

Ekspertvurdering

Fremtiden for Renseanlæg Lynetten



Projekt: Renseanlæg Lynetten Fremtidig placering
Projektnummer: 30.0072.40

Kunde: BIOFOS v. Else Marie Jakobsen
Ver: 1
Dato: 23-02-2022
Udfærdiget af: Jonas Aagaard, Anders T. Mortensen,
Sigurd B. Lauritsen, Michael Hjorteberg,
Peter Tychsen, Jes la Cour Jansen, Bo
Bonnerup
Dokument reference: \\sweco.se\dk\cph02\project\we\30.0072.40
_lynetten_ra_fremtidig_placer\04_output\02
_rapport\fase 2\samlet\samlerapport vers.
1.docx

INDHOLDSFORTEGNELSE

1	Resumé	1
2	Indledning	2
3	Vurdering af COWI's analyse	3
3.1	Arealkrav	3
3.2	Belastningsvurderinger	4
3.3	Sweco's overordnede kommentarer	4
4	Udbygning af Renseanlæg Lynetten	5
4.1	Teknologier	5
4.1.1	Udvidelser af den biologiske kapacitet	5
4.1.2	Tertiære renseteknologier	5
4.1.3	Slambehandling	6
4.1.4	Bæredygtighed	6
4.2	Kapacitetsanalyse	7
4.2.1	Indløbsdel og primærrensning	8
4.2.2	Sekundær rensning	8
4.2.3	Slam- og gashåndtering	9
4.2.4	Udbygningsstrategier	9
4.2.5	Beregnete scenarier for Renseanlæg Lynetten frem mod 2075	10
4.3	Anlægsdisponering	11
4.4	Økonomi	13
4.4.1	Forudsætninger	13
4.4.2	Model	13
4.4.3	Anlæg	14
4.4.4	Driftsomkostninger	15
4.4.5	Følsomhedsanalyse	16
4.4.6	Opsamling	17
5	Anbefalinger	18
6	Besvarelse af spørgsmål fra kommissoriet	19
7	Referencer	22

1 Resumé

Sweco har udført en ekspertvurdering for BIOFOS af COWI's analyse over den fremtidige renseanlægsstruktur i hovedstaden frem mod 2075. Sweco har haft til opdrag at vurdere den del af scenarie 1 i COWI's analyse, der omhandler en bevarelse af Renseanlæg Lynetten. Herudover er der en række spørgsmål i kommissoriet fra BIOFOS, der ønskes besvaret af Sweco.

Det er Sweco's vurdering, at COWI's vurdering af arealbehov er for høj og de anvendte enhedspri-
ser for Renseanlæg Lynetten er for generelle, og dermed ikke er egnet som beslutningsgrundlag
for en flytning af Renseanlæg Lynetten. Sweco er således ikke enige i analysens væsentligste kon-
klusion om, at der ikke er plads til udvidelse af Renseanlæg Lynetten frem mod 2075 på det nuvæ-
rende areal.

Sweco har underbygget denne vurdering gennem to specifikke udbygningsforslag, som kan imø-
degå den fremtidige belastning af Renseanlæg Lynetten frem til 2075. Der er taget udgangspunkt i
en udvidelse af det eksisterende konventionelle aktive slam anlæg (CAS) og i en mere kompakt tek-
nologi, som gør brug af membraner (MBR) til efterklaring. Ved begge løsninger er kendte kapaci-
tetsudfordringer håndteret, og løsningerne kan etableres indenfor den nuværende matrikel for Ren-
seanlæg Lynetten. Løsningerne viser et spænd mellem en anlægstung løsning (CAS) i forhold til
mere variabel driftstung investering (MBR).

Ved økonomiske analyser er der redegjort for, at løsningerne i praksis adskiller sig marginalt på an-
lægsomkostninger som nutidsværdi, hvor CAS tegner sig for 6,2 mia. kr. over planperioden 2022-
2075 mod MBR som beløber sig til 6,0 mia. kr. I begge økonomiske estimater udgør de største po-
ster reinvesteringer i de eksisterende anlæg for at opretholde renseanlæggets funktion, samt inve-
stering i andre anlægsdele der er udpeget som fremtidige flaskehalse. Inddrages driftsomkostnin-
gerne over planperioden vurderes MBR at være dyrere grundet et større energiforbrug. I lyset af
usikkerhederne ved analysen kan der ikke udpeges en løsning, der alene på baggrund af økonomi
er fordelagtig. Der er andre argumenter, der gør at en MBR-løsning trods alt vurderes som mest
fordelagtig for BIOFOS (bl.a. frigivelse af efterklaringskapacitet, forberedelse til fremtidig tertiær be-
handling). Det bemærkes at den her beregnede økonomi kan ikke sammenlignes med de omkost-
ninger som er opgjort i COWI's analyse, da bl.a. reinvesteringerne i COWI's beregninger stopper i
2045, mens der her er reinvesteringer med frem til 2075.

Det vurderes samlet, at der ikke er tekniske eller miljømæssige forhold, der betinger en flytning af
Renseanlæg Lynetten, og nærheden af en fremtidig byudvikling på Lynetteholm kan give mulighe-
der for en bæredygtig, lokal energiudnyttelse af gas, varme i spildevand, forbrænding mv. fra pro-
cesserne på Renseanlæg Lynetten, der vil bistå med den grønne omstilling. En flytning af Rense-
anlæg Lynetten vil omvendt ikke være bæredygtig i forhold til CO₂ belastning, da der er en stor
CO₂-belastning ved udførelse af et nyt renseanlæg.

2 Indledning

COWI har sammen med en række samarbejdspartnere for BIOFOS udarbejdet en analyse af den fremtidige renseanlægsstruktur i hovedstaden frem mod 2075. Analysen blev afleveret i 2020. Bestyrelsen i BIOFOS har besluttet, at analysens anbefalinger skal kvalificeres ved en supplerende ekspertvurdering i forhold til, om en flytning af Renseanlæg Lynetten (Renseanlæg Lynetten) er påkrævet. De mere præcise spørgsmål, der ønskes besvaret, er defineret i kommissoriet af 12. september 2021.

Sweco har i konkurrence vundet opgaven med at gennemføre ekspertvurderingen/second opinion af anbefalingen. Sweco har i den forbindelse udarbejdet fire delrapporter; en kvalitetssikring af COWI's analyse, en procesanalyse, en teknologianalyse samt en økonomianalyse. I kvalitetssikringen er der taget udgangspunkt i de oplysninger, der var fremme i COWI's analyse. De øvrige tre delrapporter er baseret på Sweco's konkrete forslag til udbygning af Renseanlæg Lynetten frem mod 2075, herunder besvarelse af spørgsmålene i kommissoriet. I disse tre delrapporter har Sweco arbejdet ud fra prognoser og antagelser, som Sweco mener er mere passende, men som kan afvige med COWI's antagelser. Derfor er der diskrepans mellem de væsentligste parametre som belastning og kapacitet fra kvalitetssikringen af COWI's analyse og Sweco's analyser.

Denne rapport indeholder en samlet afrapportering baseret på de mere detaljerede delrapporter, jf. referencelisten.

3 Vurdering af COWI's analyse

Der er gennemført en ekspertvurdering af COWI's analyse i forhold til bevarelse af Renseanlæg Lynetten på Refshaleøen i analysens scenarie 1. Vurderingen er efter aftale med BIOFOS holdt i træskolængder, da COWI's samlede opgave og rammebetingelser var anderledes og mindre detaljeret. Ekspertvurderingen skal fungere som "*second opinion*" til COWI's analyse. Denne rapport fokuserer derfor udelukkende på Renseanlæg Lynetten og et scenarie med udvidelse og modernisering frem mod en vurderingshorisont i 2075.

Sweco har gennemført ekspertvurderingen som en kvalitetssikring af COWI's analyse i forhold til de væsentligste dokumenter; COWI's delrapporter 4, 5, 6, 8, 9 og 10. Metoden har været igennem en intern kommentering og udvælgelse af de væsentligste kritikpunkter i en kreds af eksperter. Herefter er disse umiddelbare kritikpunkter undersøgt og verificeret ved mere detaljerede vurderinger, beregninger, simuleringer og analyser /1/. Nærværende rapport indeholder en opsamling af ekspertvurderingen.

3.1 Arealkrav

COWI's væsentligste konklusion er, at der ikke er plads på Renseanlæg Lynetten til den fremtidige belastning, jf. COWI's delrapport 4. COWI vurderer, at det ikke er muligt eller rentabelt, at udvide kapaciteten på Renseanlæg Lynetten tilstrækkeligt på det tilgængelige areal omkring anlægget. Konklusionen er bl.a. baseret på en række nøgletal, der tager udgangspunkt i relativt høje arealkrav. En sammenligning af COWI's hhv. Sweco's beregnede arealbehov kan ses i Tabel 1.

Tabel 1 Arealkrav til udvidelse af Renseanlæg Lynetten. COWI beskriver en udvidelse på 250.000 PE. Sweco regner i /1/ med en udvidelse på 440.000 PE.

	COWI	Sweco
Samlet arealbehov ved konventionel rensning og 1,5 Ha til tertiær rensning	7,8 ha	5,5 ha
Disponibelt areal	6,5 ha	9,7 ha

I COWI's analyse mangler der således ca. 1,3 Ha på Renseanlæg Lynetten, mens vi kommer frem til et overskud på mindst 4,2 Ha. Hvis de nye biologisk tanke gøres dybere, som man typisk vil etablere i dag, så er det Swecos vurdering at der er et endnu større arealoverskud.

De samlede arealbehov i Tabel 1 er baseret på arealkrav og udvidelse, hvor COWI har benyttet et nøgletal på 0,23 m²/PE og 250.000 PE, mens Sweco anvender et arealkrav på 0,09 m²/PE og en PE tilvækst i stofbelastningen på 440.000 frem mod 2075 i /1/. Forskellen i arealkravene skyldes forskellige antagelser, hvor COWI antager at anlægsudvidelser vil have det samme arealkrav pr. PE, som et komplet renseanlæg. Sweco antager i stedet at arealkravet er specifikt for de teknologier der udvides med, da meget af infrastrukturen allerede er etableret, flere anlægsdele har den nødvendige kapacitet og bør derfor ikke indgå i arealkravet.

Af Tabel 1 fremgår desuden forskellige værdier for disponibelt areal omkring Renseanlæg Lynetten. COWI disponerer et 20 m bredt beplantningsbælte omkring Renseanlæg Lynettens areal. Sweco tager udgangspunkt i de samme værdier for disponibelt areal som COWI, men finder kun lovmæssig begrundelse for en 8 m bred beplantning, som den der allerede findes ud mod Refshalevej. Sweco angiver det disponible areal til 9,7 ha, hvilket vurderes tilstrækkeligt til alle foreslåede udbygningsscenarier.

3.2 Belastningsvurderinger

COWI's beregninger tager i deres rapport afsæt i tal for godkendt kapacitet og anvender disse som en reel belastning. Den af COWI anvendte stofbelastning for 2018 er 1.000.000 PE, mens den reelle stofbelastning i 2019, baseret på COD-belastning, var 880.000 PE. COWI beregner en stofbelastning i 2075, der er højere end BIOFOS' vækstprognoser, men dette skyldes udelukkende en højere startværdi, da COWI's vurdering af årlig vækst for perioden er meget lig vækstprognoserne fra BIOFOS' 23%-prognose.

Tilløbsmængderne til Renseanlæg Lynetten forventes af COWI at stige over perioden fra et maksimalt flow på 42.000 m³/h til 47.000 m³/h i 2075, hvilket ville udfordre den eksisterende hydrauliske kapacitet. I Udbygningsplan 2025 fremgår det dog, at den forventede tilløbsmængde, pga. afskæringer af uvedkommende vand, vil blive reduceret med ca. 2%. Mere kontrol med tilløbsmængder gennem bassiner og afløbssystemer i oplandet vil formentligt betyde hyppigere og længerevarende spidsbelastning af biologien, men vil altså ikke kræve øget hydraulisk kapacitet.

3.3 Sweco's overordnede kommentarer

COWI's anvendte økonomiske nøgletal er ikke justeret til specifikke forhold på Renseanlæg Lynetten og antager f.eks. at driftsomkostninger pr. PE er ens på tværs af de tre renseanlæg Damhusåen (RD), Avedøre (RA) og Renseanlæg Lynetten. Procentsatser for udvidelse af eksisterende anlæg og reinvesteringer er ens på tværs af anlæg uanset forventet levetid og værdisætningen er ikke begrundet eller uddybet i analysen. Derved er det også Sweco's vurdering, at der ikke kan sammenlignes direkte mellem COWI's økonomiske estimat og den økonomiske analyse i denne rapport, da COWI dels inddrager alle tre anlæg, RA, RD og Renseanlæg Lynetten, samt at reinvesteringer efter 2044 ikke er medtaget i COWI's estimat, jf. COWI's delrapport 5, afsnit 2.3.

Udfordringen med manglende begrundelse og uddybning går igen i COWI's følsomhedsanalyse. Værdierne for øget arealkrav i følsomhedsanalysen virker meget høje, men der gives ikke en forklaring på, hvor værdierne kommer fra eller hvorfor de er så høje.

Sweco's overordnede vurdering af COWI's analyse er, at analysen samlet er for overordnet, og ikke forholder sig til de specifikke kapacitetsforhold (muligheder/begrænsninger) på Renseanlæg Lynetten. Arealbehov og de økonomiske værdier er for generelle og kan ikke anvendes direkte som beslutningsgrundlag for flytning af Renseanlæg Lynetten.

Sweco er således ikke enige i konklusionen om, at der ikke er plads til udvidelse frem mod 2075, på det nuværende areal.

4 Udbygning af Renseanlæg Lynetten

Sweco har i delrapporterne vedrørende proces, teknologi og økonomi haft fokus på hvordan Renseanlæg Lynetten kan udbygges frem mod 2075, hvilke teknologier er relevante, hvad skal der ske hvornår og hvad er den forventede økonomi som BIOFOS må forudse frem til 2075. Formålet er gennem eksempler at teste og verificere konklusionerne /1/, så der er større robusthed og sikkerhed for vurderingerne, og samtidig bidrage til at svare på spørgsmålene i kommissoriet.

Det er væsentligt at pointere, at Sweco har gennemført omfattende beregninger og simuleringer af de fremtidige belastninger og kapaciteter på Renseanlæg Lynetten. Arbejdet er baseret på Sweco's viden og erfaring, men for at undgå fejloplysninger har BIOFOS haft mulighed for at kommentere faktuelle fejl, der så er blevet korrigeret. Der har også været en inspektion på Renseanlæg Lynetten sammen med BIOFOS for at se de praktiske udfordringer.

4.1 Teknologier

Der sker en fortsat stor udvikling indenfor teknologier for rensning af spildevand og slamhåndtering. Nogle teknologier kan give de nødvendige kapacitetsudvidelser ved øget stoffbelastning, mens andre er teknologier til forbedring af f.eks. rejektivandskvalitet, der kunne blive relevant inden for en overskuelig årrække. Endelig kan der forventes strammere udledningskrav på sigt, der forventes at stille krav om etablering af tertiær renseteknologi.

Det er Sweco's vurdering, at de fremtidige udfordringer på Renseanlæg Lynetten bliver stoffbelastning i forhold til den biologiske kapacitet i den sekundære rensning, hydraulisk kapacitet i den primære rensning, kapacitet i slambehandlingsdelen og implementering af processer og teknologier til strammere udledningskrav.

Der er udarbejdet en oversigt over relevante teknologier for udbygning af Renseanlæg Lynetten, hvor alle beskrevne teknologier allerede i dag er kommercielt tilgængelige, svarende til et TRL-niveau (Technology Readiness Level) på højeste niveau, dvs. niveau 9. BIOFOS er involveret i mange udviklingsprojekter og er godt placeret i forhold til at udvælge og vurdere passende teknologier til implementering.

4.1.1 Udvidelser af den biologiske kapacitet

Udvidelse af den biologiske kapacitet på Renseanlæg Lynetten frem mod 2075 bliver den største udfordring, og der skal findes en passende teknologi, der samtidig passer ind på Renseanlæg Lynetten. Arealkravet kan overholdes med traditionelle løsninger, mens kompakte teknologier har mindre arealkrav. For at BIOFOS kan vurdere mulighederne har Sweco bearbejdet udbygningsforslag baseret på en konventionel løsning som den allerede anvendte CAS-teknologi (Conventional Activated Sludge), der er dyr i anlæg men billig i drift. Som alternativ udbygningsforslag er der skitseret en udbygning baseret på et MBR-anlæg (Membrane Bio Reactor), der i modsætning til CAS-anlæg er billigere i anlæg, dyrere i drift, mere kompakt, kan opnå større rensegrad, kræver ikke efterklaringskapacitet (frigiver efterklaringskapacitet) og spiller nemmere sammen med en evt. fremtidig tertiær behandling.

4.1.2 Tertiære renseteknologier

Der er endnu ikke udledningskrav, der nødvendiggør investering i tertiære renseteknologier. Da Renseanlæg Lynetten overholder sine tilladte udledninger, er der på nuværende tidspunkt ikke økonomisk eller praktisk grundlag for implementering af ny teknologi.

I fremtiden vil det primært være kvælstofudledninger, der udfordrer Renseanlæg Lynetten og det forventes at udledningskravet vil blive reduceret til lavere end 5 mg/l. Her kan en udvidelse af kvælstofkapaciteten ved etablering af en anammox baseret rejektivandsrensning være et muligt tiltag. Tertiære renseteknologier har en økonomisk fordel, når der skal udvides kapacitet til et specifikt

udledningskriterie. I stedet for at udvide al kapacitet, f.eks. ved udbygning af det eksisterende CAS-anlæg, kan der laves en mindre tilbygning, der specifikt øger kapaciteten for kvælstofsreduktion.

I anammox-processen omsættes ammonium direkte til atmosfærisk kvælstof uden behov for tilsætning af en kulstofkilde. Teknologien har mange referencer og anses for at være pålidelig til tertiær kvælstofreduktion.

4.1.3 Slambehandling

Slamhåndteringen på Renseanlæg Lynetten består i dag af udrådning af primær- og sekundærslam efterfulgt af afvanding og forbrænding. Frem mod 2075 forventes det, at der bliver behov for kapacitetsudvidelse på udrådning og forbrænding. Sweco vurderer at udrådning fortsat er BAT (Best Available Technology) inden for slamhåndtering på renseanlæg. Teknologien leverer en kombineret gevinst ved energiproduktion og tørstofreduktion, samt gode muligheder for videre ressourceudnyttelse af slammet. Der er derfor fokuseret på andre trin af slambehandlingen, mens den nødvendige kapacitet og mulige udbygninger er vurderet for udrådningsdelen.

Det nuværende forbrændingsanlæg på Renseanlæg Lynetten giver en god forsyningssikkerhed, da man ikke er afhængig af eventuelle aftagere. Desuden opnår anlægget en stor tørstofreduktion og anlægget er netto energiproducerende. Løsningen er dog relativt dyr, og det er nødvendigt med en udbygning til systemet inden 2075. Sweco vurderer, at der skal installeres en ny ovnlinje med tilhørende røggasrensning, for at opnå en passende kapacitet. Et billigere alternativ er udbringning af det udrådnede slam på landbrugsjord, men Sweco vurderer, at der på sigt kan være problemer med at finde modtagere i forhold til forureningskomponenterne i slammet.

4.1.4 Bæredygtighed

BIOFOS har en mission om at være et bæredygtigt forsyningsselskab. Sweco ser i det følgende hvordan BIOFOS indgår i bæredygtige løsninger på dens nuværende lokation og hvordan en eventuel flytning kan evalueres i forhold til bæredygtighed.

Hvis BIOFOS inkorporeres i en ny bydel skal der findes løsninger til at integrere renseanlægget på en meningsfuld måde i både infrastrukturen og i værdigrundlaget. En kobling mellem Renseanlæg Lynetten's bæredygtige ressourcer og energiforsyning i den nye bydel er nærliggende. Renseanlæg Lynetten producerer i dag store mængder biogas, der ikke nemt kan eksporteres til naturgasnettet (grundet rensning for CO₂ og afstand til naturgasnettet), men som i stedet kan anvendes i bygasnettet og i egne motorer. Sweco har set på scenarier med Renseanlæg Lynetten som leverandør af bæredygtig varme, el og vand til den nye bydel. Biogassen repræsenterer en stor energikilde, der kunne anvendes til produktion af el og fjernvarme. Derudover kan en sidestrøm af det rensede spildevand opgraderes og anvendes til vanding af grønne områder.

4.1.4.1 El, varme eller køling

Det mest tilgængelige scenarie for bæredygtig integrering af Renseanlæg Lynetten, er udnyttelse af Renseanlæg Lynetten's energiproduktion og vandressource til bæredygtig el, varme og/eller køling. Teknologierne er veldokumenterede og kan let implementeres i processen. Ressourcerne er ikke uanede og det skal afgøres, hvilken udnyttelse er mest favorabel for anlægget og området.

I fremtidige tilfælde, hvor hele eller dele af gasproduktionen ikke kan eksporteres til bygasnettet, skal det vurderes, hvordan gassen udnyttes bedst. El- og varmeproduktion fra Renseanlæg Lynetten's biogas vil i 2075 kunne dække behovet for henholdsvis ca. 13.000 og 8.000 lejligheder, hvis gassen udnyttes i et gasmotoranlæg. Her vil Renseanlæg Lynetten altså kunne bidrage og styrke den grønne omstilling.

Gasproduktionen vil også kunne anvendes til at drive en kølekompressor til fjernkøling eller dække dele af behovet til fjernvarme fra varmepumper. En varmepumpe, der installeres på det rensede

spildevand, vil kunne levere fjernvarme til ca. 145.000 lejligheder. Dette tal skal ses i forhold til antal planlagte lejligheder på Lynetteholmen med omkring 20.000. Elproduktion fra gasmotorer vil kunne levere lige over 10% af den nødvendige el til varmepumpen. For at sikre bæredygtig fjernvarme kunne det resterende elforbrug f.eks. dækkes af egne vindmøller.

4.1.4.2 *Alternativ ressourceudnyttelse*

Teknologiudviklingen på ressourcegenanvendelse er drevet af grønne ambitioner og udbuddet øges. Det er godt med øget udbud både inden for teknologi og kommercielle genanvendte produkter. Det er dog problematisk, at efterspørgslen endnu ikke følger med udbuddet. Mange af de udviklede teknologier er testet og deres positive effekter er dokumenteret, men den kommercielle del af projekterne er ikke tilfredsstillende.

Slam som ressource er interessant og det er meget muligt, at den bedste udnyttelse i fremtiden ikke vil være biogas. Produktion af bæredygtige råvarer, som protein, polymer, fosfor, osv. fra bæredygtige kilder kunne blive en vigtig del af danske renseanlægs økonomi i fremtiden. I nær fremtid kunne Power to X-teknologier også være en del af Renseanlæg Lynetten's ressourceudnyttelse. I takt med at teknologier og markeder for bæredygtige platform-kemikalier udvikler sig, skal ressourceudnyttelsen revurderes i forhold til bedste udnyttelse af Renseanlæg Lynetten's slam og vandressourcer. Hvis der skal findes plads til nye anlæg i denne forbindelse, vil det være en fordel med fokus på kompakte anlæg til sekundær behandling. Den trinvis udvidelse med kompakte anlæg, vil gøre den øvrige arealudnyttelse omkring Renseanlæg Lynetten væsentligt mere fleksibel.

4.1.4.3 *Bæredygtig placering*

Konstruktion og implementering af et helt nyt renseanlæg, som er nødvendigt ved flytning af Renseanlæg Lynetten, vil bidrage med en væsentlig CO₂-belastning. Det skyldes, at etablering af nye transmissionssystemer og etablering af et helt nyt renseanlæg f.eks. på Holmene medfører et meget stort ressourceforbrug til udvinding, fremstilling og anvendelse af materialer til beton og armering og udførelse af jordarbejder. Det vurderes at etablering af et nyt renseanlæg som erstatning for Renseanlæg Lynetten har et meget stort CO₂ aftryk til jord- og betonarbejder, nye maskiner, SRO mv. Hertil kommer det energiforbrug, der skal til at løfte spildevandet op til det nye renseanlæg fra en dybt liggende transmissionsledning, som vil være et ekstra-forbrug i forhold til i dag. Et helt nyt renseanlæg vil på den anden side også rumme forbedringer i energiudnyttelsen for rensning af spildevandet. Det knytter sig særligt til beluftning, der kan optimeres med dybere tanke.

Hvis det nye anlæg skal anses for bæredygtigt, kræver det altså store årlige CO₂ besparelser, relativt til det eksisterende anlæg. BIOFOS har været på forkant med udviklingen og har løbende opdateret anlægget og deltaget i projekter med nye og bæredygtige teknologier. Renseanlæg Lynetten er ikke et udtjent anlæg med forældet teknologi, og det vil derfor ikke umiddelbart være en let opgave at indhente de nødvendige store årlige besparelser i CO₂-udledning. Derfor forventes en flytning af Renseanlæg Lynetten at have et negativt CO₂ aftryk, der ikke kan indhentes.

4.2 Kapacitetsanalyse

For at kende behovet for udbygning er det væsentligt at kende kapaciteten af det nuværende anlæg. For at få et præcist bud på den nuværende kapacitet af Renseanlæg Lynetten er der gennemført en kapacitetsanalyse af alle anlægsdele efter gældende normer og erfaringsværdier, bl.a. den tyske standard ATV-DVWK-A 131E i en statisk model. Den statiske model er suppleret med dynamiske modelberegninger i en digital tvilling af vandbehandlingen på Renseanlæg Lynetten i programmet SUMO.

Det bemærkes, at beregningerne er gennemført med en forudsætning om optimale forhold, og driftserfaringer fra anlægget. Dette kan give anledning til en mindre forskel mellem teori og praksis, hvilket er blevet vendt med fagspecialisterne hos BIOFOS.

I det følgende gennemgås kapaciteten af de forskellige hovedkomponenter.

4.2.1 Indløbsdel og primærrensning

Det vurderes at de anlægsdele, hvor kapaciteten hovedsageligt er afhængige af det hydrauliske maks. flow, ikke kræver kapacitetsudvidelse i perioden frem mod 2075. Det gælder bl.a. indløb, ristebygværk og primærtanke, der er dimensioneret efter det nuværende maks. flow på 41.500 m³/h. Prognosen for hydraulisk belastningsvariation under nedbør vurderer, at det hydrauliske maks. flow ikke vil ændre sig betydeligt i planperioden, men at stofkoncentrationen vil stige. Dette skyldes bedre styring af spildevandsmængder i oplandet i samarbejde med HOFOR.

For at sikre en fremadrettet god og hensigtsmæssig funktion af sand- og fedtfanget og for at imødekomme oplysninger fra BIOFOS, der beskriver problemer med disse anlægsdele, er det valgt at udvide disse anlægsdele med 25%, svarende til det nordlige tilløbs andel af det samlede maksimale tilløb til Renseanlæg Lynetten. På denne måde aflastes de eksisterende anlæg og kapaciteten øges for det totale anlæg.

Det skal bemærkes, at der i vurderingen er medtaget en udvidelse af faciliteterne til håndtering af ristegods, primærtanke samt sand og fedt, som i højere grad er påvirket af den stigende stofbelastning baseret på en forventet direkte sammenhæng mellem belastning og restmateriale fra de beskrevne enheder.

Effektiviteten af primærtankene skønnes at blive reduceret en anelse, dvs. ca. 2%, da den gennemsnitlige opholdstid i anlægsdelen vil falde i takt med at døgnmængden af spildevand til Renseanlæg Lynetten øges frem mod udløb af planperioden. Der er i den hydrauliske prognose anvendt en årlig fremskrivning af spildevandsmængder på ca. 0,51%, hvoraf nedbør- og uvedkommende vand udgør ca. 0,31%.

Sweco vurderer at faldet i effektivitet er acceptabelt, og at primærtankene fremadrettet vil kunne opfylde et minimumskrav på fjernelse af 50% suspenderet stof fra spildevandet. Vi er opmærksomme på de eksisterende maskinelle udfordringer i anlægsdelen, bl.a. med slamskraberne, hvilket der skal findes en løsning på. Dette specielt hvis primærtankene på kort sigt skal anvendes til at aflaste den sekundære behandlingsdel, f.eks. med kemisk forfældning.

4.2.2 Sekundær rensning

Det er kapaciteten af den sekundære rensning på Renseanlæg Lynetten, bestående af den biologiske og kemiske rensning af spildevandet, der udgør det centrale element i forhold til tilpasning til fremtidig belastning af anlægget.

Volumenet af Bio-P anlægget skønnes at repræsentere en god reservekapacitet, hvorfor tiltag i denne del af den sekundære rensning ikke vurderes at kræve udvidelse inden 2075.

Den samme gode reservekapacitet kan ikke genfindes i N/DN-volumenet, som udgøres af ringkanalerne på Renseanlæg Lynetten. Kapaciteten af volumenet er beregnet til ca. 1.061.000 PE, og der skal således påregnes en udbygning med en ekstra kapacitet proportionalt til den øgede stofbelastning, der forventes at stige med 0,80% pr. år. Hvis kravet er en reservekapacitet på ca. 10% og stofprognosen holder stik skal der ske en eller anden form for udvidelse senest i 2030, hvilket er indenfor en relativ kort tidshorisont. Udvidelsen af N/DN-delen kan udskydes – men altså ikke undgås – indenfor planperioden. Eksempelvis ved etablering af rejektivandsrensning med/uden øget fjernelse af primærslam i primærdelen med kemisk forfældning, hvilket i et videre forløb kan suppleres med andre – måske midlertidige – teknologiske tiltag til udvidelse, som er beskrevet i /3/.

BIOFOS har planlagt en udskiftning af den nuværende overfladebeluftning i N/DN-delen med en mere energieffektiv bundbeluftning, hvor det samtidig forventes at kapaciteten øges til ca. 1.200.000 PE. Det er dog ikke Sweco's vurdering, at etablering af bundbeluftning vil øge den nu-

værende kapacitet af N/DN-linjerne, men en større beluftningskapacitet vil være en stor fremadrettet fordel i driften af Renseanlæg Lynetten. Den nye kapacitet der opnås med bundbeluftning skal forventes at skulle udbygges i takt med nye N/DN proceslinjer.

Dette er Sweco's vurdering, at der i planperioden skal investeres en større udvidelse, f.eks. i form af flere CAS-linjer eller ved etablering af kompakte teknologier, så som MBR. Vores valgte udbygningsstrategi tager udgangspunkt i en nuværende kapacitet på ca. 1.061.000 PE.

4.2.3 Slam- og gashåndtering

Slammængden til slambehandling er fremskrevet på basis af den forventede stigning i stofbelastning.

Den nuværende kapacitet til forafvanding forventes at blive utilstrækkelig i planperioden. Den nuværende kapacitet svarer til en belastning på ca. 979.000 PE. Kapaciteten af forafvandsdelen skønnes med den anvendte stofprognose at være opbrugt i år 2040, hvor der skal etableres en ekstra forafvander.

Ved beregning af kapacitetsbehovet til udrådning af slam forventes et behov for etablering af en ekstra rådnetank omkring udløbet af planperioden. En udvidelse vurderes dog helt at kunne undgås, hvis nuværende gode slamtørstof i primærslam og sekundærslam kan opretholdes. I /3/ beskrives muligheder med termisk slamhydrolyse, som udgør en ganske fin fremtidig mulighed, hvis der viser sig behov for at øge den fremtidige kapacitet af rådnetankene. I vores beregninger har vi medtaget en ekstra rådnetank svarende til de eksisterende.

Slutafvandingen vurderes at have en kapacitet på ca. 1.399.000 PE inkl. nødvendig redundans, og derfor er der ikke udsigt til at denne del af anlægget skal udvides indenfor planperioden.

Lagerkapaciteten til udrådnet slam før indfødning til forbrændingsanlæggets tørringsenhed forventes at skulle fordobles. Der er tale om en udvidelse fra 500 til ca. 1.000 m³, som er medtaget i Sweco's betragtninger.

Kapaciteten af slamtørringsanlægget vurderes at være rigeligt til at behandle den udrådnede slam-mængde produceret på Renseanlæg Lynetten frem til 2075. Kapaciteten af ovnen er derimod for lille, og det vurderes at der er behov for etablering af en ekstra ovn med en kapacitet svarende til lidt under den eksisterende. Dette gælder også anlægget til røggasrensning. Udvidelserne skønnes at skulle ske senest, når belastningen af Renseanlæg Lynetten kommer op på ca. 975.000 PE, hvilket jf. prognosen vil ske omkring år 2032. Der vurderes at være plads til endnu en forbrændingsovn i den eksisterende bygning, men ikke en udvidelse/udbygning af røggasanlægget, så der skal indtænkes en udvidelse af bygningen også.

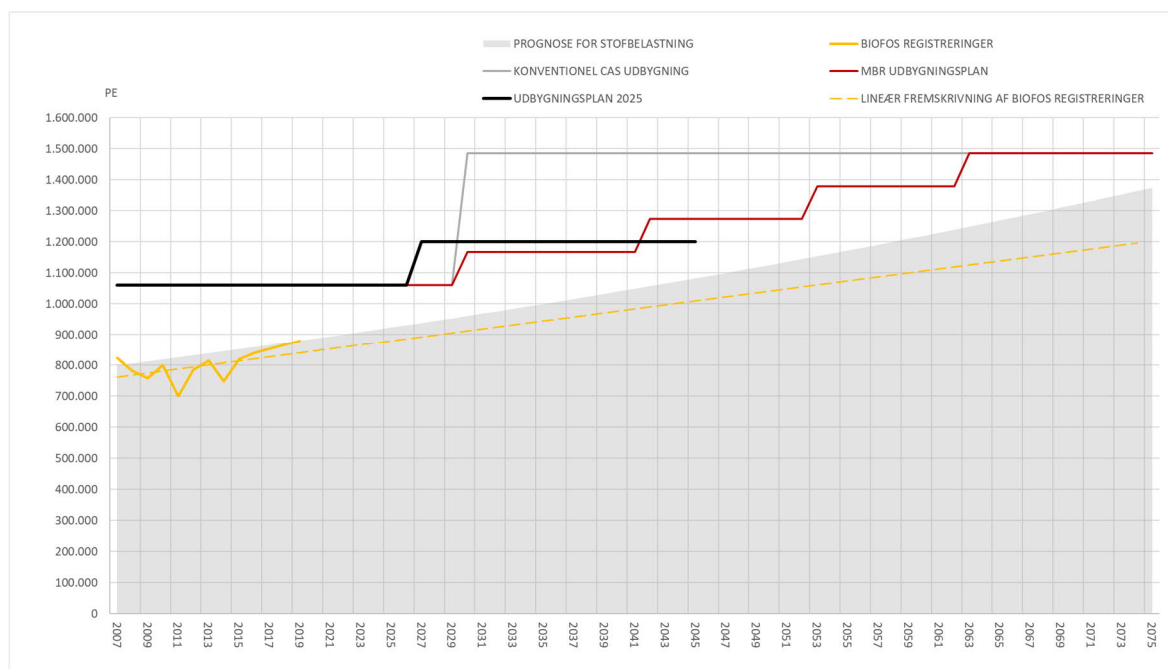
Hvad angår håndtering af gas er BIOFOS allerede i gang med at afdække forskellige løsninger til et fremtidigt gaslager, og det er vurderet, at den bedste fremtidige løsning er etablering af en gasballon på 1.500 m³. Ved etablering af et større ikke-opdelt gaslager skal der forventes sikkerhedsmæssige foranstaltninger i forhold til afstandskrav, jf. ATEX-regulativer og lignende. Dette har vi ikke medtaget i vores betragtninger. Det er Sweco's vurdering, at Renseanlæg Lynetten selv efter udvidelsen af gaslageret med denne størrelse ikke bliver en risikovirksomhed.

4.2.4 Udbygningsstrategier

BIOFOS kan vælge en række forskellige strategier for den forventede udbygning af kapaciteten til den fremtidige belastning. BIOFOS arbejder aktivt med gennemarbejdede udbygningsstrategier, senest Udbygningsplan 2025, der har en belastningshorisont på 20-25 år med implementering fra ca. 2027. Vi har i vores udbygningsstrategi taget afsæt i en prognose for fremskrivning af både den hydrauliske og stofmæssige belastning, hvor vi har tilladt os at læne os op ad BIOFOS store og allerede udførte arbejde for at få et bud på den fremtidige udvikling i Storkøbenhavn, jf. Figur 1.

Det er en meget svær opgave at spå om fremtiden og Sweco vil derfor anbefale, at de nødvendige kapacitetsudvidelser, så vidt muligt planlægges på baggrund af den oplevede restkapacitet i anlægsdelene – dette såvel hydraulisk såvel som stofmæssigt. På den måde investeres ikke for tidligt eller for stort, og der kan nemmere arbejdes med trinvis udbygninger, da de er mere fleksible og bedre tilpasses forløb, der afviger fra diverse prognoser. F.eks. kunne BIOFOS arbejde med udbygningsplaner (belastning, kapacitet, kvalitet, rensekrav) med et langsigtet perspektiv på måske 50 år (som nærværende), et mellemlangt perspektiv på 20-25 år og et kort perspektiv på 5-10 år. Med disse planlægningshorisonter vil BIOFOS have et struktureret perspektiv, der f.eks. kan gentages hvert 5 år.

Der er ved scenarieberegningerne forudsat en minimumreservekapacitet i forhold til den prognosticerede belastning på 10%.



Figur 1: Eksempler på udbygningsstrategi for Renseanlæg Lynetten sammenholdt med belastningsprognosen fra /2/.

4.2.5 Beregnede scenarier for Renseanlæg Lynetten frem mod 2075

Ved CAS-scenariet er det forudsat at udvidelsen gennemføres i én omgang til en kapacitet, der svarer til de fremskrevne prognoser for hele planperioden frem mod 2075. Det skyldes, at det vurderes at være økonomisk og anlægsteknisk optimalt i stedet for successiv udbygning ved at tage initialomkostningerne en gang.

Den endelige kapacitet vil for begge scenarier være 1.486.100 PE. Dette tal er baseret på Sweco's vurdering af den nuværende kapacitet med en årlig vækst som BIOFOS' 23%-prognose. BIOFOS' egne estimater sætter belastningen til mellem ca. 1.280.000 og 1.380.000 PE og disse værdier er baseret på den reelle stofbelastning.

Ved kapacitetsudvidelse med MBR-moduler udvides anlægget over fire gange frem mod 2075.

Begge scenarier indeholder etablering af ny mekanisk behandling på det nordre indløb, udvidet slambehandlingskapacitet gennem nye, større centrifuger til forafvanding, ekstra rådnetank, slam-lager og større forbrændingskapacitet.

4.3 Anlægsdisponering

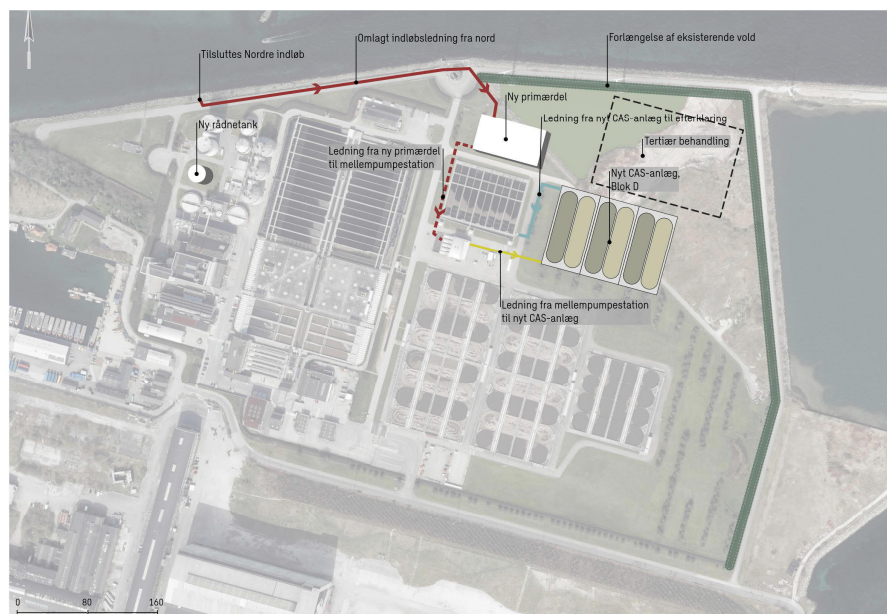
I 1/1 blev det disponible areal, hvorpå BIOFOS kan udbygge Renseanlæg Lynetten, opgjort til 9,7 ha. Dette indbefatter en 8 m bred vold langs det østlige og nordlige skel, samt 1,5 ha som, i tråd med COWI, blev vurderet uegnet grundet Renseanlæg Lynetten's geometri.

Den nye forretningsning af det nordlige tilløb foreslås etableret nord for efterklarings blok C, se Figur, og har et samlet grundareal på 3.275 m².

Arealbehovet er for udvidelse med CAS vurderet med afsæt i plantegninger over de eksisterende N/DN ringkanaler, dog med 5,8 m dybe tanke i modsætning til ca. 4,35 m i de eksisterende linjer. I CAS-scenariet vurderes det, at en udvidelse med etablering af tre ekstra proceslinjer med en dybde på 5,8 m kan tilføje den nødvendige biologiske kapacitet i 2075. Dette kræver et areal på ca. 12.500 m². Den nuværende efterklaring vurderes at være tilstrækkelig til at kunne klare en udvidelse af denne størrelse grundet Renseanlæg Lynetten's nuværende ATS-system.

I slambehandlingsdelen er der for begge scenarier inkluderet en ekstra rådnetank, som er placeret ved de nuværende rådnetanke og kræver et areal på ca. 260 m². Øvrige tiltag i forbindelse med slambehandlingen kræver ikke væsentligt areal ved udvidelse, undtaget er dog røggasbehandling, som dog ikke behandles i nærværende rapport.

Der er i begge scenarier afsat et areal svarende til 1,5 ha til tertiærbehandling.



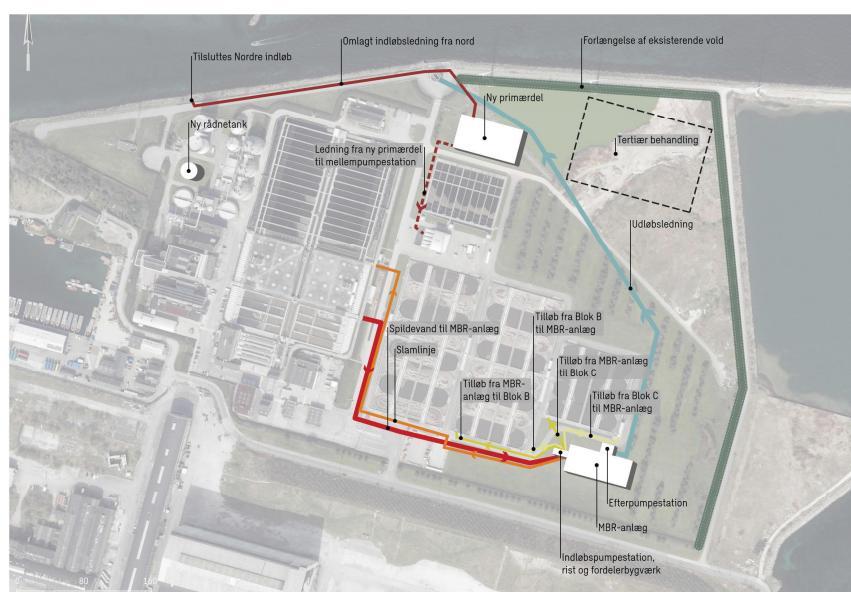
Figur 2: Skitse af udvidelse af Renseanlæg Lynetten med CAS-teknologi

For MBR-scenariet er – baseret på oplysninger fra leverandør (SUEZ) – vurderet et betydeligt mindre arealbehov sammenlignet med CAS, da MBR-teknologi er mere kompakt. Arealbehovet for MBR-anlægget er opgjort til 2.120 m².

Membranlinjerne tages i brug efter behov ud fra udviklingen i belastningen, som angivet i Tabel 2. Da MBR-anlægget fungerer som en efterklaring, kan dette medføre aflastning af de nuværende efterklaringstanke. Noget af den nuværende efterklaring kan da indgå som ekstra kapacitet under kraftige regnskyl eller der kan frigøres areal ved inddragelse af nuværende efterklaringsareal.

Tabel 2: Oversigt over antal membranlinjer i drift fra hvilket år og med hvilken belastning. Hver linje består af 12 membran-kassetter.

År	Antal MBR-linjer	Antal kassetter	Samlet kapacitet Renseanlæg Lynetten	heraf MBR
2030	2	24	1.167.100 PE	174.638 PE
2042	5	60	1.273.200 PE	352.253 PE
2053	8	96	1.379.300 PE	532.356 PE
2063	12	144	1.485.400 PE	785.223 PE



Figur 3: Skitse af udvidelse med MBR-anlæg på Renseanlæg Lynetten

Arealbehovet for udvidelse ved de to scenarier fremgår af Tabel 3. Med arealbehov for CAS og MBR på hhv. 3,1 ha og 2,1 ha vurderes det, at der er en stor sikkerhed for dækning af arealbehovet frem mod belastningen i 2075 (frit disponibelt areal efter udbygning på mere end 6 ha). Denne reserve skal løbende vurderes i forhold til løbende prognoser i forhold til belastning, nye udlederkrav og nye teknologier.

Tabel 3: Opgørelse af arealbehov ved de to scenarier

Areal	CAS	MBR
Kapacitets udvidelse	12.500 m ²	2.120 m ²
Fælles (tertiær, ristebygværk, etc.)	18.535 m ²	18.535 m ²
Total	31.035 m ²	20.655 m ²

4.4 Økonomi

4.4.1 Forudsætninger

For begge alternativer (CAS hhv. MBR) er der estimeret anlægsoverslag baseret på specifikke vurderinger med udgangspunkt i de konkrete forhold på Renseanlæg Lynetten og de aktuelle forhold som angivet af BIOFOS med hensyn til eksisterende anlæg.

De to alternativer estimeres ud fra en forventet udvikling i belastning jf. /2/ samt at overholde udleder krav som angivet i /1/. Omkostninger forbundet med en eventuel fremtidig tertiærbehandling er ikke medtaget, da der ikke er en afklaring af hvilke krav, der kan påregnes.

Hvert bygværk er opdelt i konstruktioner, mekanik/el og SRO, som har estimerede levetider på hhv. 60, 20 og 10 år¹. Efter endt levetid foretages en reinvestering, som udgør en procentsats af anlægsprisen. For mekanik/el og SRO udgør denne sats 100% efter endt levetid, hvor den for konstruktioner er sat til 60%.

Helt generelt er det økonomiske estimat behæftet med betydelige usikkerheder, da mange informationer udestår og dermed ikke er inddraget, afgrænsninger, projektering og afklaringer der ikke er gennemført. Det er dog Sweco's opfattelse, at den relative økonomi er repræsentativ for de reelle forskelle.

4.4.2 Model

Den økonomiske analyse tager udgangspunkt i Finansministeriets metode for konsekvensvurdering af samfundsøkonomien og benytter rentesatser som angivet

Tabel 4, til at tilbagediskontere fremtidige omkostninger til basisåret (2022).

Der er valgt ikke at tage udgangspunkt i Forsyningssekretariatets reguleringsbestemmelser, da disse primært går på den aktuelle reguleringsperiode (op til 4 år). Det vurderes af Sweco ikke at være hensigtsmæssigt, at videreføre reguleringsregnskabet frem til 2075, da dette ikke giver den fulde reguleringsværdi af fremtidige beregninger og kan være til hinder for nødvendige udvidelser for at mitigere fremtidige belastninger. Derudover vurderes Finansministeriets metode for mere relevant, når der skal sammenlignes mellem to ligeværdige samfundsøkonomiske investeringer, hvortil indtægtsgrundlaget for begge bør være udgiftsdækkende efter hvile-i-sig-selv princippet.

BIOFOS er underlagt en takstregulering gennem Forsyningssekretariatet, der har et andet omdrejningspunkt, og et kortere sigte. Det anbefales, at BIOFOS får beregnet de takstmæssige konsekvenser af anlægsinvesteringerne når de mere præcise valg skal træffes.

Tabel 4: Samfundsøkonomiske diskonteringsrente^{2,3}

	0 - 35 år	36 - 70 år	>70 år
Real diskonteringsrente	3,5%	2,5%	1,5%
Risikofri realrente	2%	1,75%	1,5%
Risikopræmie (ikke-diversificerbar risiko)	1,5%	0,75%	0%
Real statsobligationsrente (2025-fremskrivn.)	0,5%	2%	2%

¹ Tal fra pris- og levetidskataloget (POLKA)

² Vejledning i samfundsøkonomiske konsekvensvurderinger (Finansministeriet, 2017)

³ Dokumentationsnotat – den samfundsøkonomiske diskonteringsrente (Finansministeriet, 2021)

4.4.3 Anlæg

En stor del af værdierne på Renseanlæg Lynetten ligger i betonkonstruktionerne på Renseanlæg Lynetten (bassiner, tanke, bygværker, pumpestationer). BIOFOS har fokus på denne værdi i forbindelse med den løbende drift og vedligeholdelse, men det anbefales at BIOFOS dyrker denne del yderligere med en struktureret, systematisk indsamling og kontrol af anlæggene som f.eks. standarden fra Vejdirektoratet, der gennem generaleftersyn hhv. specialeftersyn skaber et godt overblik over konstruktionernes tilstand, udbedringsbehov og for renoveringsplanlægning. Dette vil desuden være et godt udgangspunkt for den fremtidige implementering af Asset Management.

I nærværende analyse er inddraget reinvesteringer af de eksisterende anlæg over planperioden baseret på POLKA's tal for tekniske levetider og procentsats for reinvestering.

Dertil kommer investeringer og reinvesteringer i anlæg for at afhjælpe identificerede flaskehalse på Renseanlæg Lynetten og mitigerende tiltag for at mindske gener for evt. nye naboer på Lynetteholm og Refshaleøen:

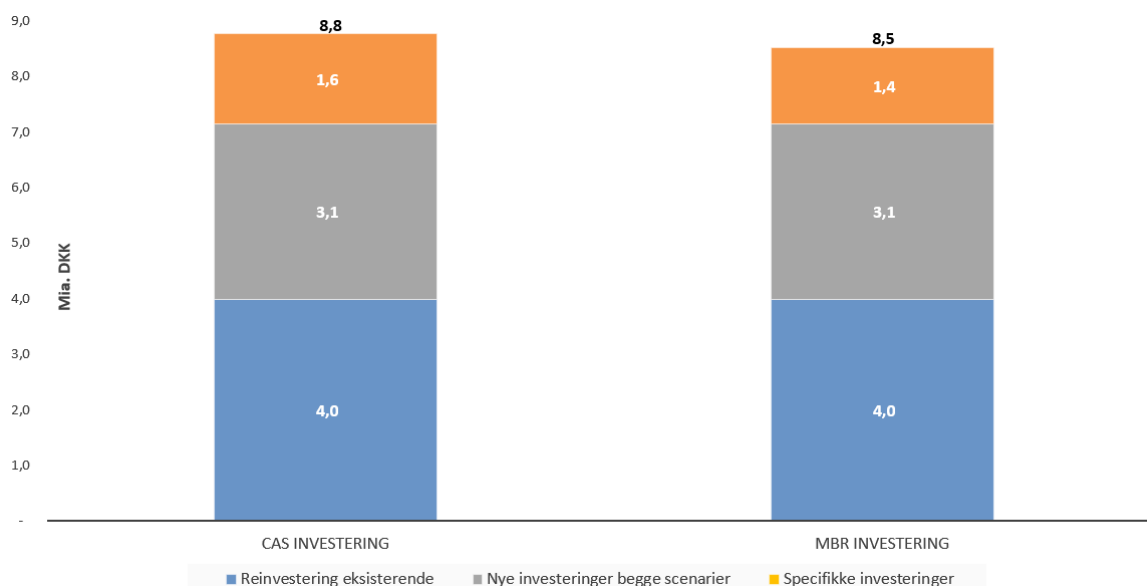
- Udvidelse af slambehandling samt udvidelse af primærbehandling af det tilløbende spildevand.
- Overdækning af de eksisterende tankanlæg for at mindske lugtgener for fremtidige boligbyggerier.
- Støjskærme og andre lyddæmpende tiltag for at mindske støjgener

BIOFOS har oplyst om planlagte investeringer over de kommende fem år, som indgår i den samlede analyse. Disse investeringer er primært afledte projekter i forbindelse med etablering af Lynetteholmen (omlægning af 30 kV kabel og U1) samt forbedringer af de eksisterende anlæg.

Omkostninger forbundet med reinvesteringer i eksisterende anlæg, investeringer i nye anlæg for at mitigere flaskehalse, overdækning, støjreduktion samt planlagte investeringer er ens for begge scenarier.

For udvidelse af den sekundære rensning i de to scenarier har Sweco udarbejdet specifikke anlægsoverslag, som er nødvendige i forbindelse med integrering og idriftsættelse af teknologierne på Renseanlæg Lynetten over planperioden. Investeringer og reinvesteringer er medregnet hvor de er nødvendige for begge scenarier over hele planperioden.

Figur sammenligner de to scenariers samlede investeringer og reinvesteringer over hele planperioden (ikke tilbagediskonteret).



Figur 4: Sammenligning mellem CAS- og MBR-scenariernes samlede anlægs- og reinvesteringer over planperioden. Tallene er ikke tilbagediskonterede.

Anlægspris og reinvesteringsomkostninger for udvalgte anlægsdele fremgår af Tabel 5. Såfremt der alternativt etableres en tung overdækning, hvor arealet over tankene frigøres til f.eks. park, boldbaner mv. så øges anlægsprisen med ca. 1,1 mia. kr. fra 0,35 mia. til 1,41 mia. kr. Hertil kommer øgede reinvesteringsomkostninger

Tabel 5: Overblik over udvalgte anlægsdele med anlægspris og reinvesteringsomkostninger over hele planperioden. Tallene er ikke tilbagediskonteret.

Anlægsdel	Pris (mio. DKK)	Anlægsperiode (år)
Nyt ristebygværk	355	2028-2030
Nyt sand- og fedtfang	121	2028-2030
Primærtank	333	2028-2030
Ovn + røggas	1.260	2025-2027
Rådnetank	46	2057-2059
Let overdækning af eksisterende anlæg	978	2033-2035
U1	450	2025-2027

4.4.4 Driftsomkostninger

Til estimering af driftsomkostninger tages udgangspunkt i tal fra COWI's delrapport 5 "Økonomiske estimater". Dette gøres med visse forbehold, da dette er summerede værdier, som ikke udspecificerer udgifter på enkelt anlæg eller operationer. Det antages, at de oplyste værdier fra COWI, gælder uanset om der vurderes på Renseanlæg Lynetten, RD eller RA.

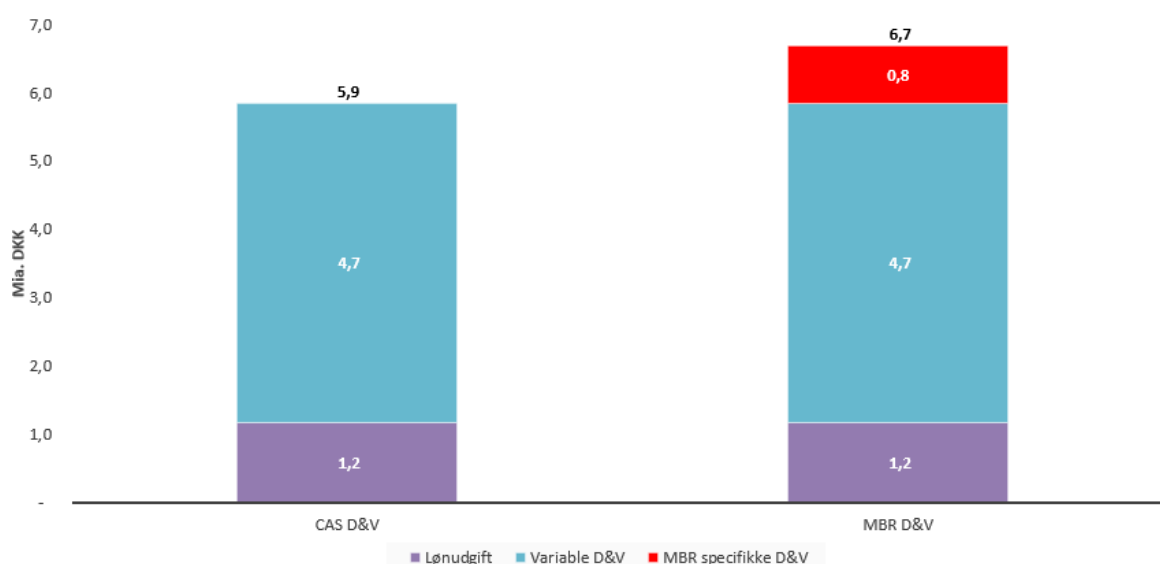
Den samlede driftsomkostning er givet som 102 kr./PE, hvor af de 25 kr./PE går til lønninger. De andre poster er angivet som energiforbrug, vedligeholdelse, afgifter/skatter samt aske og restprodukt. Det antages, at en forøgelse af bemanningen på Renseanlæg Lynetten ikke er nødvendig i de to udbygningsscenarier, hvorfor lønnen sættes som ikke-variable og tager udgangspunkt i 2019

belastningen svarende til en fast årlig udgift på 22 mio. kr. Det antages desuden, at energiforbruget ikke ændres på trods af udbygning med bundbeluftning.

Dermed følger de øvrige driftsomkostninger (variable) udviklingen i belastningen over planperioden med en udgift på 77 kr./PE.

For MBR-scenariet gælder desuden, at der skal bruges yderligere energi til drift af MBR-anlægget. Denne yderligere udgift er angivet til produktet af udgiften per m³ vand behandlet, gennemsnit flow per membran og antallet af membraner. Disse faktorer er baseret på gennemsnitsbetragtninger af leverandør tal og antagelser om vandforbrug per PE, energipris samt energiforbrug per PE for spildevandsbehandling.

Figur 5 illustrerer den dyrere drift forbundet med MBR-anlægget sammenlignet med en CAS-udvidelse. Over planperioden vil CAS være billigere end MBR med hensyn til drift og vedligehold. Dog begynder forskellen først at vise sig i takt med at belastningerne øges, hvorfor omkostningerne til MBR-teknologien først vejer tungere i takt med den øgede udbygning senere i planperioden.



Figur 5: Driftsomkostninger sammenlignet mellem de to scenarier over hele planperioden. Tallene er ikke tilbagediskonterede.

Med den højere udgift forbundet med driften, anslås MBR-scenariet til at have en marginalt større TOTEX af de to scenarier, se Tabel 6.

Tabel 6: Sammenligning af TOTEX og opdeling af TOTEX i anlægs- og driftsudgifter. Alle tal er tilbagediskonterede.

Teknologi	Anlægs- og reinvesteringer (mia. kr.)	Driftsudgifter (mia. kr.)	TOTEX (mia. kr.)
CAS	6,2	3,8	10,0
MBR	6,0	4,3	10,3

4.4.5 Følsomhedsanalyse

For at tage bestik af belastningens indflydelse på den samlede anlægsøkonomi har Sweco foretaget en følsomhedsanalyse af de to scenarier, hvor den fremskrevne belastning i 2075 ændres med $\pm 20\%$. Analysen fokuserer kun på de biologiske dele, da det ikke forventes at indløbet overstiger

41.500 m³/h og at investeringer foretaget i slambehandlingen kan klare en 20% forøgelse i belastning.

For MBR-scenariet har det været nødvendigt at anvende en del antagelser med udgangspunkt i gennemsnitsbetragtninger af leverandørtal, årligt vandforbrug pr. PE mv.

Tabel 7 angiver den procentvise ændring i anlægsomkostninger i forhold til basisscenariet ved en $\pm 20\%$ ændring af belastningen i 2075. Generelt virker anlægsomkostningerne ikke til at være videre følsomme over for ændringer i belastningen.

Tabel 7: Sammenligning af procentvis ændring i anlægsomkostninger for de to scenarier i forhold til basisscenariet ved hhv. -20% og +20% i belastning. Tal i parentes angiver procentvis ændring af TOTEX ved ændring i belastning. Tallene er tilbagediskonterede.

	CAS	MBR
-20% belastning	-10% (-10%)	-5% (-8%)
+20% belastning	+11% (+12%)	+10% (+18%)

Inddrages driftsudgifterne fås ændringer i TOTEX svarende til tallene angivet i parentes i Tabel. Hvis der udelukkende kigges på anlægsomkostninger, så er MBR-scenariets økonomi mindst følsom. Dog påvirkes de yderligere omkostninger til drift signifikant således at totaløkonomien for MBR over planperioden er mest følsom for ændringer i belastningen.

4.4.6 Opsamling

Med en difference mellem de to scenarier på ca. 0,3 mia. kr. målt på TOTEX er der tale om en relativt lille forskel set over hele planperioden. Derudover anslås, at lidt over halvdelen af CAPEX udgøres af andre investeringer og reinvesteringer, som BIOFOS skal foretage i planperioden for opretholde driften af Renseanlæg Lynetten.

Målt på den baggrund, og med de usikkerheder, som følger med et overslag fordelt over så stor en periode, kan der ikke peges på et af de to scenarier som værende en favorit.

Det bør dog noteres, at med CAS-scenariets tidlige udbygning til fuld kapacitet jf. 2075 belastning gør den mere udsat for fejlinvestering. Denne risiko mindskes med den mere fleksible MBR-løsning, som væsentligt nemmere kan udvides når behovet vurderes at være der.

Derudover kan MBR-teknologien være gunstig ved en fremtidig tertiærbehandling, hvorfor dette bør indgå i en ny analyse når mere specificerede krav hertil kendes.

5 anbefalinger

Sweco har på baggrund af analyserne følgende anbefalinger til BIOFOS i forhold til fremtiden for Renseanlæg Lynetten:

- Det er dokumenteret gennem analyserne, at Renseanlæg Lynetten kan forblive på Refshaleøen ud fra den forventede udvikling i belastning frem mod 2075 med en god arealreserve til evt. supplerende krav eller belastninger. Der er altså ingen aktuel teknisk eller for den sags skyld miljømæssig begrundelse for en flytning, hvilket er i modsætning til konklusionen i COWI's analyse.
- En forbliven på Refshaleøen rummer nogle gode perspektiver for bæredygtig byudvikling i området ved energiudnyttelse til boligopvarmning på Lynetteholm og Refshaleøen. Det anbefales, at BIOFOS undersøger mulighederne for udnyttelse af disse potentialer i samarbejde med Københavns Kommune og By & Havn.
- Der er flere mulige teknologier som BIOFOS kan vælge for Renseanlæg Lynetten frem mod 2075, og som kan etableres indenfor den nuværende afgrænsning på matriklen. Det anbefales, at BIOFOS undersøger MBR-teknologien nærmere med henblik på evt. implementering på sigt, da teknologien har en række procesmæssige fordele i forhold til en konventionel udbygning. Omvendt er der – i det tidsmæssige perspektiv frem mod 2075 – ikke en teknologi, der tydeligt er mere økonomisk favorabel end den anden.
- Det foreslås, at BIOFOS fortsætter udbygningen systemer til at holde fokus på kvaliteten af de mange konstruktioner på Renseanlæg Lynetten, så der opnås et tydeligt billede af tilstanden af den største kapitalbinding for BIOFOS med mulighed for optimal reinvestering. F.eks. baseret på en struktur som anvendes hos Vejdirektoratet. Arbejdet vil skulle integreres i arbejdet med Asset Management, som er under udrulning i BIOFOS.
- Det anbefales, at BIOFOS fortsætter arbejdet med forskellige planhorisonter for Renseanlæg Lynetten, som genbesøges f.eks. hvert 5 år eller efter behov, men med et overordnet strategisk sigte på 2075 eller derefter.
- Det anbefales, at BIOFOS får beregnet de takstmæssige konsekvenser af anlægsinvesteringerne når de mere præcise valg skal træffes.

6 Besvarelse af spørgsmål fra kommissoriet

I kommissoriet blev en række spørgsmål søgt besvaret vedrørende Renseanlæg Lynetten's fremtid på den nuværende placering på Refshaleøen. Gennem de fire delrapporter har Sweco vurderet mulighederne og betingelserne for at forblive på Refshaleøen. Dette afsnit gennemgår spørgsmålene fra kommissoriet og angiver Sweco's vurderinger i kursiv.

- Mulighederne for at øge kapaciteten på Renseanlæg Lynetten, ved fx at bruge særlige teknologier, optimere pladsudnyttelsen på det eksisterende areal, eller lign.

Det vurderes, at det er muligt at udvide den biologiske kapacitet på Renseanlæg Lynetten med konventionel teknologi, svarende til den nuværende, CAS, eller med mere kompakt teknologi, MBR. Det er Sweco's vurdering, at de teknologiske løsninger som nævnes i denne rapport kan etableres indenfor Renseanlæg Lynetten's nuværende matrikel.

- Kapacitetsbehovet over tid og en vurdering af tidshorisonten for, hvor længe kapaciteten på Renseanlæg Lynetten kan imødekomme behovet. Herunder en vurdering af, hvordan kommunale strategier for separatkløakering og klimatiltag i øvrigt kan reducere behovet for kapacitet på renseanlæggene.

Den nuværende biologiske kapacitet er på baggrund af beregningsprincipper fra ATV-DVWK-A 131E vurderet til 1.061.000 PE. Kapacitetsbehovet forventes at stige til 1.374.000 PE i 2075. Den nuværende kapacitet kan imødekomme det fremskrevne behov indtil 2042-43 med nul reserve, hvor der så senest skal være foretaget en udbygning af biologien.

Gennem interviews med driftspersonale på Renseanlæg Lynetten, har Sweco identificeret flaskehalse som ligeledes kræver udbygning. Dette drejer sig om ristebygværk, sand- og fedtfang samt primærtanke. Sweco foreslår, at der opføres nye anlæg for at aflaste disse. Dette kan placeres i den nordlige ende af Renseanlæg Lynetten, hvor det kan modtage spildevand fra det nordlige tilløb. Dertil kommer specifikke udvidelser indenfor slambehandling, som skal gennemføres i planperioden 2022-2075. Ligeledes er der fundet plads til fremtidig tertiærbehandling.

Kommunale strategier for afkobling ved separering vil alt andet lige have en gunstig indflydelse på den hydrauliske belastning på Renseanlæg Lynetten. Separering kan samtidig medvirke til at fjerne den øgede hydrauliske belastning af fællessystemet fra de stadig kraftigere regnhændelser i fremtiden. Omvendt er geologien i store dele af oplandet til Lynetten ikke velegnet til nedsivning, hvorfor det er mest realistisk at regnvandet skal forsinkes i regnbede, lavninger eller afkobles til lokale recipienter f.eks. i et 3-strengt system. Der er allerede dokumentation for en stor reducerende effekt på bypass på Renseanlæg Lynetten, hvis bassinerne i oplandet til Renseanlæg Lynetten styres og tømmes koordineret, så afstrømningen ikke overstiger den biologiske kapacitet på Renseanlæg Lynetten.

- Om det vil være muligt at kompensere for de begrænsede udbygningsmuligheder på Renseanlæg Lynetten og dermed sikre en uændret placering, fx ved på et senere tidspunkt at etablere en transmissionsledning fra Renseanlæg Lynetten til de øvrige renseanlæg og/eller omdirigerer afledningen i oplandet og dermed reducere kapacitetsbehovet på Renseanlæg Lynetten.

Det er dokumenteret, at der er plads til den forventede fremtidige udbygning på Renseanlæg Lynetten, hvorfor denne del ikke har været i fokus.

En afkoblingsstrategi kan være en slags plan B for Renseanlæg Lynetten, hvis der mod forventning sker en betragtelig forøgelse af belastningen eller stilles omfattende nye krav til Renseanlæg Lynetten. Der vil være nuværende knudepunkter, der er nøglepunkter i spildevandssystemet (typisk pumpestationer), hvor vandet kan sendes i en anden retning. En afkobling fra oplandet til Renseanlæg Lynetten af spildevand vil medføre at andre anlæg (primært RA/RD men måske også eller f.eks. Mølleåværket, Tårnby eller det nye planlagte anlæg i Hørsholm) skal kunne håndtere mermængden enten som følge af ledig kapacitet eller som udbygget kapacitet.

- På baggrund heraf skal det vurderes, om det er nødvendigt at finde løsninger helt frem mod 2075, eller om det kunne være hensigtsmæssigt at arbejde med andre tidshorisonter i lyset af befolkningsudvikling, teknologiudvikling, klimatiltag, m.v. Der skal gives en anbefaling, om hvilken planlægningshorisont der bør arbejdes videre med i lyset af ovenstående.

Gennem eksemplerne på udbygningsstrategier er det vist, at BIOFOS har flere muligheder for at udvikle Renseanlæg Lynetten til fremtidens belastninger og krav. Der er således ikke kun et spor fremad, men mange spor, der kan optimeres og tilpasses afhængig af de ændringer forudsætninger efterhånden som fremtiden udfolder sig. Det anbefales derfor, at BIOFOS arbejder med f.eks. 3 forskellige tidsperspektiver i deres planlægning for at sikre optimal planlægning af de nødvendige opdateringer af Renseanlæg Lynetten. Sweco finder at et langt perspektiv på 50 år, et mellemlangt perspektiv på 20-25 år, og et kort perspektiv på 5-10 år. Det vil sikre en planlægning, der løbende tilpasses den aktuelle udvikling og evt. ændringer miljømæssige krav.

- Eventuelle konsekvenser for anlægsinvesteringerne og driftsomkostningerne for scenarie 1.

Sweco har udarbejdet en økonomisk analyse, som sammenligner to scenarier med forskellige teknologi valg og deres økonomiske påvirkning frem til 2075. Udbygning med konventionel teknologi estimeres at have den største udgift på anlægs investeringer og reinvesteringer for ca. 6,2 mia. kr. (nutidsværdi) og en total samlet udgift på 10,0 mia. kr. (nutidsværdi). Ved udbygning med MBR-teknologi vil der omvendt være en marginalt større samlet udgift på 10,3 mia. kr. (nutidsværdi) over hele planperioden, grundet de forventede højere driftsudgifter, som er forbundet med denne teknologi. For begge scenarier gælder dog, at de største investeringer er at finde ved reinvesteringer i det nuværende Renseanlæg Lynetten samt investeringer i flaskehalse, som er ens for begge scenarier.

- Mulighederne for at understøtte den grønne omstilling ved en forbliven på de tre anlæg.

Renseanlæg Lynetten's nuværende placering giver en unik mulighed for at blive indtænkt som kilde til en mere bæredygtig bydel på Lynetteholmen. Det vurderes, at en installeret varmepumpe på det rensede spildevand vil kunne dække varmebehovet for op mod 145.000 lejligheder, hvilket er væsentlig mere end de forventede 20.000 lejligheder på Lynetteholmen. Det rensede spildevand ville også kunne indgå som led i fjernkøling af større komplekser på Lynetteholmen. Ligeledes ville biogas fra Renseanlæg Lynetten kunne dække el- og varmebehov for hhv. 13.000 og 8.000 lejligheder.

Dertil kommer den indirekte CO₂ besparelse, der ligger i beholde Renseanlæg Lynetten på dets nuværende placering fremfor at flytte det. Sweco vurderer, at CO₂ belastningen ved udførelse af et nyt renseanlæg vil være meget stor, der vil være vanskelig at indhente selv med optimerede processer og energiforbrug på et helt nyt renseanlæg.

- Hvornår der senest skal tages beslutning om at fraflytte Renseanlæg Lynetten, hvis der skal stå et nyt anlæg klar når kapaciteten slipper op.

Vi har beregnet at den nuværende teoretiske kapacitet af Renseanlæg Lynetten kan klare den forventede belastning frem til 2042/2043 uden ændring i forhold til den nuværende drift og uden reserve kapacitet. Det vil formodentlig være sidste frist for at der står et nyt anlæg klar til indkøring ca. 1 år før dette tidspunkt, altså i 2041. Vi vurderer, at vedtagelse af en flytning skal ske senest 12-14 år før dette for etablering af plangrundlag, indhentning af tilladelser, projektering, udbud og udførelse. Det betyder, at BIOFOS skal træffe en endelig beslutning om fraflytning omkring 2027-2029. Tidspunktet kan udskydes ved implementering af øget kapacitet i den sekundære rensning, jf. de gennemførte scenarie beregninger.

- Betydningen af byudviklingen i området, herunder Lynetteholm, ny metrolinje, Østlig Ringvej, m.v. og de afledte begrænsninger og muligheder.

Byudvikling omkring Renseanlæg Lynetten vil give anledning til udfordringer af forskellig karakter. Byudvikling med tilhørende infrastruktur, kan forudsætte nye krav til støj og luft i området, hvilket kan/vil være i konflikt med den nuværende anlæg/drift af Renseanlæg Lynetten. Her er forventningen at byudviklingen som udgangspunkt skal afpasses funktionen af Renseanlæg Lynetten, der har en godkendt placering jf. bl.a. Fingerplan 2019. Det anbefales, at BIOFOS får dette forhold juridisk vurderet.

Det er forudsat – og indeholdt i den beregnede økonomi – at der etableres overdækning af alle åbne bassiner med luftrensning gennem kulfiltre, så der ikke er lugtgener i området. Tilsvarende i forhold til støjbelastning, der også er forudsat begrænset til et godkendt niveau. Investeringer og driftsudgifter til disse støj og lugt foranstaltninger er medregnet i den økonomiske analyse.

Et andet potentielt konfliktpunkt er den øgede biogasproduktion i fremtiden, der kan medføre at Renseanlæg Lynetten placeres i en større risikoklasse, hvis gaslageret udvides. Det ville medføre en større afstand til boliger/bebyggelse. Her er det dog Sweco's vurdering, at Renseanlæg Lynetten med de nuværende og planlagte tankanlæg heller ikke i fremtiden bliver en risikovirksomhed.

Lynetteholmen vil med opfyldningen af området belaste eksisterende udløbsledning U1 så meget, at ledningen ikke kan klare den nye belastning, og med de ændrede strømforhold så kan hverken udløbsledningstilladelse eller badevandskvalitet overholdes. U1 må derfor forudses omlagt og forlænget under alle omstændigheder. Omlægningen skal dog afvente beslutningen om den fremtidige Metro og Østlig Ringvej. En omlægning og forlængelse kan også medføre et større energitab, så kapaciteten af Efterpumpestationen skal overvejes. Det indgår i de aktuelle projekter for Efterpumpestationen.

7 Referencer

/1/ Delrapport vedrørende kvalitetssikring af COWI's analyse af 17. februar 2022

/2/ Delrapport Procesteknisk analyse af 17. februar 2022

/3/ Delrapport vedrørende teknologi af 17. februar 2022

/4/ Delrapport vedrørende økonomi af 17 februar 2022