksibilitet | (5) |
| • Ressourceforbrug | (4) |
| • Emissioner | (5) |
| • Service og vedligeholdelse | (5) |
| • Anlægsteknisk afskrivningstid | (5) |

I parentes til venstre for de 4 kriterier fremgår den vægtning VandCenter Syd har valgt at tildele hvert af kriterierne. Vægtningen er foretaget fra 1 til 5, hvor 5 repræsenterer den højeste vægtning.

Effektiviteten af kulstofhøsten er vurderes af VandCenter Syd nødvendigvis ikke at være så afgørende, da den efterfølgende biologiske rensning alligevel begrænser en fuld effektivitet af kulstofhøsten.

Den procestekniske fleksibilitet af teknologien til hurtigt, f.eks. på timebasis, at kunne justere på kulstofhøsten, vurderes ikke at have nogen væsentlig gavn. Derimod vurderes den anlægstekniske fleksibilitet, at være af stor værdi, da der ikke er kendskab til effekten af de hydrauliske tiltag i afløbssystemet, der skal reducere mængden af uvedkommende vand.

Et lavt ressourceforbrug til kulstofhøsten vægtes højt, da gevinsten i form af biogas meget hurtigt kan forsvinde, hvis der bruges for meget strøm eller kemikalier til at foretage kulstofhøsten. Meget højt prioriteret er at få et så lille arealmæssigt footprint som muligt, hvilket giver en økonomisk mulighed for at ventilere, opsamle og rense luften for CO₂ belastende gasser så som lattergas og metan. Et mindre footprint medfører også et lavere CO₂ belastende betonforbrug i anlægsfasen.

Et lavt behov for service og vedligeholdelse udgør en særdeles vigtig faktor for VandCenter Syd – både helt generelt, men også helt specifikt for en procesenhed, der opererer direkte i råspildevand. Den anlægstekniske investeringsfleksibilitet er også meget højt prioriteret. Derfor bedømmes teknologier med korte afskrivningstider højt, da det her gives en bedre mulighed for at tilpasse anlægsinvesteringer til ændrede produktionsforhold mm. i oplandet til renseanlægget.

8.2. Teknologier til biologisk/kemisk rensning

Det kan konstateres, at rammerne for innovationen af den biologiske/kemiske spildevandsrensning de seneste mange år begrænser sig til anvendelsen af de samme kendte processer og mikroorganismer. Seneste større opdagelser går tilbage til 1970 og 1999, hvor henholdsvis Bio-P processen og anammox processen blev opdaget. Begge processer udgør i dag en fast del af et moderne renseanlæg, og processerne er begge etableret på ét til flere af vores renseanlæg.

Det er ikke lykkedes at finde nye typer af mikroorganismer, der er mere effektive til at udføre den biologiske rensning af spildevandet. Seneste bud var at få flyttet anammox processens verificerede egenskaber som en sidestrømsproces til en hovedstrømsproces. Efter 5-10 års massiv global forskning, hvor også vi hos VandCenter Syd har deltaget aktivt, er interessen herfor nedadgående, og processen ville alt andet lige have svært ved at fungere i det danske klima.

Forskellen mellem de nye innovative progressive teknologier er derfor udelukkende funderet på, hvorvidt de samme mikroorganismer etableres i aktivt slam, i en biofilm eller i granulært slam. Heri lægger der så implicit en begrænsning i, hvad der kan opnås af innovation på det anlægstekniske såvel som driftsmæssige område.

Kategoriseringen omfatter MBR (Membrane Bio Ractor), MBBR (Moving Bed Bio Ractor), granulært slam, MABR (Membrane Aerated Biofilm Ractor) og IFAS (Integrated Fixed film Activated Sludge) processerne.

I den efterfølgende gennemgang opdeles processerne i følgende progressive teknologier/koncepter:

- Aktivt slam (konventionel teknologi)
- MBR (aktivt slam)
- Avanceret bioaugmentation (aktivt slam)
- MBBR (biofilm)
- Granulært slam (biofilm)
- MABR (biofilm)
- IFAS (aktivt slam og biofilm)

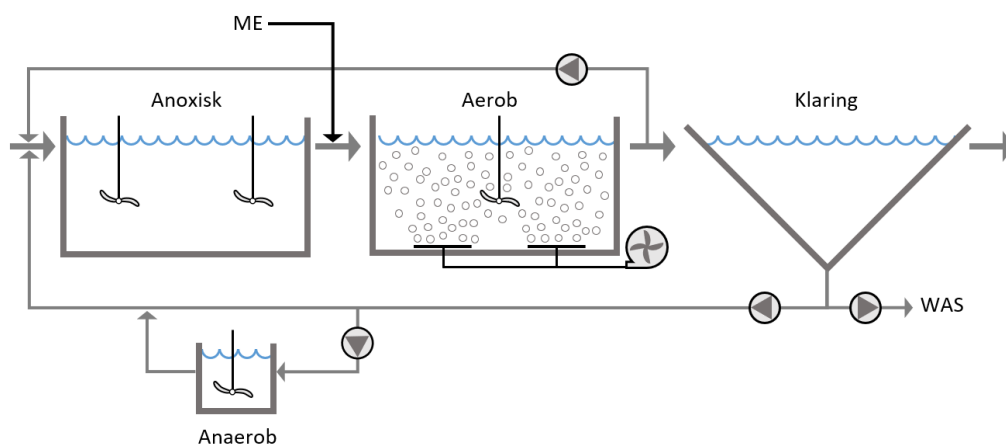
Processerne er udvalgt som progressive teknologier ud fra deres egenskab til at opretholde en høj koncentration af mikroorganismer i ét eller flere procesvolumener på renseanlægget. Jo højere koncentration, des mere kompakt kan anlægget udformes, og jo mindre behov er der for beton. Som reference anvendes det konventionelle aktivt slam anlæg, der er det mest udbredte koncept indenfor spildevandsrensning.

8.2.1. Konventionel aktivt slam

Det konventionelle aktivt slam anlæg (CAS - Conventional Activated Sludge) har været - og er stadig - den foretrukne teknologi for stort set alle renseanlæg i Danmark. Det er ligeledes det anvendte koncept for alle af vores renseanlæg i VandCenter Syd.

Det er her i landet hovedsageligt alternerende systemer, så som det danske Bionitro/pho koncept fra Krüger, og recirkulationssystemer (se Figur 18) baseret på det sydafrikanske UCT koncept fra University of Cape Town, eller simple single ditch udformninger, der udgør designkoncepterne. SBR (Sequencing Batch Reactor) baserede anlæg har ikke vundet væsentlig indpas i Danmark, da der er for store udsving i den hydrauliske belastning samt et for stort fokus på at etablere kulstofhøst fra spildevandet. Faktorer der gør det svært for SBR systemer at konkurrere anlægsøkonomisk med kontinuerte aktivt slam koncepter.

I Figur 18 er det mest anvendte designkoncept for aktivt slam skitseret. Konceptet vurderes at være det mest økonomiske design af et renseanlæg, hvilket så også forklarer populariteten.



Figur 18 Reference teknologi udført som et aktivt slam recirkulationsanlæg

Aktivt slam udmærker sig ved at være den billigste, mest robuste og nemmeste metode til at opnå helt enestående lave udløbskoncentrationer ved et ganske beskedent ressourceforbrug. Dette er konklusionen efter mange års erfaring i Danmark. Men her skal der huskes, at tages forbehold for at stort set alle danske anlæg er kraftigt overdimensioneret.

Med CAS anlæggene er det muligt at drive procesvolumenerne med slamkoncentrationer i et område på ca. 3.500-4.000 mg/L, hvis der er etableret et foranliggende kulstofhøst.

Der er i de seneste år blevet optimeret en del på energiforbruget til beluftning og omrøring, og der kan nås meget lave udløbskoncentrationer af fosfor uden brug af fældningskemikalier. Evnen til at omsætte og fjerne miljøfremmede organiske stoffer fra spildevandet er ligeledes god. Herudover kan processtankene forholdsvis nemt opgraderes til et IFAS system uden større anlægsteknisk behov for udbygning.

Der er dog også en del ulemper ved CAS anlæggene, der specielt gør sig gældende i Danmark, hvor der er et periodevist koldt klima samt en overvejende andel af fælleskloakerede afløbssystemer. Dette medfører et stort behov til betonkrævende proces- og klaringsvolumener. Desuden betinger kombinationen af aktivt slam og klaring ved gravitation en stor følsomhed overfor forringede bundfældningsegenskaber af det aktive slam. Gode bundfældningsegenskaber af slammet opnås bl.a. af spildevandets indhold af suspenderet

stof, dvs. fibre (fra toiletpapir og lign.) og andre organiske og inorganiske suspenderede fraktioner. Derfor begrænser CAS anlæggene omfanget af den kulstofhøst, der kan foretages af spildevandet.

Fordele

- Lav anlægspris (forudsat tilgængeligt areal)
- Lavt vedligeholdelses- og tilsynsbehov
- Lavt ressourceforbrug
- Gode udløbsresultater (skyldes muligvis historisk overdimensionering)
- Gode muligheder for at etablere biologisk fosforfjernelse

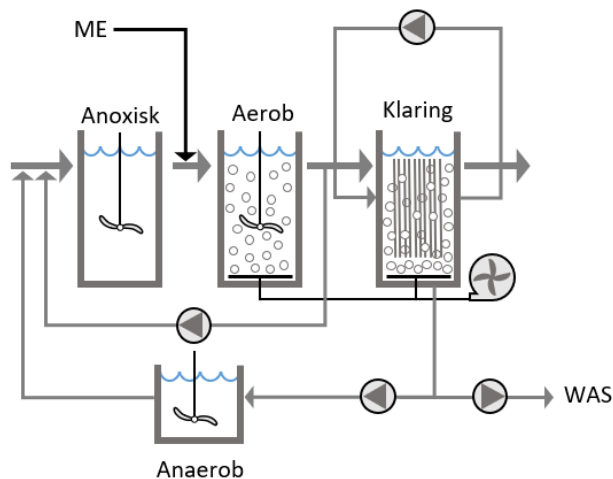
Ulemper

- Stort volumenbehov til både proces og klaring
- Behov for overdimensionering
- Meget beton
- Ikke modulært
- Dyrt at ventilere og udføre luftrensning – øget potentiale for emissioner af lattergas og metan
- Sårbar overfor kraftig kulstofhøst i et primærtrin

8.2.2. MBR

MBR (Membrane Bio Reactor) er den eneste aktivt slam baserede teknologi (hvilket også inkluderer IFAS processerne), der ikke behøver et stort klaringsvolumen og derfor heller ikke begrænses af slammets evne til at bundfælde ved gravitation. Klaringsdelen i et MBR anlæg er erstattet af kompakte membraner, hvor separering af slam fra det rensede spildevand sker via et ganske lille differenstryk igennem ca. 0,1 µm membraner. Membranerne kan principielt placeres som en del af procesvolumenet.

I Figur 19 er vist et eksempel på udformning af et MBR anlæg med mekanisk renholdelse af membranerne med beluftning og intern recirkulering. I skitsen fremgår ikke, at membrandelen består af flere identiske enheder med minimum 100 % redundans.



Figur 19 Eksempel på udførelse af et MBR anlæg

Med en rensning af procesvandet i 0,1 µm membraner opnås meget rent spildevand, der kun indeholder opløste salte. Virus, bakterier, parasitter og lign. kan forventes at være fjernet fra det rensede spildevand.

Membranfiltreringen åbner op for at drive procesvolumenerne med slamkoncentrationer i et område på ca. 10-15.000 mg/L. Procesvolumenet kan herved blive reduceret med en faktor 2-3 stykker, hvis der sammenlignes med det konventionelle aktivt slam anlæg. Ligeledes er der ikke behov for en klaringsdelen. Anlægget er derved meget kompakt.

Det er iltens nedsatte evne til at blive overført til slammet ved øget slamkoncentration, der sætter en begrænsning på, hvor høj en slamkoncentration det kan betale sig at dimensionere procesvolumenet til. Med bundbeluftning i et konventionelt aktivt slam anlæg kan der forventes at ca. 60-65 % af den tilførte ilt overføres til de biologiske processer. Med bundbeluftning i et MBR anlæg skal man forvente at kun 30-40 % af iltten overføres. Bliver slamkoncentration 20 mg/L overføres kun ca. 15 % af iltten osv.

Udover at der skal forventes et ca. dobbelt så stort beluftningsbehov til at levere samme iltmængde til de biologiske processer, skal der også anvendes luft til at holde membranerne rene. Her skal der forventes en luftmængde i samme størrelsesorden som den beluftning der anvendes ved en konventionel spildevandsrensning. Energiforbruget til beluftning skal således forventes at ligge ca. 3 gange højere end i et konventionelt aktivt slam anlæg.

Den fysiske rengøring af membranerne med luft suppleres med en ca. 5x recirkulation omkring membranerne. Både beluftning og recirkulation kører 24/7. Derudover suppleres med en jævnlig kemisk rengøring med et kraftigt oxidationsmiddel, f.eks. natriumhypochlorit, samt en syre, f.eks. citronsyre. For at forhindre fouling skal den kemiske rengøring foretages 2-4 gange om måneden, typisk som en fuldautomatisk CIP procedure (Cleaning In Place). Den fabriksgaranterede holdbarhed kan svinge fra 5-15 år.

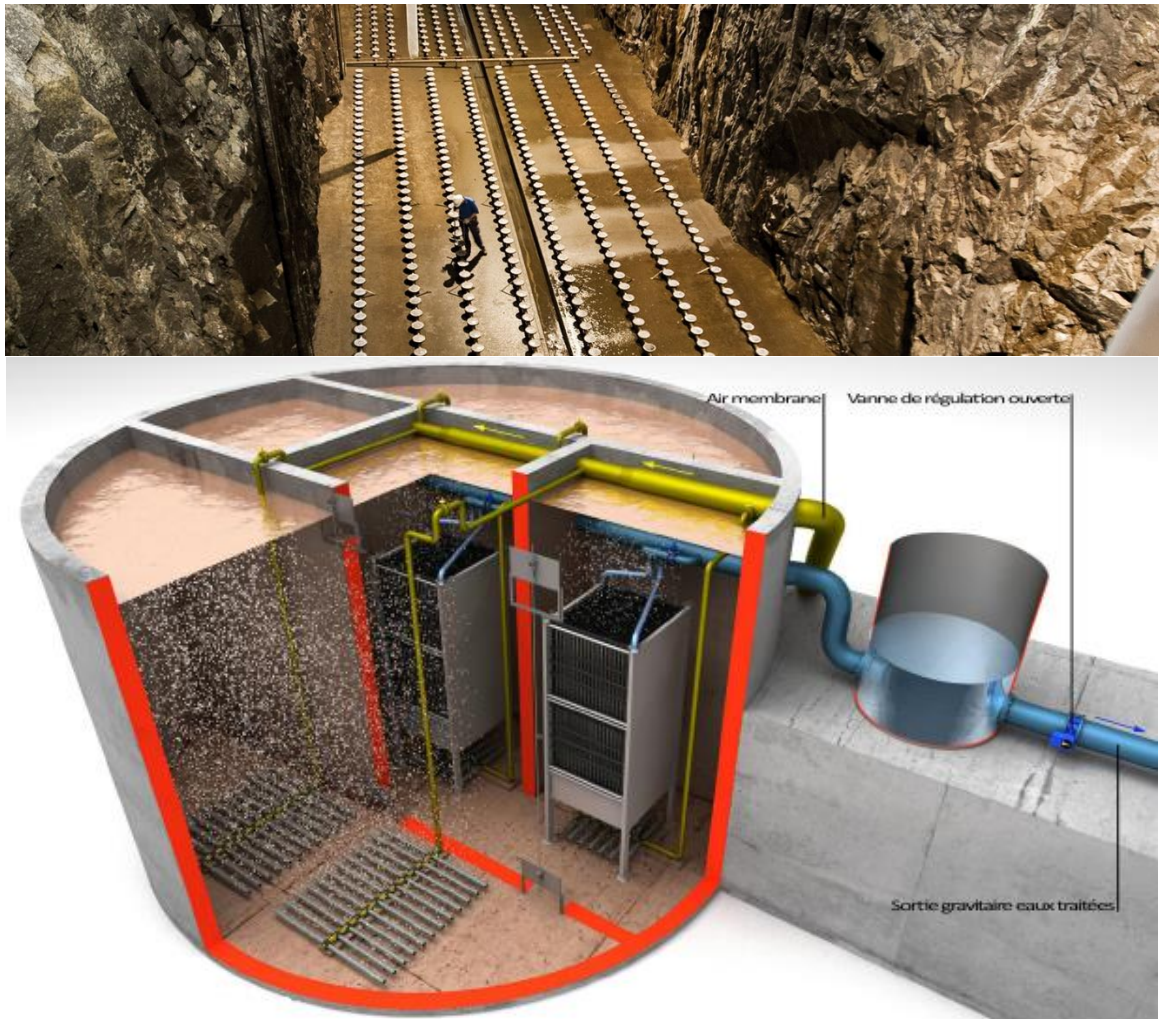
Da membranerne har en vital funktion for renselanlægget, og er helt afgørende for, at der kan ledes spildevand til og igennem renselanlægget, er det normal dimensioneringspraksis at udføre membranerne i flere linjer og med minimum 100 % redundans. Funktionen af membranerne må aldrig stoppe.

Fordele

- Meget lavt volumenbehov til proces og klaring
- Modulært på klaringsdelen
- Lavt betonforbrug
- Billigere at ventilere og udføre luft rensning – mindre potentiale for emissioner af lattergas og metan
- Mindre sårbar overfor kraftig kulstofhøst i et primærtrin (uafhængig af slambundfældningsegenskaber)
- Ekstremt gode udløbsresultater (langt under krav)
- Gode muligheder for at etablere biologisk fosforfjernelse

Ulemper

- Dyr anlægspris
- Øget vedligeholdelses- og tilsynsbehov
- Højt ressourceforbrug
- Behov for stor redundans på membran funktionen



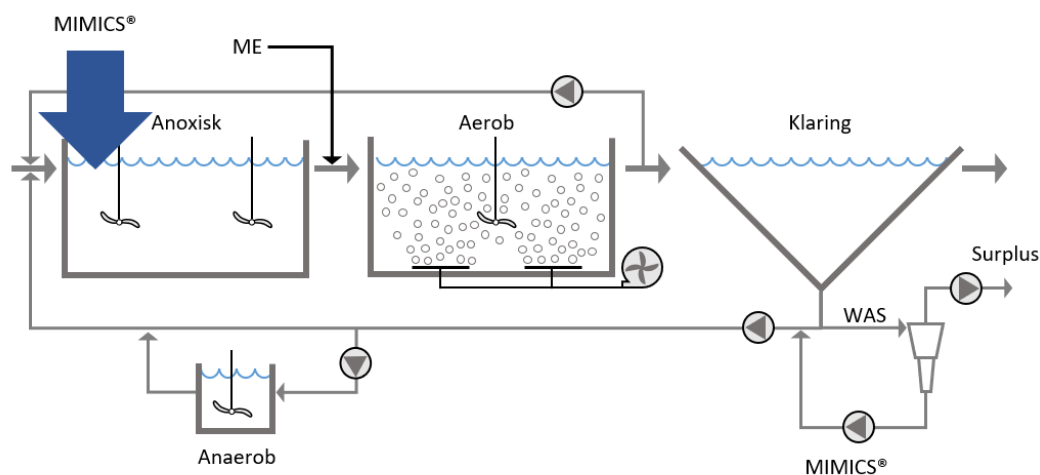
Figur 20 Eksempel på et fuldskala MBR anlæg, Henriksdalsverket, Stockholm (øverst) og eksempel på teknologiinstallation (nederst)

8.2.3. Avanceret bioaugmentation

Der findes en mulighed for at foretage en forøgelse af biomassen i procesvolumenerne uden at påvirke klarringsprocessen ved at tilsætte bærelaget MIMICS®, der også sælges under processen S::Select®. Tilsætningen (ca. 1,0-1,5 kg MIMICS® pr. m³ procestank) foretages hovedsageligt for at forbedre bundfældningsegenskaberne af det aktive slam, som så kan udnyttes til at øge slamkoncentrationen i procestankene.

Efter ca. 12 uger etableres en biofilm på overfladen af bærelagene og vægtfylden af en begroet MIMICS® vil ligge på ca. 1,1-1,5 kg/L, hvor aktivt slam ligger på ca. 1,01-1,03 kg/L. Bærelagene holdes inde i renseanlægget via hydrocykloner. MIMICS® kan derfor måske sammenlignes med granulært slam (AGS), dog formodentlig uden samme gode simultane renseeffekt. Det vurderes, at overfladearealet af de tilsatte MIMICS® ikke er stort nok til at kunne opretholde en nitrifikation. Derfor ville det være forkert at kategorisere processen som en IFAS proces, men udelukkende en aktivt slam proces med meget gode bundfældningsegenskaber.

Det vurderes muligt at fordoble slamkoncentrationen i procestankene sammenlignet med et CAS anlæg.



Figur 21 Eksempel på udførelse af en bioaugmentation med MIMICS®

Fordele

- Lavt volumenbehov til processer og/eller klaring
- Lavt ressourceforbrug
- Gradvist modulært (via bæremedie og fyldningsgrader)
- Lavt vedligeholdelses- og tilsynsbehov
- Billigere at ventilere og udføre luft rensning – mindre potentiale for emissioner af lattergas og metan
- Mindre sårbar overfor kraftig kulstofhøst i et primærtrin (uafhængig af slamegenskaber)
- Gode udløbsresultater
- Gode muligheder for at etablere biologisk fosforfjernelse

Ulemper

- Formodentlig dyr anskaffelsespris
- Forhøjet ressourceforbrug (høj omrøringseffekt og høj iltkoncentration)
- Uændret stort volumenbehov til klaring
- Biofilm er ikke stor nok til at klare nitrifikation
- Der anvendes plastik med risiko for udslip til recipienten

8.2.4. MBBR

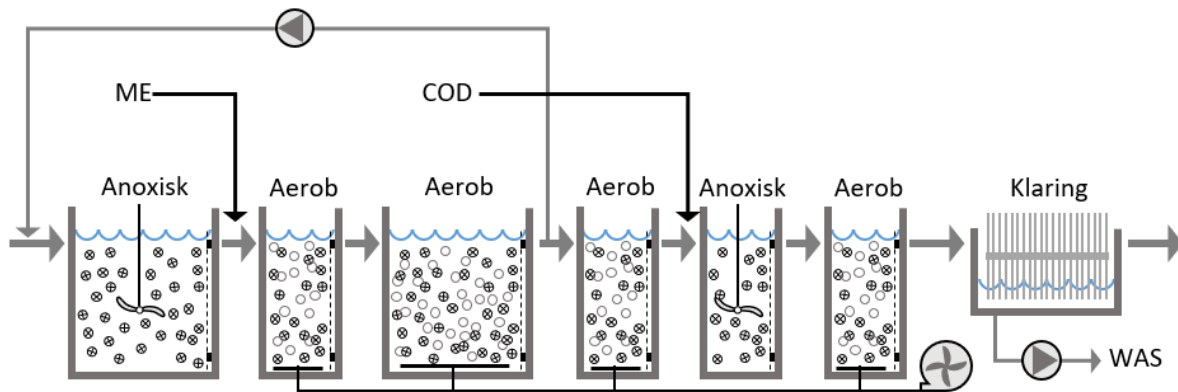
MBBR (Moving Bed BioReactor) er en biofilmsproces, udviklet sidst i 1980'erne af den norske professor Hallvard Ødegaard. Teknologien omfatter et bæremedie med et stort volumenspecifikt overfladeareal, der holdes i suspension i procesvolumenet, og hvorpå der etableres en biofilm.

Teknologien blev commercialiseret af firmaet Kaldnes Miljøteknologi, senere AnoxKaldnes, der senere blev opkøbt af Veolia Water. Processen viste sig at være meget velegnet og væsentligt mere robust end aktivt slam til spildevandsrensning i Norge's koldere klima, hvor der findes mange fuldskala referencer på MBBR renseanlæg. I dag kan bæremediet købes hos en række producenter og i mange forskellige udformninger og med forskellige fysiske egenskaber, så som overfladeareal og densitet. Der findes bæremedie med overfladearealer på 200-1.200 m²/m³, og det kan vælges om bæremediet skal bundfælde eller flyde til overfladen, når omrøringen eller beluftningen stoppes.

Innovationen ved MBBR skal, udover at være baseret på biofilm, der er væsentlig mere kompakt og robust end aktivt slam anlæg, ses i sammenhæng med den konventionelle tilgang til biofilmsprocesser, der anvender et fast og stationært bæremedie. I en MBBR proces er det muligt at sikre en ensartet belastning af biofilmen i hele procesvolumenet, hvilket er en stor udfordring for teknologier med stationært bæremedie og biofilm, hvor gennemløbsarealet typisk er meget begrænset, og hvor fordelingen af spildevandet ofte er meget uensartet, hvilket medfører at kun en del af biofilmen principielt er aktiv. Funktionaliteten for teknologier med fast bæremedie er derfor meget afhængig af en regelmæssig og god fordeling af spildevandet og en jævnlig rengøring (back flush). Denne begrænsning findes ikke i MBBR anlæg, og der er således ikke behov for at have 100 % redundans på procesvolumenet.

MBBR har senere vist sig at være en fremragende teknologi til at selektere mikroorganismer til at rense "besværligt" spildevand, f.eks. spildevand med lave koncentrationer af medicinrester og andre miljøfremmede organiske stoffer. Ligeledes er teknologien meget udbredt i Norge

Væsentligt for bæremediet i en MBBR proces er at det holdes lukket inde i de forskellige procesvolumener med gitre, dvs. at der er særskilte volumener og bæremedie til de forskellige mikroorganismer i de aerobe og anoxiske zoner (Figur 22).



Figur 22 Eksempel på udførelse af et MBBR anlæg til danske udløbskrav

Ved design af et procesvolumen til MBBR er det helt afgørende ikke at fylde volumenet med for meget bæremedie, samt sikre at gennemstrømsarealet af volumenet er stort nok. Opfyldes dette ikke vil bæremediet lægge sig i den side af procesvolumenet, hvor der er udløb, hvilket reducerer funktionaliteten og kapaciteten af processen væsentligt. Typisk anvendes en fyldningsgrad på ca. 50 %. Maksimalt anbefales ikke at gå over en fyldningsgrad på ca. 60 %.

Med en fyldningsgrad på 50 % vil et MBBR anlæg normalt være lige så kompakt som et anlæg med fast, stationær biofilm med en fyldningsgrad på 100 %, hvor der så til gengæld skal bygges med 100 % redundans for at give plads til back flush. Anlægsomkostningerne til et MBBR anlæg er derfor også typisk lavere end for anlæg med fast, stationær biofilm.

En absolut fordel ved MBBR anlæg er at klaringsdelen kan udformes som et mekanisk filter. Der er ingen behov for returslamføring som i et aktivt slam anlæg, så slamkoncentrationen i udløbet fra MBBR proces-tanke ligger i området 100-150 mg/L. I aktivt slam anlæg ligger samme værdi på ca. 4.000-5.000 mg/L. Overskudsslamproduktionen i et MBBR kan regnes en lille smule højere end for et aktivt slam-anlæg, pga. behovet for en lang slamalder i aktivt slam-anlæg.

Som det er gældende for de fleste biofilmprocesser, findes en diffusionsbegrænsning, der forhindrer mikro-organismene i at komme i kontakt med f.eks. ammonium og nitrat, når koncentrationerne bliver for lave – eller mere præcist når forskellen mellem indløbskoncentration og ønsket udløbskoncentration bliver for stor. Tommelfingerreglen er, at hvis kravet om reduktionen af kvælstof er større end 75 %, så skal der mere til (f.eks. ekstra luftningsvolumen samt post-denitrifikation med ekstern kulstofdosering). Hvis kvælstofkoncentrationen i indløbet ligger på ca. 60 mg/L, hvilket er meget almindeligt i Danmark, så vil et almindeligt MBBR (uden ekstra tiltag) kunne nå en udløbskvalitet på ca. 15 mg/L. I ovenstående skitse (Figur 22) er vist et eksempel på, hvordan et MBBR anlæg til kommunalt spildevand kunne se ud til danske udløbskrav. I Danmark vil MBBR anlæg derfor være noget dyrere at etablere sammenlignet med aktivt slam-anlæg. Dette er også årsagen til at der ikke findes danske renseanlæg baseret på MBBR.

Anlægsøkonomisk får MBBR anlæg en fordel frem for aktivt slamanlæg, når enten pladsen er trang eller klimaet for koldt samtidig med at udlederkravene bliver mere lempelige. Dette er årsagen til de mange MBBR anlæg der findes i Norge og nordlige Sverige.

Ved en 1:1 sammenligning med et aktivt slamanlæg, hvor de samme udløbskoncentrationer skal opnås, skal der ikke bare forventes ekstra omkostninger til dosering af eksternt kulstof, men også ekstra udgifter til beluftning og fældningskemikalier. Beluftningen skal af hensyn til diffusionsbehovet sikre en iltkoncentration på 3-4 mg/L, hvilket er ca. dobbelt så højt som for aktivt slamanlæg. Ligeledes findes der i dag kun én forsyning (HIAS i Norge), der er lykkedes med at etablere Bio-P i et MBBR anlæg. Derfor skal det forventes at alt fosfor skal fjernes med kemisk fældning.

Fordele

- Lavt volumenbehov - specielt til klaringsfasen
- Modulært (via bæremedie og fyldningsgrader)
- Lavt vedligeholdelses- og tilsynsbehov
- Biologisk slam med større biogaspotentialer
- Stor robusthed
- Mindre sårbar overfor kraftig kulstofhøst i et primærtrin (uafhængig af slambundfældningsegenskaber)

Ulemper

- Høj anlægspris (mange zoner med bæremedie)
- Højt ressourceforbrug (høj omrørings effekt og høj iltkoncentration)
- Svært at nå meget lave udløbsresultater
- Stor andel af kemisk fosforfjernelse
- Højere beluftningsbehov gør det sværere at ventilere og udføre luft rensning
- Der anvendes plastik med risiko for udslip til recipienten



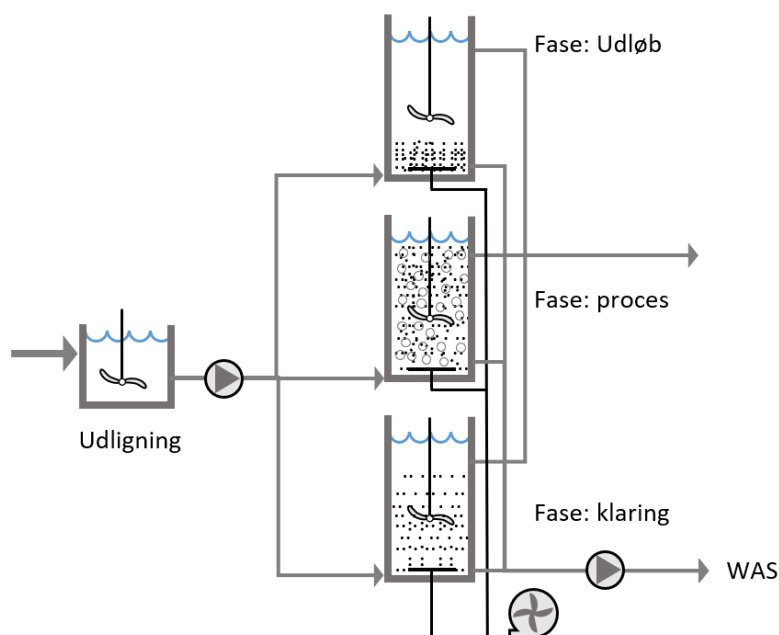
Figur 23 Eksempel på et fuldskala kompakt MBBR anlæg fra italiensk leverandør (Gazebo) før tilledning af spildevand

8.2.5. AGS

AGS (Aerobic Granular Sludge) blev opdaget i 1993 på Delft Tekniske Universitet af den hollandske professor Mark van Loosdrecht. Han har efterfølgende været ledende figur i den videre forskning i aerobe granuler. I 2003 det første pilotanlæg ved Ede Renseanlæg i Holland klar. Teknologien, der teknisk set er en biofilmsproces, blev patenteret under navnet Nereda® i 2005 af Royal HaskoningDHV, der også er ejer af teknologien i dag.

Granulært slam er ikke en ny teknologi, da granulært slam er en verificeret og veldokumenteret metode til at få etableret anammox processen til kvælstoffjernelse i rejektvandet fra slutaftvandingen af udrådnetslam. Metoden anvendes faktisk på Ejby Mølle med stor succes. Lidt sværere har det dog været at få etableret granulært slam til kommunalt spildevand.

Nereda® patentet omfatter en batch-proces, udført som et SBR anlæg (Sequencing Batch Reactor), hvor spildevandsrensning og klaring foregår i én og samme tank. Tilsvarende andre SBR anlæg er der et behov for en foranliggende udligningstank. Størrelsen af udligningstanken afgøres af størrelsen af de hydrauliske udsving i spildevandstilførsningen i tørvejr og under regn. Anlægsopbygningen er skitseret i Figur 24.



Figur 24 Skitse af en Nereda® SBR cyklus

Med SBR konceptet er det muligt at stimulere væksten af de aerobe granuler med skiftevis (relativt) høje stofkoncentrationer og korte bundfældningsfaser. Herved udvaskes alle de mikroorganismer, der ikke kan lave granuler. Granulernes bedre bundfældningsegenskaber sammenlignet med aktivt slam medfører at anlægget kan udføres mere kompakt med en højere slamkoncentration og kortere tid til bundfældning.

Det er ikke lykkedes andre virksomheder at etablere lige så stabile aerobe granuler som Nereda® uden at bryde patentet. Eksempelvis har Veolia valgt at satse på MBBR teknologien, hvor bæremidiet tilsættes i stedet for at sikre de forhold der skal til for at stimulere granulært slam.

Den hurtige kommerialisering af AGS teknologien har været positiv hvad angår en hurtig etablering af mange fuldskalaanlæg verden over. Den negative konsekvens med den hurtige kommerialisering er så at der ikke uden videre kan forskes videre i processen uden tilladelse af Royal HaskoningDHV.

Nereda® sælges således i dag som en kompakt proces, der stort set kan det hele, dvs. meget lave udløbskoncentrationer, ganske lavt energiforbrug og stort set ingen behov for kemikaliedosering. Al dokumentationen er foretaget af Royal HaskoningDHV. Generelt har renseanlæg, der anvender teknologien, indgået en fortrolighedsaftale, og det er derfor svært at få adgang til oplysninger om absolutte driftstal og effektivitet. Det er bl.a. uvist, hvorvidt teknologien egner sig til spildevand, der har været igennem en forudgående kulstofhøst i et primærtrin. Ligeledes er det uvist om aerobt granulært slam har samme diffusionsbegrænsning som andre biofilmtsteknologier. I så fald kan det være vanskeligt at nå samme gode udløbskvalitet som aktivt slam anlæg.

Nereda® har i dag mange referencer på både mindre og store renseanlæg, og sælges i Danmark under licens af EnviDan. Referencerne indikerer, at der kan opnås samme gode udløbskvalitet som i aktivt slam renseanlæg, og at energiforbrug samt kemikalieforbrug er ganske beskedent.

Fordele

- Lavt volumenbehov
- Lavere betonforbrug
- Konkurrencedygtig anlægspris
- Lavt ressourceforbrug
- Lavt vedligeholdelses- og tilsynsbehov
- Alle biologiske processer foregår simultant og til lave udløbskoncentrationer
- Biologisk slam med større biogaspotentiale
- Mindre sårbar overfor kraftig kulstofhøst i et primærtrin (uafhængig af slambundfældningsegenskaber)
- Billigere at ventilere og udføre luft rensning – mindre potentiale for emissioner af lattergas og metan
- Gode muligheder for at etablere biologisk fosforfjernelse

Ulemper

- SBR koncept (mindre egnethed til stor hydraulisk variation i spildevandstilledning)
- Sårbart, hvis ikke granulært slam opnås
- Muligvis ikke egnet til foranliggende kulstofhøst
- Reduceret mulighed for modulærbarhed
- Kun få tilgængelige oplysninger fra leverandør



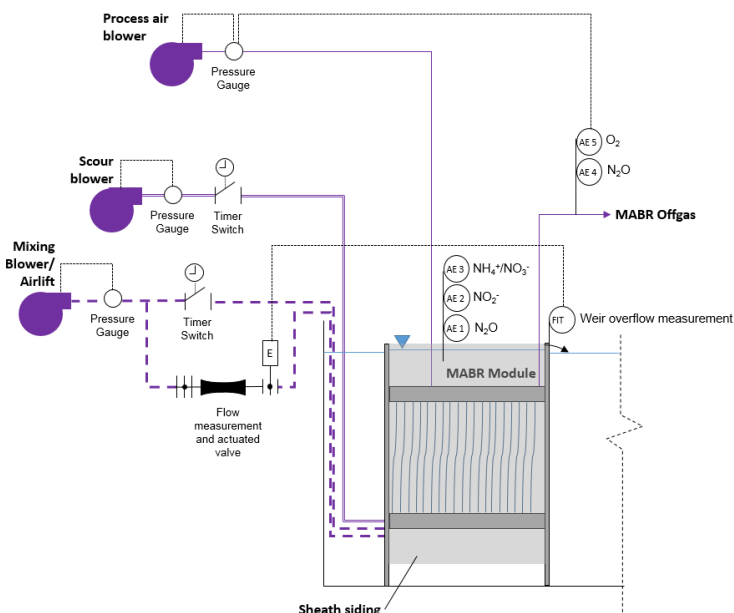
Figur 25 Nereda® fuldskala installation, Epe WWTP, Holland

8.2.6. MABR

Vi er på eget initiativ hos VandCenter Syd i færd med at undersøge teknologien, MABR (Membrane Aerated Biofilm Reactor) ved en forsøgsopstilling (Figur 26).

Målet med MABR undersøgelsen er primært at finde en state-of-the art beluftningsmetode med en uhørt høj udnyttelse af den ilt, som tilføres de biologiske processer. I dag kan ca. 30-40 % af den tilførte luft ved bundbeluftning udnyttes i de biologiske processer. MABR anlægget har et potentiale på næsten 100 %.

Sekundært håber vi, at MABR også kan tilføre og booste vores biologiske behandlingskapacitet, således at vi kan anvende teknologien til at bygge mere kompakt og med mindre brug af beton. Resultater af forsøget vil blive indarbejdet så snart disse foreligger fra vores forsøg.



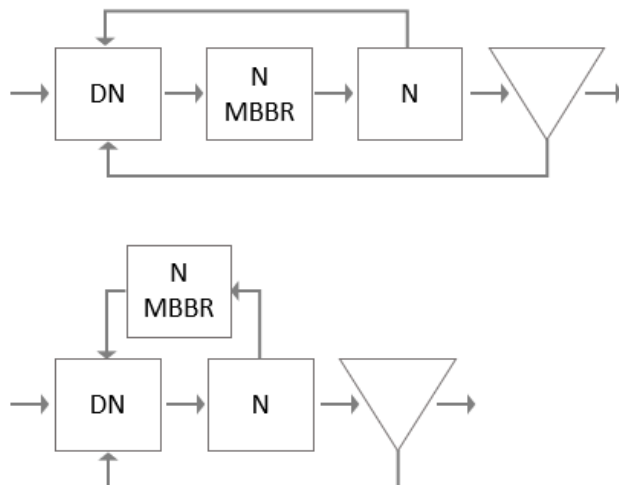
Figur 26 Skitse af MABR forsøgsopstillingen på Ejby Mølle

8.2.7. IFAS

IFAS (Integrated Fixed-film Activated Sludge) er en fælles betegnelse for en kombination af biofilm og aktivt slam processerne. I teknologien udnyttes muligheden for at etablere de langsomt voksende nitrifikanter i en biofilm, og alle de øvrige processer i det aktive slam.

Det er derfor ikke nødvendigt at dimensionere anlægsvolumenet med en lang slamalder, som det er tilfældet for et CAS anlæg. Typisk kan beluftningsvolumenet reduceres med ca. 60 %. Behovet for denitrifikationsvolumenet er den samme – måske en anelse lavere, da det aktive slam er mindre stabiliseret og derfor udgør en bedre kulstofkilde.

IFAS processen kan nemmest gennemføres med MBBR baseret bæremedie. I Figur 27 er vist forskellige konfigurationsmuligheder.



Figur 27 Eksempler på IFAS konfigurationer – hovedstrøm IFAS (øverst) og sidestrøm IFAS (nederst)

Fordele

- Lavt volumenbehov til processer
- Konkurrencedygtig anlægspris
- Gradvist modulært (via bæremedie og fyldningsgrader)
- Lavt vedligeholdelses- og tilsynsbehov
- Biologisk slam med større biogaspotentiale
- Gode udløbsresultater
- Gode muligheder for at etablere biologisk fosforfjernelse

Ulemper

- Forhøjet ressourceforbrug (høj omrøringseffekt og høj iltkoncentration)
- Uændret stort volumenbehov til klaring
- Kan være en udfordring at holde nitrifikanter i biofilmen
- Sårbar overfor kraftig kulstofhøst i et primærtrin
- Højere beluftningsbehov gør det sværere at ventilere og udføre luft rensning
- Der anvendes plastik med risiko for udslip til recipienten

8.2.8. Bedømmelse

Teknologierne til den biologiske/kemiske rensning til et nyt centralt renseanlæg bedømmes ud fra et fremtidigt scenarie, hvor der findes et foranliggende primærtrin til kulstofhøst uden at dette har en begrænsende effekt på den biologiske kvælstof- og fosforfjernelse. Bedømmelseskriterierne er som følger:

• Effektivitet (udløbskvalitet)	(5)
• Procesteknisk fleksibilitet	(3)
• Anlægsteknisk fleksibilitet	(5)
• Emissioner	(5)
• Ressourceforbrug	(4)
• Ressourceudnyttelse	(5)
• Service og vedligeholdelse	(4)
• Footprint/anlægsteknisk afskrivningstid	(5)

I parentes til højre for de 8 kriterier fremgår den vægtning vi hos VandCenter Syd har valgt at tildele hvert af kriterierne. Vægtningen er foretaget fra 1 til 5, hvor 5 repræsenterer den højeste vægtning. Ved vægtningen er der taget udgangspunkt i vores bæredygtighedsmål, beskrevet i afsnit 4.

Vi vægter udløbskvaliteten højt, og derfor skal de valgte teknologier sikre at udløbet har en så høj kvalitet som mulig. Udløbet kan i et videre tiltag suppleres med videregående rensning, f.eks. i form af et sandfilter og ozonrensning, som forudsat på de eksisterende renseanlæg i den decentrale struktur med lokal udledning.

Den procestekniske fleksibilitet er ikke så afgørende for os, da vi ikke har planer om at ændre på processerne, når de først er etableret. De valgte biologiske og kemiske processer skal være så robuste, at de kan håndtere de variationer, der måtte forekomme på spildevandsmængder, sammensætningen samt ydre faktorer, så som temperatursvingninger. Derimod vurderes den anlægstekniske fleksibilitet, specielt hvad angår størrelse af klaringsdelen at være af stor værdi, da der ikke er kendskab til effekten af de hydrauliske tiltag i afløbssystemet, der skal reducere mængden af uvedkommende vand.

Et lavt ressourceforbrug i form af energi og fædningskemikalier til rensning af spildevandet vægtes højt, da dette også hænger sammen med de samlede emissioner tilknyttet spildevandsrensningen.

Mulighederne for ressourceudnyttelse af slammets biogaspotentiale og fosforværdi vægtes også højt, da det er vigtigt at teknologien tillader en foranliggende kulstofhøst. Gødningsværdien af fosfor vurderes at være uændret hvad enten fosfor fjernes biologisk eller kemisk med jern.

De progressive teknologier til den biologiske/kemiske rensning af spildevandet vurderes at kunne "tåle" følgende ressourceudnyttelse, defineret som kulstofhøst/reduktion af suspenderet stor i en foranliggende primærdel. Vurderingen omfatter ikke behov til ekstern kulstofdosing.

CAS	0-60 % SS reduktion
MBR	0-100 % SS reduktion
MBBR	0-100 % SS reduktion
AGS	0-100 % SS reduktion
IFAS	0-60 % SS reduktion

Det er specielt de aktivt slam baserede teknologier, CAS og IFAS, hvis funktion afhænger af gode bundfældningsegenskaber af slammet, som har et reduceret potentiale. MBR, der også er aktivt slam baseret, har ikke samme udfordringer, da slammet ikke skal bundfælde før udledning til recipienten.

Behovet for service og vedligeholdelse udgør en særdeles vigtig faktor for os i VandCenter Syd og vægtes derfor også rimeligt højt.

Meget højt prioriteret er at få et så lille arealmæssigt footprint som muligt, hvilket giver en økonomisk mulighed for at ventilere, opsamle og rense luften for CO₂ belastende gasser så som lattergas og metan. Et mindre footprint medfører også et lavere CO₂ belastende betonforbrug i anlægsfasen samt en kortere afskrivningstid på anlægget til kulstofhøst, hvilket er lig større fleksibilitet.

Det er de samme biologiske processer, der gennemløbes for at opnå den biologiske kvælstof- og fosforfjernelse, hvad enten der er tale om aktivt slam eller biofilm. Derfor antages eventuelle emissioner af CO₂ belastende gasser så som lattergas og metan at ligge i samme område for alle de beskrevne teknologier. Forskelle i emissioner er i stedet bedømt ud fra teknologiernes energiforbrug i procestankene til beluftning og omrøring vist i Tabel 1.

Tabel 1 Groft overslag på energiforbrug i procestankene

	Omrøring MWh/år	Beluftning MWh/år	SUM MWh/år
CAS	11	500	511
MBR	10	1.200	1.210
Bioaugmentation	7	700	707
MABR	-	-	-
MBBR	36	700	736
ASG	9	500	509
IFAS	20	600	620

Nedenstående er de progressive teknologier fra ranglistet efter deres behov for betonvolumen i forhold til den konventionelle tilgang med et aktivt slamanlæg (CAS):

CAS (Aktivt slam – konventionel teknologi)	100 %
IFAS (Integrated Fixed film Activated Sludge)	80 %
MBBR + klaring (Moving Bed Bio Reactor)	65 %
MBBR + filter (Biofilm)	54 %
MABR (Membrane Aerated Biofilm Reactor)	- *) %
AGS (aerobt granulært slam)	52 %
MBR (Membrane Bio Reactor)	46 %

*) Vi afventer resultatet af vores egne interne udviklingsforsøg med MABR teknologien.

Teknologiernes anlægstekniske fleksibilitet er vurderet ud fra volumenbehovet vist i Tabel 2. Jo højere volumenbehov des mindre anlægsteknisk fleksibilitet.

Tabel 2 Groft overslag over volumenbehov ved de forskellige teknologier

	Udligningsvolumen	Procesvolumen	Klaringsvolumen	Samlet volumen
	m ³	m ³	m ³	m ³
CAS	0	15.500	7.500	23.000
MBR	1.500	7.500	1.500	10.500
Bioaugmentation	0	7.500	7.500	15.000
MABR	-	-	-	-
MBBR + klaring	0	10.000	5.000	15.000
MBBR + filter	500	10.000	2.000	12.500
ASG	1.500	7.500	3.000	12.000
IFAS	0	11.000	7.500	18.500

Resultatet af bedømmelsen med den valgte vægtning er vist på næste side.

Teknologier									Vægtning	
	Effektivitet (udløbskvalitet)	Procesteknisk fleksibilitet	Anlægsteknisk fleksibilitet	Emissioner	Ressourceforbrug	Ressourceudnyttelse	Service- og vedligeholdelse	Footprint/anlægsteknisk afskrivningstid		
CAS	3	3	1	3	5	3	4	1		100
MBR	5	3	5	1	1	4	1	5		117
Bioaugmentation	3	3	3	3	3	3	3	3		108
MBBR	2	3	3	3	1	2	3	4		95
AGS	3	3	2	3	4	1	3	5		107
MABR										0
IFAS	3	4	4	3	3	3	3	3		116
										SUM

MABR er ikke indeholdt i bedømmelsesgrundlaget, da vi stadig afventer resultaterne fra vores pilotforsøg på Ejby Mølle. Undersøgelsen af MABR anlægget har hovedsageligt det formål at finde en ny og ekstremt energieffektiv metode til beluftning. Hvis det viser sig, at MABR anlægget samtidig giver nye muligheder for at bygge kompakt, vil MABR finde sin plads i ovenstående bedømmelse.

Umiddelbart er der tæt løb mellem teknologierne, dog må konstateres at den valgte bedømmelse og vægtning medfører at MBBR teknologien skiller sig ud ved at få den laveste rating.

Højest på skalaen ligger MBR og IFAS processerne.

Meget kan ændre sig før og i løbet af en designfase af et nyt centralt renseanlæg. Derfor er det helt essentielt, at vi holder os a jour med den nyeste udvikling. Vi er godt i gang med vores igangværende undersøgelse af MABR teknologien.

9. Udbudsformer

Valg af udbudsformer vil altid være behæftet med fordele og ulemper, og det vil næppe være muligt at finde en idel løsning som tilgodeser alle både interne og eksterne interesser.

Udbudsformen er også i nogen udstrækning afhængig af, hvilken model der vælges for den fremtidige udbygning. Hvis der bliver tale om et traditionelt anlæg, vil det umiddelbart være oplagt med en udbudsproces, hvor der vælges en bygherrerådgiver samt udbud i hovedentrepriser eller totalentreprise og med relativ stor vægt på prisbillige løsninger.

Denne model har været benyttet ved andre sammenlignelige projekter, og stiller store krav til udbudsmaterialet. Almindeligvis vil der være meget lidt involvering fra driftspersonelt, som igen leder til en udfordrende indkøring og et større omfang af mangeludbedring.

I nærværende plan anbefales det, at det fremtidige anlæg designs meget progressivt og med alternativ tilgang til selve designet. Det vil derfor også være nødvendigt at nøje overveje, hvordan udbudsprocessen gennemføres.

Hvis der vælges en løsning med et anlæg, som er meget modulopbygget og som udgangspunkt er minimum 100% belastet, vil det pålægge VandCenter Syds et relativt stort ansvar, og det vil ikke være muligt at opnå overordnede garantier for processen. Det vil derfor også være nødvendigt at gennemføre et grundigt forarbejde – nærværende plan kan betragtes som en del af denne indledende overvejelse.

Et oplæg til udbudsproces for specielt det nye progressive renseanlæg kan være som følger:

- Der udvælges en relativ begrænset projektgruppe (specialistgruppe) bestående af navngivne nationale og internationale eksperter, der i samarbejde med VandCenter Syds egne specialister udfærdiger et egentligt skitseprojekt. Denne opgave vil kunne løses i løbet af cirka 6 mdr. Der vil for de eksterne være tale om en prisprøvning, men da det vil være navngivne personer, og i begrænset omfang, vil dette have mere karakter af en udpegning med sikkerhed for økonomi.
- Med baggrund i skitseprojektet udbydes der en rådgiveraftale med henblik på implementering af skitseprojektet. Denne ydelse vil blive udbud blandt prækvalificerede rådgivere.
- Der vil efterfølgende blive udbudt en række delleverancer på baggrund af oplægget fra skitseprojektet. Den valgte rådgiver vil udfærdige udbudsmateriale og forestå udbud. Rådgiver vil i samarbejde med specialistgruppen, og ikke mindst VandCenter Syd, udvælge de ønskede leverandører.
- VandCenter Syd vil sammen med rådgiveren varetage bygherre forpligtelserne i forbindelse med selv opførelsen og indledende test.
- Selve idriftsættelsen vil ske med udpeget driftspersonale fra VandCenter Syd i samarbejde med leverandører og rådgiver.

- Der vil gennem hele projektet kunne trækkes på specialistgruppen som, dels vil følge projektet, dels kan rådgive i forbindelse med tvivl etc.

Med ovennævnte tilgang vil det være muligt at både prisprøve og egentlig udbyde langt den største del af projektet. Idet der vælges en progressiv tilgang, må det forventes, at der i enkelte tilfælde kun findes én leverandør på markedet. Det vil give udfordringer i forhold til prissætningen, men i disse tilfælde må der gennemføres en individuel vurdering.

Denne tilgang pålægger VandCenter Syd en meget stor åbenlys del af projektrisikoen, men giver også mulighed for at sikre mod overdesign og mod praktisk værdiløse garantier, som typisk er en økonomisk markant del af traditionelle projekter.

Det må ligeledes forventes, at denne projekttilgang vil nødvendiggøre mere eller mindre konstant udvidelse og optimering af anlægget. Det er grundlæggende ikke meget forskelligt fra den praksis, der normalt er gældende. I denne beskrevne tilgang er det blot en kendt randbetingelse.

10. Økonomisk redegørelse

I den økonomiske redegørelse for vores fremtidige struktur for spildevandshåndteringen i Nordfyns Kommune og i oplandet til Odense NV renseanlægget i Odense Kommune sammenlignes økonomien for vores muligheder med en fortsættelse af vores nuværende decentrale struktur med en centraliseret struktur svarende til anbefalingerne i den indledende strukturanalyse fra 2017.

Da vi i denne opdaterede strukturanalyse har introduceret nye forudsætninger til en fortsættelse af vores decentrale struktur, er der dedikeret et særskilt afsnit til en økonomisk redegørelse for disse løsninger, jf. scenarie beskrivelsen i henholdsvis afsnit 5.1 og afsnit 5.2. I afsnittet redegøres for, hvilket af økonomierne for to decentrale scenarier, der skal anvendes som sammenligningsgrundlag med økonomien for den centrale struktur.

Vores forudsætninger for de økonomiske opgørelser, som ikke fremgår direkte i de enkelte afsnit, er opsummeret i afsnit 0.

10.1. Decentral struktur

Nedenstående foretages en økonomisk sammenligning af de to mulige scenarier for en fortsættelse af den nuværende decentrale struktur, dvs.:

- Decentral struktur med fortsat lokal udledning
- Decentral struktur med udledning til nye robuste recipienter

Den formodede billigste af disse scenarier vælges til sammenligning med det centrale scenarie.

10.1.1. Ekstra udgift ved fortsat lokal udledning

I forbindelse med at sætte økonomi på ekstraomkostningerne ved en fortsat lokal udledning har det ikke været muligt at indhente overslag på investerings- og driftsomkostninger hos potentielle leverandører til levering af teknologi af avanceret rensning på de enkelte renseanlæg. Følgende er derfor antaget i den decentrale struktur med lokal udledning:

	Ekstra anlægsudgift	Ekstra driftsomkostninger
Etablering af sandfilter og ozon:	40 %	30 %
Etablering af membranfiltrering og ozon:	50 %	50 %

Det antages, at anlægget i Odense Kommune, Odense NV, suppleres med membranfiltrering og ozon, da en fortsat udledning til recipienten vurderes at være særdeles kritisk, og derfor kræver ekstra rensning. De øvrige fem renseanlæg suppleres med sandfilter og ozon rensning.

Ekstra omkostningerne til etablering af avanceret rensning på de seks renseanlæg kan med baggrund i ovenstående opgøres til ca. 100 MDKK. De årlige driftsudgifter øges med ca. 3,70 MDKK.

10.1.2. Ekstra udgift ved udledning til robuste recipienter

Overslaget på omkostninger til etablering af et afskærende afløbssystem til transport af rensset spildevand til en robust recipient tager udgangspunkt i overslaget for etablering af afskærende ledninger i den centrale struktur (afsnit 11.3) på ca. 174 MDKK. De årlige driftsomkostninger øges med ca. 1,95 MDKK.

10.1.3. Nødvendig opgradering af den nuværende decentrale struktur

Ekstra omkostningerne, som skal lægges til vores nuværende struktur, kan alt afhængig af valg af struktur for den decentrale struktur opgøres til:

	Anlægsudgift	Driftsomkostninger
Decentral struktur, fortsat lokal udledning	99 MDKK	3,70 MDKK/år
Decentral struktur, udledning til robuste recipienter	174 MDKK	1,95 MDKK/år

Det vælges, at gå videre den økonomiske redegørelse med en decentral struktur med fortsat lokal udledning og etablering af avanceret rensning på de enkelte renseanlæg, da dette er den billigste løsning og derfor giver det mest konservative sammenligningsgrundlag, hvilket således er til gunst for den nuværende decentrale struktur.

10.2. Investeringsplan og etableringsomkostninger

I den skematiske oversigt på næste side ses investeringsplanen og etableringsomkostningerne for spildevandshåndteringen i Nordfyns Kommune samt for renseanlægget Odense NV i Odense Kommune. Investeringsplanen indeholder de forudsatte etableringsomkostninger for den nuværende decentrale struktur og for den planlagte fremtidige centrale struktur.

For at gøre investeringsplanerne for de 2 scenarier mere overskuelige og mere sammenlignelige er tiltagene, dvs. renovering og fornyelse af de eksisterende renseanlæg i den decentrale struktur, fremskyndet, således at de foregår inden udløb af år 2030. Herved bliver sammenligningsgrundlaget mere reelt, idet begge scenarier består af nye anlæg. I praksis vil genanskaffelsen af B, M, E og SRO i de eksisterende renseanlæg kunne udskydes over ca. 30-40 år, jf. levetiderne beskrevet i afsnit 11.4.

Skematisk oversigt af en fremskyndet investeringsplan

Decentrale struktur			Fremtidig struktur		
2020	Nyrenovering (B, M, E og SRO) - Hofmangsgave	14,3 MDKK	2020	Udløbsledning	68,7 MDKK
2021	Nyrenovering (B, M, E og SRO) - Hårslev	10,9 MDKK	2021	Afskærende ledning Hofmangsgave til Otterup	6,9 MDKK
2022	Etablering af avanceret rensning på alle renseanlæg	99,1 MDKK	2021	Afskærende ledning Hårslev til Søndersø	16,3 MDKK
2023			2022	Nedrivning Hofmangsgave og Hårslev	10,0 MDKK
2024	Nyrenovering (B, M, E og SRO) - Bogense	22,7 MDKK	2023	Nyt renseanlæg, etape 1	92,0 MDKK
2025			2024	Afskærende ledning Otterup til nyt renseanlæg	8,7 MDKK
2026	Nyrenovering (B, M, E og SRO) - Søndersø	47,0 MDKK	2025	Afskærende ledning Søndersø til nyt renseanlæg	18,9 MDKK
2027			2025	Nedrivning Otterup	5,0 MDKK
2028	Nyrenovering (B, M, E og SRO) - Otterup	33,9 MDKK	2026	Afskærende ledning Bogense til Hårslev	10,3 MDKK
2029			2026	Afskærende ledning Odense NV til nyt renseanlæg	44,6 MDKK
2030	Nyrenovering (B, M, E og SRO) - Odense NV	95,1 MDKK	2026	Nedrivning Søndersø	5,0 MDKK
SUM, ca. 323 MDKK			2026	Nyt renseanlæg, etape 2	92,0 MDKK
			2027	Nedrivning Bogense og Odense NV	10,0 MDKK
			2028		
			2029		
			2030		
			SUM, ca. 388 MDKK		

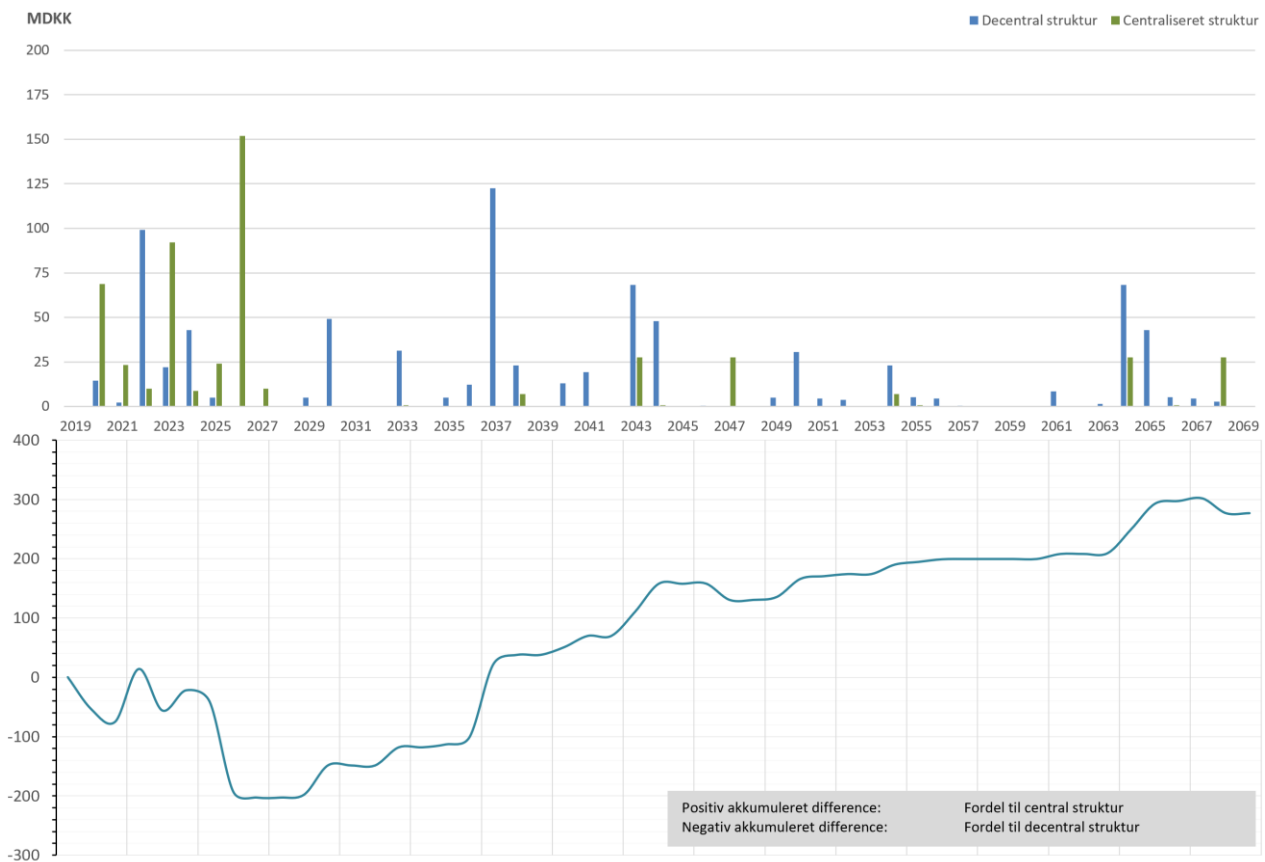
Sammenlignes de 2 strukturscenarier, med fremskudt investeringer i den decentrale struktur, vil centraliseringsstrukturen resultere i et behov for merinvesteringer på ca. 65 MDKK.

Udnyttes levetiderne af B, M, E og SRO i de eksisterende renseanlæg maksimalt, vil der i perioden frem til år 2030 skulle investeres ca. 239 MDKK i den decentrale struktur, dvs. ca. 84 MDKK mindre end antaget i ovenstående fremskyndet investeringsplan.

Dette ville øge differencen fra ca. 65 MDKK til ca. 149 MDKK. Dette vurderes dog ikke at give et retvisende billede af virkeligheden, hvorfor den økonomiske sammenligningsperiode bør udvides til at udgøre ca. 50

år, således at genanskaffelsen af B delen i de eksisterende renseanlæg i den decentrale struktur er inkluderet.

Den 50-årige investeringsperiode er vist i Figur 28 sammen med den akkumuleret difference over 50 år. I akkumuleringen af difference bliver den løbende udvikling af forskel i investeringer til nyanlæg og genanskaffelse mellem den nuværende og den centraliserede struktur bedre synlig.



Akkumuleret difference [MDKK]

Figur 28 Etablerings- og genanskaffelsesomkostninger ved maksimal udnyttelse af anlægsaktiver, nuværende og centraliseret struktur, 50 års perspektiv

Af Figur 28 bliver det tydeligt, at der opnås en akkumuleret "break-even" i anlægsomkostninger omkring år 2037. Frem til år 2037 vil den decentrale struktur have en økonomisk fordel, hvorefter den centrale struktur fremadrettet opnår en bedre økonomisk profil.

Hvis vi alene ser på anlægsomkostningerne ved at have seks decentrale renseanlæg med avanceret rensning fremfor ét centralt renseanlæg, bygget efter konventionel konservativ praksis og med samme avanceret rensning, som de seks decentrale, bliver billedet som følger:

Anlægsværdi, seks decentrale renseanlæg: ca. 323 MDKK

Anlægsværdi, ét centralt renseanlæg: ca. 184 MDKK

Det vil således være væsentligt dyrere at opretholde værdien af de seks renseanlæg, fremfor at skifte til ét renseanlæg.

Differencen på ca. 139 MDKK er ikke helt nok til at finansiere investeringen i et afskærende afløbssystem på ca. 174 MDKK. Derfor vil værdien af vores anlægsaktiver i den centrale struktur være ca. 35 MDKK større end, hvis vi fortsætter med den decentrale struktur. Denne merinvestering har dog så en længere afskrivningstid, da investeringen flyttes fra renseanlæg til afløbsledninger.

10.3. Driftsøkonomi

Driftsøkonomien for den nuværende decentrale struktur og driftsøkonomien efter en 100 % gennemført centraliseringsstruktur er beregnet ud fra et belastningsgrundlag på 75.500 PE.

Brutto, driftsudgifter

	Decentrale struktur	Centraliseret struktur
Drift og vedligeholdelse, renseanlæg	14,08 MDKK/år	4,76 MDKK/år
Kørsel, ubemandet anlæg	0,44 MDKK/år	0,00 MDKK/år
Drift og vedligeholdelse, afskærende ledninger	0 MDKK/år	1,95 MDKK/år
Slamtransport til Ejby Mølle	4,42 MDKK/år	3,57 MDKK/år
SUM	18,94 MDKK/år	10,28 MDKK/år

Brutto, driftsindtægter

	Decentrale struktur	Centraliseret struktur
Salg af el og varme	1,15 MDKK/år	1,80 MDKK/år
Anvendt i strukturanalysen	0,00 MDKK/år	0,00 MDKK/år

Driftsudgifter til slambehandling på Ejby Mølle samt udgifter til disponering af slam formodes at være identiske for decentrale struktur og centraliseringsstrukturen.

Netto, driftsudgifter

	Decentrale struktur	Centraliseret struktur
Driftsudgifter	18,94 MDKK/år	10,28 MDKK/år
Driftsindtægter	0,00 MDKK/år	0,00 MDKK/år
SUM	18,94 MDKK/år	10,28 MDKK/år

Hvis udgifterne til slamtransport til Ejby Mølle medtages i opgørelsen af driftsudgifter, udgør den årlige driftsbesparelse ved at centralisere strukturen for spildevandshåndteringen i Nordfyns Kommune og Odense NV Renseanlæg ca. 8,7 MDKK/år.

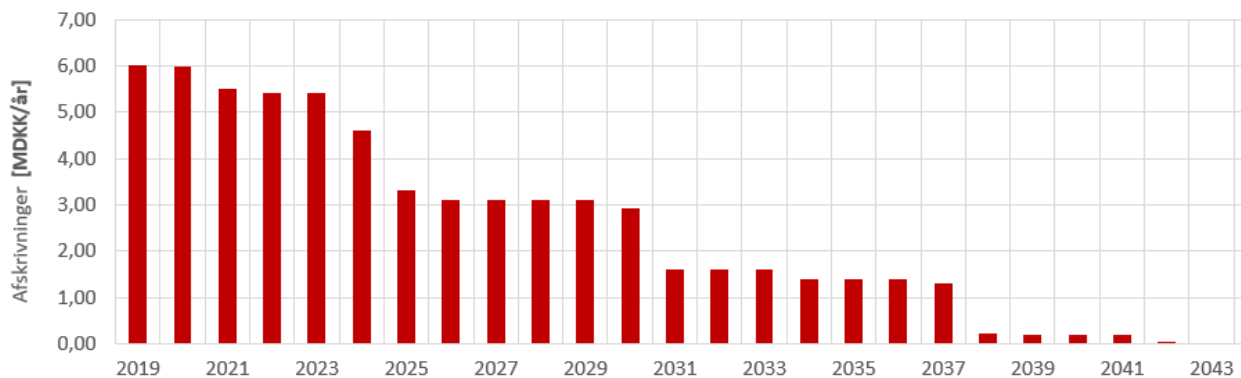
10.4. Afskrivninger af eksisterende renseanlæg

Restværdien af de eksisterende renseanlæg medtages, som en udgift til afskrivning af de nuværende aktiver, der repræsenterer renseanlæg med en overkapacitet og egen slambehandling.

Den anslåede restværdi af de eksisterende renseanlæg er estimeret til:

	Restværdi
Odense NV	22,5 MDKK
Søndersø	14,3 MDKK
Otterup	8,6 MDKK
Bogense	5,7 MDKK
Hofmanskave	2,3 MDKK
Hårslev	3,5 MDKK

Den samlede restværdi af anlæggene, der planlægges nedlagt, udgør således omtrent 57 MDKK, svarende til en årlig afskrivning fra år nul på ca. 6 MDKK. Profilen for udgifter til afskrivningen er vist i Figur 29, og der er taget afsæt i forudsætningerne for levetider, jf. afsnit 11.4.

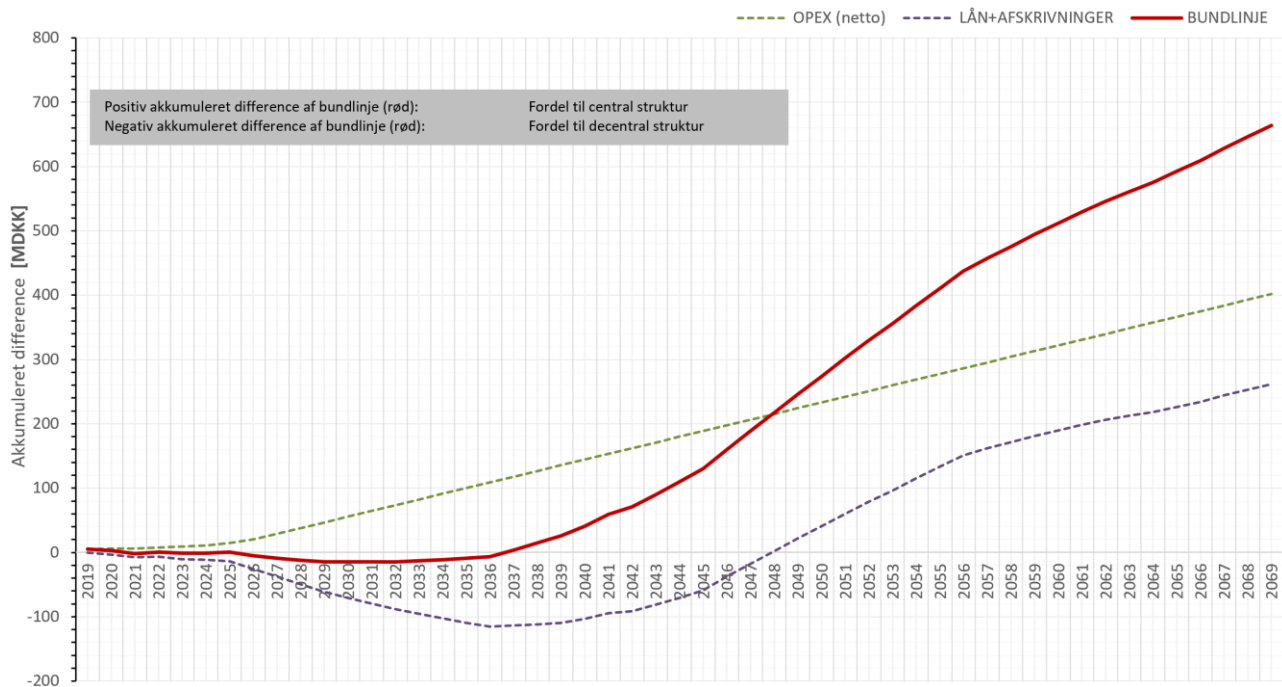


Figur 29 Antaget udgifter til afskrivning af eksisterende renseanlæg

Udgifterne til afskrivning af eksisterende renseanlæg er medtaget i økonomiberegningerne for både decentral struktur og centraliseringsstrukturen.

10.5. Akkumuleret TOTEX

I Figur 30 er den akkumulerede TOTEX økonomi for differenceen mellem den decentrale struktur og centraliseringsstrukturen vist som en akkumuleret difference over 50 år, svarende til 2-3 låneperioder á 20 år. Kurven er baseret på investeringerne vist i Figur 28, dvs. en maksimal udnyttelse af levetiderne for B, M, E og SRO i de eksisterende renseanlæg for den nuværende decentrale struktur.



Figur 30 Akkumuleret TOTEX kurve for differenceen mellem den decentrale struktur og en centraliseringsstruktur, 40 årig periode

Den grønne stiplede linje i Figur 30 afspejler den akkumulerede difference i driftsbespareser mellem den decentrale struktur og centraliseringsstrukturen. Her fremgår potentialet for at opnå momentane og vedholdende driftsbespareser ved en centralisering. Der er anvendt nettodriftsomkostninger svarende til afsnit 10.3.

Den lille stiplede linje i Figur 30 afspejler den tilsvarende difference i akkumulerede udgifter til afskrivninger og lån for finansiering af investeringer i nyanlæg og genanskaffelse. Her bliver det tydeligt, at investeringerne i bl.a. afskærende ledninger og nyt renseanlæg på sigt (efter ca. 17 år) går i "break-even" med investeringerne og de løbende genanskaffelsesomkostninger i den decentrale struktur. Sammenlignes med Figur 28, hvor der er en "break-even" på de akkumulerede anlægsudgifter efter ca. 20 år, viser denne kurve blot forskydningen jf. afdrag af lån.

Den røde linje i Figur 30 viser differenceen for den sammenlagte TOTEX akkumulerede bundlinje, og det er denne kurve, som viser det egentlige billede af økonomien i de to tilgange til spildevandsstrukturen. De første ca. 17 år har den decentrale struktur en fordel der i en periode, når op på ca. 10 MDKK. Efter de ca. 17

år bliver den centrale struktur mere økonomisk fordelagtig sammenlignet med den decentrale struktur. Beregningerne indikerer et samlet akkumuleret besparelspotentiale på ca. 650 MDKK de næste 50 år efter start af den centrale struktur, svarende til gns. årlig besparelse på ca. 11 MDKK. Det skal dog nævnes, at der 20 år efter udløbet af den 50 årige periode skal geninvesteres i det afskærende afløbssystem. En investering der i nutidsværdi svarer til ca. 175 MDKK. Så reelt set vil der være tale om et besparelspotentiale på omkring 475 MDKK.

10.6. PIT model

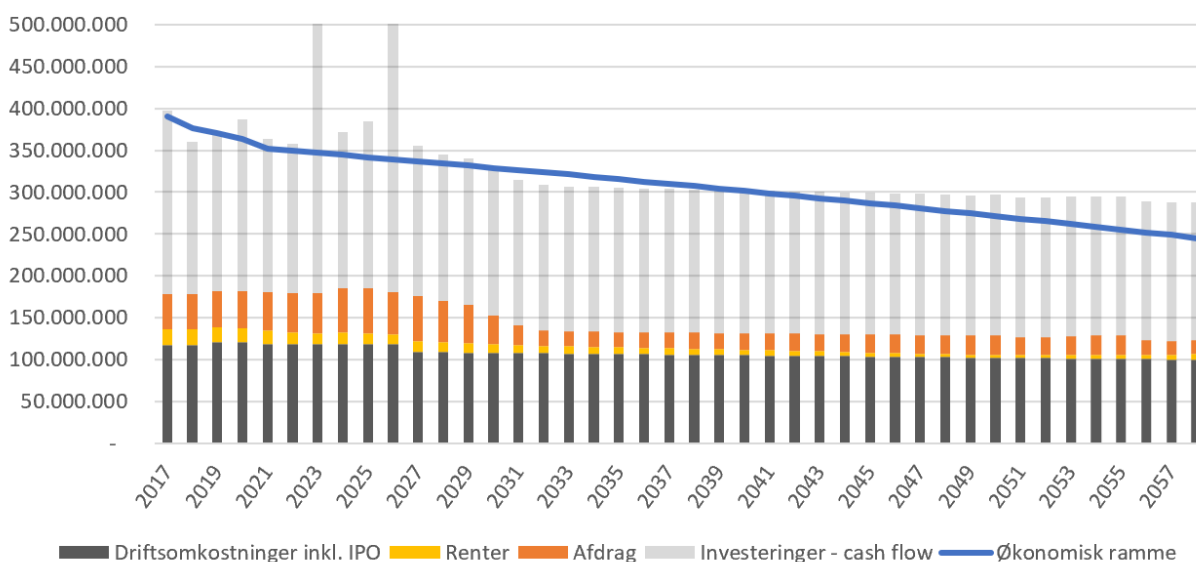
Det nuværende samlede omkostningsniveau på spildevandsområdet holdt op imod den økonomiske ramme kan ses i grafen nedenfor.

Forudsætningerne bag beregningen er følgende økonomiske ramme (den blå streg i grafen, Figur 31), som beregnes ud fra rammens niveau i 2019 tillagt:

- 1) Årlig inflation på 1,75% (tal fra Forsyningssekretariatet)
- 2) Generelt effektivitetskrav på driftsomkostninger 2%
- 3) Generelt effektivitetskrav på anlægsomkostninger på 1,77%
- 4) Et individuelt effektivitetskrav på 0,5%

De forventede omkostninger beregnes ud fra det faktisk forbrug i 2018 og så tillagt punkt 1 til 4 ovenfor ved beregning af de efterfølgende år.

Økonomisk ramme ift. faktiske betalinger (Detaljeret)



Figur 31 Illustration af beregnet PIT model på basis af strukturplanens forudsætninger

Forudsætningerne for beregningen af ekstra omkostningerne er følgende:

- 1) Etableringen af et nyt centralt renseanlæg er indregnet med 184 MDKK i 2023 opdelt i 2 investeringsomgange med 92 MDKK i 2023 og 92 MDKK i 2026, samt fordelt på 3 afskrivningsprofiler (50, 20 og 10 år.) Derudover er der i perioden 2020 – 2027 indregnet 186 MDKK til etablering af nye ledninger og nedrivning af de gamle renseanlæg.
- 2) Alle nuværende seks renseanlæg nedlægges som følge af det nye anlæg, og der er ikke taget højde for en eventuel restværdi på disse anlæg, da den forventes at være meget lav i 2023.
- 3) Planlagt nyt renseanlæg har en fuld kapacitet 98.600 PE ved fuld indfasning. I modellen er den fulde indfasning først indregnet fra 2027, hvor Odense NV også indgår i beregningen.
- 4) De årlige driftsomkostninger, som kan spares på de seks renseanlæg er på årsbasis 10,3 MDKK ekskl. slambehandling. Her til skal lægges yderligere driftsbesparelser på 8,5 MDKK til drift og vedligeholdelse af et avanceret rensetrin på hver af de seks renseanlæg for at reducere udledningen af næringssalte, medicinrester og andre miljøfremmede stoffer.
- 5) De årlige driftsomkostninger på et nyt centralt renseanlæg forventes at blive 10,28 MDKK.
- 6) Det forventes, at områder omkring de eksisterende anlæg forsat skal anvendes, men nu primært som pumpestationer. Derfor skal de eksisterende ledninger ikke taget op af jorden.

Ud fra de givne beregninger skal der i 2023 optages et lån på ca. 188 MDKK og i 2026 et lån på ca. 191 MDKK.

11. Forudsætninger for den økonomiske redegørelse

Økonomien er generelt defineret som en totaløkonomi (TOTEX), dvs. en sum af driftsudgifter, evt. driftsindtægter og udgifter til lån i forbindelse med anlægsvedligeholdelse.

I forbindelse med de renseanlæg, der nedlægges i centraliseringsstrukturen medtages, dels en éngangsudgift til nedrivning/ombygning, dels en udgift til afskrivning af en eventuel restværdi af anlæggene.

Da den nuværende slambehandling i vores forsyning allerede delvist foretages centralt på Ejby Mølle, og i fremtiden planlægges helt at blive centraliseret, er det valgt at medtage dette aspekt i den økonomiske sammenligning. Derfor antages slambehandlingen at være centraliseret på Ejby Mølle fra år nul i både den decentrale struktur, såvel som i centraliseringsstrukturen.

Det skal derudover fremhæves, at de økonomiske beregninger i dette afsnit er afgrænset til de områder, der er påvirket af strukturændringerne, hvorfor værdierne ikke er absolutte og således udelukkende bør anvendes til en indbyrdes sammenligning af den decentrale struktur og den planlagte fremtidige struktur.

Øvrige forudsætninger er beskrevet i nærværende afsnit.

11.1. Økonomisk scenarieafgrænsning

Scenarieafgrænsningen af økonomien for en decentral struktur og en centraliseret struktur har i beregningerne udgjort følgende:

Decentral struktur (6 renseanlæg med avanceret rensning og lokal udledning)

- Afskrivning af restværdi i eksisterende renseanlæg
- Investering i opgradering i avanceret rensning
- Genanskaffelse af renseanlæg inkl. avanceret rensning
- Drift af renseanlæg inkl. tillæg til drift af avanceret rensning
- Kørsel af slam til Ejby Mølle

Centraliseret struktur (1 renseanlæg)

- Nedrivning/ombygning af renseanlæg
- Afskrivning af restværdi i nedlagte renseanlæg
- Anlægsudgift i nye afskærende ledninger (transportanlæg)
- Anlægsudgift i nyt renseanlæg
- Genanskaffelse af afskærende ledninger (transportanlæg)
- Genanskaffelse af renseanlæg
- Drift af afskærende renseanlæg
- Drift af afskærende ledninger (transportanlæg)
- Kørsel af slam til Ejby Mølle

De fremtidige udgifter til genanskaffelse af B, M, E og SRO foretages på renseanlæg, hvor der ikke etableres fuld slambehandling, idet det forudsættes at alt slam transporteres til behandling på Ejby Mølle.

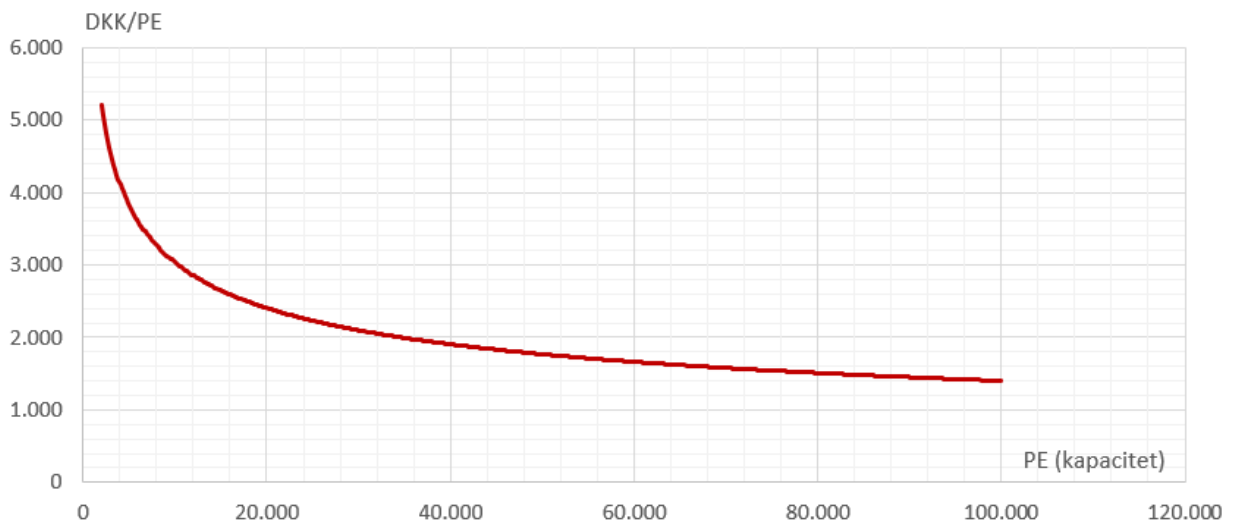
Økonomi, der berører anlæg og drift opstrøms de eksisterende renseanlæg, er ikke indeholdt i opgørelsen, hvilket bl.a. er afgørende for at værdierne i dette afsnit ikke er absolutte, og derfor kun kan bruges i forbindelse med en sammenligning af nuværende og centraliseret struktur.

11.2. Anlægsværdier, renseanlæg

Overslaget på anlægsværdierne af renseanlæggene tager udgangspunkt i et konservativt design og udgør grundlaget for beregningen af behovet for genanskaffelse og nyanskaffelse af B, M, E og SRO.

Prisen er *ikke* inklusiv de udgifter der måtte være ved opkøb af areal.

Kurven i Figur 32 udgør grundlaget til beregning af overslag på anlægsværdien af vandbehandlingen på de enkelte renseanlæg. Som de fremgår af kurven kan omkostninger pr. PE variere mellem ca. 1.400 til ca. 5.200 DKK/PE, alt afhængig af renseanlæggets størrelse. Som PE input til kurven anvendes renseanlæggenes godkendte kapacitet. Dette medfører, at værdien af de nuværende aktiver i den decentrale struktur opretholdes på vandbehandlingsdelen.



Figur 32 Anvendt kurve til estimat af anlægspris af vandbehandlingen på et konventionelt aktivt slam renseanlæg som funktion af PE kapacitet

Overslaget på værdien af renseanlæggenes slambehandlingsdel er estimeret ud fra følgende forudsætning, idet det antages at total anlægspris er lig summen af anlægspris for vandbehandling og slambehandling:

Anlægspris af slambehandlingsdel

Ingen slambehandling	5 %	x (total anlægspris, renseanlæg)
Ingen rådnetank	15 %	x (total anlægspris, renseanlæg)
Med rådnetank	29 %	x (total anlægspris, renseanlæg)

Da det forudsættes, at alle renseanlæg i strukturanalysen kører overskudsslam til central behandling på Ejby Mølle, er det antaget at slamdelen udgør en værdi på ca. 5 % af den totale anlægsværdi af de enkelte renseanlæg.

Følgende kapaciteter og anlægspriser er anvendt i strukturanalysen for en fortsættelse af den nuværende decentrale struktur:

	Godkendt kapacitet	Vand del MDKK	Ekstra rensning MDKK	Slam del MDKK	Total MDKK
Odense NV	75.000 PE	90,5	47,5	4,5	142,5
Søndersø	20.000 PE	44,8	18,8	2,2	65,8
Otterup	12.500 PE	32,3	13,6	1,6	47,5
Bogense	7.000 PE	21,6	9,1	1,1	31,8
Hofmansgave	7.500 PE	13,6	5,7	0,7	20
Hårslev	3.200 PE	10,4	4,4	0,5	15,3
SUM	125.200	213,2	99,1	10,6	322,9

Følgende kapaciteter og anlægspriser er forudsat at være gældende ved etablering af et konventionelt centralt renseanlæg i 2 etaper:

	Godkendt kapacitet	Vand del MDKK	Ekstra rensning MDKK	Slam del MDKK	Total MDKK
Etape 1	75.000 PE	114,0	0	6,0	120,0
Etape 2	20.000 PE	114,0	0	6,0	120,0
SUM	95.000 PE	228,0	0	12,0	240,0

Overslagene på investeringen i renseanlæggene er behæftet med en vis usikkerhed, og de endelige priser kan eventuelt fastsættes ved en mere detaljeret gennemgang af de enkelte renseanlæg.

11.3. Anlægspriser, afskærende afløbssystem

Der er anvendt følgende antagelser for overslaget på det afskærende afløbssystem, der bruges i den centrale struktur (og den decentrale struktur med udløb til en robust recipient):

Strækning	Længde km	Årlig vandmængde m ³	Maks. vandføring L/s	Anlægspris DKK/m	Anlægspris MDKK
Udløbsledning	12,75	8.915.000	647	5.389	68,7
Hofmanskave til Otterup	6,80	471.400	35	1.013	6,9
Hårslev til Søn- dersø	12,30	1.022.000	76	1.324	16,3
Otterup til nyt RA	4,75	1.706.000	129	1.839	8,7
Søndersø til Nyt RA	9,09	2.429.000r	176	2.080	18,9
Bogense til Hårslev	8,46	914.000	67	1.215	10,3
Odense NV til Nyt RA	7,84	6.295.000	479	5.693	44,6
SUM					174,4

Overslaget på investeringen i det afskærende afløbssystem er behæftet med en vis usikkerhed, og de endelige priser skal fastsættes mere præcist så snart ledningstracé og nødvendige ledningsdimensioner, antal bassiner, pumpestationer etc. er fastlagt.

11.4. Genanskaffelse af anlæg

Det er i afsnit 11.2 forudsat, at den løbende genanskaffelse af renseanlæg foretages i henhold til den nuværende kapacitet af vandbehandlingsdelen og med forudsat ekstern slambehandling centralt på Ejby Mølle. Der foretages således ingen genanskaffelse til opretholdelse af en fuldt udbygget slambehandlingsdel på de enkelte renseanlæg.

Genanskaffelse af anlægsværdierne er opdelt i bygværker (B), maskinudstyr (M), el (E) og SRO (SRO), og foretages så snart de pågældende poster på hvert anlæg er afskrevet.

Følgende levetider er anvendt i beregningerne:	B	50 år
	M	20 år
	E	15 år
	SRO	10 år
	Transportanlæg	75 år

Der er i beregningerne anvendt følgende fordelinger mellem B, M, E og SRO:

Vandbehandling

B	Anlægspris, vandbehandling – (M + E + SRO)
M	30 % x anlægspris
E	25 % x M del
SRO	10% x E del

Udbygning med avanceret rensning i decentral struktur

B	25 % x investeringsbehov
M	60 % x investeringsbehov
E	10 % x investeringsbehov
SRO	5 % x investeringsbehov

Slambehandling

B	Anlægspris, slambehandling – (M + E + SRO)
M u. rådnetank	50 % x anlægspris
M m. rådnetank	35 % x anlægspris
E	30 % x M del
SRO	10% x E del

Genanskaffelsesgraden af B, M, E, og SRO er sat til 100 % af anlægsværdien ved fuld kapacitet, jf. forsyningernes forpligtigelse til at bibeholde værdien af anlæg.

Årstallet for den første renovering/genanskaffelse er vurderet ud fra en aldersvurdering af alle renseanlæg-gene. Efter den første renovering/genanskaffelse, genanskaffes løbende, når de gældende anlægsdele er afskrevet.

Der anvendes nuværdier (et prisindeks på 0,00 %) ved fremskrivning af genanskaffelsesbehovet.

11.5. Driftsomkostninger, renseanlæg

Driftsomkostningerne udgøres af de interne registrerede værdier, og er ekskl. driftsudgifter til slambehandling. Dertil er de estimerede ekstra udgifter til drift af den ekstra rensning, der jf. afsnit 10.1 er valgt at supplere de decentrale renseanlæg med.

	Registret DKK/år	Avanceret rensning MDKK/år	SUM MDKK/år
Odense NV	3.048.000	1,54	4,59
Søndersø	2.279.261	0,69	2,97
Otterup	2.129.705	0,64	2,77
Bogense	1.550.908	0,47	2,02

Hofmansgave	723.069	0,22	0,94
Hårslev	605.372	0,19	0,79
SUM	10.336.315	3,71	14,08

Omregnet til PE specifikke driftsudgifter fås:

	Driftsudgift MDKK/år	Belastning PE	PE udgift DKK/PE/år
Odense NV	4,59	43.300	106
Søndersø	2,97	15.000	198
Otterup	2,77	9.000	308
Bogense	2,02	4.700	429
Hofmansgave	0,94	2.400	392
Hårslev	0,79	1.100	715
SUM	14,08	75.500	gns. 186

For det nye centrale renseanlæg er anvendt en driftsudgift på 63 DKK/PE/år. Værdien er beregnet ud fra erfaringer fra Odense NV, hvor nuværende driftsudgift udgør 70 DKK/PE/år, hvilket er eksklusiv driftsudgifter til en fremtidig af avanceret rensning.

De samlede driftsudgifter på selve renseanlæggene bliver for de to scenarier følgende:

Decentral struktur	14,08 MDKK/år
Central struktur	4,76 MDKK/år

Her til skal så tilføjes diverse udgifter til slamtransport, kørsel til ubemandet mm. beskrevet i de efterfølgende afsnit.

11.6. Driftsomkostninger, kørsel tur/retur ubemandet renseanlæg

Ved en fortsættelse af den decentrale struktur er der medtaget udgifter til kørsel tur/retur til de ubemandede anlæg, i forbindelse med service- og vedligeholdelse.

Det er her antaget at alle seks decentrale renseanlæg er ubemandet, og at der bruges ca. 6 timer ugentligt til kørsel svarende til en ekstra årligt tillæg på ca. 0,66 MDKK.

11.7. Driftsomkostninger, slamtransport til Ejby Mølle

Driftsomkostningerne til transport af slam fra renseanlæggene til Ejby Mølle er estimeret ud fra følgende forudsætninger:

Afstand til Ejby Mølle

Odense NV	7 km
Søndersø	18 km
Otterup	18 km
Bogense	34 km
Hofmangave	27 km
Hårslev	31 km
Nyt renseanlæg	15 km

For den decentrale struktur antages, at alt slam udgøres af biologisk slam. For det nye centrale renseanlæg i den centrale struktur forventes både en produktion af primærslam og biologisk slam. Primærslam antages at have et tørstofindhold på ca. 5 %. Biologisk slam antages at have et tørstofindhold på ca. 2 %.

Timeprisen for slamtransporten er sat til 700 DKK/h. Gennemsnitshastigheden ved slamtransporten er valgt til 30 km/h, og for hver transport er der lagt 2 timer til for kørsel af tom slamtransport til renseanlæggene samt eventuel spildtid.

At vi medtager transport af slam frem til Ejby Mølle i strukturanalysen medfører følgende driftsudgifter:

Decentral struktur:	ca. 4,42 MDKK/år
Central struktur:	ca. 3,57 MDKK/år

Ved at inkludere slamtransporten i opgørelsen af driftsudgifter medfører, at den centrale struktur tilgodeses med ca. 0,85 MDKK/år ved fuld centralisering.

11.8. Driftsindtægter

Da vi har valgt at se bort fra slambehandlingen i denne strukturanalyse, er de ekstra driftsindtægter som kan opnås ved øget gasproduktion via forbedret kulstofhøst *ikke* medtaget.

Forudsættes et salg af egenproduceret el- og varme fra gasmotoranlægget på Ejby Mølle med en antaget el- og varmenyttegrad på henholdsvis 0,39 og 0,41 samt en støttebaseret markedspris på henholdsvis 1,15 DKK/kWh og 0,10 DKK/kWh ville driftsindtægterne se ud som følgende:

Decentral struktur:	Indtægt på ca. 1,15 MDKK/år
Central struktur:	Indtægt på ca. 1,86 MDKK/år

Ved at tage driftsindtægterne fra gasproduktionen ud af ligningen, tilgodeses den decentrale struktur med ca. 0,7 MDKK/år.

11.9. Driftsomkostninger, afskærende afløbssystem

Der er anvendt følgende udgifter til drift, service og vedligeholdelse af det afskærende afløbssystem, der bruges i den centrale struktur (og den decentrale struktur med udløb til en robust recipient):

Strækning	Pumpestationer MDKK/år	Ledninger MDKK/år	SUM MDKK/år
Udløbsledning	0,52	0,04	0,56
Hofmansgave til Otterup	0,05	0,02	0,07
Hårslev til Søndersø	0,05	0,04	0,09
Otterup til nyt RA	0,15	0,01	0,16
Søndersø til Nyt RA	0,20	0,03	0,23
Bogense til Hårslev	0,02	0,03	0,05
Odense NV til Nyt RA	0,54	0,25	0,79
SUM	1,53	0,42	1,95

Samlet årlige udgift til drift og vedligeholdelse af de afskærende ledninger samt udløbsledning er estimeret til at udgøre ca. 1,95 MDK/år.

12. Myndighedsarbejde

Det er af afgørende betydning for projektet, at der sker en afstemt inddragelse af de relevante myndigheder i forbindelse med realiseringen af projektet. Helt centralt er en inddragelse af Nordfyns Kommune overordentlig vigtig, men også en afstemning med Odense Kommune er nødvendig.

Projektet har fra begyndelsen haft politisk bevågenhed, og der er løbende kontakt.

Der pågår en afklaring af kravene i forhold til VVM screening og udarbejdelse af nødvendig baggrundsmateriale for myndighedsgodkendelse. Ligeledes vil det være nødvendigt, at projektet indarbejdes i spildevandsplanen, og at der i forhold til lokalplaner åbnes mulighed for etablering af anlægget.

Der pågår en vurdering af mulige placeringer, og der skal tages stilling til køb af areal for de tekniske anlæg.

I forbindelse med myndighedsbehandlingen vil der blive taget udstrakt hensyn til evt. naboer og de gener, som ikke helt kan udelukkes. Der skal ligeledes tages hensyn til de trafikale forhold i både drifts og byggefase.

Placeringen af anlægget er forholdsvist fleksibelt, idet det forudsættes at udledningen skal sket til marin recipient fremfor til det beskyttede fjordområde.

Myndighedsarbejdet er forudsætningen for projekts gennemførelse og vil have overordentlig stor indflydelse på både økonomi og tid i forhold til projektet.

Den praktiske implementering kan styres med god projektledelse, hvorimod myndighedsbehandlingen er afhængig af en lang række eksterne forhold, og derfor behæftet med væsentlig større risiko og usikkerhed.

Sagens kerne

Spildevandsplanen fra 2017 har en overordnet målsætning om en effektiv og bæredygtig spildevandsrensning i fremtiden. Dette skal bl.a. ske gennem en centralisering af renseanlægsstrukturen.

VandCenter Syd præsenterer procesplanen for ny rensningsanlægsstruktur.

Administrationens indstilling

Forelægges til orientering.

Sagens baggrund

Teknik- og Miljøudvalget er på møde den 3. juni 2019 orienteret om VandCenter Syds arbejde med ny rensningsanlægsstruktur.

Spildevandsplanen, som er godkendt i Kommunalbestyrelsen den 31. august 2017, pkt. 737, fastlægger rammerne for kommunens arbejde med forbedring af spildevandsrensningen.

Et af målene i planen er, at spildevand skal håndteres på effektive renseanlæg, som sikrer en bæredygtig spildevandshåndtering af en kvalitet, som begrænser påvirkningen af recipienten (vandløb/hav) mest muligt.

Bæredygtig spildevandshåndtering indbefatter bl.a., at rensningsanlægget foretager en tilstrækkelig rensning af spildevandet, men fremtidens rensningsanlæg er også energiproducerende, og på sigt skal de udbygges til også at udvinde ressourcer som fosfor samt fjerne medicinrester, mikroplast mv. i takt med at teknologien udvikles.

Etablering af en ny renseanlægsstruktur betyder, at de eksisterende fem renseanlæg på sigt lukkes ned. De nordfynske anlæg vil være udtjente indenfor en årrække på 2-15 år. Hårslev og Hoffmannsgave renseanlæg er særligt nedslidte. Derfor skal der tænkes nye tanker.

Projektchef fra VandCenter Syd, Uffe Gangelhof, præsenterer procesplanen på mødet.

Økonomiske oplysninger

Beslutningskompetence

Lovgrundlag

Placering af nyt ren- seanlæg

Forhåndsvurdering af 4 mulige placeringer



nordfyns
kommune

Forfatter: Liselotte Kragh
Oprettet den 13. januar 2020
Dokument nr. D2020-8289
Sags nr. S2019-12444

Indhold

Læsevejledning	2
Nyt område til renseanlæg	4
Område 1 Strandvejen	4
Område 2 Emmelevgyden	6
Område 3 Bladstrupvej	7
Område 4 Slettensvej	9
Område til udløb	11
Udløb 1 Kristiansmindevej	11
Udløb 2 Soldalsvej	13

Læsevejledning

Der er ved gennemgang af de 4 udvalgte områder set på alle de forhold som kan sætte begrænsninger på anvendelsen af arealet.

Følgende temaer i Nordfyns Kommuneplan 2017-2029 er gennemgået:

Hovedtema	Undertemaer
Bygge- og beskyttelseslinjer	Beskyttede sten- og jorddiger Fortidsmindebeskyttelseslinjer Kirkebyggelinjer Kystnærhedszone Skovbyggelinjer Strandbeskyttelseslinjer Søbeskyttelseslinjer Åbeskyttelseslinjer
Kommuneplan 2017-2029	Alle udpegninger omkring bosætning, Erhverv – og Turisme, Klima og natur, Infrastruktur, Tekniske anlæg
Bygninger	Fredede bygninger
Fredninger	Fredede bygninger Fredede fortidsminder Fredede områder
Grundvand	Drikkevandsinteresser Indsatsområder Indvindingsoplande Grundvandsdannende oplande NFI og SFI indvindingsområder
Jordforurening	V1, V2,
Natura2000	Natura2000 fuglebeskyttelsesområde Natura2000 Habitatområde Natura2000 Ramsar områder
Beskyttet natur	Beskyttet natur Beskyttede vandløb Fredskov Majoratskov
Overfladevand	Vandløb
Regionen overfladevandsindsats	Fjord 250 m bufferzone Kyst 250 m bufferzone Sø 250 m bufferzone Vandløb 1 og 2 250 m bufferzone Vandløb 3 250 m bufferzone
Råstoffer	Arealer udlagt til råstofindvinding jf. Råstofplan 2012
Vindmøller	Ekst. og nye områder udlagt til vindmøller
Midlertidige skydebaner	Skydebaner midlertidige
Vandløb	Alle vandløb

Udover ovenstående temaer er tinglysninger på de aktuelle arealer gennemgået

I det følgende er de udvalgte områder gennemgået.

Under hvert område er der angivet en positivliste over de temaer, som påvirker anvendelsen af det pågældende areal.

Derudover er det angivet hvis der umiddelbart er fundet tinglysninger som kan påvirke anvendelsen af arealet.

Nyt område til renseanlæg

Område 1 Strandvejen

Areal: 17 ha



Området er omfattet af:

Tema	Retningslinjer
Skovbyggelinje	Naturbeskyttelseslovens § 17 I zonen inden for skovbyggelinjen må der ikke placeres bebyggelse som for eksempel bygninger, skure, campingvogne og master. (Kun et enkelt hjørne af arealet er berørt)
Skovrejsningsområde	Retningslinje 3.2.1 i kommuneplanen I forhold til grundvandsbeskyttelsen er der ved udpegningen af skovrejsningsområder taget udgangspunkt i de dele af oplandene til vandværker, hvor grundvandsressourcerne er dårligt beskyttede. Da disse områder – selv efter fradrag af delområder, hvor skovrejsning af andre årsager er uønsket – er arealmæssigt meget omfattende, er der foretaget en prioritering i forhold til de forskellige grundvandsressourcers relative betydning. Mange vandforsyninger ligger bynært, hvorfor der allerede i udgangspunktet er et væsentligt sammenfald mellem bynære skovrejsningsområder og områder udpeget med henblik på grundvandsbeskyttelse. Derudover vurderes det, at være et særligt behov for at styrke de bynære områder for rekreative muligheder, såsom bynær skov. Endeligt indgår i udpegningerne for skovrejsning hensynet til grønne strukturer og henblikket på, at skabe bedre spredningskorridorer for det vilde dyre- og planteliv.
OD	Ingen begrænsninger
Område udlagt til store husdyrbrug	Ingen begrænsninger
Uforstyrrede landskaber	Retningslinje 3.5.4 i kommuneplanen

	De større uforstyrrede landskaber skal friholdes for høje og/eller større støjende anlæg, og der kan kun etableres anlæg i ganske ubetydeligt omfang og kun såfremt områdernes karakter af uforstyrrethed ikke påvirkes.
Potentielle lavbundsarealer	Retningslinje 3.3.1 i kommuneplanen Eventuelle anlæg på lavbundsarealer bør udformes under hensyn til mulighederne for en fremtidig anden naturmæssig anvendelse af arealerne.
Tinglyst	Maks. højde på faste genstande og beplantning på 25 m

Område 2 Emmelevgyden

Areal: 17 ha



Området er omfattet af:

Tema	Retningslinjer
OSD	Retningslinje 3.8.1 i kommuneplanen Kommunen skal i kommuneplanlægningen friholde områder med særlige drikkevandsinteresser (OSD) for virksomhedstyper eller anlæg, der medfører en væsentlig fare for forurening af grundvandet.
NFI og SFI	Retningslinje 3.8.1 i kommuneplanen Kræver grundvandsredegørelse
Indsatsområde for grundvand	Retningslinje 3.8.1 i kommuneplanen Kræver grundvandsredegørelse
Værdifuldt landbrugsområde	Retningslinje 2.4.4 i kommuneplanen Der skal ved inddragelse af jordbrugsarealer til andet formål økonomiseres med jordbrugsarealerne, og der skal nøje undersøges eventuelle alternative placeringsmuligheder med henblik på at opnå den for jordbruget mindst belastende løsning, hvis dette kan gøres uden at tilsidesætte andre tungtvejende hensyn.
Vandløb type 1 og 2 bufferzone	Hvis der stødes på jordforureninger i forbindelse med anlægsarbejder kan der blive stillet vilkår fra Regionen i forhold til overfladevand
Tinglyst	Højspændingsledning krydser arealet (nedgravet) Maks. højde på faste genstande og beplantning på 25 m

Område 3 Bladstrupvej

Areal: 14 ha



Området er omfattet af:

Tema	Retningslinjer
OSD	Retningslinje 3.8.1 i kommuneplanen Kommunen skal i kommuneplanlægningen friholde områder med særlige drikkevandsinteresser (OSD) for virksomhedstyper eller anlæg, der medfører en væsentlig fare for forurening af grundvandet.
NFI og SFI	Retningslinje 3.8.1 i kommuneplanen Kræver grundvandsredegørelse
Indvindingsopland	Retningslinje 3.8.1 i kommuneplanen Kræver grundvandsredegørelse
Indsatsområde for grundvand	Retningslinje 3.8.1 i kommuneplanen Kræver grundvandsredegørelse
Støjbelastet område	Retningslinje for HCA airport nr. 4.4.1 Støjfølsomme aktiviteter kan ikke etableres
Tinglyst på arealet	På del af arealet maks. 4, 6, 8, 10, 15 og 20 m maks. højde på faste genstande og beplantning. Se nedenstående udsnit På resten af arealet maks. 25 m høje genstande.

Område 4 Slettensvej

Areal: 19 ha/22 ha



Området er omfattet af:

Tema	Retningslinjer
Indvindingsopland	Retningslinje 3.8.1 i kommuneplanen Kræver grundvandsredegørelse (Lundeværket)
Grundvandsdannende opland	Retningslinje 3.8.1 i kommuneplanen Kræver grundvandsredegørelse
OD/OSD	Retningslinje 3.8.1 i kommuneplanen For OD Ingen begrænsninger. For OSD, se nedenstående. Det er dog kun et mindre areal mod vest der er OSD. Kommunen skal i kommuneplanlægningen friholde områder med særlige drikkevandsinteresser (OSD) for virksomhedstyper eller anlæg, der medfører en væsentlig fare for forurening af grundvandet.
Støjbelastede arealer	Retningslinje for fritidsliv 1.4.12 Inden for støjkonsekvensområderne omkring skydebaner, motorbane og lufthavn, må der ikke placeres ny støjfølsom arealanvendelse, med mindre det godtgøres, at der kan ske uden problemer.
Beskyttede sten- og jorddiger	Arealet gennemskæres af et dige mod vest. Beskyttet efter Museumslovens §29 " § 29 a. Der må ikke foretages ændring i tilstanden af sten- og jorddiger og lignende." Der kan i sjældne tilfælde gives dispensation.
Værdifuldt landbrugsområde	Retningslinje 2.4.4 i kommuneplanen Der skal ved inddragelse af jordbrugsarealer til andet formål økonomiseres med jordbrugsarealerne, og der skal nøje undersøges eventuelle alternative placeringsmuligheder med henblik på at opnå den for jordbruget mindst belastende løsning, hvis dette kan gøres uden at tilside-sætte andre tungtvejende hensyn.
NFI og SFI indvindingsområde	Retningslinje 3.8.1 i kommuneplanen Kræver grundvandsredegørelse

Vandløb type 1 og 2 bufferzone	Hvis der stødes på jordforureninger i forbindelse med anlægsarbejder kan der blive stillet vilkår fra Regionen i forhold til overfladevand
Skovrejsning	En del af arealet er omfattet af området "Skovrejsning uønsket". I de negative skovrejsningsområder må der, efter "Lov om drift af landbrugsjorder", ikke plantes skov. Forbuddet gælder ikke småplantninger eller læhegn, og kommunen kan give dispensation til plantning af skov i særlige tilfælde.
NFI indsatsområde	Retningslinje 3.8.1 i kommuneplanen Kræver grundvandsredegørelse
Tinglyst	Maks. højde på faste genstande og beplantning på 25 m Oversigtsareal og byggelinje ved Slettensvej

Område til udløb

Udløb 1 Kristiansmindevej

Areal: 10 ha



Området er omfattet af:

Tema	Retningslinje
Strandbeskyttelseslinje	Naturbeskyttelsesloven § 15 Der må ikke foretages ændring i tilstanden af strandbredder eller af de arealer, der ligger mellem strandbredden og strandbeskyttelseslinjen, jf. stk. 2. Der må f.eks. ikke placeres bebyggelse, ske beplantning eller terrænændringer, etableres hegn eller placeres campingvogne og lign., og der må ikke foretages udstykning, matrikulering eller arealoverførsel, hvorved der fastlægges skel.
Kystnærhedszone	Retningslinje 3.9.1 i kommuneplanen I kystnærhedszonen kan der kun planlægges for anlæg i landzone, såfremt der foreligger en særlig planlægningsmæssig og/eller funktionel begrundelse for kystnær lokalisering.
OD	Retningslinje 3.8.1 i kommuneplanen For OD Ingen begrænsninger.
§3 natur	Naturbeskyttelseslovens §3 Strandeng Der må ikke foretages ændring i tilstanden af naturlige søer, hvis areal er på over 100 m ² , eller af vandløb eller dele af vandløb, der af miljø- og fødevarerministeren efter indstilling fra kommunalbestyrelsen er udpeget som beskyttede. Dette gælder dog ikke for sædvanlige vedligeholdelsesarbejder i vandløb. Stk. 2. Der må ikke foretages ændringer i tilstanden af 3) strandenge og strandsumpe samt når sådanne naturtyper enkeltvis, tilsammen eller i forbindelse

	med de søer, der er nævnt i stk. 1, er større end 2.500 m ² i sammenhængende areal.
250 m bufferzone Fjord	Hvis der stødes på jordforureninger i forbindelse med anlægsarbejder kan der blive stillet vilkår fra Regionen i forhold til overfladevand

Udløb 2 Soldalsvej

Areal: 15 ha



Området er omfattet af:

Tema	Retningslinjer
Strandbeskyttelseslinje	Naturbeskyttelsesloven § 15 Der må ikke foretages ændring i tilstanden af strandbredder eller af de arealer, der ligger mellem strandbredden og strandbeskyttelseslinjen, jf. stk. 2. Der må f.eks. ikke placeres bebyggelse, ske beplantning eller terrænændringer, etableres hegn eller placeres campingvogne og lign., og der må ikke foretages udstykning, matrikulering eller arealoverførsel, hvorved der fastlægges skel.
Kystnærhedszonen	Retningslinje 3.9.1 i kommuneplanen I kystnærhedszonen kan der kun planlægges for anlæg i landzone, såfremt der foreligger en særlig planlægningsmæssig og/eller funktionel begrundelse for kystnær lokalisering.
OD	Retningslinje 3.8.1 i kommuneplanen For OD Ingen begrænsninger.
Planrammer S012	Generel anvendelse er sommerhusområde Specifik anvendelse er angivet til sommerhus- og fritidsboligbebyggelse Bestemmelserne for området skal sikre, at det angivne område fortsat kan anvendes til sommerhusbebyggelse.
§3 natur	Naturbeskyttelseslovens §3 Strandeng Der må ikke foretages ændring i tilstanden af naturlige søer, hvis areal er på over 100 m ² , eller af vandløb eller dele af vandløb, der af miljø- og fødevareministeren efter indstilling fra kommunalbestyrelsen er udpeget som beskyttede. Dette gælder dog ikke for sædvanlige vedligeholdelsesarbejder i vandløb. Stk. 2. Der må ikke foretages ændringer i tilstanden af 3) strandenge og strandsumpe samt

	når sådanne naturtyper enkeltvis, tilsammen eller i forbindelse med de søer, der er nævnt i stk. 1, er større end 2.500 m ² i sammenhængende areal.
250 m bufferzone Fjord	Hvis der stødes på jordforureninger i forbindelse med anlægsarbejder kan der blive stillet vilkår fra Regionen i forhold til overfladevand

From: Mette Højby Petersen <>
Sent: 6 December 2018 12:03:04 (UTC +01)
To: Rune Noer Nøttrup <rnn@nordfynskommune.dk>
Subject: SV: sag til ny renseanlægsstruktur

<http://polweb.nethotel.dk/Produkt/PolWeb/default.asp?p=nordfyns07&page=document&docId=34612&itemId=34614&Search=1>

gl sag

Hilsen Mette

Fra: Rune Noer Nøttrup
Sendt: 6. december 2018 12:03
Til: Mette Højby Petersen
Emne: sag til ny renseanlægsstruktur

S2018-26447 Spildevandsplan - Vision for fremtidens renseanlægsstruktur

Venlig hilsen

Rune Noer Nøttrup
Miljøsagsbehandler



Telefon: 64 82 81 02

Natur og Miljø
Otterup Rådhus
Rådhuspladsen 2 | 5450 Otterup

Nordfyns Kommune
Østergade 23 | 5400 Bogense
Telefon 64 82 82 82
www.nordfynskommune.dk



Sagens kerne

Spildevandsplanen fra 2017 har en overordnet målsætning om en effektiv og bæredygtig spildevandsrensning i fremtiden. Dette skal bl.a. ske gennem en centralisering af renseanlægsstrukturen.

VandCenter Syd har i længere tid arbejdet med en ny struktur for fremtidens spildevandsrensning i Nordfyns - og på sigt Odense Kommune.

VandCenter Syd præsenterer procesplanen for ny rensningsanlægsstruktur.

Administrationens indstilling

Forelægges til orientering.

Sagens baggrund

Teknik- og Miljøudvalget har tidligere godkendt, at der arbejdes videre med centralisering af spildevandet på møde den 13. marts 2012, pkt. 438, hvor VandCenter Syd præsenterede deres planer. En del af disse planer er gennemført i dag.

Spildevandsplanen, som er godkendt i Kommunalbestyrelsen den 31. august 2017, pkt. 737, fastlægger rammerne for kommunens arbejde med forbedring af spildevandsrensningen.

Et af målene i planen er, at spildevand skal håndteres på effektive renseanlæg, som sikrer en bæredygtig spildevandshåndtering af en kvalitet, som begrænser påvirkningen af recipienten (vandløb/hav) mest muligt.

Bæredygtig spildevandshåndtering indbefatter bl.a., at rensningsanlægget foretager en tilstrækkelig rensning af spildevandet, men fremtidens rensningsanlæg er også energiproducerende, og på sigt skal de udbygges til også at udvinde ressourcer som fosfor samt fjerne medicinrester, mikroplast mv. i takt med at teknologien udvikles.

Etablering af en ny renseanlægsstruktur betyder, at de eksisterende fem renseanlæg på sigt lukkes ned. De nordfynske anlæg vil være udtjente indenfor en årrække på 2-15 år. Hårslev og Hoffmannsgave renseanlæg er særligt nedslidte. Derfor skal der tænkes nye tanker.

Projektchef fra VandCenter Syd, Uffe Gangelhof, præsenterer procesplanen på mødet.

Økonomiske oplysninger

Sagen har ikke været forelagt Økonomi og Løn.

Beslutningskompetence

Teknik- og Miljøudvalget.

Lovgrundlag

Spildevandsbekendtgørelsen.

Beslutning

Teknik- og Miljøudvalget 2018-2021 den 3. juni 2019

Fraværende: Ole Tastrup Hansen

Orientering foretaget.
