

NOVAFOS

Strukturanalyse Øresund

Sammenfattende rapport Delnotat 5

07. januar 2019

Udarbejdet til:
Novafos
Blokken 9
3460 Birkerød

Udarbejdet af:
EnviDan A/S
Jan-Michael Blum
E-mail: jmb@envidan.dk
Direkte tlf.: 42 12 54 83
Projekt navn: Novafos strukturanalyser - Øresund
Projektnr.: 118 1082-01
Kvalitetssikring: Claus Kobberø
Side 1 af 28



Indholdsfortegnelse

Resumé	4
1. Indledning	7
1.1 Overvejelser bag scenarier	7
2. Rammebetingelser og forudsætninger/ -afgrænsninger	11
2.1 Rammebetingelser og forudsætninger	11
2.2 Forudsætninger/ -afgrænsninger.....	11
2.2.1 Hydraulisk og stofmæssig belastning (status og plan)	11
2.2.2 Recipientforhold	11
2.2.3 Detailscreening (placering af nyt renselanlæg).....	12
2.2.4 Transportanlæg/mulige nye ledningstracéer.....	12
2.2.5 Kloakoplande (fælleskloakerede/separatkloakerede)	12
3. Bæredygtighed og grøn omstilling	13
3.1 Ressourceforbrug og -udnyttelse	13
3.2 Energoptimering og energiproduktion	15
3.3 Skærpede udlederkrav.....	16
3.4 Drivhusgasser.....	18
3.5 Klimaforandringer	19
3.6 Opsamling.....	19
4. Miljøanalyse	20
4.1 Opsamling af miljøscorer	20
5. Økonomisk analyse.....	21
5.1 Samlede årlige omkostning	22
5.2 Enhedspris/opgørelse i DKK/PE _{renset}	22
5.3 Enhedspris/opgørelse i DKK/PE _{transporteret}	22
5.4 Bassiner	23
6. Følsomhedsanalyse.....	25
6.1 Parametre.....	25
6.2 Resultater.....	25
7. Konklusion	27

Bilag

- Bilag 1: Delnotat 1 - Rammebetingelser (COWI)
- Bilag 2: Delnotat 2 - Forudsætninger (EnviDan)
- Bilag 3: Delnotat 3 - Miljøanalyse
- Bilag 4: Delnotat 4 - Økonomisk analyse
- Bilag 5: Notat "Påvirkning af vandløb og søer ved nedlæggelse af renselanlæg"
- Bilag 6: Placeringscreening (COWI og EnviDan)
- Bilag 7: Ordliste

Resumé

Spildevandsrensningen i Allerød, Furesø, Hørsholm og Rudersdal Kommune sker i dag på 8 små og mellemstore renseanlæg. Driften af de mange renseanlæg er forholdsvis dyr, og samtidigt kræver hvert renseanlæg løbende reinvesteringer. Den planlagte byudvikling i oplandet til to af renseanlæggene medfører, at de indenfor 10-20 år vil skulle udvides for at kunne håndtere de stigende spildevandsmængder.

I forbindelse med spildevandsrensningen produceres der i dag kun energi på to af de 8 renseanlæg (Usserød og Stavnholt Renseanlæg), og energiproduktionen her er langt fra stor nok til at kunne dække energibehovet. De andre renseanlæg er så små, at det kun dårligt kan betale sig at opgradere dem til at kunne udnytte energien og ressourcerne i spildevandet. Den decentrale rensestruktur er derudover en udfordring hvis udlederkrav i fremtiden skulle blive skærpet.

Envidan A/S har udarbejdet en strukturanalyse for renseanlæg, Øresund, hvor forskellige alternative scenarier for rensestrukturen i området er blevet analyseret. Rammebetingelser og forudsætninger for analysen er beskrevet i delnotat 1 og 2. Anbefalingen af den fremtidige struktur sker på baggrund af en miljømæssig analyse (delnotat 3) og en økonomisk analyse (delnotat 4) af de opstillede scenarier. Analysen understøttes af en overordnet placeringscreening, en detaljeret placeringsanalyse samt en recipientvurdering.

Scenarier

Følgende scenarier er i strukturanalysen blevet undersøgt:

- Scenarie 0 - Bibeholdelse af nuværende rensestruktur
- Scenarie 1 - Centralisering af spildevandsrensning på Usserød Renseanlæg
- Scenarie 2 - Centralisering af spildevandsrensning på et nyt renseanlæg
- Scenarie 3 - Centralisering af spildevandsrensning på Usserød Renseanlæg og afskæring af Lillerød og Lynge Renseanlæg til Solrødgård Renseanlæg (Hillerød Kommune)
- Scenarie 4 - Centralisering af spildevandsrensning på et Usserød Renseanlæg og bibeholdelse af Lynge og Vedbæk Renseanlæg
- Scenarie 5 - Centralisering af spildevandsrensning på et nyt renseanlæg og bibeholdelse af Lynge og Vedbæk Renseanlæg

For scenarierne 1-5 er der opstillet to supplerende alternativer:

- A. Ekskl. spildevand fra Furesø Kommune, dvs. uden spildevand fra Stavnholt Renseanlæg
- B. Inkl. spildevand fra Furesø Kommune, dvs. inkl. spildevand fra Stavnholt Renseanlæg

Spildevandsrensningen i området sker på 8 renseanlæg med en samlet belastning på 114.000 PE. Det er Bistrup, Lillerød, Lynge, Sjælsmark, Sjælsø, Stavnholt, Usserød og Vedbæk Renseanlæg, som indgår i strukturanalysen. Stofbelastningen er fremskrevet til ca. 126.000 PE i 2070, svarende til en forøgelse på ca. 11%. Denne fremskrivning er baseret på alle kommuneplaner, øvrige udbygningsplaner, drøftelser med de enkelte kommuner, samt befolkningsprognoser fra Danmarks Statistik.

Anbefaling

Det anbefales, at strukturen for renseanlæg centraliseres, og at der etableres et nyt renseanlæg/ressourcegenvindingsanlæg i Hørsholm Kommune, da dette miljømæssigt er bedst, over en 50 årig tidsperiode økonomisk er billigst, projektet kan bidrage til den grønne omstilling og strukturen derved bliver mest robust overfor fremtidige krav. Eksisterende renseanlæg anbefales nedlagt og ombygget til bassiner og pumpestationer, og nye spildevandsledninger ført fra de eksisterende renseanlæg til det nye centralrenseanlæg.

Den fremtidige spildevandsrensning vil optimalt være en total centralisering af spildevandsrensningen i området (Scenarie 2), men en delvis centralisering af spildevandsrensningen der kun omfatter Bistrup, Lillerød, Sjælsmark, Sjælsø, Stavnholt, Usserød Renseanlæg (Scenarie 5), er økonomisk og miljømæssigt også væsentligt bedre end den nuværende rensestruktur (Scenarie 0).

Økonomisk analyse

En centralisering af spildevandsstrukturen kræver forholdsvis store nyinvesteringer i både renseanlæg, pumpestationer og ledninger. Disse nyinvesteringer forudsættes lånefinansieret, hvilket medfører finansieringsomkostninger. De årlige driftsomkostninger ved en centraliseret rensestruktur er dog billigere end ved den nuværende decentrale struktur, og behovet for reinvesteringer i renseanlæggene (som lånefinansieres) er også væsentligt lavere, når man kun har ét renseanlæg frem for ode. Samlet viser den økonomiske analyse at scenarie 5 (delvis centralisering) og scenarie 2 (total centralisering) over et 50-årig periode er billigere end at bibeholde den eksisterende rensestruktur.

Miljøanalyse

I miljøanalysen er aspekter som påvirkning af vandløbene og Øresund, påvirkning af naboer i form af trafik, støj og lugt, potentiale for ressourceudnyttelse, arbejdsmiljø og robusthed overfor skærpede udlederkrav blevet undersøgt. Miljøanalysen konkluderer, at en total centralisering samlet set er bedst for miljøet. Dette skyldes primært at den hydrauliske robusthed af recipienten bliver væsentligt forbedret under en centralisering af rensestrukturen. Derudover bliver den potentiale for ressourceudnyttelse og robusthed for fremtidige krav væsentligt øget, hvis spildevandsrensning sammenføres på et renseanlæg. Der reduceres også nabogener omkring de eksisterende renseanlæg og arbejdsmiljøet forbedres.

Miljøanalysen understøttes af recipientanalysen, der mere detaljeret beskriver udfordringerne i nogle af de mindre vandløbene, hvor vandføringen vil blive reduceret væsentligt, hvis spildevandsstrukturen centraliseres. Dette skyldes, at størstedelen af det vand der i sommermånederne løber i nogle af de mindre vandløb reelt er rensede spildevand.

Energiproduktion og grøn omstilling

En total centraliseret spildevandsrensning (inkl. Stavnholt, Lyng og Vedbæk Renseanlæg) på et nyt renseanlæg, giver bedre mulighed for at nytænke hele anlægsdesignet, og giver en bedre ressourceudnyttelse, end en delvis centralisering ekskl. de tre ovennævnte renseanlæg. Herved bliver anlægget så stort, at de nyeste teknologier bedre kan anvendes, og rensningen kan blive energiproducerende. Dette vil kun vanskeligt kunne lade sig gøre ved den delvise centralisering (scenarie 4a/5a og 1a/2a), hvor 1/4 - 1/6 af den samlede stofbelastning bibeholdes på eksisterende renseanlæg. På længere sigt er det muligt at udvinde værdifulde organiske stoffer (proteiner, flydende kulbrinter) og på denne måde bidrage til en grøn omstilling.

Robusthed overfor skærpede krav

Den fuld centraliserede struktur vil desuden være mere robust i forhold til ændrede krav, såsom skærpede udlederkrav (kvælstof, miljøfremmede stoffer etc.), da supplerende/ændrede renseteknologier skal implementeres på færre renseanlæg. Dette vil også være gældende, når nye teknologier implementeres, f. eks. til fjernelse af medicinrester.

Bassiner

Behovet for etablering af bassiner til reduktion af regnbetingede aflastninger af urensset spildevand er blevet undersøgt. Når eksisterende renseanlæg nedlægges, kan de eksisterende tanke genbruges som forsinkelsesbassiner, hvilket er meget billigere end etablering af nye bassiner. I Scenarie 2b (centraliseringen inkl. Usserød, Stavnsholt, Lyng og Vedbæk Renseanlæg) opnås det laveste investeringsbehov til etablering af bassiner, da alle tanke på alle eksisterende anlæg, kan ombygges og udnyttes til fremtidig bassinvolumen til reduktion af overløb.

1. Indledning

I denne strukturanalyse for renseanlæg vest for Øresund, er forskellige scenarier for den fremtidige rensestruktur i Allerød, Furesø, Hørsholm og Rudersdal Kommune blevet undersøgt. Fem alternative scenarier er blevet opstillet og hver især blevet vurderes både miljømæssigt og økonomisk.

Den samlede strukturanalyse, som denne sammenfattende rapport (delnotat 5) er en del af, består af følgende dokumenter:

1. Delnotat 1: Rammebetingelser, som beskriver:
 - a. Rammerne for udarbejdelsen af strukturanalyserne
 - b. Præcisering af de scenarier der vurderes
2. Delnotat 2: Forudsætninger, som beskriver:
 - a. Metodikken for udarbejdelse af miljøanalysen og den økonomiske analyse
3. Delnotat 3: Miljøanalyse
4. Delnotat 4: Økonomisk analyse
5. **Delnotat 5: Sammenfattende rapport**

Derudover er der udarbejdet følgende supplerende notater:

1. Overordnet placeringsscreening med udpegning af mulige arealer
2. Detaljeret placeringsanalyse, hvor de udpegede arealer vurderes yderligere
3. Påvirkning af vandløb og søer ved ændret renseanlægsstruktur
4. Anlægsgennemgang/tilstandsvurdering
5. Udvidelse af strukturanalysen med renseanlæggene på Hornsherred.
6. Hydrauliks og energimæssig vurdering

Følgende scenarier er blevet undersøgt:

- Scenarie 0 - Bibeholdelse af nuværende rensestruktur
- Scenarie 1 - Centralisering af spildevandsrensning på Usseø Renseanlæg
- Scenarie 2 - Centralisering af spildevandsrensning på et nyt renseanlæg
- Scenarie 3 - Centralisering af spildevandsrensning på Usseø Renseanlæg og afskæring af Lillerød og Lynge Renseanlæg til Solrødgård Renseanlæg (Hillerød Kommune)
- Scenarie 4 - Centralisering af spildevandsrensning på et Usseø Renseanlæg og bibeholdelse af Lynge og Vedbæk Renseanlæg
- Scenarie 5 - Centralisering af spildevandsrensning på et nyt renseanlæg og bibeholdelse af Lynge og Vedbæk Renseanlæg

For scenarierne 1-5 er der opstillet to supplerende alternativer:

- C. Ekskl. spildevand fra Furesø Kommune, dvs. uden spildevand fra Stavsholt Renseanlæg
- D. Inkl. spildevand fra Furesø Kommune, dvs. inkl. spildevand fra Stavsholt Renseanlæg

Den nuværende spildevandsstruktur i Allerød, Furesø, Hørsholm og Rudersdal Kommune er baseret på 8 renseanlæg med en samlet fremtidig belastning på ca. 126.000 PE i 2070. Det vedrører Bistrup, Lillerød, Lynge, Sjælsmark, Sjælsø, Stavsholt, Usseø og Vedbæk Renseanlæg.

1.1 Overvejelser bag scenarier

I scenarie 0 betragtes miljømæssige og økonomiske fordele og ulemper for at bibeholde nuværende rensestruktur og hvilken investering kræves for at overholde fremtidige krav til spildevandsrensning.

I forbindelse med centraliseringen af rensestrukturen er det vurderet, hvordan den pågældende centralisering bedst muligt kan gennemføres.

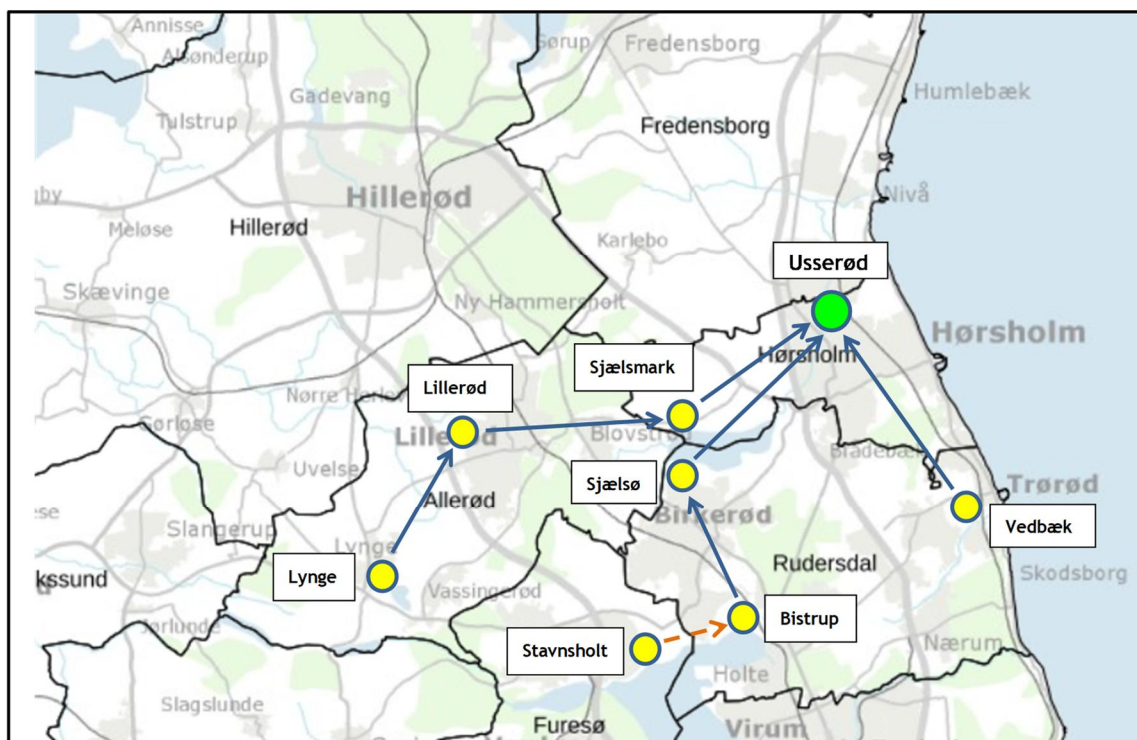
I scenarie 1 betragtes en centralisering af spildevandsrensning på Usserød Renseanlæg. Fordelen er, at eksisterende infrastruktur fortsat kan bruges (f.eks. ledninger i Usserød oplandet, bygværker på Usserød Renseanlæg). En relevant ulempe er, at matriklen for Usserød Renseanlæg ligger i Usserød byområde og ikke kan udvides. En udbygning til en markant højere kapacitet kan derfor være udfordrende, da det eksisterende renselanlæg fortsat skal være i drift under udbygningen (se Figur 1).

I scenarie 2 betragtes en centralisering af spildevandsrensning på et nyt renselanlæg, som ligger vest for Usserød Renseanlæg (se Figur 2). Fordelene ved dette scenarie er, at der ikke er nogle arealbegrænsninger, og anlægget kan bygges uden hensyntagen til drift af eksisterende anlæg. Desuden tillader et nyt renselanlæg en optimal planlægning- og byggefase. Ulemperne er, at der skal etableres større og længere transportledninger i forhold til scenarie 1.

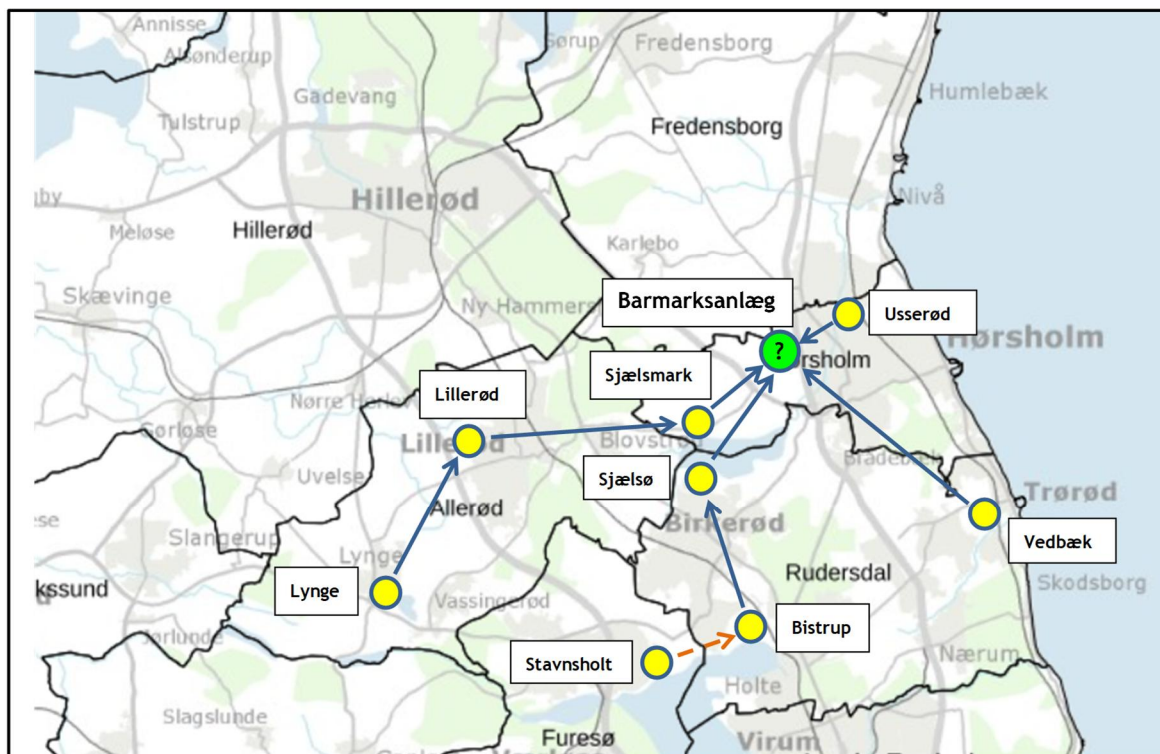
Af Figur 1 fremgår det, at Lyngø og Lillerød Renseanlæg er placeret længst mod vest i Øresundsområdet. Derfor undersøges det i scenarie 3, om en afskæring af spildevandet fra de to renselanlæg til Solrødgård Renseanlæg og en centralisering af de andre anlæg på Usserød Renseanlæg har fordele (se Figur 3).

Det fremgår yderligere af Figur 1, at tilslutningen af Lyngø og Vedbæk Renseanlæg til et fælles transportnet kræver lange ledninger. Da Lyngø og Vedbæk Renseanlæg samtidigt har en relativ lav belastning undersøges det i scenarie 4 og 5, om det kan være økonomisk og miljømæssigt fordelagtigt at bevare renselanlæggene både ved en centralisering på Usserød Renseanlæg (scenarie 4 - se Figur 4) eller ved centralisering på et nyt renselanlæg (scenarie 5 - se Figur 5).

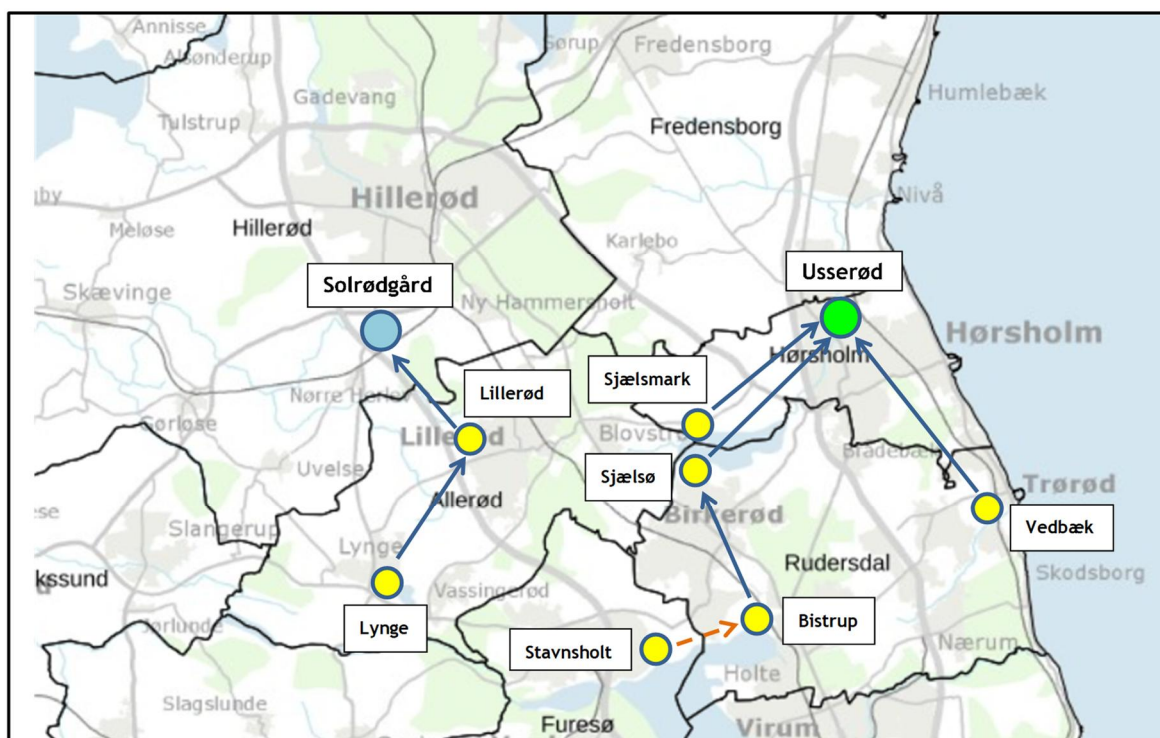
De forskellige scenarier fremgår af Figur 1 - Figur 5.



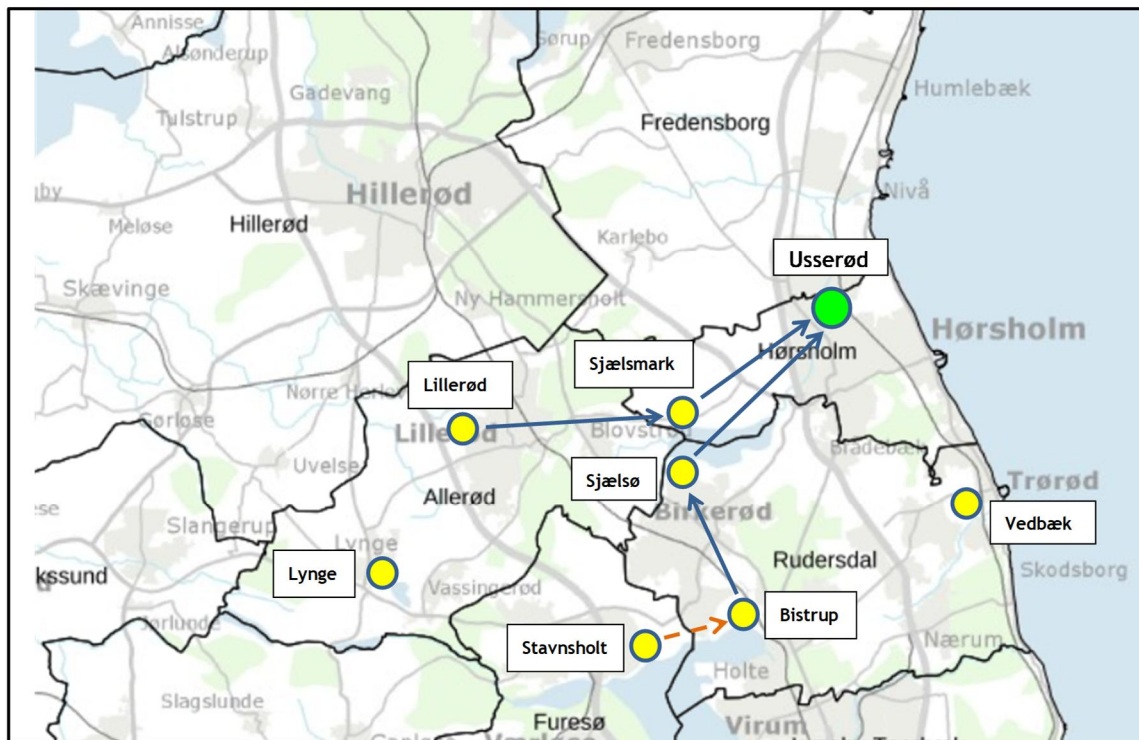
Figur 1. Scenarie 1 a/b: Centralisering på Usserød Renseanlæg (inkl./ekskl. Stavsholt Renseanlæg).



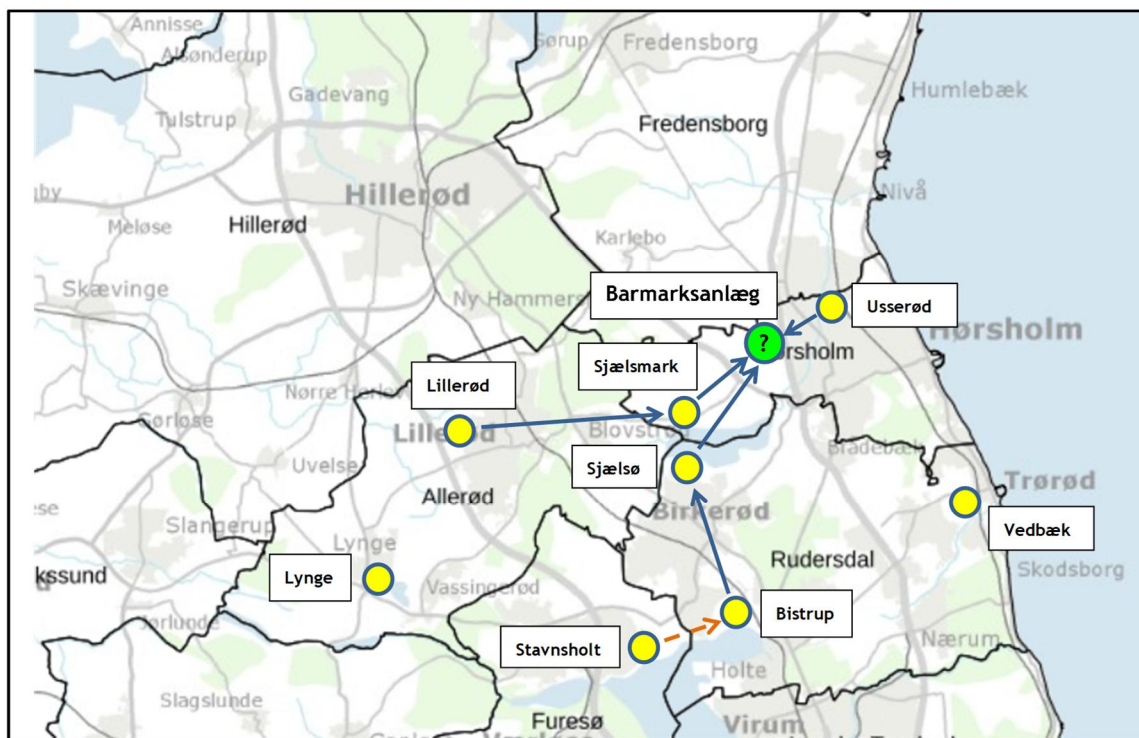
Figur 2. Scenarie 2 a/b: Centralisering på et nyt renselanlæg (inkl./ekskl. Stavnsholt Renselanlæg).



Figur 3. Scenarie 3 a/b: Centralisering på Usseø Renselanlæg (inkl./ekskl. Stavnsholt Renselanlæg) og afskæring af Lyngø og Lillerød til Solrødgård.



Figur 4. Scenarie 4 a/b: Centralisering på Usserød Renseanlæg (inkl./ekskl. Stavnholt Renseanlæg) og bibeholdelse af Lyngø og Vedbæk Renseanlæg.



Figur 5. Scenarie 5 a/b: Centralisering på et nyt renselanlæg (inkl./ekskl. Stavnholt Renseanlæg) og bibeholdelse af Lyngø og Vedbæk Renseanlæg.

2. Rammebetingelser og forudsætninger/-afgrænsninger

Strukturanalysen for renseanlæg omhandler en overordnet skitsering af økonomiske og miljømæssige fordele og ulemper ved forskellige rensestrukturer. Der er i denne forbindelse fokus på det energimæssige aspekt samt konsekvenserne ved hhv. at bibeholde eller nedlægge renseanlæg i Ballerup, Egedal, Furesø og Frederikssund, samt mulighederne ved at etablere et nyt centralt renseanlæg.

2.1 Rammebetingelser og forudsætninger

Strukturanalysen er baseret på nedenstående forudsætninger og grundlag:

- Delnotat 1: Rammebetingelser (COWI)
- Delnotat 2: Forudsætninger (Envidan)

Rammebetingelserne beskriver den metodik der skal anvendes i strukturanalysen. Her defineres også den geografiske afgrænsning, scenarierne der skal analyseres, og at analyseperioden skal være på 50 år, eksisterende og fremtidige belastninger, eksisterende og fremtidige oplande, bassiner, udlederkrav og meget mere.

Forudsætningerne beskriver mere detaljeret parametre og metoder, som udgør grundlaget til den økonomiske og miljømæssige analyse. Her redegøres for mulige placeringer af et nyt renseanlæg, anvendte enhedspriser for etablering og drift af pumpestationer, ledningsanlæg og renseanlæg, samt parametre anvendt i følsomhedsanalysen, bestemmelse af miljøfaktorer, samt oplysninger om vandløb/recipienter. Der henvises til delnotat 1 og 2 (jf. bilag 1 og 2).

2.2 Forudsætninger/-afgrænsninger

2.2.1 Hydraulisk og stofmæssig belastning (status og plan)

EnviDan har modtaget driftsdata fra 2016 og 2017 for alle renseanlæggene, som indgår i strukturanalysen. Derudover er driftsdata fra perioden 2013-2015 også anvendt. Resultatet af belastningsopgørelsen (status), og de fremskrevne belastninger i 2070 (plan) er præsenteret i Delnotat 1 - Rammebetingelser (COWI). Selve metodikken i databearbejdelsen er beskrevet i Delnotat 2 - Forudsætninger (EnviDan).

Generelt dækker kommuneplaner en fremskrivning til 2026-2029. Derefter bruges en årlig vækstrate af befolkningen til 2045 baseret på Danmarks Statistik. Efter 2045 er vækstraten fremskrevet baseret på en tendenslinje fra Danmarks Statistiks data i perioden 2018-2045 (jf. bilag 1 - Rammebetingelser).

Alle nye kloakoplande er forudsat separatkloakeret. Eksisterende fælleskloakerede kloakoplande er kun forudsat at blive separatkloakeret, hvis dette fremgår af kommunernes spildevandsplaner.

2.2.2 Recipientforhold

Hvert renseanlæg udleder rensset spildevand til en recipient - ofte et vandløb. COWI har gennemført en vurdering af recipienterne og spildevandsudledningernes betydning for vandføringen i vandløbene, samt udarbejdet mulige forslag til at reducere de negative konsekvenser der opstår, hvis vandløbenes pga. centralisering af spildevandsrensningen ikke længere modtager rensset spildevand.

Der henvises til særskilt rapport "Påvirkning af vandløb og søer ved ændret renseanlægsstruktur" (jf. bilag 3).

2.2.3 Detailscreening (placering af nyt renseanlæg)

Der er gennemført en overordnet screening over mulige lokaliteter, hvor et nyt renseanlæg i givet fald kan placeres. Den indledende screening er gennemført af COWI. EnviDan har arbejdet videre med screeningen ud fra supplerende udvælgelseskriterier, som er specificeret i bilag 1 til delnotat 2. (jf. bilag 4 - Placeringscreening).

2.2.4 Transportanlæg/mulige nye ledningstracéer

Fastlæggelse af mulige ledningstracéer er sket på baggrund af undersøgelser via Google Earth, hvor de bedst egnede tracéer mellem de enkelte renseanlæg er fundet.

I fastlæggelsen af tracéerne er der lagt vægt på at følge veje/stier og i videst muligt omfang at undgå beskyttede eller fredede områder.

2.2.5 Kloakoplande (fælleskloakerede/separatkloakerede)

Alle eksisterende fælleskloakerede arealer bevares og alle nye kloakoplande etableres som separat-kloakerede oplande, med mindre andet er angivet i kommunernes spildevandsplaner. For opgørelsen over kloakoplande opdelt på fælleskloakerede (inkl. befæstelsesgrad) og separatkloakerede oplande henvises til bilag 1 - Rammebetingelser.

3. Bæredygtighed og grøn omstilling

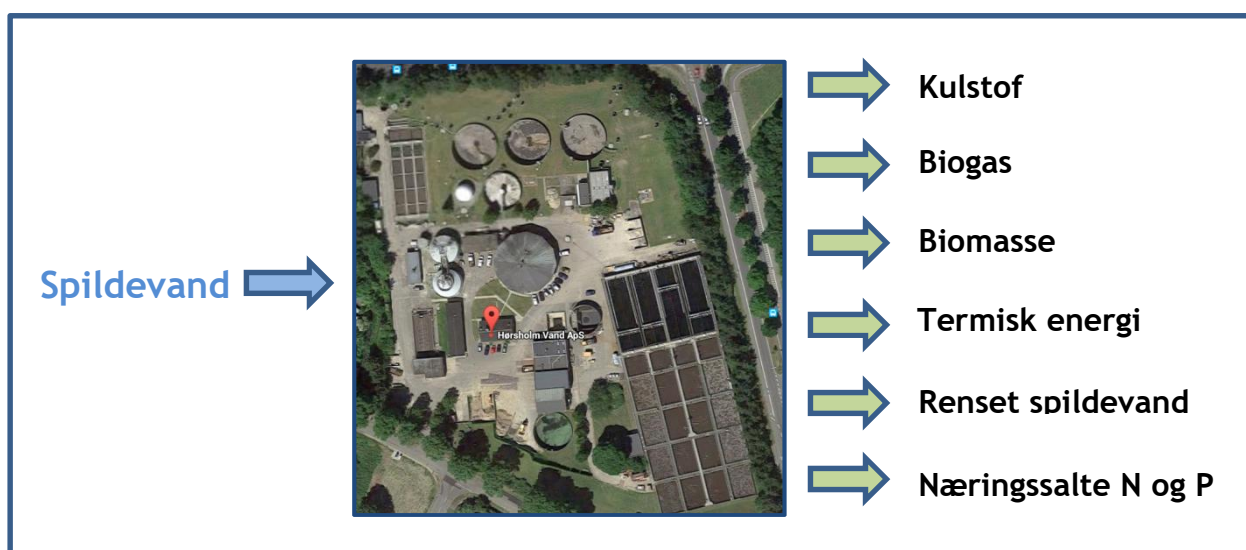
Centralisering af renselanlægsstrukturen og etablering af et nyt renselanlæg skaber muligheden for at bidrage til den grønne omstilling og bæredygtigheden. Det er fordi moderne renselanlæg er i stand at genvinde ressourcer fra spildevandet, og derved indgår i den cirkulær økonomi. Nedenstående emner kan med fordel indtænkes i det videre planlægning af den nye renselanlægsstruktur.

1. Ressourceforbrug og udnyttelse
2. Energioptimering og energiproduktion
3. Skærpede udlederkrav
4. Udledning af drivhusgasser
5. Imødekommen af klimaforandringer

3.1 Ressourceforbrug og -udnyttelse

På et nyt centraliseret renselanlæg kan der gøres op med forestillingen om at spildevand er flydende affald, som blot skal "bortskaffes". Spildevand bør derimod betragtes som en ressource, rig på organisk stof og næringsalte, hvor energi- og ressourcegenindvinding understøtter omstillingen til et bæredygtigt samfund. Renselanlæg bør gentænkes til at være et ressourcegenindvindingsanlæg, hvor der via nye teknologier producerer nye produkter til kommerciel afsætning.

På Figur 6 ses mulighederne for ressourceudnyttelse fra spildevand på et renselanlæg. Disse muligheder gennemgås kort i de følgende afsnit.



Figur 6. Ressourceudnyttelse fra spildevand på renselanlæg.

Kulstof

Spildevandets indhold af kulstof bruges på de eksisterende renselanlæg primært til den biologiske kvælstoffjernelse. Overskydende organisk kulstof omsættes biologisk til CO_2 , hvilket både er energi-krævende, og derudover er et spild af den energi der er bundet i det organiske kulstof. Kulstof vil på et nyt renselanlæg kunne udnyttes mere intelligent, ved at forbruget til kvælstoffjernelsen reduceres, og overskydende kulstof "høstes" til øget biogasproduktion. Herved reduceres energiforbruget, samtidigt med at energiproduktionen øges. Teknologien anvendes allerede i dag på en række nye renselanlæg, som f.eks. Hillerød. Det nye renselanlægs CO_2 -aftryk vil derved være langt mindre

end de eksisterende renseanlægs. Kulstof ”høstes” i form af primærslam eller som biologisk overskudsslam. Det tilføres rådnetanke, hvor der produceres biogas. I fremtiden vil værdifulde flydende kulstofforbindelser kunne ekstraheres direkte fra f.eks. granulært slam eller eventuelt også fra rådnetankene. Det udrådne spildevandsslam udbringes på landbrugsjord som jordforbedringsmiddel, hvorved både værdifulde næringsalte (kvælstof og fosfor), og kulstof, der bindes i jorden og forbedrer jordmiljøet, recirkuleres.

Biogas og biogasbaserede produkter

Der kan implementeres teknologi til forbehandling af biologisk overskudsslam med henblik på at forøge biogasproduktionen. Teknologierne omfatter enzymtilsætning, ultralyd, varmebehandling og mekanisk desintegration. Opkoncentrering af slam i rådnetanke kan ligeledes opnås ved implementering af anaerob membranteknologi. Herved er den hydrauliske opholdstid af slammet ikke en begrænsende faktor, og biogasproduktionen vil derved forøges. Endelig kan tilførelsen af eksterne kulstofkilder, som slam fra andre renseanlæg, kildesorteret organisk dagrenovation (KOD) og/eller industrielle organiske restprodukter, øge biogasproduktionen.

Produceret biogas udnyttes traditionelt til produktion af el og varme på renseanlæggene. Der eksisterer teknologi til opgradering af biogas til naturgaskvalitet, og dermed mulighed for afsætning til naturgasnettet. Dette er meget fordelagtigt, idet energien herved kan lagres i det eksisterende naturgasnet til spidslastperioder, hvor der er mangel af energi. Derudover kan den opgraderede biogas bruges som råmateriale i produktionen af flydende kulbrinter til den kemiske industri eller transportsektoren, så fossilt kulstof her kan udfases. Opgraderet biogas er ifølge energistyrelsen et centralt element for at Danmark i 2050 kan blive fossilfrit.

Der sker i dag biogasproduktion på Måløv Renseanlæg.

Biomasse

Slamproduktionen (udrådnet restprodukt) påtænkes anvendt som jordforbedringsmiddel, så næringsalte og kulstof recirkuleres. På længere sigt kan biomassen muligvis raffineres til et slutprodukt til afløsning af oliebaseerede produkter.

Termisk energi

Selvom det rensede spildevands temperatur oftest kun er 8-20 °C, kan spildevandet udnyttes til varmereproduktion.

Med varmepumper kan spildevandet termiske energi (varmeenergien) udnyttes til at producere både den varmeenergi som renseanlægget kræver (rådnetanke, mandskabsbygninger), og genere ekstra ”varme”, som leveres til fjernvarmenettet. Genindvinding af termisk energi fra det rensede spildevand kan facilitere varmeproduktion om vinteren og køling om sommeren.

Varmevekslerer kan genindvinde varme fra det opvarmede slam i rådnetanke og bidrage til den kontinuerlige opvarmning af rådnetanke, så varmetabet i forbindelse med rådnetanksdriften reduceres.

Renset spildevand

Renset spildevand kan efter supplerende rensning (filtrering eller UV) anvendes til spuling, vanding, vask af forsynings køretøjer, køling af bygninger etc. På nuværende tidspunkt ser det ikke ud til, at der er mulighed for afsætning af det rensede spildevand til anden virksomhed i området. Dette bør dog undersøges nærmere fremadrettet, når den fremtidige rensestrukturen er fastlagt.

Udvinning af næringsalte, kvælstof og fosfor

Fosfor er en ikke fornybar og begrænset ressource som bør recirkuleres. Kvælstof og fosfor genvindes i dag direkte ved at det udrådnede spildevandsslam udbringes på landbrugsarealer til jordforbedring.

Danmarks forholdsvis skrappe grænseværdier for slammets indhold af tungmetaller og miljøfremmede stoffer sikrer ifølge Miljøstyrelsen at slammet genanvendes miljømæssigt forsvarligt, og udbringning af spildevandsslam på landbrugsjord er et af Miljøstyrelsens virkemidler til at opnå en 80% genanvendelse af fosfor. Hvis rammelovgivningen skulle blive ændret, så spildevandsslam ikke må udbringes på landbrugsjord kan en del af fosforen genvindes fra spildevandet gennem struvitutfældning. Effektiviteten for denne proces er i dag dog forholdsvis lav.

Hvis spildevandsslammet ikke må udbringes på landbrugsjord, er der på nuværende tidspunkt ikke et økonomisk incitament i at genindvinde fosfor. Årsagen hertil er, at der på verdensmarkedet fortsat er et stort udbud af fossilt fosfor, og at værdien af det producerede struvit er begrænset. Fremtidig mangel på fosfor, giver dog udsigt til stigende priser og dermed øget rentabilitet i at genindvinde fosfor.

Fosfor genindvinning forventes i fremtiden at vinde stigende indpas på renseanlæg med rådnetanke, hvor fosfor kan genindvindes fra rejktvandet, oftest i form af kontrolleret struvitutfældning. Dette reducerer behovet for støttefældning til fosforfjernelse, hvilket reducerer omkostninger til fældningskemikalier, polymer og slamdisponering, samtidig med at der udvindes et produkt, der kan sælges til gødningsformål.

Da slammet, fra renseanlæggene i strukturanalysen, på nuværende tidspunkt overholder Miljøstyrelsens grænseværdier og derfor udbringes på landbrugsjord, recirkuleres fosforen allerede (i tråd med Regeringens Ressourcestrategi). De miljømæssige gevinster ved fosfor genindvinning via struvitutfældning er derfor ikke-eksisterende eller i bedste fald begrænsede.

Hvis slamproduktionen på renseanlægget i fremtiden ikke kan afsættes til jordbrugsformål, kan der være en gevinst i at etablere et struvitanlæg, for at genindvinde så stor en fraktion af fosforindholdet i spildevandet som muligt. Alternativt kan fosforen genindvindes fra asken efter forbrænding.

3.2 Energioptimering og energiproduktion

For at et renseanlæg bliver energineutralt eller energiproducerende, er der behov for en række tiltag, der optimerer designet, processerne og driften. Hvis et nyt renseanlæg etableres med traditionel renseteknologi vil det med stor sandsynlighed ikke være muligt at renseanlægget bliver energineutralt. For at gøre renseanlægget energineutralt - eller endda energiproducerende - skal man gå skridtet videre, implementere nogle af de førnævnte processer for energigenvinding og skabe synergi mellem de enkelte førnævnte fokuspunkter.

Dette kræver en mere helhedsorienteret tilgang, hvor der inkluderes flere innovative tiltag og teknologier for at opnå målet. Der bør også ses på afsætningsmuligheder udenfor matriklen i forhold til energiproduktionen, så der er mulighed for at afsætte overskudsvarme, el og gas.

Hvis et renseanlæg skal få status af at være energiproducerende, vil der være behov for at spille på alle tangenter i forhold til implementering af innovative tiltag og teknologier. Hvor energiproducerende renseanlægget kan blive, afhænger af sammensætningen af det indkomne spildevand. Jo højere COD/N forhold, jo større potentiale er der for at opnå et energiproducerende renseanlæg. Energiproduktionen kan øges betydeligt ved tilførelse af eksterne kulstofkilder. Om den producerede energi kan afsættes, vil have stor betydning for, om det er attraktivt og økonomisk bæredygtigt for renseanlægget. Det er ikke nødvendigt at inddrage eksterne kulstofkilder for at opnå et

energiproducerende renseanlæg. Der er i stedet behov for en helhedsorienteret gennemgang af design og processer på renseanlægget med fokus på energieffektiv optimering.

Når scenarierne gennemgås i den nye rensestruktur vil der være forskellige valg i forhold til innovationshøjden i det enkelte løsningsforslag. Der skal vælges innovative tiltag og teknologier, så de passer til ambitionsniveauet for det fremtidige centraliserede renseanlæg. Hovedfokus vil være på udnyttelse af spildevandets kulstofressource til maksimal produktion af biogas samt på minimering af energiforbruget til spildevandsrensningen. Der er således ingen grund til at betale en meget høj anlægspris for en teknologi, som afleder en mindre stigning i energiproduktionen.

Det endelige teknologivalg kan basere sig på følgende muligheder:

Forbehandling

- Optimering af fældning
- Udtag af primærslam via forfiltrering (øget gasproduktion)
- Styret overløb/nødoverløb

Biologisk rensning

- Energioptimering af beluftning/omrøring
- Avanceret on-line styring
- Nye renseteknologier (aerobe granuler, MBR, kold Anammox)

Efterklaring

- Optimering af centerbygværk/fældning

Efterpolering af rensed spildevand

- Ved skærpede afløbskrav (skive-/sandfilter, kemisk behandling, oxidation, aktiv kul)

Rådnetank

- Optimering af drift
- Eksterne kulstofkilder
- Rejektvandsbehandling
- Genindvinding af fosfor

Biogas

- Opgradering til naturgaskvalitet
- Direkte afsætning til ekstern aftager
- Optimeret el- og varmeproduktion

Slamafvanding

- Optimering af for- og slutafovanding

Bortskaffelse

- Landbrugsjord
- Forbrænding

I nærværende rapport indgår "Eksterne kulstofkilder" herunder KOD (Kildesorteret Organisk Dagrenovation, "Genindvinding af fosfor", "Direkte afsætning til ekstern aftager", "Opgradering til naturgaskvalitet" samt "Forbrænding" ikke som en del af det energiproducerende renseanlæg.

3.3 Skærpede udlederkrav

I det følgende beskrives mulige tiltag som følge af skærpede myndighedskrav. Der er allerede anlæg i Novafos med skærpede udlederkrav, som er stillet pga. den recipient, som spildevandet udledes til.

Mekanisk efterpolering

I renseanlæggets design skal der allokeres plads til mekanisk efterpolering (såsom sandfiltre, skivefiltre mv.). Efterpolering reducerer koncentrationer af primært COD, SS og TP, hvis der skulle blive stillet skærpede krav for disse stoffer, men reducerer kun i begrænset omfang N-udledningen, som følge af reduktionen af SS.

Udvidet kvælstoffjernelse, Efter-DN og membranfiltrering

Øresund er en recipient, som ikke stilles særlige udlederkrav til. Hvis et nyt (eller udbygget) renseanlæg etableres, vil det have en havledning, som transporterer rensed spildevand i Øresund. I tilfældet at myndighederne stiller særlige krav til fjernelse af kvælstof, kan der etableres f. eks. efterdenitrifikation med supplerende kulstofdosering til at overholde Total-N krav ned til ca. 2,0 mg/l. Ved væsentligt skærpede kvælstofkrav bør efterpolering i membraner ligeledes overvejes. Ved membranrensning opnås ekstremt lave koncentrationer af forurening, men anlæggene er forholdsvis dyre i både anlæg og drift.

Medicinrester og andre miljøfremmede stoffer

Der har i de senere år været heftig debat om behovet for reduktion af organiske mikroforureninger og mikroplast fra danske renseanlæg. Derfor kan derfor komme skærpede myndighedskrav for miljøfremmede stoffer (MFS), som medicinrester og mikroplast.

Mange miljøfremmede stoffer kan fysisk/kemisk fjernes ved ozonering eller aktivt kulfilter, men en biologisk fjernelse i MBBR, samt membranfiltrering er for nogle stofgrupper også en mulighed. Envi-Dan har udarbejdet et notat om de miljøfremmede stoffer Pyren, PFOS og Bisphenol A, som Københavns kommune har særligt fokus på.

For organiske mikroforureninger, herunder industrikemikalier og lægemidler, drives udviklingen af EU-samarbejdet. Der er endnu ikke stillet krav om reduktioner fra kommunale renseanlæg, men for hospitaler er der lavet regler for udformning af tilslutningstilladelser. Herlev Hospital har bygget et anlæg til rensning af det samlede spildevand fra hospitalet, og flere andre hospitaler er i gang med at undersøge mulighederne. Andre analyser af problemstillingen omkring medicinrester har dog vist, at det kun er 4-5 % af medicinresterne, som reelt udledes fra hospitalerne - den øvrige del udledes til de offentlige renseanlæg, når patienterne er udskrevet. En rensning for medicinrester på den samlede spildevandsstrøm på de kommunale renseanlæg vurderes i dag derfor at være langt mere kost-effektiv.

En række danske forsyninger (Kalundborg, Aalborg, Køge osv.) arbejder på at nedbringe udledningen af miljøfremmede stoffer.

Mikroplast

Indenfor de sidste par år er diskussionen om plast og mikroplast i det marine miljø kommet til. For renseanlæggene er det alene mikroplast - ofte defineret som plast (og tilsvarende materialer f.eks. gummi) < 5 mm i diameter, som er interessant. Selvom renseanlæggene kun er mindre bidragsydere til det marine miljø og størsteparten af spildevandets plastpartikler fjernes i renseanlæggene, har der været gennemført - og gennemføres mange undersøgelser af renseanlæggenes muligheder for at tilbageholde partiklerne. De større partikler, som udgør hovedparten af massen, fjernes stort set allerede i dag, mens små partikler vil kræve etablering af sigter eller tætte membraner afhængigt af, hvilke partikler der stilles krav til. Der er hverken i Danmark eller andre lande endnu formuleret krav, så behovet for etablering af rensning kan ikke bedømmes på nuværende tidspunkt. Der findes teknologier til fjernelse af mikroplast, men omkostningerne ved etablering og drift afhænger helt af

hvilke krav der stilles. Novafos deltager i et udviklingsprojekt med at måle mikroplast fra Måløv Renseanlæg.

Hygiejnisering

Der er politisk fokus på badevandskvalitet og dermed udledning af bakterier fra renseanlæg, specielt foranlediget af København Kommunes planer om at etablere flere badevandssteder i Københavns havn, Valby parken og Kalveboderne. Derudover er der ligeledes flere bade-steder i Novafos' forsyningsområde, som påvirkes af udledningen fra renseanlæg, hvorfor der er fokus på disse. Hvis der kommer skærpede krav mht. badevandskvalitet, kan der indføres teknologier til hygiejnisering (såsom UV, ozonering, osv.) af biologisk rensede spildevand/overløb inden udledning. En hygiejnisering af det rensede spildevand vil derudover muligvis kunne reducere spredningen af multiresistente bakterier.

Udligningsbassin

Et nyt bassin kan etableres, hvis der er behov for ekstra opmagasineringsvolumen af urensede spildevand. Dette etableres hovedsageligt som driftssikkerhed, samt hvis eventuel implementering af samstyring ikke har tilstrækkelig effekt til at udjævne høje hydrauliske belastninger, eller hvis de enkelte kommuner ikke gennemfører klimatilpasningsprojekter, som forventet. Dette kan således blive aktuelt, hvis det ikke med de valgte tiltag kan sikres, at den biologiske hydrauliske kapacitet i det biologiske anlæg ($Q_{\text{bio, maks}}$) kan fastholdes. Etablering af udligningsbassiner kan også være relevante ved skærpede myndighedskrav mht. reduktion af overløb.

Et bassin giver en større sikkerhed i forhold til at undgå overløb ved regnhændelser. Ved større regnhændelser vil bassinet dog ikke have afgørende betydning, da det fyldes hurtigt op.

I nærværende vurdering af den fremtidige renseanlægsstruktur er der taget højde for og dermed indarbejdet behovet for etablering af bassiner i oplandet for at sikre, at antallet af overløb minimeres. Der er opsat scenarier for krav svarende til $N=1$, $N=1/2$ og $N=1/5$, hvilket betyder henholdsvis maksimalt 1 årlig aflastning, maksimalt 1 aflastning hvert 2. år eller maksimalt 1 aflastning hvert 5. år.

3.4 Drivhusgasser

Bedømmelsen af spildevandsrensningens kvalitet bliver i stadig højere grad vurderet på en samlet livscyklusbedømmelse, og her kommer eventuelle udslip af de 2 drivhusgasser lattergas (N_2O) og metan (CH_4) i fokus, da de ikke hidtil har været vægtet højt. Det bliver de dog, når der foretages en livscyklusbedømmelse. Det er derfor nødvendigt at tage nye og gamle processers udslip af disse gasser i betragtning, når der skal foretages procesvalg. Novafos deltager med Hyllingeriis Renseanlæg i et udviklingsprojekt, hvor omfanget af lattergas undersøges på udvalgte renseanlæg.

Udslip af metan fra slambehandlingen er et velkendt problem, hvor utætheder i rådnetanke og gas-håndteringssystem har været evalueret. Det er dog nødvendigt at se bredere på hele behandlingskæden for at få et realistisk billede af udslippenes omfang, og hvordan de kan undgås.

Udslip af lattergas sker både i eksisterende nitrifikations-/denitrifikationsprocesser, men indgår også som et potentielt problem i en række nye teknologier, f.eks. fra rejektvandsbehandling med anammox-processen, hvor driftsforholdene kan have stor betydning for udslip af drivhusgasser. Er processerne ikke optimeret kan det få en negativ effekt på klimaaftrykket.

Der er mange projekter i gang for at optimere anlæggenes drift samt for at reducere klimapåvirkningen både fra CO_2 og andre drivhusgasser.

3.5 Klimaforandringer

I Novafos' forsyningsområde er en række forskellige projekter under planlægning, som kan påvirke sammensætningen af spildevandet og derved funktionen af rensesanlæggene. Disse omfatter etablering af bassiner, separatkloakering eller andre klimatilpasningsprojekter.

Globale klimaforandringer påvirker nedbørsforholdene, og tilfælde med ekstremregn i Danmark er blevet hyppigere indenfor de seneste år. Klimatilpasning er for alvor kommet på den politiske dagsorden, ikke mindst takket være den voldsomme regnhændelse i København i 2011 samt andre ekstreme regnhændelser rundt omkring i landet.

For at fremtidssikre designgrundlaget for rensestrukturen (afløbssystem og rensesanlæg) bør klimatilpasning umiddelbart indgå som et fokusområde i den fremtidige spildevandshåndtering. Klimaforandringer påvirker bl.a. den dimensionsgivende 10 års-regnhændelse i forhold til oplandets afløbssystem, og stiller krav til fremtidig håndtering af store regnmængder i forbindelse med hyppigere skybrud/kraftige regnhændelser.

Klimasikring - Sikring mod oversvømmelse af rensesanlæg

Rensesanlæggene kan blive oversvømmet som følge af havari eller skybrud. Hvad enten det er oversvømmelse forårsaget af havvandsstigning eller den indkommende belastning på rensesanlægget, eller en kombination af disse, skal der være fokus på at sikre rensesanlæggets drift, og beskytte recipienterne mod sådanne hændelser.

Et andet emne, som er relevant i forhold til oversvømmelse af rensesanlæg, er placeringen af elinstallationer. Det er vigtigt at sikre rensesanlæggets drift under ekstreme situationer og samtidigt minimere risikoen for arbejdsulykker. Der bør derfor være fokus på, at få gennemført en risikovurdering af elinstallationer/arbejds gange ved oversvømmelseshændelser.

3.6 Opsamling

Alle de beskrevne fokusområder er noget som spildevandsbranchen i Danmark og resten af verden har særligt fokus på, når der tales om fremtidens rensesanlæg, og hvilken vej den fremtidige spildevandsrensning bevæger sig eller bør bevæge sig.

Tidligere har der været fokus på fjernelsen af næringsstoffer eller organisk stof, men denne del er man blevet rigtig god til at håndtere, hvorfor andre områder bliver mere og mere fremtrædende og bestemmende for, hvordan man i fremtiden designer rensesanlæg, så disse fokusområder bliver håndteret.

Da der, for at løse disse fokusområder på rensesanlæggene, er behov for at implementere tertiær/supplerende rensning og oftest helt nye teknologier, så taler dette for en centralisering af spildevandsrensningen for dermed at øge miljø-/renseffekten og samtidigt minimere den økonomiske konsekvens (anlægsinvestering og løbende driftsomkostninger).

4. Miljøanalyse

Der er udarbejdet en miljøanalyse for alle scenarierne, hvor scorer præsenteres i nedenstående skema.

4.1 Opsamling af miljøscorer

Der er udarbejdet en miljøanalyse, hvor resultaterne er gengivet i Tabel 1.

Tabel 1: Samlede resultat for miljøanalysen.

Miljøfaktor	Scenarie 0	Scenarie 1		Scenarie 2		Scenarie 3		Scenarie 4		Scenarie 5	
	Nul	URA, ud. Stavnholt	URA	BRA, ud. Stavnholt	BRA	URA ud. St., Lynge/Lillerød	URA, ud. Lynge/Lillerød	URA, ud. St., Lynge og Vedbæk	URA, ud. Lynge og Vedbæk	BRA, ud. St., Lynge og Vedbæk	BRA, ud. Lynge og Vedbæk
1. Stofmæssig recipientrobusthed	3	3	4	3	4	2	3	3	4	3	4
2. Hydraulisk recipientrobusthed	1	3	4	3	4	2	3	2	3	2	3
3. Nærmiljø	2	2	2	4	4	2	2	2	2	3	3
4. Arealbegrænsninger og bygbarhed	2	2	2	4	4	2	2	2	2	3	4
5. Arbejdsmiljø	1	4	4	4	4	3	3	2	3	2	3
6. Potentiale for ressourceudnyttelse	1	3	4	3	4	3	4	2	3	2	3
7. Robusthed for fremtidige krav	1	3	4	3	4	3	4	2	3	2	3
Sum	11	20	24	24	28	17	21	15	20	17	23

Generelt set har en centralisering af rensestrukturen en positiv effekt på miljøparametrene: Den stofmæssige recipientrobusthed øges, da rensed spildevand udledes til Øresund gennem en havledning i stedet for udledning til Øresund via vandløb. På den samme måde øges den hydrauliske recipientrobusthed, da vandet, især under regnvejr, ikke længere ledes til små vandløb. Der henvises til notatet ”Påvirkning af vandløb og søer ved ændring af renseanlægsstruktur” for en dybere analyse af recipienter, som også medtager potentiel vandmangel om sommeren.

Nærmiljøet forbedres for mange borgere ved centralisering, da antallet af renseanlæg reduceres. Nærmiljøscoren for scenarie 1 og 4 (centralisering på Usserød Renseanlæg) er lavere i forhold til centralisering på et nyt renseanlæg. Det skyldes, at Usserød Renseanlæg er placeret i byområde og skal udbygges markant, hvilket vil medføre en øget nærmiljøbelastning.

Arbejdsmiljøet skal der tages særlig hensyn til under ny- eller relevant ombygning af renseanlæg. Dette er ensbetydende med, at det kun er udbygning med et nyt renseanlæg eller en fuldt centralisering på Usserød Renseanlæg, som kan opnå den højeste score. Udbygningen af Usserød Renseanlæg scorer derfor 2 eller 3 (scenarie 4 og 5), med udtagelse af scenarie 1b, hvor Usserød Renseanlæg scorer 4. Den højeste score opnås generelt ved de scenarier, hvor der er færrest renseanlæg i drift.

Potentialet for ressourceudnyttelse og robusthed for fremtidige krav stiger med stigende centraliseringsgrad, da effektiviteten af begge parameter øges, des mere masse, som behandles på et anlæg.

Baseret på miljøanalysen scorer scenarier med en høj grad af centralisering bedst (scenarie 2b: 28 point, scenarie 2a: 24 point, scenarie 1b: 24 point). Der henvises til, at summen af miljøscorerne ikke nødvendigvis reflekterer specifikke prioriteter af Novafos og ejerkommunerne. Derfor anbefales det, at betragte scorerne af de forskellige miljøparameter enkeltvis for hvert scenarie.

5. Økonomisk analyse

Der er gennemført en økonomisk analyse, som er beskrevet i delnotat 1 - Rammebetingelser og i delnotat 2 - Forudsætninger (jf. bilag 1 og bilag 2).

Den økonomiske analyse er overordnet baseret på følgende:

- Tilstandsvurdering
 - a. Opstilling af forventet restlevetid af nuværende renselanlæg og dermed afledt/nødvendigt investeringsbehov
- Fremtidig belastning
 - a. Hydraulisk til fastsættelse af vandføring i transportanlæg,
 - b. Stofmæssigt for at sikre den nødvendige stofmæssige kapacitet på det/de renselanlæg, som modtager spildevandet.
- Enhedspriser
 - a. Bassiner (ombygning af eksisterende tanke på renselanlæg som nedlægges, og nye bassiner)
 - b. Transportanlæg (Pumpestationer og ledninger) - baseret på vandføring og tracéer
 - c. Renselanlæg - baseret på stofmæssig kapacitet
- Drifts- og vedligeholdelsesomkostninger
 - a. Pumpestationer - baseret på vandføring
 - b. Renselanlæg - baseret på anlægsstørrelse
- Afskrivninger af alle investeringer iht. de enkelte anlægsdeles levetid
- Finansieringsomkostninger

Hovedresultaterne af den økonomiske analyse fremgår af nedenstående tabel. De detaljerede resultater fremgår af "Delnotat 4 - økonomisk analyse"

Tabel 2: Opsamling på de økonomiske konsekvenser ved gennemførelsen af de enkelte scenarier.

Scenarie	Samlet omkostninger (DKK/år)	Enhedspris (DKK/PE)
0	50.239.679	398
1a	54.639.896	433
1b	50.886.341	403
2a	53.380.456	423
2b	48.974.323	388
3a	59.673.191	473
3b	56.318.089	446
4a	54.355.346	431
4b	51.446.348	408
5a	52.813.246	419
5b	48.469.507	384

Laveste omkostninger/enhedspris

Den mest økonomisk fordelagtige løsning er en centralisering af rensestrukturen omkring et nyt renseanlæg (scenarie 2b og 5b).

Som det fremgår af de økonomiske betragtninger, så er det mest hensigtsmæssigt, at spildevandet fra Stavnsholt Renseanlæg afskæres i den fremtidige rensestruktur (alle b-scenarier). Stavnsholt Renseanlæg bidrager med en relativ stor stofmæssig belastning på 17.200 PE samtidigt skal der kun etableres en relativ kort transportledning på 2,5 km til Bistrup Renseanlæg. Dette påvirker positivt i den økonomiske beregning. Derudover medfører nedlæggelsen af Stavnsholt ligeledes, at der nedlægges et renseanlæg med skærpede krav og deraf følgende forhøjede driftsomkostninger som følge af tertiær spildevandsrensning.

Det er ikke økonomisk attraktivt at afskære spildevand fra Lyngø og Lillerød til Solrødgård Renseanlæg (scenarie 3). Dette skyldes, dels at der skal investeres i transportanlæg til Solrødgård, og dels at Novafos skal betale for rensning af spildevand inkl. eventuelle afskrivninger af anlægsdele på Solrødgård. Derudover får det en negativ påvirkning i forbindelse med de centraliserede løsninger, da den samlede spildevandsmængde på et centraliseret anlæg reduceres og dermed et reduceret potentiale for energiproduktion.

5.1 Samlede årlige omkostning

For hvert scenarie er en samlet årlig omkostning beregnet. Denne værdi kan anvendes til at sammenligne de enkelte scenarier med hinanden og finde den økonomisk optimale rensestruktur.

De samlede årlige omkostninger er opdelt på følgende poster:

1. Investeringer/afskrivninger - Ledninger/transportanlæg
2. Investeringer/afskrivninger - Pumpestationer
3. Investeringer/afskrivninger - Renseanlæg
4. Reinvesteringer på alle posterne 1-3
5. Driftsomkostninger opdelt på ledningsanlæg (pumper) og renseanlæg
6. Afskrivninger på investeringer
7. Finansieringsomkostninger
8. Besparelser ved genanvendelse af eksisterende tanke (behandles dog særskilt fra økonomidelen)

Administrationsomkostninger fordelt på de enkelte renseanlæg er ikke medtaget i den økonomiske vurdering, da denne er diffus og oftest svær at fordele på de enkelte renseanlæg.

5.2 Enhedspris/opsørelse i DKK/PE_{renset}

Renseanlæggenes omkostninger og de samlede årlige omkostninger, omregnes til en omkostning pr. behandlet stofmæssig belastning (PE). Den samlede behandlede stofmængde er i alle scenarier ens, men der kan i de forskellige scenarier være forskel på hvor meget stof (PE) et eksisterende eller nyt renseanlæg håndterer.

5.3 Enhedspris/opsørelse i DKK/PE_{transporteret}

I de enkelte scenariebeskrivelser er det bestemt, hvilken vandmængde skal transporteres i de forskellige scenarier. De videreførte vandmængder er anvendt til dimensionering af transportledninger og pumpestationer. Driftsomkostningerne af transportnettet er beregnet på baggrund af antal og ydelse af pumpestationer på transportnettet samt højdeprofilerne.

I ”Omkostninger transportnet” er desuden angivet PE transporteret og DKK/PE_{transporteret} for at vise forholdet imellem investering i transportnet og transportkapacitet.

5.4 Bassiner

Ved kraftig regn overstiger spildevandsmængden den hydrauliske behandlingskapacitet på renseanlæggene, og spildevand opmagasineres derfor midlertidigt i bassiner. Når bassinerne er fyldte udlædes urensset spildevand til recipienterne (aflastninger). Behovet for bassiner afhænger i høj grad af kravene til aflastninger. Uanset om den nuværende struktur fortsætter, eller der laves en ny struktur for renseanlæg, skal der fremover etableres bassiner for at reducere aflastninger af urensset spildevand.

De fremtidige aflastningshyppigheder er ikke fastsat, og samtidigt findes der ikke detailmodeller til beregning af de nødvendige bassinvolumener. Derfor er bassinerne og den tilhørende økonomi holdt udenfor den økonomiske model, og i stedet på en simpel måde blevet opgjort særskilt.

Der er taget udgangspunkt i det reelle tankvolumen på de enkelte renseanlæg, som kan ombygges til bassiner, såfremt det pågældende renseanlæg nedlægges. Ved nedlæggelse af renseanlæg kan der opnås en besparelse i de kommende investeringer i etablering af bassiner. Til værdifastsættelsen er anvendt følgende forudsætninger:

1. Volumener af eksisterende tanke er blevet oplyst af Novafos teamledere for renseanlæg
2. Det tankvolumen, der kan udnyttes til bassiner, er anslået til 75 % af tankvolumen. Volumen reduceres, da det forudsættes, at tanke skal opdriftssikres, så de fremover kan stå tomme
3. Nye bassiner på renseanlæg har en værdi på 3.000 kr./m³. Værdien inkluderer omkostninger til ombygning af tankene til bassiner
4. 50 % af det tilgængelige volumen antages at have den fulde værdi på 3.000 kr./m³
5. De resterende 50 % af det tilgængelige volumen antages at have værdien 1.500 kr./m³
6. Levetid af bassiner er 50 år
7. Låneperiode er 40 år
8. Finansieringsomkostninger er 2,3 %

Punkterne 3 og 6-8 er i henhold til de generelle økonomiske forudsætninger, som anvendes i hele den økonomiske analyse.

De økonomiske beregninger for bassiner er angivet i Tabel 3, hvor den årlige besparelse ved nedlæggelse af de enkelte renseanlæg og den samlede besparelse i hele perioden fremgår.

Tabel 3. Økonomiske beregninger for værdifastsættelsen af de eksisterende voluminer på de enkelte renselanlæg.

Renselanlæg	Nyt bassinvolumen (m ³)	Værdi af tanke (kr.)	Afskrivninger (kr./år)	Finansiering (kr./år)	Besparelse (kr./år)	Besparelse i levetiden (kr.)
Usserød	13.416	30.186.000	603.720	400.305	1.004.025	50.201.252
Vedbæk	3.547	7.980.188	159.604	105.828	265.431	13.271.563
Sjælsø	6.023	13.550.625	271.013	179.699	450.711	22.535.558
Bistrup	3.840	8.640.000	172.800	114.577	287.377	14.368.874
Sjælsmark	2.363	5.315.625	106.313	70.492	176.804	8.840.225
Lillerød	9.000	20.250.000	405.000	268.541	673.541	33.677.048
Lynge	4.637	10.432.125	208.643	138.343	346.986	17.349.292
Stavnsholt	6.503	14.630.625	292.613	194.021	486.633	24.331.667
Sum	49.327	110.985.188	2.219.704	1.471.806	3.691.510	184.575.478

Værdien ved at genanvende eksisterende tanke til bassiner er umiddelbart 110 mio. kr. Hvis bassiner skulle blive etableret andetsteds ville det derudover medføre låneomkostninger på ca. 74 mio. kr., hvorved den samlede besparelse ved genanvendelse af bassinerne bliver ca. 185 mio. kr., svarende til 3,7 mio. kr./år.

De generelle beregningsforudsætninger 2-4 kan for nogle renselanlæg være sat for højt og for andre renselanlæg være sat for lavt. Værdien af at genanvende de enkelte renselanlægs eksisterende tanke som bassiner afhænger i høj grad af anlæggenes kloakplande, afløbssystem, eksisterende bassiner og det fremtidige aflastningskrav.

Hvis rensestrukturen centraliseres, kan der opnås en besparelse, da der skal etableres færre m³ bassinvolumener for at kunne opfylde de fremtidige krav til aflastninger. Jo flere anlæg der nedlægges des større værdi/besparelse, kan der opnås, hvilket medfører en økonomisk fordel ved de centraliserede løsninger.

6. Følsomhedsanalyse

Følsomhedsanalysen er en udvidelse af den økonomiske analyse. I den økonomiske analyse er konsekvenserne af de mest sandsynlige priser/forhold vurderet. Følsomhedsanalysen ser på, hvordan den økonomiske analyses konklusion påvirkes, hvis enkelte parametre viser sig at være anderledes end forudsat. I følsomhedsanalysen ændres én parameter af gangen.

6.1 Parametre

De parametre, der indgår i følsomhedsanalysen er givet ved:

- Befolkningsudvikling
 - ± 20 % i følsomhedsanalysen
 - Forårsager også en ændring i stofmæssige belastninger, da beregningerne er baseret på befolkningsudvikling
- Ændrede hydrauliske belastningsforhold
 - ± 10 % i følsomhedsanalysen
- Anlægsudgifter
 - ± 10 % i følsomhedsanalysen
 - ± 25 % i følsomhedsanalysen
- Driftsudgifter herunder administrationsomkostninger
 - ± 10 % i følsomhedsanalysen
- Tilbagekonteringsrente
 - -1%, +1% og +2% fra udgangspunkt 2,3% totalinvesteringsrate
- Tidsforskydning af gennemførelse af de enkelte scenarier
 - +5 år
 - +10 år
- Nye/skærpede krav
 - Skærpet krav til kvælstof
 - Badevandskvalitet
 - Miljøfremmede stoffer herunder plast
 - Lattergas

6.2 Resultater

Følsomhedsanalysen viser det samme billede, hvor det er scenarie 5b og 2b, som er de meste fordelagtige løsninger uanset hvilke parametre, som der justeres på. Følsomhedsanalysen er vist i Tabel 4.

Tabel 4: Følsomhedsanalyse.

Scenarie	Udgangspunkt	Befolkningstilvækst		Hydraulisk Belastning		Anlægsudgifter				Driftsudgifter inkl. administr.		Diskonteringsrente			Skærpede krav
		20%	-20%	10%	-10%	25%	10%	-10%	-25%	10%	-10%	1,30%	3,30%	4,30%	Total-N
0	103,0	106,8	101,0	102,6	104,7	100,0	100,9	106,6	112,4	103,9	103,4	108,4	105,1	100,0	115,2
1a	112,7	113,2	112,1	112,0	113,5	118,1	113,5	111,9	111,6	111,9	113,7	111,5	114,1	122,2	120,4
1b	105,0	106,9	102,7	104,5	105,5	111,8	106,5	103,4	101,9	103,8	106,3	102,6	107,5	116,3	103,7
2a	110,1	109,5	110,9	109,6	110,6	119,1	112,4	107,7	104,8	109,9	110,4	110,1	110,4	117,0	108,6
2b	101,0	101,7	100,2	101,3	100,8	105,9	101,8	100,3	100,0	100,5	101,6	100,0	102,3	109,4	100,0
3a	123,1	121,4	125,2	124,6	121,6	132,0	125,2	120,9	118,6	123,5	122,7	123,4	123,0	130,0	125,0
3b	116,2	115,9	116,5	117,9	114,5	121,1	116,7	115,6	115,8	116,3	116,1	115,4	117,2	124,9	118,4
4a	112,1	111,9	112,5	111,2	113,1	124,7	115,8	108,2	103,0	111,9	112,4	112,3	112,2	118,7	114,6
4b	106,1	107,2	104,9	105,5	106,8	114,8	108,3	103,8	101,1	105,6	106,7	105,2	107,2	114,5	108,9
5a	109,0	107,7	110,5	108,6	109,3	120,0	112,1	105,6	101,3	109,2	108,7	110,1	108,0	113,2	111,6
5b	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	103,0	100,0	100,0	101,0	100,0	100,0	100,2	100,0	105,7	103,1

Der er lavet en indeksering af økonomitallene (de årlige omkostninger) for bedre at kunne sammenstille scenarierne med hinanden. Indekseringen er gennemført for hver enkelt parameter. Det vil sige, når der er gennemført en ny beregning med eksempelvis "Befolkningstilvækst, 20%", så er det økonomisk bedste scenarie sat til indeks 100. De andre er set i forhold til dette. Derfor kan scenarierne ses i forhold til hinanden for hver enkelt parameter. Dette medfører, at det scenarie, som har fået flest "Indeks 100" er det mest økonomisk fordelagtige og dermed det mest robuste scenarie.

Generelt kan det konkluderes, at såfremt der sker en forøgelse af forholdene (befolkningstilvækst, belastning, udgifter, osv.) så er scenarie 5b den bedste løsning, hvorimod at scenarie 2b er den bedste, såfremt det er modsat.

Såfremt der kommer skærpede udlederkrav til rensningen af spildevand vil det være scenarie 2b, som falder bedst ud. Skærpede krav kan skyldes reduktion i kvælstofudledningen, nye krav til miljøfremmede stoffer, badevandskvalitet o. lign. og vil medføre en udvidelse af renseanlæg med tertiær rensning.

7. Konklusion

Den gennemførte strukturanalyse for renseanlæg, Øresund, skal identificere den økonomisk og miljømæssigt optimale fremtidige rensestruktur. Nedenfor sammenstilles resultaterne af den økonomiske- og miljøanalysen for at kunne belyse, hvilke scenarier, som bedst tilgodeses i begge analyser.

Tabel 5: Sammenstilling af resultaterne af den økonomiske analyse og miljøanalysen

Scenarie	Enhedspris (DKK/PE)	Miljøscore
0	398	11
1a	433	20
1b	403	24
2a	423	24
2b	388	28
3a	473	17
3b	446	21
4a	431	15
4b	408	20
5a	419	17
5b	384	23

Bedste løsning

Når økonomiske og miljømæssige aspekter inddrages, kan det konkluderes, at scenarie 2b, som scorer bedst i den miljømæssige analyse og næsten højst i den økonomiske analyse, er optimalt.

Set over en 50 års horisont vil et nyt renseanlæg som en centraliseret struktur (scenarie 2b og 5b) inkl. ledningsanlæg og pumpestationer være de mest økonomisk fordelagtige løsninger af de undersøgte scenarier.

Fordelen ved scenarie 5b er, at det har et lavere investeringsbehov ved implementering i de kommende år. Ulempen er at rensestrukturen bliver ikke fuldstændig centraliseret, fordi Lynge og Vedbæk Renseanlæg bibeholdes.

Den samlede anlægspris ved implementering af scenarie 5b er ca. 345 mio. kr. i forhold til ca. 439 mio. kr. for scenarie 2b. Afskrivningerne i scenarie 5b er lavere end i scenarie 2b, men omvendt er driftsomkostningerne relativt højere, da besparelsespotentialen af en fuldstændig centraliseret rensestruktur ikke umiddelbart kan udnyttes.

Et vigtigt aspekt er også det nødvendige behov for bassiner, som skal etableres for at reduceret aflastninger af urensset spildevand til recipienterne. Ved centralisering af rensestrukturen vil eksisterende tanke på nedlagte renseanlæg forholdsvis let kunne ombygges til forsinkelsesbassiner, hvilket er langt billigere end at etablere nye. Derudover vil bassiner i et stort opland kunne samstyres, hvilket formodentligt reducerer det samlede nødvendige bassinvolumen.

Ved en centralisering af strukturen på et barmarksanlæg (inkl. Stavnholt), svarende til scenarie 2, kan ombygningen af tanke til bassiner derudover reducere investeringsbehovet i bassiner med ca. 111 mio. kr., svarende til en årlig besparelse på 3,7 mio. kr./år.

Såfremt den valgte struktur medfører en fortsat drift af Stavnholt, Vedbæk eller Lynges Renseanlæg vil det ikke være muligt at ombygge de eksisterende tanke til bassiner, hvilket vil medføre en forøgelse af investeringsbehovet i bassiner på følgende (jf. Tabel 3):

Stavnholt:	14,6 mio. kr. svarende til 0,5 mio. kr./år
Vedbæk og Lynges:	18,4 mio. kr. svarende til 0,6 mio. kr./år