

Bilagsrapport
Udledningstilladelse,
Renseanlæg Lynetten



Indholdsfortegnelse - Bilagsrapport

1	Processen frem imod revisionen af tilladelsen	3
2	Afrapportering af Qbio og bypass.....	4
3	Selvstændigt notat - Begrænsning af kvælstof til Øresund	8
4	Belastning af Renseanlæg Lynetten (tilløb)	15
5	Afløbskontrol fra Renseanlæg Lynetten fra PULS (udledning)	16
6	Badevandsmodellering	18
7	Miljøskadelige stoffer og blandingszoner.....	21
8	Økotoxikologi	58
9	Vurdering af tertiære renseteknikker	61

1 Processen frem imod revisionen af tilladelsen

Tilladelsen er udarbejdet på baggrund af følgende forløb:

- Overskridelser af vilkår om bypass på begge renseanlæg:
 - 2013, 2014 for Renseanlæg Lynetten
 - 2014, 2015 for Renseanlæg Damhusåen
- Midlertidig tilladelse med lempede udledningskrav for aflastning af mekanisk rensset spildevand bypass og krav om tiltag og løbende opfølgning udarbejdes af Københavns Kommune
 - 2014 for Renseanlæg Lynetten
 - 2015 for Renseanlæg Damhusåen
- Udledningskrav, herunder vilkår om bypass overholdt med god margin på begge renseanlæg fra 2016
- BIOFOS udarbejder løbende kvartalsrapporter med tiltag, der optimerer anlæggene for at minimere omfang af bypass
- En udbygningsplan udarbejdes af BIOFOS - En plan for det arbejde, der skal ligge til grund for en udbygning af de to renseanlæg, tiltag der strækker sig helt frem til medio 2027

Udbygningsplanens primære formål er at:

- Renseanlæggene skal udbygges, så de kan behandle den større spildevandsmængde, der ledes til renseanlæggene grundet ændringer i oplandene
 - Udledningerne fra renseanlæggene skal kunne leve op til krav om kvælstofsreduktion i 2027, som er udskudt til den 3. vandområdeplan (Implementeringen af EU's vandrammedirektiv)
 - Udgøre en reaktion på overskridelserne af de gældende tilladelser og på baggrund af en ansøgning om vilkårsændring for vilkår vedr. bypass fra BIOFOS i 2016
- Der er i perioden fra 1996 og frem til nu sket ændringer i oplandene til renseanlæggene.
- Enkelte større ændringer alene i Københavns Kommune er:
- Udbygning af Ørestad (Lynettens opland)
 - Planerne for udbygningen af Nordhavnen (Lynettens opland)
 - Ændringer i sammensætningen af industrien
 - Øgede vandmængder, som resultat af klimaforandringerne

- HORTEN vurderer, at det ikke har betydning, hvorvidt BIOFOS ansøger om en revision af tilladelsen eller om tilsyns- eller tilladelsesmyndigheden stiller krav om, at tilladelsen revideres ([Beskrivelse af processen omkring reguleringen af renseanlæggene, Københavns Kommune, februar 2017](#)). Københavns Kommune, der er beliggenhedskommune, spildevandsplansmyndighed og tilladelsesmyndighed på udledningen, vurderer på den baggrund at tilladelsen skal revideres.

2 Afrapportering af Qbio og bypass

Dette er et eksempel på, hvordan Qbio og bypass skal afrapporteres - justeringer kan aftales med tilsynsmyndigheden:

Qbio & Bypass						
Periode		2020	(Årstal der er afrapporteret i indberetningen)			
Qbio, middel, krav	(m3/t)	XXXX	(Kravværdien til gn.sn. Qbio som middel over et år for den pågældende periode jf tilladelsens vilkår om Qbio)			
Qbio, middel	(m3/t)	XXXX	(Observ. Gn.sn. Qbio som middel over et år for den pågældende periode skal være < Qbio, middel, krav for at vilkåret er overholdt)			
Qbio, min	(m3/t)	XXXX	(Observ. min. Qbio som middel over en dag i den pågældende periode, hvor der ikke er indberettet driftproblemer eller tilsvarende til tilsynet)			
Tilløbsvandmængden	(m3)	XXXX	(Årsvandmængde ledt til rens anlægget)			
Bypassvandmængde	(m3)	610846	(Den samlede vandmængde udledt som bypass. Hvis bypassvandmængden over en årække gentagende og uden årsag overskrider den forventede bypassmængde holder forudsætningerne for udbygningen ikke)			
Driftbetinget bypassvandmængde	(m3)	418624	(Registreret mængde bypass, udledt når Qbio, aktuel < Qbio, middel, krav)			
Regnbetinget bypass	(m3)	192222	(Registreret mængde bypass udledt når Qbio, aktuel > Qbio, middel, krav)			
Årlige bypass under usikkerheden	(m3)	XXXX	(Registreret udledt vandmængde med flow <500 m3/t)			

Periode	Bypass m3			Kapacitet større end kravværdi m3	Biologisk rens vand m3	Qbio, middel m3/t
	Bypass m3	Driftbetinget bypass når Qbio, aktuel < Qbio, middel, krav	Regnbetinget bypass når Qbio, aktuel > Qbio, middel, kravværdi	Kapacitet større end kravværdi Qbio, aktuel > Qbio, middel, kravværdi		
1. kvartal	5490044	382941	166103		XXXXX	XXXXX
2. kvartal	61367	35248	26119	12240	XXXXX	XXXXX
3. kvartal						
4. kvartal						
Sum/ middel	610846	418624	192222	12240		

1) Regnbetinget bypass

Da oplandet til RL og RD er fælleskloakeret, modtager rens anlæggene både regnvand. Tilløb af regnvand afhænger af nedbørsmønster og forhold i opland kobling af regnvand, brug af regnvandsbassiner etc.), dvs. i situationer, med n ligt langvarig nedbør eller kortvarig kraftig nedbør - vil der være et større tilløb gene.

2) Driftsbetinget bypass

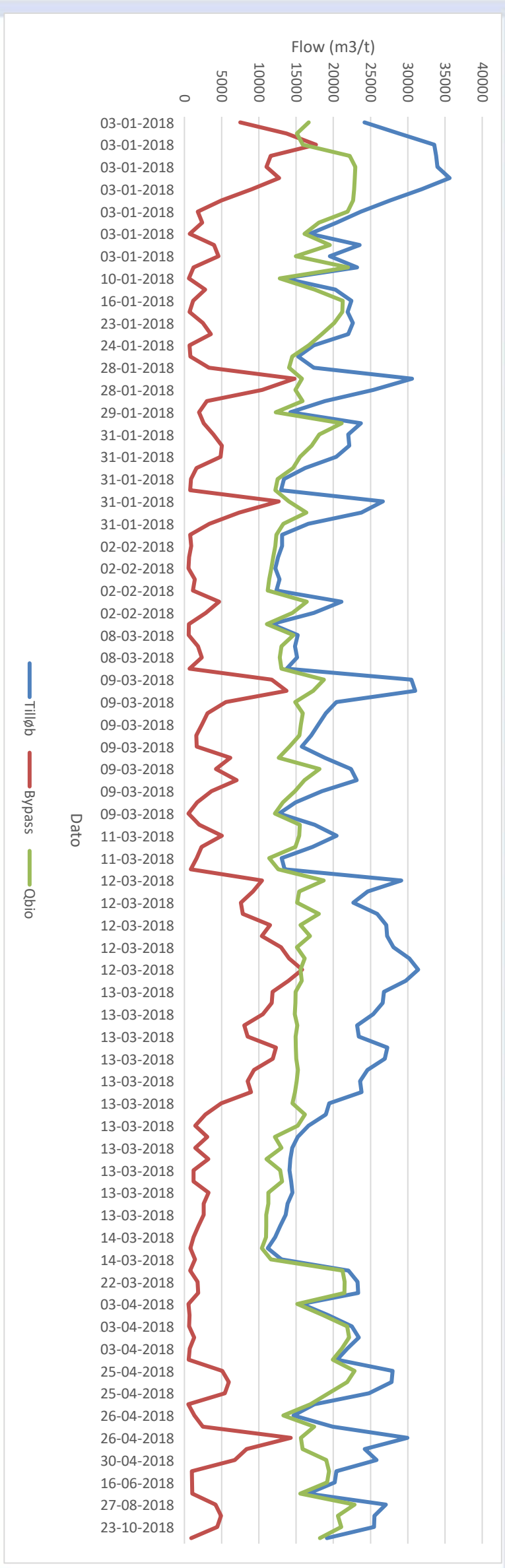
En driftssituation kan forårsage, at den hydrauliske kapacitet i den biologiske ceret. Dette vil betyde, at et evt. tilløb som er over den pågældende reducere men under den maksimale mulige kapacitet kan forårsage bypass.

BIOFOS har kontrol over punkt 2) driftsbetinget bypass, men ikke punkt 1) reg pass, da denne alene afhænger af nedbør og forhold i oplandet.

(Fra BIOFOS's notat "Vedrørende vilkår for rens anlæggenes biologiske kap: oktober 2018")

Diagram over flow ved Qindløb > Qbio, middel, krav eller bypass

(Eksempel - Denne figur viser situationer med bypass. Figuren bør for det aktuelle år ligesåledes vise situationer hvor der ikke er bypass men hvor Qbio faktisk > Qbio, middel (krav)



Kommentarer

Redegørelse for driftbetinget bypass

Kapacitet taget ud grundet renovering af beluftning af tank B	Kapacitet taget ud grundet renovering af beluftning af tank B	Kapacitet taget ud grundet renovering af beluftning af tank B	Kapacitet taget ud grundet renovering af beluftning af tank B	Kapacitet taget ud grundet renovering af beluftning af tank B	Kapacitet taget ud grundet renovering af beluftning af tank B	Kapacitet taget ud grundet renovering af beluftning af tank B	Kapacitet taget ud grundet renovering af beluftning af tank B	Kapacitet taget ud grundet renovering af beluftning af tank B	Kapacitet taget ud grundet renovering af beluftning af tank B	Kapacitet taget ud grundet renovering af beluftning af tank B
Overensstemmelse med midlertidig tilladelse af XX/XX/XXXX										

Dette er skemaet hvori Qbio og bypass skal indrapporteres - justeringer kan aftales med tilsynsmyndigheden:

Skemaet kan fås som regneark.

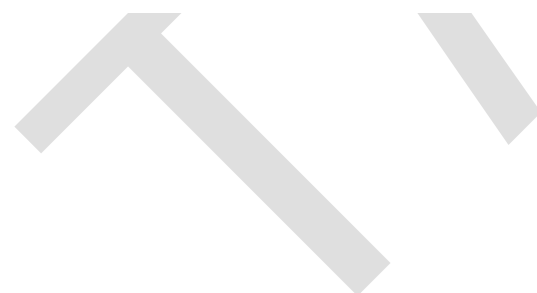
Bilag xx - Årsrapportering af bypass og Qbio
 Felter markeret med lys blå er felter der ved årsrapporteringen skal udfyldes for det konkrete år

Qbio & Bypass		
Periode		
Qbio, middel, krav	(m3/t)	
Qbio, middel	(m3/t)	
Qbio, min	(m3/t)	
Tilløbsvandmængden	(m3)	
Bypassvandmængde	(m3)	
Driftbetinget bypassvandmængde	(m3)	
Regnbetinget bypass	(m3)	
Årlige bypass under usikkerheden	(m3)	(Fra BIOFOS's notat "Vedrørende vilkår for renseanlæggenes biologiske kapacitet (Qbio), BIOFOS, 30. oktober 2018")

Periode	Bypass m3			Kapacitet større end kravværdi m3	Biologisk rensed vand m3	Qbio, middel m3/t
	Bypass m3	Driftbetinget bypass når Qbio, aktuel < Qbio, middel, krav	Regnbetinget bypass når Qbio, aktuel > Qbio, middel, kravværdi	Kapacitet større end kravværdi Qbio, aktuel >Qbio, middel, kravværdi		
1. kvartal						
2. kvartal						
3. kvartal						
4. kvartal						
Sum/ middel	0	0	0	0	0	

Kommentarer

Redegørelse for
driftbetinget bypass



3 Selvstændigt notat - Begrænsning af kvælstof til Øresund

Oprettet 29/08-2017

Revideret 22/06-2018

Sagsnr.2017-0015271

Dokumentnr.

2017-0015315-1

Vandmiljø

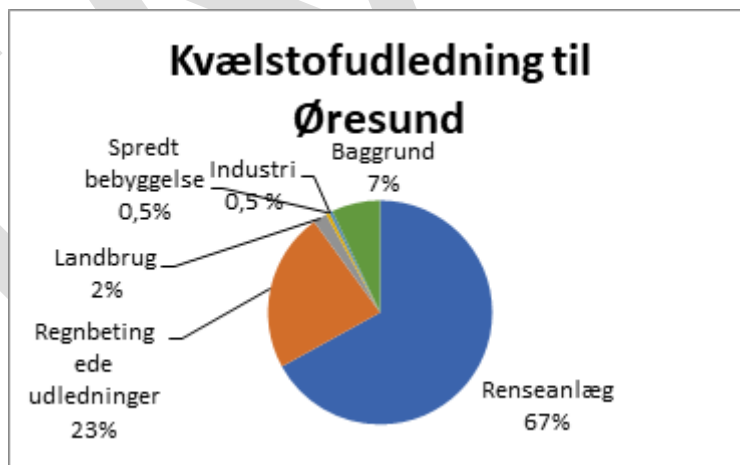
I Danmark implementeres EU's vandrammedirektiv ([direktiv 2000-60-EF af 23-10-2000](#)) igennem de statslige vandplaner og vandområdeplaner. I vandområdeplanerne og de tilhørende bekendtgørelser fastlægges indsatser, der skal sikre god kvalitet i de respektive vandområder. Den gode kvalitet skal være opnået senest i 2027.

Ved fastlæggelse af indsatser i vandområdeplanerne benyttes et princip om, at indsatsen skal udføres hvor det er billigst – et princip der omtales som ”mest miljø for pengene”.

I de fleste vandområder, hvor der har været et behov for at begrænse belastningen med kvælstof, er primært landbruget ansvarligt for belastningen. Det har derfor hidtil primært været overfor landbrugserhvervet, at der er planlagt indsatser, der skal begrænse udledningen af kvælstof.

Øresund

Miljøstyrelsens undersøgelser af Øresund har vist, at Øresund ikke lever op til målsætningen om ”God økologisk kvalitet”. Miljøstyrelsen vurderer, at der er behov for at begrænse tilførelsen af kvælstof til Øresund med 240 tons N årligt for at opnå miljømålene. I oplandet til Øresund spiller landbruget en begrænset rolle fra den danske side.



Figur 1 Kvælstofudledningen til Øresund i 2010-2014 fordelt på forskellige typer af kilder (Miljøstyrelsen, 2017).

Kilderne til belastningen af Øresund med kvælstof fremgår af ovenstående figur og er baseret på et notat fremsendt af miljøstyrelsen til Københavns Kommune /1/. Som det fremgår, bidrager rensesanlæggene med hoveddelen af belastningen med kvælstof fra den danske del af oplandet til Øresund. Dertil kommer udledningen af kvælstof fra mekanisk rensede vand der bypasses på rensesanlæggene ved kraftig regn. De store bypassmængder der kommer fra flere

renseanlæg skyldes at der ikke er balance imellem hvor meget vand der ledes til anlæggene fra oplandet og kapaciteten til at modtage vand på anlæggene.

Renseanlæg beliggende i Københavns Kommune

Forsyningsselskabet BIOFOS er ansvarlig for rensning af det Københavnske spildevand. En del omegnskommuner leder ligeledes vand til de to renseanlæg, Renseanlæg Lynetten og Renseanlæg Damhusåen. Anlæggene er beliggende i Københavns Kommune, og det er derfor Københavns Kommune, der er myndighed i forhold til renseanlæggene på spildevandsplansområdet. Det er ligeledes Københavns Kommune, der er ansvarlig for at udforme tilladelser til udledning af vand fra anlæggene, imens det er Miljøstyrelsen, der er tilsynsmyndighed i forhold til udledningerne.

Renseanlæg Lynetten og Renseanlæg Damhusåen har gennem de sidste år haft svært ved at overholde de gældende tilladelser. Kravværdien for fosfor blev overskredet på Lynetten i 2013. De to renseanlæg har ligeledes været udfordret af, at en stor del af vandet ledes uden om det biologiske rensetrin for at undgå slamflugt (Bypass). Tilsynsmyndigheden (Naturstyrelsen, der nu er en del af Miljøstyrelsen) henstillede den 14. maj 2014 BIOFOS om at fremsende en redegørelse for, hvorvidt renseanlæggene fremover kan overholde kravet til udledning af fosfor.

Ændringen på renseanlæggene er planmæssigt og teknisk omfattende og komplekst, og den fysiske anlægsændring er tidskrævende. Det er derfor aftalt med Miljøstyrelsen, at Københavns Kommune på baggrund af BIOFOS' ansøgning om en midlertidig lempelse af enkelte vilkår i den gældende tilladelse, udarbejder en tidsbegrænset udledningstilladelse. Den tidsbegrænsede tilladelse vil være gældende indtil grundlaget for at kunne udforme en langsigtet tilladelse er til stede.

Da der er sket - og fremover vil ske - væsentlige ændringer i oplandet til renseanlæggene, arbejder Københavns Kommune som myndighed og BIOFOS som ansøger sideløbende med en fuld revision af udledningstilladelserne.

Kvælstofreduktion

For at sikre at renseanlæggenes udledninger ikke er til hinder for at opnå den målsatte gode økologiske kvalitet i Øresund senest i 2027, vurderer Københavns Kommune, at BIOFOS allerede nu er nødt til at planlægge en anlægsudvidelse, der tager højde for de forventede fremtidige krav til kvælstofreduktion, der forventes at indgå i vandområdeplanerne og de tilhørende bekendtgørelser for 2021. Københavns Kommune har anmodet Miljøstyrelsen om en udmelding vedrørende kvælstofreduktionen fra de to renseanlæg. Miljøstyrelsen har imidlertid ikke fundet det muligt at udmelde konkrete indsatser for reduktion af kvælstofbelastningen af Øresund for de enkelte kommuner eller kilder i oplandet før vandområdeplanerne for 2021 er færdigbehandlede.

Miljøstyrelsen har imidlertid sendt dokumentation for den nuværende fordeling af den danske belastning af Øresund med kvælstof, der samlet udgør 1126 tons per år /1/. Fordelingen fremgår af figur 1. Københavns Kommune har på baggrund af opsplittningen af kvælstofbelastningen på forskellige kilder vurderet, hvad den forventelige nødvendige kvælstofreduktion på de to renseanlæg bliver. Københavns Kommunes vurdering skal drøftes med BIOFOS. I det efterfølgende gennemgås de enkelte kilder til belastning af Øresund med kvælstof, der ligger til grund for vurderingen af kvælstofreduktionerne for renseanlæggene.

Atmosfærisk deposition

Baggrundsbelastningen i form af atmosfærisk deposition udgør 7 %. Baggrundsbelastningen har karakter som diffus kilde. Det er derfor ikke muligt at definere en indsats imod baggrundsbelastningen af Øresund med kvælstof.

Spredt bebyggelse

Bidrag fra spredt bebyggelse udgør 0,5 % af den samlede kvælstofbelastning, svarende til cirka 6 tons kvælstof. Bidraget er lavt og er fordelt på mange enkelte ejendomme. Hvis der skal iværksættes en indsats, kræver det derfor en stor administrativ indsats og store omkostninger. Københavns Kommune vurderer på denne baggrund, at det ikke er forventeligt, at der vil blive defineret en indsats overfor udledningen af kvælstof fra spredt bebyggelse.

Industri

Bidraget fra industrier udgør også 0,5 % af den samlede kvælstofbelastning, svarende til cirka 6 tons kvælstof. Også i dette tilfælde vurderer Københavns Kommune, at den opnåede reduktion i forhold til omkostningerne er så lav, at det ikke er forventeligt, at der vil blive defineret en indsats overfor industrielle udledninger.

Landbrug

Der er allerede i Vandområdeplanerne indsatser overfor bidraget fra landbruget, der med sine cirka 2 % udgør cirka 23 tons kvælstof. De 2 % udgør så lille en del af den samlede kvælstofudledning, at en eventuel yderligere reduktion af vil være af marginal betydning. Københavns Kommune vurderer på denne baggrund at en yderligere indsats er usandsynlig.

Regnbetingede udledninger

Regnbetingede udledninger udgør 23 % af kvælstofbelastningen, svarende til 260 tons kvælstof.

I forbindelse med planlægning af indsatser i de statslige vandområdeplaner benyttes et katalog over forskellige virkemidler/løsningsmetoder /3/. Kataloget indeholder kun et virkemiddel imod regnbetingede udledninger. Der er tale om etablering af bassiner i tre forskellige størrelser. Prisen for at reducere udledningen fra fælleskloakerede systemer udgør cirka 9.500 kr./kg N/år, mens prisen for, at reducere udledningen af kvælstof fra det separatkloakerede system udgør cirka 6.000 kr./kg N/år.

Renseanlæg

Bidraget fra rensesanlæggene udgør med sine 67 %, svarende til 754 tons kvælstof om året, den største kvælstofkilde til Øresund. Dertil kommer 100 tons kvælstof per år fra bypass alene på rensesanlæg Lynetten og Renseanlæg Damhusåen. Prisen for at reducere udledningen af kvælstof fra de fem største rensesanlæg udgør i gennemsnit cirka 170 kr./kg/år, hvilket er langt den billigste indsats af de ovenfor nævnte. Københavns Kommune vurderer på denne baggrund, at det er overvejende sandsynligt, at tredje generation af Statens Vandområdeplaner i 2021 vil indeholde indsatser til kvælstofreduktion i form af nye teknikker på rensesanlæggene.

Fordelingen af indsatsen for begrænsning af kvælstof blandt de forskellige rensesanlæg

Bidraget fra renseanlæggene udgør som beskrevet 67 % af den danske kvælstofbelastning af Øresund. Som beskrevet er renseanlæggene samtidig den kilde til belastning med kvælstof, hvor det økonomisk er mest fordelagtigt at foretage en indsats.

Af renseanlæggene med udledning til Øresund er der flere, der allerede i dag renser kvælstof helt ned til et middelniveau på 4 mg/l (Nivå, Fredensborg, Stavnsholt, Sjølsmark, Bistrup og Dragør). Yderligere kvælstoffjernelse på disse anlæg vil kun mindske belastningen i begrænset omfang samtidig med, at omkostninger per kilo fjernet kvælstof vil være højere end på renseanlæg med en ringere kvælstoffjernelse. Det vurderes på denne baggrund, at yderligere reduktion af kvælstof på disse anlæg ikke er teknisk og økonomisk fordelagtigt. (2).

For større renseanlæg, der allerede er udbygget med kvælstof- og fosforfjernelse af typen MBNDK eller MNBDKF er der i "Virkemidler overfor punktkilder, august 2015" /3/ angivet tre virkemidler til yderligere rensning af spildevandet:

MBNDK-> MBNDKL (Efterpolering, Lagune)

MBNDK-> MBNDKF (Efterpolering, filter)

MBNDKF->MBNDKFk (Efterpolering, kontaktfilter)

De tre virkemidler har en begrænset effekt i forhold til en yderligere reduktion af kvælstof i udledningerne, og de anvendes typisk, hvor der også ønskes en reduktion i fosforudledningen. For yderligere at reducere kvælstofudledningen, vurderes det at være nødvendigt, at etablere et særligt efterdenitrifikationsstrin /2/.

Udgangspunktet for de økonomiske betragtninger i Bilag 1 har været en reduktion af kvælstofudledningen, hvor virkemidlet er efterdenitrifikation /2/.

Derved får virkemidlet følgende sammensætning:

MBNDK -> MBNDK + efterdenitrifikation

Efterdenitrifikation foretrækkes fordi det er muligt at reducere koncentrationen af kvælstof med 2 mg/l, mens det kun er muligt at reducere koncentrationen af kvælstof med 1 mg/l med et sandfilter /4/.

Omkostningerne til at rense spildevandet for kvælstof på mindre anlæg (Tårnby, Usseø, Karlebo, Vedbæk og Sjølsø) er flere gange større, end omkostningerne på de større renseanlæg (se Bilag 1). Københavns Kommune vurderer derfor, at indsatsen for begrænsning af kvælstofudledning fra renseanlæggene vil blive fordelt blandt de større renseanlæg, hvor det samfundsøkonomisk er fordelagtigt.

Tilbage står en række anlæg, hvor renseeffektiviteten for kvælstof kan forbedres væsentligt, og hvor det vil være samfundsøkonomisk fornuftigt at fordele kvælstofreduktionen. Det drejer sig om Mølleåværket A/S, Sydkysten, Helsingør, Lynetten og Damhusåen.

Det vurderes rimeligt at fordele den udskudte indsats på de fem renseanlæg Mølleåværket A/S, Sydkysten, Helsingør, Lynetten og Damhusåen efter anlæggenes nuværende kapacitet (Tabel 1).

Tabel 1 Fordeling af den udskudte indsats.

Fordeling af udskudt indsats	Kapacitet i PE	Reduktion ton N/år
Mølleåværket A/S	125.000	22,5
Sydkysten	26.000	4,7
Helsingør	76.300	13,8

Lynetten	750.000	135,3
Damhusåen	350.000	63,1
Total	1.327.300	239,4

Alternativ fordeling af reduktionskrav

Københavns Kommune har gennemført en beregning af en alternativ fordeling af kvælstofreduktionerne på alle renseanlæg med udledning til Øresund forholdsmæssigt ud fra deres kapacitet til brug for sammenligning. Resultatet af disse beregninger er en reduktion af kvælstof for Lynetten på 121,4 tons N/år og for Damhusåen på 56,6 tons N/år. Den lille forskel i reduktionskrav skyldes at Renseanlæg Lynettens og Renseanlæg Damhusåens kapacitet udgør hovedparten af den samlede belastning fra renseanlæg til Øresund. Københavns Kommune vurderer, at det ikke vil ændre udbygningsplanen for Renseanlæg Lynetten og Renseanlæg Damhusåen, om kravet lyder på 200 eller 180 tons. I øvrigt vil kravet først endeligt blive fastlagt på baggrund af de endelige fastlagte mængder i vandområdeplan 3. Forskellen imellem 180 og 200 tons er inden for den usikkerhed, der må forventes ved den nuværende fastlæggelse af kravet til dimensioneringen af udbygningerne. Prisen for kvælstofreduktionen i den alternative fordeling er væsentligt højere end når reduktionen fordeles på de fem største renseanlæg. På denne baggrund vurderes det, at den alternative fordeling af reduktionskravet ikke er samfundsøkonomisk hensigtsmæssig.

Konsekvenser af kvælstofreduktionen for BIOFOS' to renseanlæg i København

Med henblik på rettidig omhu har Københavns Kommune fastlagt, hvilken størrelse af reduktion af kvælstof, der skal ske på Renseanlæg Lynetten og Damhusåen. Det samlede reduktionsbehov er beregnet til 198,4 tons N/år tilsvarende til de 200 t N/år, som allerede har været meldt ud til BIOFOS som et tidligt estimat af kvælstofreduktionens størrelse.

Det anses derfor for hensigtsmæssigt at udbygningen af renseanlæggene planlægges ud fra 200 tons reduktion per år på de to renseanlæg tilsammen. Der kan blive tale om en revurdering af dette reduktionskrav, såfremt det senere viser sig, at forudsætningerne for beregningerne ikke holder stik, for eksempel i form af, at indsatsen kræver et teknologispriang, der gør indsatsen disproportionalt dyr.

Den samlede udledning fra Lynetten og Damhusåen er fordelt på rensed spildevand fra den biologiske proces og bypass, som alene renses mekanisk. Umiddelbart kan det synes ligegyldigt, hvilken af de to udledningstyper kvælstofreduktionen gennemføres. Der er imidlertid stor forskel på sammensætningen af de forskellige kvælstoffraktioner i hhv. biologisk rensed spildevand og mekanisk rensed spildevand. I det mekanisk rensede spildevand vil store mængder af den samlede kvælstofmængde være i form af let-omsættelige fraktioner, der udledt til marin recipient vil give anledning til en hurtig forøgelse af vækstraten for planteplankton. Det biologisk rensede spildevand er karakteriseret ved, at de let-omsættelige fraktioner er omsat i den biologiske proces, og vandet indeholder derfor hovedsageligt mere tungt-nedbrydeligt, organisk bundet kvælstof. Baseret på ovennævnte, vurderes det, at en reduktion i bypassmængden vil give en større miljøgevinst per fjernet kilo kvælstof. BIOFOS bør derfor prioritere en reduktion af bypass højere end yderligere biologisk kvælstoffjernelse.

Vanområdeplanerne arbejder med en række virkemidler overfor forskellige typer af kvælstofkilder. Helt overordnet gælder, at et virkemiddel i vanområdeplanerne er lig et fysisk tiltag, som ændrer ved status og forbedrer rensegraden, et teknisk spring. For renseanlæg er der i virkemiddel-kataloget som eksempler anført indførelse af biologisk rensning, hvor der i dag kun er mekanisk rensning, og indførelse af efterpolering i form af laguner på anlæg, der i dag er uden laguner. Samlet gælder, at et virkemiddel i planmæssig forstand skal ændre på status, og indføre en ny teknik, der nedbringer kvælstofudledningen. Københavns Kommune vurderer på den baggrund, at det kan være problematisk at indregne optimeringerne af driften af de eksisterende renseanlæg i opnåelse af vanområdeplanernes reduktionsmål.

Københavns Kommune har på møde med Miljøstyrelsen 29. juni 2017 drøftet hvordan driftsoptimeringer kan og skal indregnes i reduktionskravet. Miljøstyrelsen klargjorde, at driftsoptimeringer indgår i beregning af baseline for kvælstofbelastningen, der beregnes som et femårsgennemsnit. Er udledningen af kvælstof i dag fra BIOFOS'

renseanlæg reduceret væsentligt, vil baseline (2016-2020), der vil blive lagt til grund for indsatser i tredje generations vandområdeplaner være reduceret. Dette vil medføre et mindre reduktionskrav, end det, der kan beregnes på baggrund af baseline for andengenerationsvandplanen.

Københavns Kommune vurderer på denne baggrund, at reduktions-kravet skal baseres på den gældende vandplans reduktionsbehov, men at dette efterfølgende kan tilpasses en ny baseline.

Placeringen af udløbene fra RL og RD ganske tæt på hinanden betyder, at fordelingen af belastning med kvælstof på de to ledninger ikke er væsentlig. Det er derfor Københavns Kommunes vurdering at BIOFOS har mulighed for at placere al kvælstoffjernelsen på et af de to renselanlæg, eller for en skæv fordeling af rensningen efter, hvad der er teknisk og økonomisk optimalt. Det er ligeledes BIOFOS, der skal afveje reduktionen af kvælstof fra bypass med reduktion af kvælstof fra det rensede spildevand. I denne forbindelse skal det dog ske under hensyntagen til de forskelligheder i miljøeffekten, som er nævnt ovenfor.

Referencer

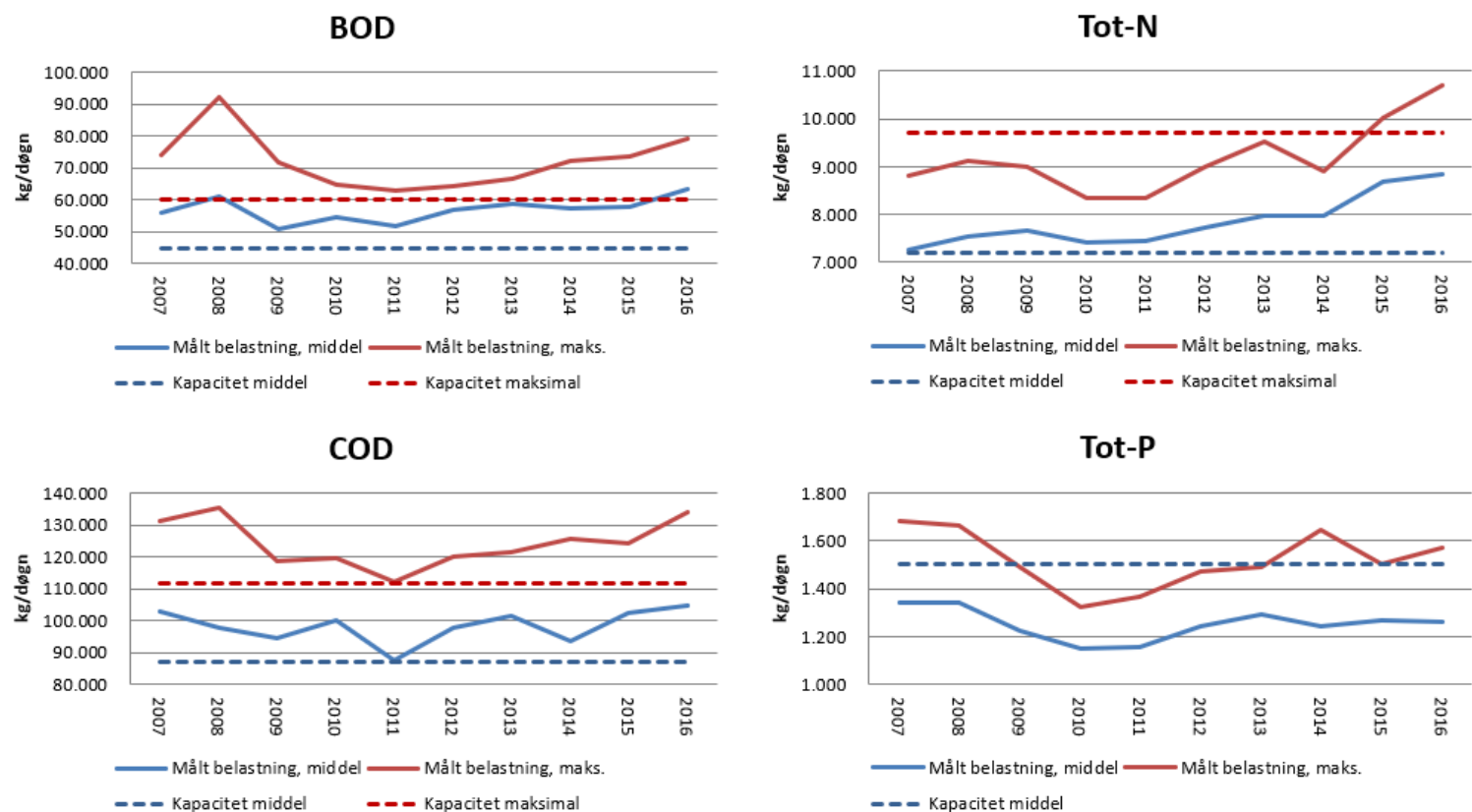
- 1) Beskrivelse af vandområdeplanens bilag 1 og kildeopsplitning af kvælstofbelastningen i Øresund. Miljøstyrelsen, marts 2017.
- 2) Udarbejdelse af spildevandsindsatsprogrammer til reduktion i 4 spildevandsbelastede kystvandoplande. Styrelsen for vand- og naturforvaltning (SVANA), januar 2017.
- 3) Virkemidler overfor punktkilder, august 2015.
- 4) Virkemiddelkatalog. Til brug for vandplanernes indsatsprogrammer overfor overfladevand, grundvand, sø- og vandløbsrestaurering, spildevand, regnvand og dambrug.

Bilag 1

	Godkendt kapacitet PE/designkapacitet	Nuværende udledning ton N/år	Procentdel af udledning	Reduktions- potentiale ton N/år	Omkostning reduceret N kr/kg/år
Renseanlæg					
Nivå	22500	7	1	-	
Tårnby	71500	28	3	9	370
Usserød	50000	18	2	6	425
Mølleværket A/S	125000	70	7	31	149
Karlebo	490	1	0	1	915
Fredensborg	9600	2	0	-	-
Stavnsholt	40000	2	0	-	-
Sjælsmark	4350	1	0	-	-
Vedbæk	15000	8	1	2	529
Bistrup	9900	3	0	-	-
Dragør	15800	7	1	-	-
Sydkysten	26000	20	2	11	140
Sjælsø	15000	7	1	2	399
Helsingør	76300	18	2	9	215
Lynetten	750000	338	33	114	186
Damhusåen	350000	156	15	55	178
Overløb					
Lynetten OV		109	11	63	252
Damhusåen OV		101	10	37	212
Resterende OV		101	10	16	9467
Separat kloak		17	2	5	5799
I alt		1014	100	360	

*Anlæg markeret med blå renser allerede kvælstof ned til lave værdier

4 Belastning af Renseanlæg Lynetten (tilløb)



Figur 4.1: (Bearbejdn af Data 60 og 85 % belastning, Københavns Kommune, 2018) på baggrund af data fra BIOFOS (Data 60 og 85% belastning, BIOFOS, marts 2017). Middelbelastning svarer til 60 %-fraktil og maksimal belastning svarer til 85 %-fraktil.

5 Afløbskontrol fra Renseanlæg Lynetten fra PULS (udledning)

Afløbskontrol 2012-2017 Lynetten

År	Kontrol-metode	Parameter	Enhed	Proveantal N	Min	Max	Middel M	Spredning S	Faktor F	Kontrolstr C	Kravværdi K	Krav Opfyldt	Samlet Krav Opfyldt	Krav Prøvetal	Prøvetal Opfyldt
2012	Variabel transport - DS	BI5 mod	mg/l	23	0,01	139,45	14,07	31,53	0,54	9,11	15	Ja	Nej	24	Nej
2013	Variabel transport - DS	BI5 mod	mg/l	24	0,02	46,20	6,81	11,09	0,56	6,63	15	Ja	Ja	24	Ja
2014	Variabel transport - DS	BI5 mod	mg/l	24	1,76	36,21	6,46	8,92	0,10	4,27	15	Ja	Ja	24	Ja
2015	Variabel transport - DS	BI5 mod	mg/l	24	1,09	11,46	2,98	2,14	-0,05	2,45	15	Ja	Ja	24	Ja
2016	Variabel transport - DS	BI5 mod	mg/l	24	0,40	12,33	2,71	2,36	0,05	2,15	15	Ja	Ja	24	Ja
2017	Variabel transport - DS	BI5 mod	mg/l	24	0,97	7,23	2,67	1,41	-0,10	2,28	15	Ja	Ja	24	Ja

2012	Variabel transport - DS	COD	mg/l	23	15,99	997,07	100,34	216,92	0,19	50,07	75	Ja	Nej	24	Nej
2013	Variabel transport - DS	COD	mg/l	24	16,59	907,21	87,53	181,28	0,14	49,94	75	Ja	Ja	24	Ja
2014	Variabel transport - DS	COD	mg/l	24	11,52	73,06	29,83	13,19	-0,15	26,17	75	Ja	Ja	24	Ja
2015	Variabel transport - DS	COD	mg/l	24	21,90	93,00	38,37	20,92	-0,13	32,88	75	Ja	Ja	24	Ja
2016	Variabel transport - DS	COD	mg/l	24	16,00	59,07	32,43	9,82	-0,19	29,44	75	Ja	Ja	24	Ja
2017	Variabel transport - DS	COD	mg/l	24	9,54	80,67	31,62	15,12	-0,13	27,42	75	Ja	Ja	24	Ja

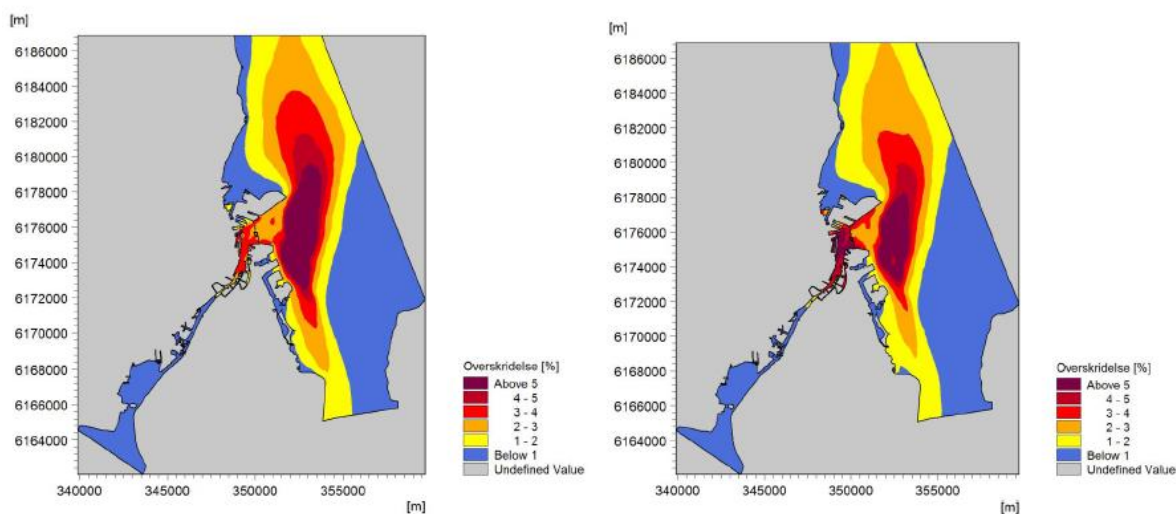
År	Kontrol-metode	Parameter	Enhed	Proveantal N	Min	Max	Middel M	Spredning S	Faktor F	Kontrolstr C	Kravværdi K	Krav Opfyldt	Samlet Krav Opfyldt	Krav Prøvetal	Prøvetal Opfyldt
2012	Variabel transport - DS	Nitrogen, total	mg/l	23	2,16	61,58	8,06	12,15	0,02	5,55	8	Ja	Nej	24	Nej
2013	Variabel transport - DS	Nitrogen, total	mg/l	24	2,34	29,02	6,72	6,08	-0,02	5,24	8	Ja	Ja	24	Ja
2014	Variabel transport - DS	Nitrogen, total	mg/l	24	2,10	29,61	6,75	5,65	-0,05	5,43	8	Ja	Ja	24	Ja
2015	Variabel transport - DS	Nitrogen, total	mg/l	24	1,55	17,06	5,27	3,62	-0,06	4,33	8	Ja	Ja	24	Ja
2016	Variabel transport - DS	Nitrogen, total	mg/l	24	1,67	14,85	5,77	3,23	-0,04	4,81	8	Ja	Ja	24	Ja
2017	Variabel transport - DS	Nitrogen, total	mg/l	24	0,83	19,06	4,97	3,89	0,00	3,99	8	Ja	Ja	24	Ja

2012	Variabel transport - DS	Phosphor, total-P	mg/l	23	0,16	34,76	2,93	7,63	0,35	1,18	1,5	Ja	Nej	24	Nej
2013	Variabel transport - DS	Phosphor, total-P	mg/l	24	0,25	29,44	3,40	7,21	0,34	1,67	1,5	Nej	Nej	24	Ja
2014	Variabel transport - DS	Phosphor, total-P	mg/l	24	0,19	9,13	0,99	1,82	0,09	0,62	1,5	Ja	Ja	24	Ja
2015	Variabel transport - DS	Phosphor, total-P	mg/l	24	0,17	4,29	0,97	1,33	0,18	0,61	1,5	Ja	Ja	24	Ja
2016	Variabel transport - DS	Phosphor, total-P	mg/l	24	0,15	2,34	0,37	0,44	-0,04	0,28	1,5	Ja	Ja	24	Ja
2017	Variabel transport - DS	Phosphor, total-P	mg/l	24	0,13	3,06	0,49	0,71	0,08	0,33	1,5	Ja	Ja	24	Ja

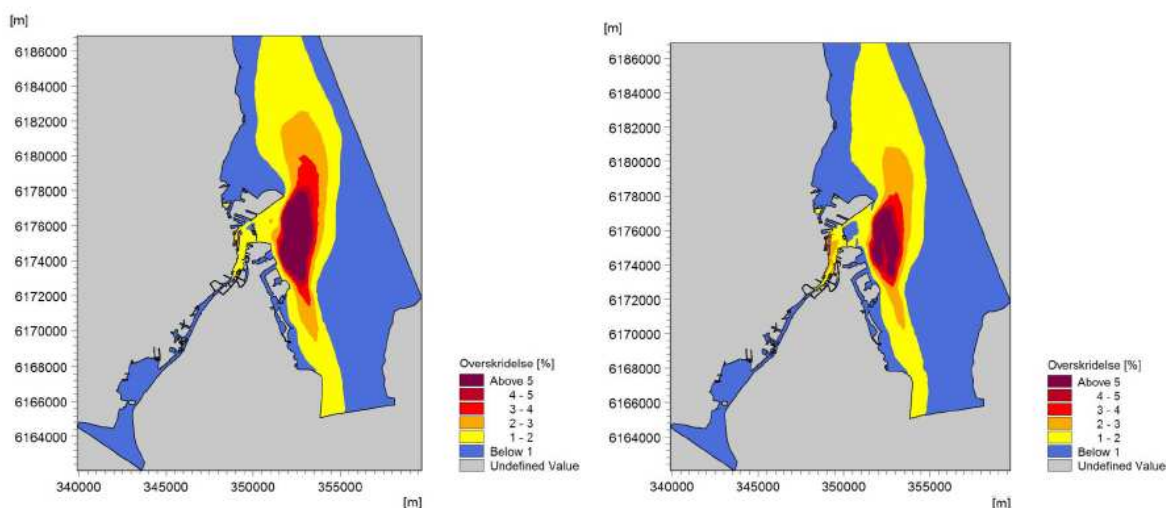
År	Kontrol-metode	Parameter	Enhed	Proveantal N	Min	Max	Middel M	Spredning S
2012		Vandføring	m³/d	23	103461	291239	161237,00	50544,31
2013		Vandføring	m³/d	24	99034	286442	156468,54	53745,85
2014		Vandføring	m³/d	48	102971	270253	155822,21	40486,27
2015		Vandføring	m³/d	24	114393	388273	165982,17	59265,38
2016		Vandføring	m³/d	24	115854	250952	150902,58	31329,61

6 Badevandsmodellering

2011 - 2014



2012 - 2015



Figur 6.1 Illustreret her er overskridelsesplot for de to seneste 4-års sæsoner (øvrige figurer kan findes i badevandsrapporten BIOFOS udledninger til Øresund. Badevandskvalitet. Modelsimuleringer 2007-2015, DHI, februar 2018). Kriterierne for "udmærket" badevandskvalitet *E. coli* (venstre) og *I. enterocolitica* (højre) når alle udledninger tages med i betragtning (Lynetten og Damhusåens udledninger af rensat og bypass samt Lynettens nødoverløb og de 7 havneoverløb. Der kan mangle data i nogle perioder). Den mørkerøde farve viser områder, hvor der ikke kan opnås "udmærket" badevandskvalitet, fordi bakteriekoncentrationerne overskrides i mere end 5 % af tiden. Den blå farve angiver, at bakteriekoncentrationerne, der svarer til "udmærket" badevandskvalitet, overskrides under 1 % af tiden.

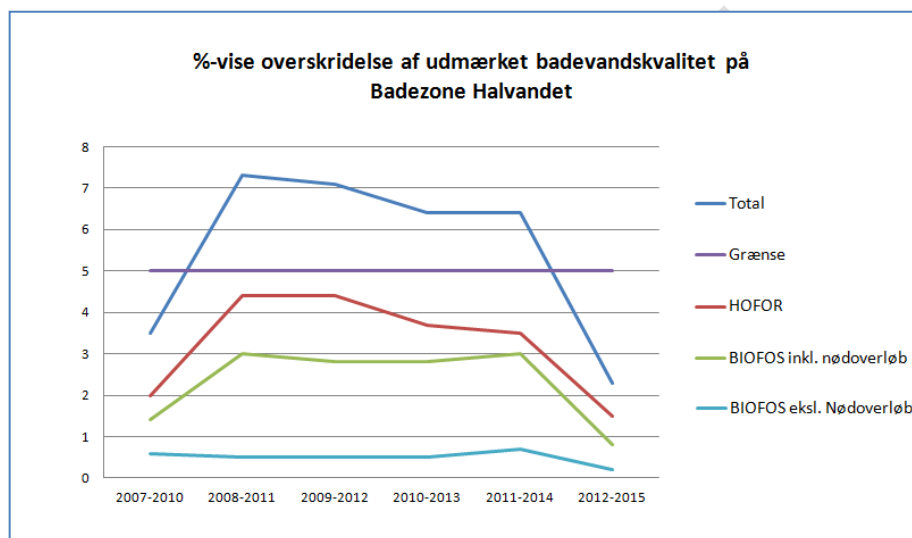
Badevandspåvirkningen er blevet vurderet på de eksisterende badesteder i Yderhavnen, Svanemøllebugten og Amager Strand samt ved mulige nye badesteder i Yderhavnen. De forskellige kilders bidrag er blevet holdt op imod hinanden, se Tabel 6.1 i dette bilag.

Tabel 6.1 Oversigt over den beregnede procentvise overskridelse af grænsen for bakteriekoncentration ved til "udmærket" badevandskvalitet. Overskridelser > 5 % af tiden betyder beregningsmæssig overskridelse af "udmærket" badevandskvalitet. (Data er fra DHI rapport, bilag

E, inkl. Lynettens nødoverløb, *BIOFOS udledninger til Øresund. Badevandskvalitet. Modelsimuleringer 2007-2015, DHI, februar 2018*). RL = Renseanlæg Lynetten, RD = Renseanlæg Damhusåen. (Badezonen ved La Banchina er etableret i 2020/2021 og indgår ikke i analyserne af badevandspåvirkning).

Sted	Fokus	År	Vandtype	%
Amager Strandpark Nord	Værste 4-års periode for RL alene	2007-2010	Renset+bypass	1,8
	Gennemsnit for RL alene	Alle	Renset+bypass	0,8
	Værste 4-års periode for RL+RD+Overløb	2007-2010	Renset+bypass+overløb	2,2
	Gennemsnit for RL+RD+Overløb	Alle	Renset+bypass+overløb	1,2
Amager Strandpark Syd	Værste 4-års periode for RL alene	2007-2010	Renset+bypass	2,2
	Gennemsnit for RL alene	Alle	Renset+bypass	1,1
	Værste 4-års periode for RL+RD+Overløb	2007-2010	Renset+bypass+overløb	2,4
	Gennemsnit for RL+RD+Overløb	Alle	Renset+bypass+overløb	1,6
Svanemølle Strand	Værste 4-års periode for RL alene	2007-2010 2008-2011	Renset+bypass	0,6
	Gennemsnit for RL alene	Alle	Renset+bypass	0,3
	Værste 4-års periode for RL+RD+Overløb	2007-2010 2008-2011	Renset+bypass+overløb	0,9
	Gennemsnit for RL+RD+Overløb	Alle	Renset+bypass+overløb	0,5
Halvandet	Værste 4-års periode for RL alene	2011-2014	Renset+bypass	0,7
	Gennemsnit for RL alene	Alle	Renset+bypass	0,5
	Værste 4-års periode for RL+RD+Overløb	2008-2011	Renset+bypass+overløb	7,3
	Gennemsnit for RL+RD+Overløb	Alle	Renset+bypass+overløb	5,5
Nordbassin	Værste 4-års periode for RL alene	2007-2010	Renset+bypass	0,6
	Gennemsnit for RL alene	Alle	Renset+bypass	0,2
	Værste 4-års periode for RL+RD+Overløb	2008-2011 2009-2012	Renset+bypass+overløb	4,7
	Gennemsnit for RL+RD+Overløb	Alle	Renset+bypass+overløb	3,3
Kronløbsbassin	Værste 4-års periode for RL alene	2007-2010	Renset+bypass	0,7
	Gennemsnit for RL alene	Alle	Renset+bypass	0,4
	Værste 4-års periode for RL+RD+Overløb	2008-2011 2009-2012	Renset+bypass+overløb	4,1
	Gennemsnit for RL+RD+Overløb	Alle	Renset+bypass+overløb	2,9
Amerikakaj Nord	Værste 4-års periode for RL alene	2007-2010	Renset+bypass	0,6
	Gennemsnit for RL alene	Alle	Renset+bypass	0,2
	Værste 4-års periode for RL+RD+Overløb	2009-2012	Renset+bypass+overløb	9,0
	Gennemsnit for RL+RD+Overløb	Alle	Renset+bypass+overløb	6,7
Amerikakaj Syd	Værste 4-års periode for RL alene	2007-2010	Renset+bypass	0,4
	Gennemsnit for RL alene	Alle	Renset+bypass	0,2

Pakhuskaj	Værste 4-års periode for RL+RD+Overløb	2009-2012	Renset+bypass+overløb	11,8
	Gennemsnit for RL+RD+Overløb	Alle	Renset+bypass+overløb	8,7
	Værste 4-års periode for RL alene	2007-2010	Renset+bypass	0,4
	Gennemsnit for RL alene	Alle	Renset+bypass	0,3
	Værste 4-års periode for RL+RD+Overløb	2008-2011 2009-2012	Renset+bypass+overløb	5,7
	Gennemsnit for RL+RD+Overløb	Alle	Renset+bypass+overløb	4,1



Figur 6.2 Grafisk fremstilling af den procentvise overskridelse af "udmærket" badevandskvalitet på badezone Halvandet. De forskellige kilders påvirkning kan her ses i forhold til hinanden.

Som det ses i Tabel 6.1 overskrides den "udmærkede" badevandskvalitet i en del af de modellerede sæsoner. Det er primært HOFORS udledninger, der påvirker badevandskvaliteten. Alle de modellerede udvalgte badesteder ser grafisk overordnet ud som Figur 6.2, dog med den forskel, at BIOFOS' nødoverløb fra Renseanlæg Lynetten har en væsentlig påvirkning af badestedet ved Halvandet, mens det ikke er tilfældet ved de andre badesteder.

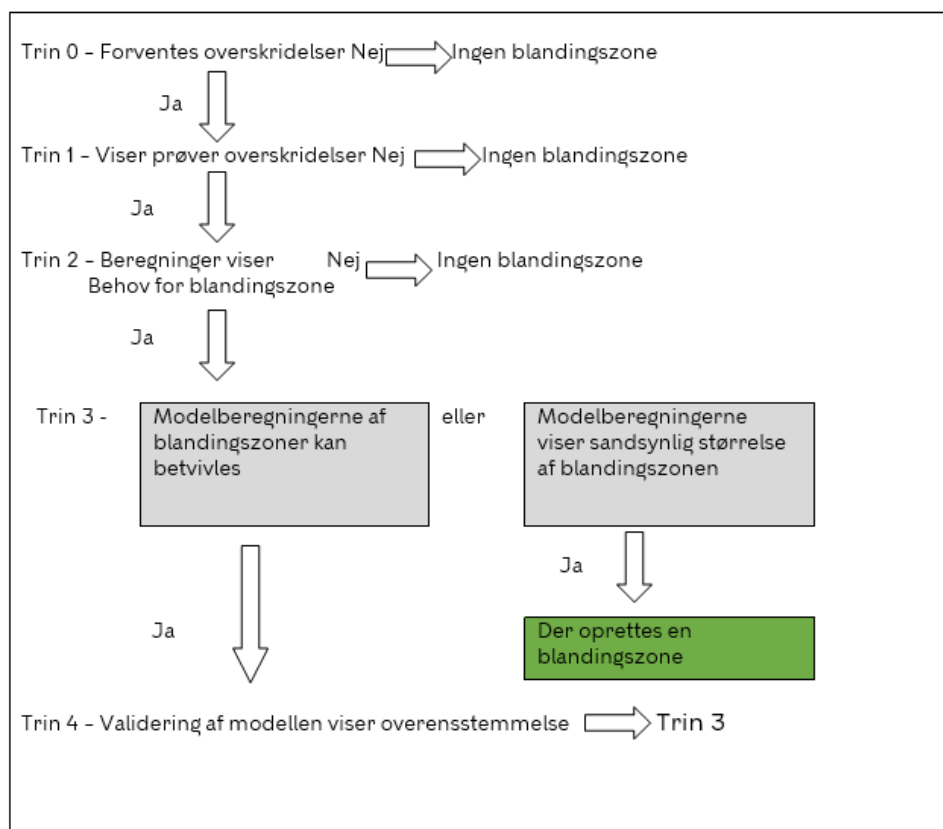
7 Miljøskadelige stoffer og blandingszoner

7.1 Retningslinjer fra EU for udregning af blandingszoner

Vurderingen af blandingszoner for miljøskadelige stoffer foretages i overensstemmelse med "Tekniske retningslinjer for udpegning af blandingszoner i henhold til art. 4 stk. 4, i EU-direktiv 2008-105-EF af 16-12-2008" som en trinvis vurdering ([Tekniske retningslinjer for blandingszoner, Europa - Kommissionen, december 2010](#), Figur 7.1 i nærværende bilag).

Vurderingen af blandingszoner skal ske for hvert enkelt af de stoffer, der overskrider de generelle miljøkvalitetskrav, jf. § 8 i bekendtgørelsen om krav til udledning af visse forurenende stoffer ([BEK 1433 af 21-11-2017](#)).

Københavns Kommune har vurderet, at der, grundet udledningens størrelse (flow) og koncentrationer i det udledte vand, er behov for en avanceret modelopsætning til beskrivelse af fortyndingen i recipienten og fastlæggelse af blandingszoner.



Figur 7.1 Trinvis vurdering af blandingszoner i overensstemmelse med de tekniske retningslinjer for udpegning af blandingszoner ([Tekniske retningslinjer for blandingszoner, Europa Kommissionen, december 2010](#)).

7.2 Bearbejdning af fortyndingsberegninger og udregning af blandingszoner



Figur 7.2: DHI kort over havnearealerne i Københavns Havn som kan påvirkes af udledningerne fra Renseanlæg Lynetten og Renseanlæg Damhusåen.

DHI har leveret modellen, som giver de indtegnede arealer med tilhørende fortyndingsfaktorer på kortet ovenfor ([BIOFOS udledninger til Øresund. Fortyndingsvurdering. Modelsimuleringer 2007-2015, DHI, februar 2018](#)). Det er på baggrund af disse data, at videre beregninger og kortmateriale for blandingszonerne er lavet. Beregningerne er foretaget i både Excel og Q-gis.

Excel

I Excel er blandingszonernes radius udregnet for alle stofferne.

Fra Qgis er fortyndingsfaktorerne samt cellernes arealer eksporteret til Excel. I nedenstående tabel ses eksempler på fortyndingsfaktorer og arealer fra cellegriddet ses i. figur 7.2

Tabel 7.1: Udsnit af hvordan eksporterede data fra QGIS fremstår i Excel format.

BPLangRD=Bypass, langtidssimulering, Renseanlæg Damhusåen

RDrens=Renset spildevand, langtidssimulering, Renseanlæg Damhusåen

RLrens=Renset spildevand, langtidssimulering, Renseanlæg Lynetten

BPLangRL=Bypass, langtidssimulering, Renseanlæg Lynetten

BPLang RD	RDrens	RLrens	BPLang RL	areal
0	0	0	0	14132,37915
0,0015	0,002	0,0008	0,0003	2788,192017
0	0	0	0	7587,868164

I Excel ganges den målte koncentration af hvert af stofferne på fortyndingsfaktorerne

koncentration i celler = fortyndingsfaktor * målt konc.

Herefter summeres arealerne for alle de celler hvor resultatet af den forrige udregning er større end miljøkvalitetskravet. Og arealet omregnes til en cirkel

=KVROD((SUM.HVIS('blandingszoner med langtid BP '!M:M;">K";'blandingszoner med langtid BP '!F:F))/PI())

Hvor M er de udregnede koncentrationer i de enkelte celler, K er det generelle miljøkvalitetskrav for det valgte stof og F er cellernes areal.

Disse udregninger er foretaget for hvert stof og for hver udledning (Renseanlæg Lynetten, Renseanlæg Damhusåen: bypass, rensed udløbsvand og samlet udledning, se evt. [Koncentrationer af miljøfremmede stoffer og beregning af blandingszoner, KK, september 2019](#)).

Qgis

I Qgis er det den samme beregning, der er lavet som den første i Excel, det vil sige at de målte koncentrationer er ganget med fortyndingen i de forskellige celler fx:

"BPLang RL" * målt konc. og ("BPLang RL" * målt konc.) + ("RLrens" * målt konc.)

Den nye kolonne der ved udregningen er fremkommet, med stofkonc. i den enkelte celle skal vises på kortet.

I visningen er der lavet følgende opdeling (MKK= Miljøkvalitetskrav)

Rød: ≥ MKK

Gul: ½ MKK - MKK

Grøn: 0,1 MKK - ½MKK

Derudover er udledningskoncentrationen for hvert enkelt stof både ved rensed spildevand, bypass og rensed spildevand + bypass benyttet. Det samlede areal, hvor koncentrationen af det givne stof overskrider miljøkvalitetskravet, er udregnet ud fra en summering af de enkelte arealer, der overskrider miljøkvalitetskravet. Radius for hver blandingszone (cirkel) er udregnet på baggrund af det samlede areal, hvor miljøkvalitetskravene er overskredet.

Figurerne med blandingszonerne ses i nærværende bilag, afsnit 7.4.

Tabel 7.2: Blandingszone beregningerne for de miljøfremmede stoffer som miljøkvalitetskravet. Blandingszonerene er angivet for både Renseanlæg Lynetten (RL) og Renseanlæg Damhusåen (RD) i det rensede vand, bypass og den samlede udledning.

Miljøfremmede stoffer	RD		RL		Miljøkvalitetskrav (MKK)						
	Bypass (ug/l)	Renset spildevand (ug/l)	Bypass (ug/l)	Renset spildevand (ug/l)		Blandingszone bypass (m)	Blandingszone rensed spildevand (m)	Blandingszone samlet (m)	Blandingszone bypass (m)	Blandingszone rensed spildevand (m)	Blandingszone samlet (m)
17 beta østradiol	0,0025	0,005	0,0052	0,001	0,0001	12,3	33,2	51,7	13,2	0,0	23,4
bisphenol A	0,57	0,21	0,79	1,5	0,01	32,6	12,3	48,4	23,4	186,5	222,1
DEHP	5,5	9	6,25	0,74	1,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
kobber	6,3	6	16	11	1,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
LAS	350	11	300	130	54	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PFOS	0,0015	0,016	0,0013	0,016	0,00013	0,0	101,6	113,8	0,0	141,6	145,3
phenol	2,9	0,59	11,5	2	0,77	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
pyren	0,13	0,01	0,15	0,01	0,0017	46,9	0,0	50,9	23,4	0,0	23,2
tin	1,1	5,9	1	5,2	0,2	0,0	21,2	24,5	0,0	23,4	23,4
zink	23	30	71	75	8,36	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
TBT-Sn	0,001	0,004	0,003	0,004	0,0002	0,0	12,3	12,3	0,0	13,2	23,4
bor	130	250	155	860	317,33	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
bly	2,2	1,4	2,7	3,1	1,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
barium	29	20	52,5	27	21,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
cylbutryn / Irgarol	0,01	0	0,01	0	0,0025	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
DBP	0,1	0,5	0,75	1,2	0,23	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
chrom filteret (Cr III)	0	0	6,05	0	3,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
hvis MKK ændres, skal det manuelt ændres i formen for disse kolonner											

7.3 Målte maksimums koncentrationer og blandingszoner

Tabel 7.3: Oversigt over miljøskadelige stoffer og metaller i det udledte vand og bypass fra Renseanlæg Lynetten ([Koncentrationer af miljøfremmede stoffer og beregning af blandingszoner, KK, september 2019](#)) i forhold til miljøkvalitetskravet jf. [BEK 1625 af 19-12-17](#). Koncentrationsmålinger i bypass er gennemført af DHI for BIOFOS i 2017 ([Økotoksikologisk undersøgelse, DHI, november 2017](#)), imens koncentrationerne, angivet under NOVANA, er målt som en del af Miljøstyrelsens overvågningsprogram (NOVANA) i perioden 2013-2018 ([NOVANA overvågningsdata og egenkontrol 2013-2018 RD og RL, Miljøstyrelsen, august 2019](#)). Blandingszoner er beregnet på baggrund af modelberegninger fra DHI samt data fra NOVANA, Værdier, der overskrider det generelle miljøkvalitetskrav er markeret med rød.

Stof	Udledt vand							Bypass			Samlet blandingszone Renset + Bypass
	Generelt miljøkvalitetskrav (µg/l)	Koncentration målt af DHI (µg/l)	Koncentration målt af NOVANA 2013-2018 (µg/l)	Fortynding (DHI)	Fortynding (NOVANA 2013-2018)	Koncentration benyttet stammer fra (eks. NOVANA prøve fra juni 2016)	Blandingszone i meter (når over 20 m)	Målte koncentrationer (µg/l)	Fortynding	Blandingszone i meter (når over 20 m)	Blandingszone i meter (når over 20 m)
Arsen filtreret	1,5	1,1	0,89	0	0	Eneste måling 2017	-	1	0	-	-
A-Yes	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Barium filtreret	21,5	11	27	0	1,26	2. måling 2013	0	52,5	2,44	0	0
BDE-47	-	-	-	-	-	-	-	0,005	-	-	-
BDE-99	-	-	-	-	-	-	-	0,005	-	-	-
BDE-100	-	-	-	-	-	-	-	0,005	-	-	-
BDE-153	-	-	-	-	-	-	-	0,005	-	-	-

Stof	Udledt vand							Bypass			Samlet blandingszone Renset + Bypass
	Generelt miljøkvalitetskrav (µg/l)	Koncentration målt af DHI (µg/l)	Koncentration målt af NOVANA 2013-2018 (µg/l)	Fortyndning (DHI)	Fortyndning (NOVANA 2013-2018)	Koncentration benyttet stammer fra (eks. NOVANA prøve fra juni 2016)	Blandingszone i meter (når over 20 m)	Målte koncentrationer (µg/l)	Fortyndning	Blandingszone i meter (når over 20 m)	Blandingszone i meter (når over 20 m)
BDE-154	-	-	-	-	-	-	-	0,005	-	-	-
BDE-183	-	-	-	-	-	-	-	0,005	-	-	-
BDE-209	-	-	-	-	-	-	-	0,029	-	-	-
17-β-østradiol	0,0001	0,001	0,001	10,00	10,00	Alle målinger ml. 2013-2018 viser 0,001 µg/l	0	0,0052	52,00	0	23
bisphenol A	0,01	0,08	1,5	8,00	150,00	1. måling 2013	169	0,79	79,00	23	222
bly og blyforbindelser filtreret	1,3	2,7	3,1	2,08	2,38	2. måling 2013	0	2,7	2,08	0	0
bor filtreret	317,33	360	860	1,13	2,71	Eneste måling 2018	0	155	0	-	0
chlorid filtreret	-	330000	-	-	-	-	-	365000	-	-	-
krom (Cr) filtreret	-	0,5	2,3	-	-	1. måling 2015	-	6,05	-	-	-
Krom filtreret (Cr VI)	3,4	0,5	-	0	-	-	-	0,5	0	-	-
krom filtreret (Cr III)	3,4	0,5	-	-	-	-	-	6,05	1,78	0	0
cobolt filtreret	0,78	0,75	-	-	-	-	-	0,515	0	-	-
cybutryn / Irgarol	0,0025	0,01	-	4,00	-	-	0	0,01	4,00	0	0
di(2-ethylhexyl)ftalat (DEHP)	1,3	0,18	0,74	0	0	Eneste måling 2014	-	6,25	4,81	0	0
dibutylphthalat (DBP)	0,23	0,1	1,2	0	5,22	Eneste måling 2014	0	0,75	3,26	0	0

Stof	Udledt vand							Bypass			Samlet blandingszone Renset + Bypass
	Generelt miljøkvalitetskrav (µg/l)	Koncentration målt af DHI (µg/l)	Koncentration målt af NOVANA 2013-2018 (µg/l)	Fortyndning (DHI)	Fortyndning (NOVANA 2013-2018)	Koncentration benyttet stammer fra (eks. NOVANA prøve fra juni 2016)	Blandingssone i meter (når over 20 m)	Målte koncentrationer (µg/l)	Fortyndning	Blandingssone i meter (når over 20 m)	Blandingszone i meter (når over 20 m)
dibutyltin (DBT-Sn)	-	0,001	-	-	-	Målinger ml. 2013-2015 viser 0,005 µg/l	-	0,012	-	-	-
dichlorprop	4,1	0,01	-	0	-	-	-	0,01	0	-	-
Jod	42,67	33	-	0	-	-	-	26,5	0	-	-
Kobber	1,6	3,6	11	2,25	6,88	2. måling 2013	0	16	10,00	0	0
kviksølv og kviksølvforbindelser filtreret	-	0,0032	0,23	-	-	1. måling 2016	-	0,0595	-	-	-
LAS (Alkylbenzensulfonat)	54	8,3	130	0	2,41	Eneste måling 2014	0	900	16,67	0	0
mangan filtreret	150,8	10	-	0	-	-	-	54	0	-	-
mechlorprop	1,8	0,01	-	0	-	-	-	0,0135	0	-	-
Monobutyltin (MBT-Sn)	-	0,03	0,016	-	-	Eneste måling 2017	-	0,0255	-	-	-
nonylphenoler (4-nonylphenol)	0,3	0,01	0,2	-	-	Eneste måling 2017	-	0,05	0	-	-
Perflourbutansulfonsyre (PFBS)	-	0,002	0,0025	-	-	Eneste måling 2017	-	0,002	-	-	-

Stof	Udledt vand							Bypass			Samlet blandingszone Renset + Bypass
	Generelt miljøkvalitetskrav (µg/l)	Koncentration målt af DHI (µg/l)	Koncentration målt af NOVANA 2013-2018 (µg/l)	Fortyndning (DHI)	Fortyndning (NOVANA 2013-2018)	Koncentration benyttet stammer fra (eks. NOVANA prøve fra juni 2016)	Blandingszone i meter (når over 20 m)	Målte koncentrationer (µg/l)	Fortyndning	Blandingszone i meter (når over 20 m)	Blandingszone i meter (når over 20 m)
Perfluorodecansyre (PFDA)	-	0,002	0,0057	-	-	1. måling 2015	-	0,002	-	-	-
Perfluorheptansyre (PFHpA)	-	0,0043	0,004	-	-	2017-2018 viser begge 0,004 µg/l	-	0,00425	-	-	-
Perfluorhexansulfonsyre (PFHxS)	-	0,0007	0,0023	-	-	2. måling 2014	-	0,0002	-	-	-
Perfluorohexansyre (PFHxA)	-	0,011	0,0088	-	-	Eneste måling 2018	-	0,00795	-	-	-
Perfluorononansyre (PFNA)	-	0,0014	0,018	-	-	1. måling 2014	-	0,0013	-	-	-
Perfluoroktansulfonamid (PFOSA)	-	0,001	0,002	-	-	2. måling 2013	-	0,0005	-	-	-
Perfluoroktansulfonsyre og derivater heraf (PFOS)	0,00013	0,001	0,016	7,69	123,08	1. måling 2014	142	0,0013	10,00	0	145
Perfluoroktansyre (PFOA)	-	0,013	0,059	-	-	1. måling 2014	-	0,00755	-	-	-
Perfluorodecansulfonsyre (PFDS)	-	0,002	-	-	-	-	-	0,002	-	-	-
Perfluoroundecansyre (PFUnA)	-	0,002	0,004	-	-	2. måling 2013	0	0,002	-	-	-
Phenol	0,77	0,1	2	3	2,60	Eneste måling 2014	0	11,5	14,94	0	0
Pyren	0,0017	0,01	0,01	5,88	5,88	Alle målinger ml. 2013-2015 viser 0,1 µg/l	0	0,15	88,24	23	29

Stof	Udledt vand							Bypass			Samlet blandingszone Renset + Bypass
	Generelt miljøkvalitetskrav (µg/l)	Koncentration målt af DHI (µg/l)	Koncentration målt af NOVANA 2013-2018 (µg/l)	Fortyndning (DHI)	Fortyndning (NOVANA 2013-2018)	Koncentration benyttet stammer fra (eks. NOVANA prøve fra juni 2016)	Blandingszone i meter (når over 20 m)	Målte koncentrationer (µg/l)	Fortyndning	Blandingszone i meter (når over 20 m)	Blandingszone i meter (når over 20 m)
strontium filtreret	2480	1400	-	0	-	-		1500	-	-	-
Tin	0,2	1	5,2	5,00	26,00	1. måling 2016	23	1	5,00	0	23
1,2,4-triazol	-	500	-	-	-	-		0,5	-	-	-
tributyltin (TBT-Sn)	0,0002	0,001	0,004	5,00	20,00	Alle målinger ml. 2013-2015 viser 0,004 µg/l	13	0,003	15,00	0	23
2,4,6-trichlorophenol	1	0,05	-	0	-	-	-	0,05	0	-	-
triphenyltin (TPHT-Sn)	-	0,003	-	-	-	-	-	0,0115	-	-	-
zink filtreret	8,36	19	75	2,27	8,97	2. måling 2013	0	71	8,49	0	0

OBS. cybutryn / Irgarol er ikke beskrevet nærmere i nærværende bilag, afsnit 9.4. da det ikke vides om miljøkvalitetskravet er overskredet grundet en detektions grænse på 0,01 hvilket også er den højeste måleværdi.

7.4 Gennemgang af de enkelte stofgrupper

7.4.1 Metaller og grundstoffer

I NOVANA rapporten om miljøskadelige stoffer og metaller i vandmiljøet, ([Miljøfremmede stoffer og metaller i vandmiljøet, NOVANA tilstand og udvikling 2004-2012, DCE, februar 2015](#)) angives zink til at være det af de undersøgte metaller, der er mest problematisk i forhold til udledninger fra renseanlæg. NOVANA rapporten ([Miljøfremmede stoffer og metaller i vandmiljøet, NOVANA tilstand og udvikling 2004-2012, DCE, februar 2015](#)) viser ligeledes at der fra 2004-2006 til 2011-2013 generelt er sket et markant fald i udledningen af bly, cadmium, kviksølv, nikkel og zink. NOVANA-rapporten ([Miljøfremmede stoffer og metaller i vandmiljøet, NOVANA tilstand og udvikling 2004-2012, DCE, februar 2015](#)) viser ikke på samme måde som de andre metaller et signifikant fald i indholdet af kobber. Hvis tendensen er varig, vil kobber derfor i fremtiden muligvis udgøre et større problem end zink.

I nedenstående tabel ses indholdet af metaller og grundstoffer, der overskrider miljøkvalitetskravene, målt i udledningerne fra Renseanlæg Lynetten (Tabel 7.4).

Bekendtgørelsen "[BEK 1625 af 19-12-2017](#)" angiver, at der skal tilføjes baggrundskoncentrationer til miljøkvalitetskravet på nogle metaller. Koncentrationer, der er tilføjet, er baseret på Københavns Kommunes almindeligvis benyttede værdier, der er fastlagt på baggrund af tilgængelige data og viden på området.

Målinger af metaller og grundstoffer i det udledte vand og bypass

Tabel 7.4 Metaller og grundstoffer, som overskrider miljøkvalitetskravene i det udledte vand og bypass. Værdier markeret med rødt er værdier, der overskrider det generelle miljøkvalitetskrav i [BEK 1625 af 19-12-2017](#). Enkeltstående afvigelse er fjernet.

Stof	Generelt miljøkvalitetskrav (µg/l)	Maksimum koncentrationskrav (µg/l)	Udledt vand		Bypass	
			Maks. Koncentration (µg/l)	Nødvendig fortynding	Målte koncentrationer (µg/l)	Nødvendig fortynding
Barium	21,5	145	27	2	52,5	3
Kobber	1,6	2,6	11	7	16	10
Zink	8,36	9	75	9	71	9
Bly	1,3	14	3,1	3	2,7	3
Tin	0,2	20	5,2	26	1	5

Krom og bor er ikke inkluderet i tabellen. For krom hersker der usikkerhed om, hvilke kromforbindelser, der måles i NOVANA-overvågningsprogrammet, og det er derfor ikke muligt at vurdere, om miljøkvalitetskravet er overskredet for krom VI og krom III. For bor gælder det, at den reelle baggrundskoncentration ikke kendes præcist. Der er tale om mindre overskridelser af miljøkvalitetskravet, hvis den mest konservative baggrundskoncentration benyttes, og det er derfor ikke nødvendigt at oprette en blandingszone for krom.

Overskridelser af de generelle miljøkvalitetskrav

Flere metaller og grundstoffer overskrider de generelle miljøkvalitetskrav (Tabel 7.4 jf. [BEK 1625 af 19-12-2017](#)). Som beskrevet sikrer diffuseranordningerne på udløbsledningen, at der sker en

initial opblanding. Mindre overskridelser vurderes på den baggrund at være uden reel betydning.

Tin kræver en større fortynding (> 20 gange), hvorfor der som beskrevet er oprettet en blandingszone (se Tabel 7.5 og figur 7.3 og 7.4).

Overskridelser af maksimumkoncentrationskrav

I NOVANA-data fra 2014 var der meget høje koncentrationer af tin, op til 140 µg/l.

Koncentrationerne var højere i afløb end tilløb. Miljøstyrelsen blev orienteret herom, og de fandt, at der var fejl i data fra 2014 ([Notat vedr. tin – udkast, BIOFOS, marts 2017](#); [Analyser BIOFOS 2014-2016 NOVANA_tin, Miljøstyrelsen, marts 2017](#)).

Som de eneste, overskrider kobber og zink maksimumskoncentrationerne (Tabel 7.4 jf. [BEK 1625 af 19-12-2017](#)). Der er imidlertid tale om overskridelser, der generelt kræver under 10 ganges fortynding. Som nævnt tidligere, er diffusorerne på udløbsledningen med til at sikre en initial opblanding. I recipienten forventes der derfor ikke at være områder, hvor maksimumkoncentrationen er overskredet.

Flere metaller har en tendens til ophobning i sediment og biota. På nuværende tidspunkt har Københavns Kommune ikke den nødvendige viden til at vurdere, om der sker en ophobning. Det er op til Miljøstyrelsen, som tilsynsmyndighed, at vurdere om / hvordan der skal ske opfølgning.

Der er ikke noget generelt miljøkvalitetskrav for kviksølv (jf. [BEK 1625 af 19-12-2017](#)). Kviksølv er derfor ikke omtalt i tabel 7.4. Kviksølvs koncentrationerne i marine fisk er generelt højere end det af EU fastsatte miljøkvalitetskrav. Kviksølv er et af de stoffer, der overskrider maksimalkravene, kravet overskrides maksimalt 4 gange (jf. bilag 9.3 og [BEK 1625 af 19-12-2017](#)). Diffusorerne på udløbsledningen er med til at sikre en initial opblanding. I recipienten forventes der derfor ikke at være områder, hvor maksimumkoncentrationen er overskredet, og Københavns Kommune vurderer, at de målte overskridelser af maksimumkoncentrationen, ikke er problematiske.

Kviksølv ophobes i sediment og i biota. Den samlede udledte kviksølvs mængde er i størrelsesordenen få kg. Med udbygningsplanen forventes belastningen af suspenderet stof fra Renseanlæg Lynetten at blive nedbragt med ca. 50 % ([Spørgsmål og svar, BIOFOS af juni, 2019](#)) og det estimeres, at kviksølvmængden reduceres tilsvarende. For at kunne følge udviklingen i kviksølvsbelastningen stilles der vilkår om, at kviksølv skal monitoreres i det udledte vand minimum 4 gange årligt. Heraf kan to af målingerne erstattes af NOVANA-måleprogrammet (vilkår 14). Københavns Kommune vurderer, at udledningerne fra Renseanlæg Lynetten ikke forringer vandkvaliteten i Øresund væsentligt. Det er Miljøstyrelsen, der som tilsynsmyndighed vurderer, hvordan der følges op på belastningen på baggrund af den vilkårsfastsatte monitoring.

Blandingszoner for metaller og grundstoffer

Som det fremgår af Tabel 7.5 samt Figur 7.3 og 7.4 *Tabel*, er det nødvendigt at oprette en blandingszone for tin med en radius på 23 m. Størrelsen af blandingszonen er inden for den størrelse, som Miljøstyrelsen vurderer, er acceptabel, og som skønnes at være umiddelbar nær udledningspunktet (50-100 m, jf. [Spørgsmål og svar om miljøkvalitetskrav, Miljøstyrelsen, august 2019](#)).

Tabel 7.5 Oprettelse af blandingszoner for metaller og grundstoffer. Som det fremgår, kræver udledning af tin fra rensed vand og den samlede udledning af tin fra rensed vand og bypass oprettelse af blandingszoner. Blandingszoner er angivet som radius i m.

Stof	Blandingszone Udledt vand (m)	Blandingszone Samlet (m)
Tin	23	23

Ved gennemførelse af udbygningsplanen vil der ske en væsentlig reduktion af blandingszonerne. På baggrund af BIOFOS' vurderinger af reduktioner i suspenderet stof samt bypass, forventes der at ske mere end en halvering af blandingszonerne ([Notat Svar til Københavns Kommune vedr. miljøfremmede stoffer og reduktion af blandingszoner](#), BIOFOS, juni 2018; [Spørgsmål og svar](#), BIOFOS af juni, 2019).



Figur 7.3: Den maksimale blandingszone for Tin som udledes med det udledte vand. Den nordligste af de to blandingszoner repræsenterer Renseanlæg Lynetten, mens den sydlige blandingszone repræsenterer Renseanlæg Damhusåen. Den mørkerøde farve markerer, hvis der er overskridelser af det maksimale miljøkvalitetskrav. Den røde farve angiver det område, hvor koncentrationen af det generelle miljøkvalitetskrav er overskredet. I områderne markeret med orange og grøn er der ikke overskridelser af miljøkvalitetskravene. Tegnforklaringen viser koncentrationerne i $\mu\text{g/l}$ for de forskellige farvemarkeringer. De sorte cirkler viser afstanden fra udledningspunktet samt den cirkulære blandingszone, svarende til den røde markering. Afstanden til udledningspunkterne er angivet i meter.



Figur 7.4: Den samlede maksimale blandingszone for Tin der udledes med både det udledte vand og bypass. Den nordligste af de to blandingszoner repræsenterer Renseanlæg Lynetten, mens den sydlige blandingszone repræsenterer Renseanlæg Damhusåen. Den mørkerøde farve markerer, hvis der er overskridelser af det maksimale miljøkvalitetskrav. Den røde farve angiver det område, hvor koncentrationen af det generelle miljøkvalitetskrav er overskredet. I områderne markeret med orange og grøn er der ikke overskridelser af miljøkvalitetskravene. Tegnforklaringen viser koncentrationerne i $\mu\text{g/l}$ for de forskellige farvemarkeringer. De sorte cirkler viser afstanden fra udledningspunktet samt den cirkulære blandingszone, svarende til den røde markering. Afstanden til udledningspunkterne er angivet i meter.

Det er Miljøstyrelsen, der vurderer behov for yderligere reduktion af blandingszonerne. Tilsynsmyndigheden kan i den forbindelse drøfte med BIOFOS, om der skal ske en indsats på renseanlægget eller i oplandet gennem arbejdet med fokusstoffer.

7.4.2 Blødgørere

I NOVANA-overvågningsprogrammet er DEHP den blødgører, der hyppigst findes i udløbet fra renseanlæg. DEHP er bioakkumulerbart og erstattes derfor i højere grad af andre blødgørere. Indholdet af blødgørere i udløbet fra renseanlæg er imidlertid ikke ændret signifikant fra 2004-2006 til 2011-2013 ([Miljøfremmede stoffer og metaller i vandmiljøet, NOVANA tilstand og udvikling 2004-2012, DCE, februar 2015](#)).

I nedenstående tabel 7.6 ses indholdet af blødgørere, der overskrider miljøkvalitetskravene, målt i udledningerne fra Renseanlæg Lynetten.

Målinger af blødgørere i det udledte spildevand og bypass

Tabel 7.6 Blødgørere, der overskrider miljøkvalitetskravene i det udledte vand og bypass. Værdier markeret med rødt er værdier, der overskrider det generelle miljøkvalitetskrav i [BEK 1625 af 19-12-2017](#).

Stof	Generelt miljøkvalitetskrav (µg/l)	Udledt vand			Bypass	
		Maksimum Koncentrationskrav (µg/l)	Maks. koncentration (µg/l)	Nødvendig fortynding	Maks. koncentration (µg/l)	Nødvendig fortynding
dibutylftalat (DBP)	0,23	35	1,2	6	0,75	4
di(2-ethylhexyl)ftalat (DEHP)	1,3	anvendes ikke	0,74	-	6,25	5

Overskridelser af de generelle miljøkvalitetskrav

DBP overskrider det generelle miljøkvalitetskrav i både udledte vand og bypass, hvor kun bypass-vandets indhold af DEHP overskrider det generelle miljøkvalitetskrav (Tabel 7.6). Den nødvendige fortynding for begge stoffer er dog mindre end en faktor 10 og i kombination med diffusorernes opblanding i udledningspunktet, vurderes overskridelserne at være uden reel betydning og der oprettes ingen blandingszoner for blødgørere.

Det forventes, ved gennemførelsen af udbygningsplanen, at bypass vil blive reduceret samtidigt med, at afløbskvaliteten vil blive forbedret. Dette resulterer i en reduktion i suspenderet stof. Eftersom DEHP binder sig til suspenderet stof, forventes et fald i DEHP på 50 % både i bypass og det udledte vand. I bypass reduceres forekomsten af DEHP yderligere, da peakflowet reduceres med udbygningen ([Substance Data Sheet - Priority Substance No. 12 DEHP, EU, juli 2005](#); [Notat Svar til Københavns Kommune vedr. miljøfremmede stoffer og reduktion af blandingszoner, BIOFOS, juni 2018](#); [Spørgsmål og svar, BIOFOS af juni, 2019](#)).

Overskridelser af maksimumkoncentrationskrav

Maksimumkoncentrationer for DBP overskrides ikke, og der anvendes ingen maksimumkoncentration for DEHP (jf. [BEK 1625 af 19-12-2017](#)).

7.4.3 PAH'er

PAH'er opstår ved ufuldstændig forbrænding, og findes blandt andet i vejvand, hvor det stammer fra biludstødning. I NOVANA-rapporterne er pyren ligeledes angivet som en af de oftest forekommende PAH'er i udløbet fra renseanlæg. Hyppigheden af fund af PAH'er i spildevand er faldet markant i perioden 2011-2013 i forhold til i 2004-2006 ([Miljøfremmede stoffer og metaller i vandmiljøet, NOVANA tilstand og udvikling 2004-2012, DCE, februar 2015](#)).

Fastsættelsen af kvalitetskriterier for pyren er forbundet med en usikkerhedsfaktor på 50, da der ikke findes data for skadelighed fisk, hvilket medfører en større usikkerhedsfaktor i forhold til fastsættelsen af miljøkvalitetskrav ([Datablad for pyren, Miljøstyrelsen, 2008](#)). Yderligere undersøgelser vil således muligvis kunne fastlægge miljøkvalitetskravet for pyren på et bedre grundlag, og vil reducere sikkerhedsfaktoren, hvorfor kravværdien måske vil kunne hæves.

Pyren bindes til organiske partikler, hvilket har betydning for, hvordan pyren kan fjernes i renseanlæg.

Målinger af PAH'er i det udledte vand og bypass

I Tabel 7.7 ses indholdet af PAH'er målt i udledningerne fra Renseanlæg Lynetten, der overskrider miljøkvalitetskravene.

Tabel 7.7: Pyren er den eneste PAH, der overskrider miljøkvalitetskravene i det udledte vand og bypass. Værdier markeret med rødt er værdier, der overskrider det generelle miljøkvalitetskrav i [BEK 1625 af 19-12-2017](#).

Stof	Generelt miljøkvalitetskrav (µg/l)	Maksimum Koncentrationskrav (µg/l)	Udledt vand		Bypass	
			Maks. koncentration (µg/l)	Nødvendig fortynding	Maks. koncentration (µg/l)	Nødvendig fortynding
Pyren	0,0017	0,023	0,01	6	0,15	88

Overskridelser af de generelle miljøkvalitetskrav

Detektionsgrænsen for pyren, i forbindelse med laboratorieanalyser, er højere end det generelle miljøkvalitetskrav. Der hersker derfor en vis usikkerhed om, hvorvidt der har været overskridelser af miljøkvalitetskravet. Analyserne af det udledte vand viser ingen værdier over detektionsgrænsen.

Hvis detektionsgrænsen benyttes som højeste værd, overskrider pyren derfor potentielt det generelle miljøkvalitetskrav i det udledte vand, hvortil der så højst kræves 6 gange fortynding.

Diffusorordningerne sikrer en initial fortynding af vandet, og der forventes derfor ikke at være overskridelser af det generelle miljøkvalitetskrav i vandområdet.

Overskridelser af maksimumkoncentrationskrav

Bypassvandet indeholder koncentrationer af pyren, der overskrider maksimumkoncentrationerne (Tabel 7.7), og der kræves en fortyndingsfaktor på 88, for at udledningen af pyren lever op til det generelle miljøkvalitetskrav. I selve udledningen, opblandes bypass med det rensede vand, og der er derfor behov for en mindre fortynding end 88 gange for at overholde miljøkvalitetskravet. Desuden har miljøstyrelsen fastslået at blandingszoner kan udlægges så både det generelle kvalitetskrav og maksimumskravet overskrides inden for blandingszonen ([Notat om høring af udkast til bekendtgørelse om krav til udledning af visse forurenede stoffer til vandløb, søer, overgangsvande, kystvande og havområder, Miljøstyrelsen, september 2017](#)).

Ved gennemførelse af udbygningsplanen reduceres peakflow af bypass med omkring 55 % i peakflow. Samtidig forventes suspenderet stof at nedbringes til 50 % af det nuværende ([Spørgsmål og svar, BIOFOS af juni, 2019](#); [Notat Svar til Københavns Kommune vedr. miljøfremmede stoffer og reduktion af blandingszoner, BIOFOS, juni 2018](#)). Da pyren i høj grad binder sig til partikulært stof, må kildestyrken forventes at blive begrænset med omkring 75 %. Københavns Kommune vurderer på den baggrund (BAT- vurderingen, afsnit 7.7. i tilladelsen), at det ikke vil være proportionalt på nuværende tidspunkt at stille krav til udbygningsplanen om yderligere nedbringelse af blandingszonen for pyren. Det er Miljøstyrelsen, der vurderer behov for yderligere reduktion af blandingszonerne. Tilsynsmyndigheden kan i den forbindelse drøfte med BIOFOS, om der skal ske en indsats på renseanlægget eller i oplandet gennem arbejdet med

fokusstoffer. Ved separat-kloakering vil frakoblingen af overfladevand medføre en yderligere begrænsning af udledning af pyren fra Renseanlæg Lynetten. En anden mulighed er, at usikkerhedsfaktoren forbundet med fastsættelse af miljøkvalitetskrav kan reduceres ved, at den tilgængelige viden om giftvirkningen øges.

Blandingszoner for PAH'er

Tabel 7.8: Pyren overskrider miljøkvalitetskravet og kræver oprettelse af blandingszoner. Som det fremgår af tabellen, gælder behovet for en blandingszone udelukkende for pyren, der udledes via bypass. Blandingszoner er angivet som radius i m.

Stof	Blandingszone Bypass (m)	Blandingszone Samlet (m)
Pyren	23	29

Som det fremgår af Tabel 7.8, er det nødvendigt at oprette en blandingszone for pyren. Den samlede udledning af rensed spildevand og bypass fordrer en blandingszone med en radius på 29 m (Figur 7.6), hvoraf udledning af bypass alene kræver en blandingszone på 23 m i radius (Figur 7.5). Ingen af blandingszonerne overskrider Miljøstyrelsens vurdering af, hvad der betragtes at være i umiddelbar nærhed til udledningspunktet (50-100 m) i marine områder ([Spørgsmål og svar om miljøkvalitetskrav, Miljøstyrelsen, august 2019](#)).



Figur 7.5: Den maksimale blandingszone for Pyren som udledes med bypass vandet. Udledning af bypass uden at der sker udledning af rensset vand, er udelukkende en teoretisk situation. Den nordligste af de to blandingszoner repræsenterer Renseanlæg Lynetten mens den sydlige blandingszone repræsenterer Renseanlæg Damhusåen. * Der vil ikke være situationer, hvor der udelukkende udledes bypass. I tilfælde af bypass-hændelser, vil bypassvandet udledes sammen med det biologisk rensede vand. Den mørkerøde farve markerer, hvis der er overskridelser af det maksimale miljøkvalitetskrav. Den røde farve angiver det område, hvor koncentrationen af det generelle miljøkvalitetskrav er overskredet. I områderne markeret med orange og grøn er der ikke overskridelser af miljøkvalitetskravene. Tegnforklaringen viser koncentrationerne i $\mu\text{g/l}$ for de forskellige farvemarkeringer. De sorte cirkler viser afstanden fra udledningspunktet samt den cirkulære blandingszone, svarende til den røde markering. Afstanden til udledningspunkterne er angivet i meter.



Figur 7.6: Den samlede maksimale blandingszone for Pyren som udledes med både det udledte vand og bypass. Den nordligste af de to blandingszoner repræsenterer Renseanlæg Lynetten, mens den sydlige blandingszone repræsenterer Renseanlæg Damhusåen. Den mørkerøde farve markerer, hvis der er overskridelser af det maksimale miljøkvalitetskrav. Den røde farve angiver det område, hvor koncentrationen af det generelle miljøkvalitetskrav er overskredet. I områderne markeret med orange og grøn er der ikke overskridelser af miljøkvalitetskravene. Tegnforklaringen viser koncentrationerne i µg/l for de forskellige farvemarkeringer. De sorte cirkler viser afstanden fra udledningspunktet samt den cirkulære blandingszone, svarende til den røde markering. Afstanden til udledningspunkterne er angivet i meter.

7.4.4 Perfluorerede forbindelser

I NOVANA-rapporten ([Miljøfremmede stoffer og metaller i vandmiljøet, NOVANA tilstand og udvikling 2004-2012, DCE, februar 2015](#)) angives PFOS som en hyppigt forekommende perfluoreret forbindelse i spildevand, og det fremgår, at det ikke kan udelukkes, at der forekommer overskridelser af de generelle miljøkvalitetskrav.

I Tabel 7.9 ses målinger af PFOS på Renseanlæg Lynetten.

Målinger af PFOS i det udledte vand og bypass

Tabel 7.9 PFOS, der overskrider miljøkvalitetskravene i det udledte vand og bypass Værdier markeret med rødt er værdier, der overskrider det generelle miljøkvalitetskrav i [BEK 1625 af 19-12-2017](#).

Stof	Generelt miljøkvalitetskrav (µg/l)	Maksimum Koncentrationskrav (µg/l)	Udledt vand		Bypass	
			Målte koncentrationer (µg/l)	Maks. nødvendig fortynding	Målte koncentrationer (µg/l)	Maks. nødvendig fortynding
Perfluorooctansulfonsyre og derivater heraf (PFOS)	0,00013	7,2	0,016	124	0,0013	10

Overskridelser af de generelle miljøkvalitetskrav

Det generelle miljøkvalitetskrav overskrides for det udledte vand og kræver op til 124 ganges fortynding (se Tabel 7.9). Der er imidlertid betragtelige variationer i det målte indhold af PFOS i det udledte vand. At de højeste koncentrationer af PFOS findes i det udledte vand, skyldes formentlig en kombination af kilderne til PFOS, og at PFOS passerer igennem renseanlægget uden, i nævneværdig grad, at blive fjernet fra vandet.

Overskridelser af maksimumkoncentrationskrav

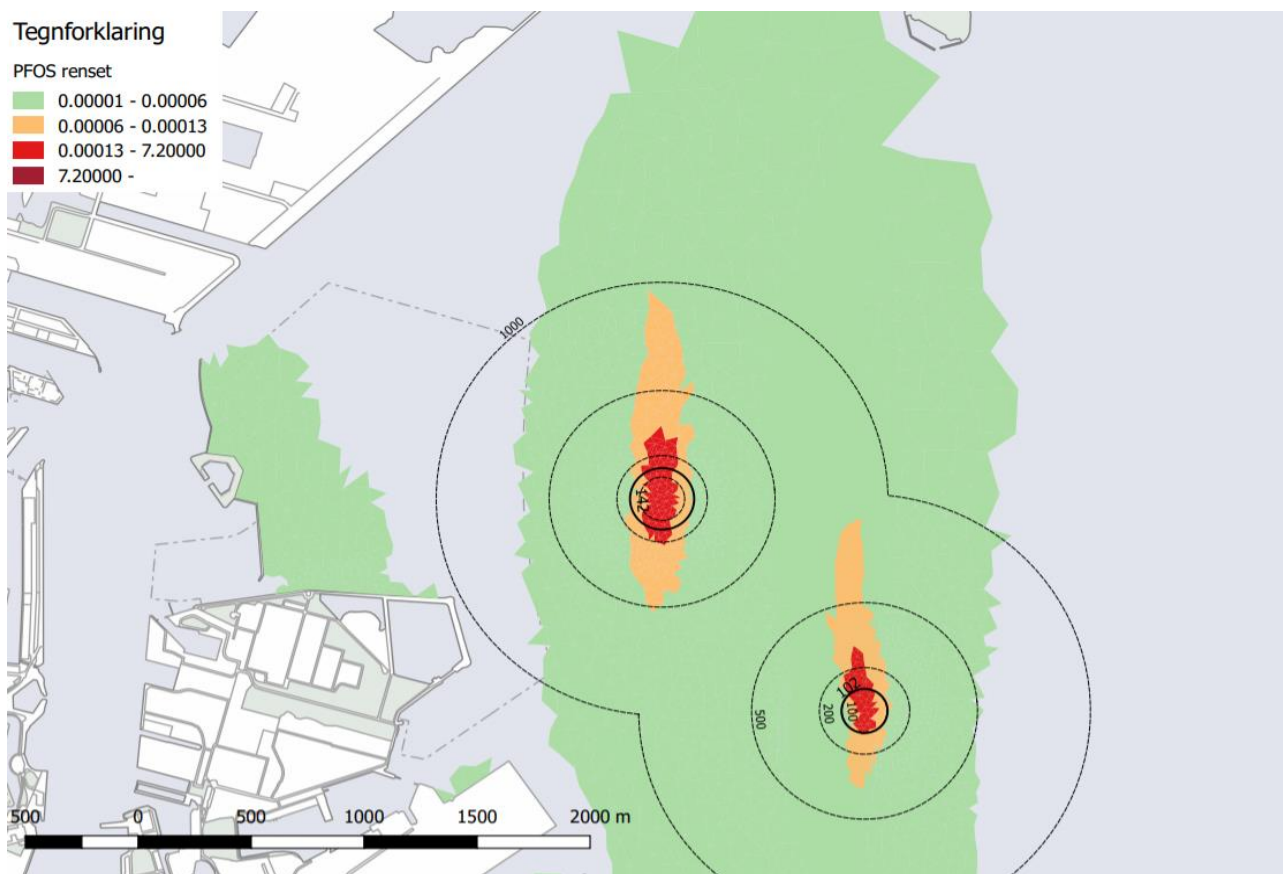
Der er ikke registreret overskridelser af maksimumkoncentrationen for PFOS i hverken det udledte vand eller bypass.

Blandingszone for PFOS

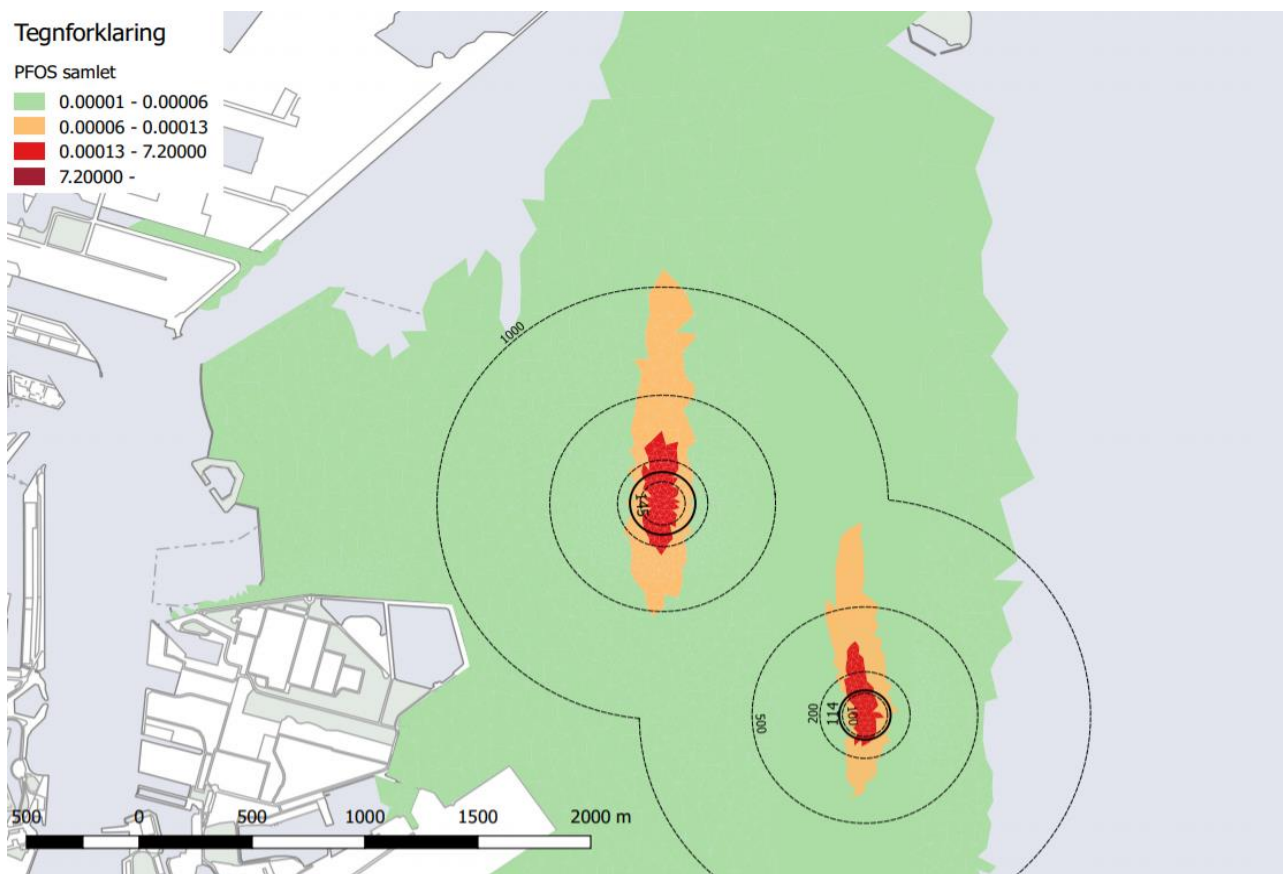
Tabel 7.10: Som det fremgår, er det for PFOS primært det udledte vand, der giver anledning til blandingszoner. Den største blandingszone er for den samlede udledning af det udledte vand og bypass. Blandingszonerne fremgår af figur 7.7 og 7.8 og er angivet som radius i m.

Stof	Blandingszone Udledt vand (m)	Blandingszone Samlet (m)
PFOS	142	145

Som det fremgår af Tabel 7.10 er det nødvendigt at oprette en større blandingszone for den samlede udledning af PFOS med en radius på 145 m (Figur 7.8). Udledning af PFOS fra det udledte vand kræver en blandingszone med en radius på 142 m (Figur 7.7). Blandingszonerne overskrider, hvad miljøstyrelsen skønner kan betragtes som udledningernes umiddelbare nærhed (50-100 m) i marine områder ([Spørgsmål og svar om miljøkvalitetskrav, Miljøstyrelsen, august 2019](#)).



Figur 7.7: Den maksimale blandingszone for PFOS som udledes med det udledte vand. Den nordligste af de to blandingszoner repræsenterer Renseanlæg Lynetten, mens den sydlige blandingszone repræsenterer Renseanlæg Damhusåen. Den mørkerøde farve markerer, hvis der er overskridelser af det maksimale miljøkvalitetskrav. Den røde farve angiver det område, hvor koncentrationen af det generelle miljøkvalitetskrav er overskredet. I områderne markeret med orange og grøn er der ikke overskridelser af miljøkvalitetskravene. Tegnforklaringen viser koncentrationerne i $\mu\text{g/l}$ for de forskellige farvemarkeringer. De sorte cirkler viser afstanden fra udledningspunktet samt den cirkulære blandingszone, svarende til den røde markering. Afstanden til udledningspunkterne er angivet i meter.



Figur 7.8: Den samlede maksimale blandingszone for PFOS som udledes med både det udledte vand og bypass. Den nordligste af de to blandingszoner repræsenterer Renseanlæg Lynetten, mens den sydlige blandingszone repræsenterer Renseanlæg Damhusåen. Den mørkerøde farve markerer, hvis der er overskridelser af det maksimale miljøkvalitetskrav. Den røde farve angiver det område, hvor koncentrationen af det generelle miljøkvalitetskrav er overskredet. I områderne markeret med orange og grøn er der ikke overskridelser af miljøkvalitetskravene. Tegnforklaringen viser koncentrationerne i $\mu\text{g/l}$ for de forskellige farvemarkeringer. De sorte cirkler viser afstanden fra udledningsspunktet samt den cirkulære blandingszone, svarende til den røde markering. Afstanden til udledningsspunkterne er angivet i meter.

Da PFOS primært findes i det udledte vand og ikke i særlig grad binder sig til partikulært stof, vurderer Københavns Kommune, at der ikke forventes at ske en reduktion i udledningen som følge af en reduktion i suspenderet stof ved gennemførelse af udbygningsplanen.

Det er væsentligt at pointere, at blandingszonerne er udpeget med udgangspunkt i de højest forekommende koncentrationer i blandprøverne udtaget i forbindelse med NOVANA-prøvetagningsprogrammet. Koncentrationerne vil derfor en stor del af tiden være lavere.

Blandingszonerne, der overskrider Miljøstyrelsens anbefalinger om hvor store blandingszoner bør være i marine områder, er ligeledes behandlet i afsnittet om BAT, afsnit 7.7.3 i tilladelsen.

Miljøstyrelsen skriver:

"Ifølge vandovervågningen i perioden 2007-2012 for anden planperiode, er PFOS i marine organismer delårsag til dårlig kemisk tilstand for fem kystvandområder (MiljøGIS, 2019a). Nyere publicerede data viser dog, at der ikke er overskridelser af biotakvalitetskravet for PFOS for marine danske vandområder, når der tages højde for forskelle mellem lever og muskel (DCE, 2015; DCE, 2017; DCE, 2018). Dette skyldes, at denne omregning mellem lever og muskel

ikke var standardprocedure hos Miljøstyrelsen, da vandområdeplanerne for anden planperiode blev udarbejdet (mailkorrespondance med Miljøstyrelsen). Baseres tilstandsvurderingen for kemisk tilstand på nyeste datagrundlag fra vandovervågningen og opdaterede regnemetoder, så vil PFOS-indholdet i fisk ikke længere være delårsag til dårlig kemisk tilstand for danske kystvandområder...”
([Væsentlighedsvurdering, Niras, juni 2019](#)).

Det er Miljøstyrelsen, der vurderer behov for yderligere reduktion af blandingszonerne. Tilsynsmyndigheden kan i den forbindelse drøfte med BIOFOS, om der skal ske en indsats på renseanlægget eller i oplandet gennem arbejdet med fokusstoffer. Derudover må blandingszonerne for PFOS forventes reduceret over tid i kraft af, at der er tale om et stof, der allerede stort set er udfaset ([Udvikling i forbruget af PFOS og PFOA, DHI, december 2018](#)).

Perfluorerede forbindelser uden miljøkvalitetskrav

De perfluorerede stoffer er beslægtede med PFOS, som er beskrevet ovenfor. Perfluorerede stoffer dækker over en række af forskellige fluorerede stoffer, som er fedt- og vandafvisende. Der er tale om menneskeskabte stoffer, som bl.a. benyttes i maling, slip-let, imprægnering, overfladeaktive stoffer mm. Der findes ikke miljøkvalitetskrav for stofferne på nuværende tidspunkt ([BEK. 1625 af 19-12-2017](#)).

Selvom der ikke er miljøkvalitetskrav for stofferne, kan perfluorerede stoffer have økotoksiske effekter på marine arter så som fisk, alger, søpindsvin og muslinger ([Væsentlighedsvurdering Bilag 5, Niras, juni 2019](#)). Stofferne har været en del af NOVANA-overvågningen i perioden 2013-2018, da visse af stofferne mistænkes for at kunne have hormonforstyrrende effekter ([Miljøfremmede stoffer og metaller i vandmiljøet, NOVANA tilstand og udvikling 2004-2012, DCE, februar 2015](#)).

Der er målt 9 perfluorerede stoffer i det udledte vand og bypass. Koncentrationerne af de målte stoffer kan ses i Tabel 7.11.

Tabel 7.11 Perfluorerede stoffer målt i det udledte vand og bypass.

Stof	Udledte vand	Bypass
	Maks. koncentration (µg/l)	Maks. koncentration (µg/l)
Perfluorbutansulfonsyre (PFBS)	0,0025	0,002
Perfluordecansyre (PFDA)	0,0057	0,002
Perfluorhexansulfonsyre (PFHxS)	0,0023	0,0002
Perfluorheptansyre (PFHpA)	0,004	0,00425
Perfluorhexansyre (PFHxA)	0,0088	0,00795
Perfluornonansyre (PFNA)	0,018	0,0013
Perfluoroktansulfonamid (PFOSA)	0,002	0,0005
Perfluoroktansyre (PFOA)	0,059	0,00755
Perfluorundecansyre (PFUnA)	0,004	0,002

Der er ifølge Niras på nuværende tidspunkt konstateret økotoksiske effekter på marine arter for seks af de målte perfluorerede stoffer (PFDA, PFHxA, PFHxS, PFOSA, PFOA og PFNA), hvor der er målt akkumulering i muslinger på koncentrationer fra 6 µg/l. Derudover finder Niras, at perfluorerede stoffer først begynder at påvirke marine arter ved koncentrationer fra 2 mg/l ([Væsentlighedsvurdering Bilag 5, Niras, juni 2019](#)).

Niras konkluderede på den baggrund, som rådgiver for BIOFOS, at de perfluorerede stoffer ikke udgør en risiko for korttidspåvirkninger, da koncentrationerne i det udledte vand og bypass er mindst en faktor 100 lavere end de rapporterede økotoksicitetsdata, som findes på nuværende tidspunkt ([Væsentlighedsvurdering Bilag 5, Niras, juni 2019](#)). Københavns Kommune vurderer derfor, at det ikke er nødvendigt at BIOFOS foretager yderligere undersøgelser af de perfluorerede stoffer, og at det ikke er nødvendigt at anmode Miljøstyrelsen om at fastsætte miljøkvalitetskrav.

7.4.5 Phenoler

Af nedenstående tabel (Tabel 7.12) fremgår de phenoler, der overskrider de generelle miljøkvalitetskrav. Det er de samme phenoler, der ifølge NOVANA-rapporten ([Miljøfremmede stoffer og metaller i vandmiljøet, NOVANA tilstand og udvikling 2004-2012, DCE, februar 2015](#)) hyppigst udledes fra renseanlæg.

Målinger af phenoler i det udledte vand og bypass

Tabel 7.12 Phenoler, der overskrider miljøkvalitetskravene i det udledte vand og bypass Værdier markeret med rødt er værdier, der overskrider det generelle miljøkvalitetskrav i [BEK 1625 af 19-12-2017](#).

Stof	Generelt miljøkvalitetskrav (µg/l)	Maksimum Koncentrationskrav (µg/l)	Udledt vand		Bypass	
			Maks. koncentration (µg/l)	Maks. nødvendig fortynding	Maks. koncentration (µg/l)	Maks. nødvendig fortynding
Bisphenol A	0,01	10	1,5	150	0,79	79
Phenol	0,77	310	2	3	11,5	15

Overskridelser af de generelle miljøkvalitetskrav

Bisphenol A og phenol overskrider de generelle miljøkvalitetskrav ([BEK 1625 af 19-12-2017](#)) i både det udledte vand og bypass (Tabel 7.12). Bisphenol A overskrider miljøkvalitetskriterierne i samtlige prøver og kræver en fortynding på op til 79 gange i bypass vandet. Kravet for bisphenol A fastsættes med en usikkerhedsfaktor på 100. Det betyder, at miljøkvalitetskravet for bisphenol A vil kunne fastlægges mere sikkert og eventuelt vil kunne hæves, hvis der gennemføres flere test af stoffets effekter.

Overskridelser af maksimumkoncentrationskrav

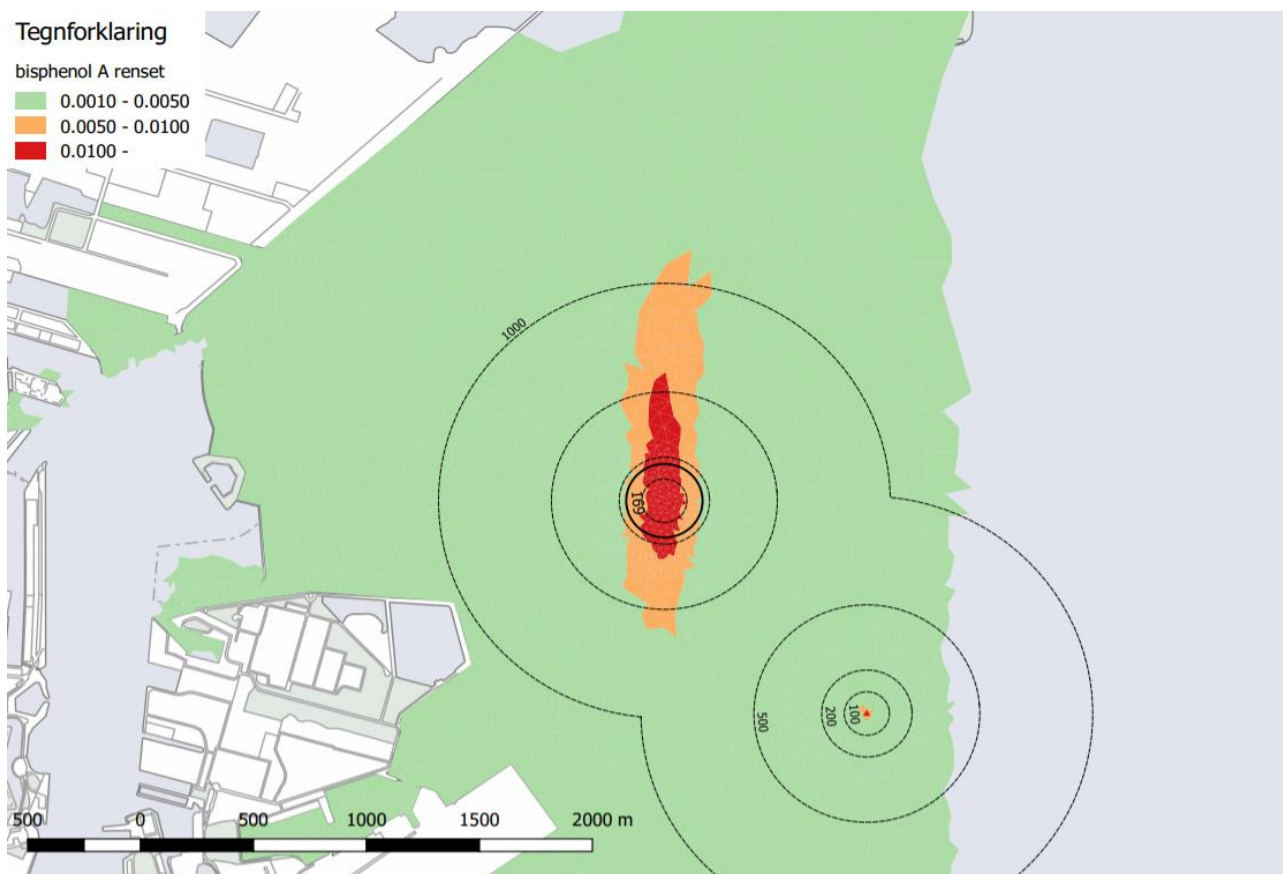
Der er ingen overskridelser af maksimumkoncentrationerne for bisphenol A eller phenol.

Blandingszoner for phenoler

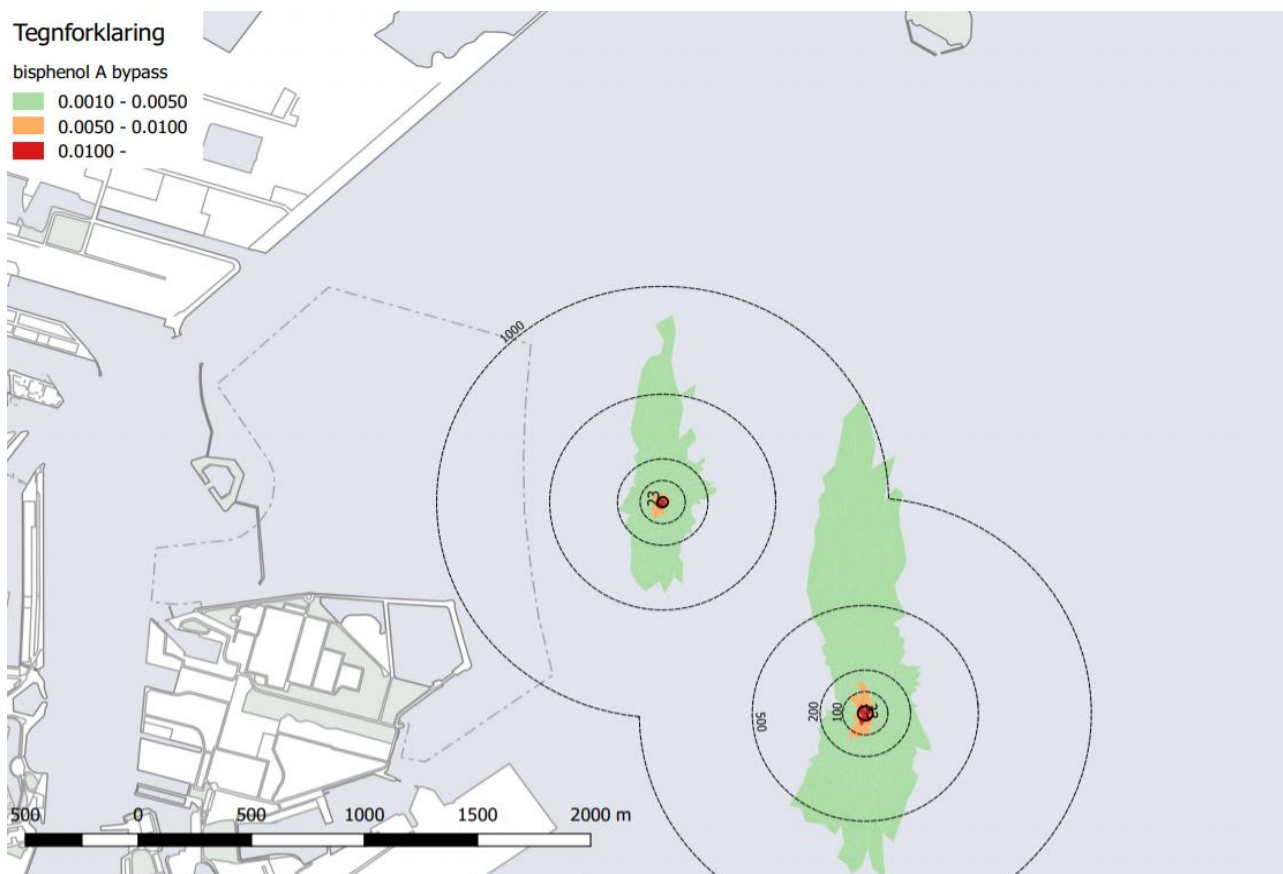
Tabel 7.13: Bisphenol A kræver oprettelse af blandingszoner. Den største blandingszone er for den samlede udledning af udledt vand og bypass. Blandingszonerne fremgår af figur 7.9; 7.10 og 7.11 og er angivet som radius i m.

Stof	Blandingszone Udledt vand (m)	Blandingszone Bypass (m)	Blandingszone Samlet (m)
Bisphenol A	169	23	222

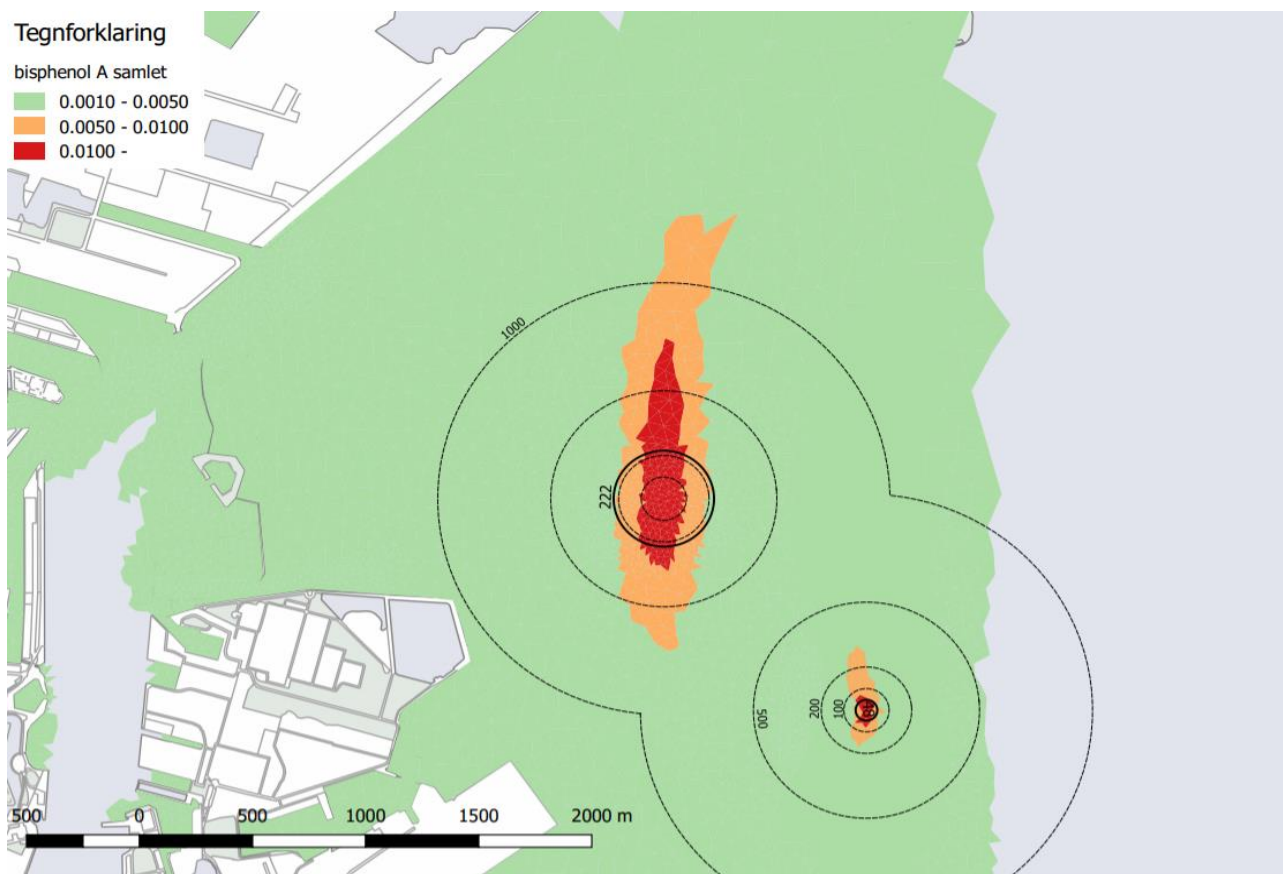
Som det fremgår af Tabel 7.13, er det nødvendigt at oprette en blandingszone for bisphenol A. Radius af den samlede cirkulære blandingszone er 222 m (Figur 7.11). Blandingszonerne overskrider, hvad miljøstyrelsen skønner kan betragtes som udledningernes umiddelbare nærhed (50-100 m) i marine områder ([Spørgsmål og svar om miljøkvalitetskrav, Miljøstyrelsen, august 2019](#)).



Figur 7.9: Den maksimale blandingszone for bisphenol A som udledes med udledte vand Renseanlæg Damhusåen. Den nordligste af de to blandingszoner repræsenterer Renseanlæg Lynetten, mens den sydlige blandingszone repræsenterer Renseanlæg Damhusåen. Den mørkerøde farve markerer, hvis der er overskridelser af det maksimale miljøkvalitetskrav. Den røde farve angiver det område, hvor koncentrationen af det generelle miljøkvalitetskrav er overskredet. I områderne markeret med orange og grøn er der ikke overskridelser af miljøkvalitetskravene. Tegnforklaringen viser koncentrationerne i $\mu\text{g/l}$ for de forskellige farvemarkeringer. De sorte cirkler viser afstanden fra udledningspunktet samt den cirkulære blandingszone, svarende til den røde markering. Afstanden til udledningspunkterne er angivet i meter.



Figur 7.10: Den maksimale blandingszone for bisphenol A som udledes med bypass vandet. Den nordligste af de to blandingszoner repræsenterer Renseanlæg Lynetten mens den sydlige blandingszone repræsenterer Renseanlæg Damhusåen. Der vil ikke være situationer, hvor der udelukkende udledes bypass. I tilfælde af bypass-hændelser, vil bypassvandet udledes sammen med det biologisk rensede vand. Den mørkerøde farve markerer, hvis der er overskridelser af det maksimale miljøkvalitetskrav. Den røde farve angiver det område, hvor koncentrationen af det generelle miljøkvalitetskrav er overskredet. I områderne markeret med orange og grøn er der ikke overskridelser af miljøkvalitetskravene. Tegnforklaringen viser koncentrationerne i $\mu\text{g/l}$ for de forskellige farvemarkeringer. De sorte cirkler viser afstanden fra udledningspunktet samt den cirkulære blandingszone, svarende til den røde markering. Afstanden til udledningspunkterne er angivet i meter.



Figur 7.11: Den samlede maksimale blandingszone for bisphenol A som skyldes udledning med både det udledte vand og bypass. Den nordligste af de to blandingszoner repræsenterer Renseanlæg Lynetten, mens den sydlige blandingszone repræsenterer Renseanlæg Damhusåen. Den mørkerøde farve markerer, hvis der er overskridelser af det maksimale miljøkvalitetskrav. Den røde farve angiver det område, hvor koncentrationen af det generelle miljøkvalitetskrav er overskredet. I områderne markeret med orange og grøn er der ikke overskridelser af miljøkvalitetskravene. Tegnforklaringen viser koncentrationerne i $\mu\text{g/l}$ for de forskellige farvemarkeringer. De sorte cirkler viser afstanden fra udledningsspunktet samt den cirkulære blandingszone, svarende til den røde markering. Afstanden til udledningsspunkterne er angivet i meter.

Ved gennemførelse af udbygningsplanen reduceres bypass. BIOFOS har som beskrevet i afsnit 7.2.3 i tilladelsen vurderet, at der sker omkring 50 % reduktion i peakflow af bypass. Samtidig forventes suspenderet stof at nedbringes med 50 % i både bypass og det rensede vand ([Spørgsmål og svar, BIOFOS af juni, 2019](#)).

Bisphenol A binder sig i høj grad til partikulært stof ([Bisphenol A TOXNET v. US. National Library of Medicine august 2019](#)), og derfor vurderer Københavns Kommune, at gennemførelse af udbygningsplanen således vil reducere blandingszonen betydeligt. Københavns Kommune vurderer på den baggrund, at det ikke vil være proportionalt på nuværende tidspunkt at stille krav om, at udbygningsplanen skal nedbringe blandingszonerne fra bisphenol A. Det er Miljøstyrelsen, der vurderer behov for yderligere reduktion af blandingszonerne. Tilsynsmyndigheden kan i den forbindelse drøfte med BIOFOS, om der skal ske en indsats på renseanlægget eller i oplandet gennem arbejdet med fokusstoffer. Ved separatkloakering vil frakoblingen af overfladevand medføre en yderligere begrænsning af bisphenol A og phenol fra Renseanlæg Lynetten.

Der er på nuværende tidspunkt behov for at oprette relativt store blandingszoner. Udbygningen af renselanlægget sikrer, at de fleste blandingszoner reduceres. Alligevel forventes det også, efter udbygningsplanens gennemførelse, at være nødvendigt at etablere blandingszoner omkring udledningen. Københavns Kommune vurderer, at blandingszonerne ikke vil medføre risiko for, at vandområdet samlet set ikke kan leve op til målsætningen om god miljøtilstand.

En anden mulighed for reduktion af blandingszonen er igennem supplerende viden om stoffets giftighed. Her kan det potentielt belyses om sikkerhedsfaktoren, der er forbundet med fastsættelsen af miljøkvalitetskravet, er unødvendig høj.

7.4.6 Østrogen

17- β -østradiol er et naturligt forekommende, kvindeligt kønshormon ([Miljøfremmede stoffer og metaller i vandmiljøet, NOVANA tilstand og udvikling 2004-2012, DCE, februar 2015](#)), og stoffet har været en del af NOVANA-overvågningen i spildevand i perioden 2010-2013.

Målinger af østrogen i det udledte vand og bypass

Tabel 7.14: 17- β -østradiol, der overskrider miljøkvalitetskravene i det udledte vand og bypass. Værdier markeret med rødt er værdier, der overskrider det generelle miljøkvalitetskrav i [BEK 1625 af 19-12-2017](#).

Stof	Generelt miljøkvalitetskrav ($\mu\text{g/l}$)	Maksimum Koncentrationskrav ($\mu\text{g/l}$)	Udledt vand		Bypass	
			Maks. koncentration ($\mu\text{g/l}$)	Nødvendig fortynding	Maks. koncentration ($\mu\text{g/l}$)	Nødvendig fortynding
17- β -østradiol	0,0001	4,6	0,001	10	0,0052	52

Overskridelser af de generelle miljøkvalitetskrav

Det generelle miljøkvalitetskrav for 17- β -østradiol overskrides i bypass, hvor vand fra bypass kræver 52 ganges fortynding for at leve op til kravet (Tabel 7.14). Mens koncentrationen for det udledte vand lå under detektionsgrænsen, der er 10 gange højere end miljøkvalitetskravet. Det kan derfor ikke udelukkes, at koncentrationen var over miljøkvalitetskravet.

Overskridelser af maksimumkoncentrationskrav

Der er ingen overskridelser af maksimumkoncentrationen for 17- β -østradiol.

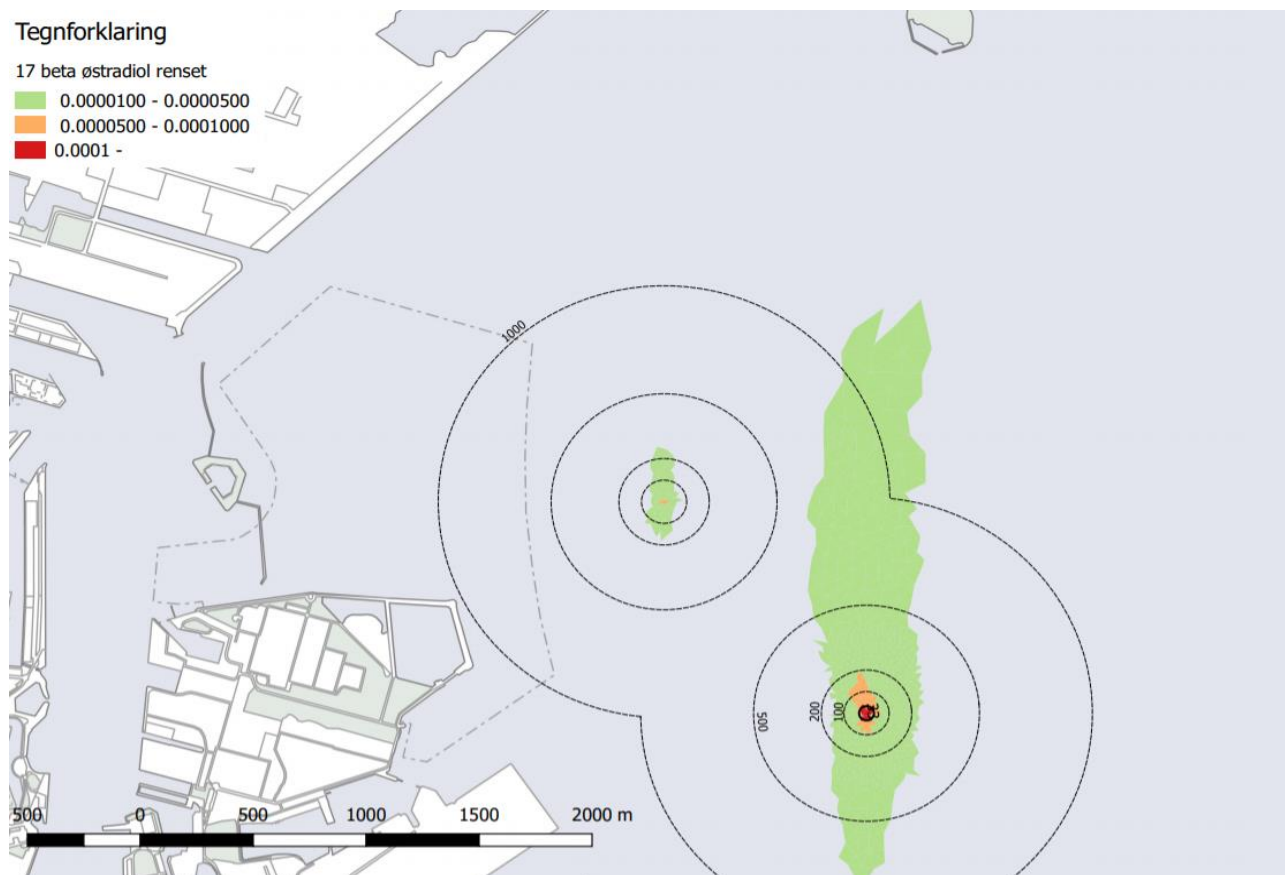
Blandingszoner for østrogen

Tabel 7.15: 17- β -østradiol, der kræver oprettelse af blandingszoner. Som det fremgår, er det for 17- β -østradiol, både udledning af det udledte vand og bypass, der giver anledning til en blandingszone. Blandingszonerne fremgår af Figur 7.12 og 7.13 og er angivet som radius i m.

Stof	Blandingszone Bypass (m)	Blandingszone Samlet (m)
17- β -østradiol	13	23

Den samlede udledning af det udledte vand og bypass foranlediger maksimalt en blandingszone på 23 m (Tabel 7.15), hvilket er større end den nødvendige blandingszone for det udledte vand (Figur 7.12 og 7.13). Til beregning af blandingszonen for det udledte vand er detektionsgrænseværdien anvendt, da der ikke er målt værdier over detektionsgrænsen.

Blandingszonen er derfor inden for, hvad Miljøstyrelsen anser for acceptabelt i marine områder ([Spørgsmål og svar om miljøkvalitetskrav, Miljøstyrelsen, august 2019](#)). Gennemførelse af udbygningsplanen resulterer i en nedbringelse af bypass, og en tilsvarende reduktion i blandingszonen er derfor at forvente.



Figur 7.12: Den maksimale blandingszone 17-beta østradiol som udledes med udledte vand. Den nordligste af de to blandingszoner repræsenterer Renseanlæg Lynetten, mens den sydlige blandingszone repræsenterer Renseanlæg Damhusåen. Den mørkerøde farve markerer, hvis der er overskridelser af det maksimale miljøkvalitetskrav. Den røde farve angiver det område, hvor koncentrationen af det generelle miljøkvalitetskrav er overskredet. I områderne markeret med orange og grøn er der ikke overskridelser af miljøkvalitetskravene. Tegnforklaringen viser koncentrationerne i $\mu\text{g/l}$ for de forskellige farvemarkeringer. De sorte cirkler viser afstanden fra udledningspunktet samt den cirkulære blandingszone, svarende til den røde markering. Afstanden til udledningspunkterne er angivet i meter.



Figur 7.13: Den samlede maksimale blandingszone for 17-beta østradiol som skyldes udledning med både det udledte vand og bypass. Den nordligste af de to blandingszoner repræsenterer Renseanlæg Lynetten, mens den sydlige blandingszone repræsenterer Renseanlæg Damhusåen. Den mørkerøde farve markerer, hvis der er overskridelser af det maksimale miljøkvalitetskrav. Den røde farve angiver det område, hvor koncentrationen af det generelle miljøkvalitetskrav er overskredet. I områderne markeret med orange og grøn er der ikke overskridelser af miljøkvalitetskravene. Tegnforklaringen viser koncentrationerne i µg/l for de forskellige farvemarkeringer. De sorte cirkler viser afstanden fra udledningspunktet samt den cirkulære blandingszone, svarende til den røde markering. Afstanden til udledningspunkterne er angivet i meter.

Der kan ikke, på samme måde som for øvrige miljøskadelige stoffer, planlægges en indsats i oplandet for begrænsning af 17-β-østradiol. Begrænsning af blandingszonen vil derfor udelukkende ske, hvis Miljøstyrelsen, som tilsynsmyndighed vurderer, at udviklingen i teknologi, og under forudsætning af proportionalitet, kan medføre en reduktion i udledningen. Opmærksomheden henledes på, at blandingszoner er beregnet på baggrund af den højeste koncentration målt i blandprøverne fra NOVANA. Blandingszonerne må derfor betragtes som større end hvad der normalvis vil forekomme.

Undersøgelse af hormonforstyrrende effekter

Stoffer som har østrogene effekter, kan påvirke reproduktiviteten. Østrogeneffekten i mange kemikalier er ofte lavere end i det naturlige kønshormon 17-β-østradiol, men koncentration af industrikemikalier er ofte højere i det udledte vand. Blandt de mest potente kemikalier med østrogene effekter er alkylphenoler og bisphenol A, mens phthalater ofte har en svagere påvirkning, men optræder i højere koncentrationer ([Måleprogram på Renseanlæg Lynetten og Renseanlæg Damhusåen, DHI, november 2017](#)).

DHI har gennemført en A-YES screeningstest (Yeast Estrogen Screen with *Arxula adenivorans*), der måler østrogene effekter i det udledte vand og bypass. Testen måler gærcellers respons til stoffer, som har østrogen effekt. Stoffer som typisk udviser østrogenaktivitet, omfatter østron, 17- β -østradiol, 17 α -ethinyl-østradiol, bisphenol A, phthalater, alkylphenoler, parabener, pesticider og DEHP ([Måleprogram på Renseanlæg Lynetten og Renseanlæg Damhusåen, DHI, november 2017](#)).

DHI har undersøgt de østrogene effekter af 17- β -østradiol, bisphenol A, 4-nonylphenol og A-YES (den samlede østrogenaktivitet) for alt det vand som er udledt i perioden februar-april 2017 (Tabel 7.16). Resultaterne af testen er udtrykt som 17- β -østradiolækvivalenter (EEQ), og detektionsgrænsen er 0,01 ng EEQ/l.

Tabel 7.16: Koncentration af østrogenækvivalenter (ng EEQ/l) i det udledte vand og bypass for perioden februar til april i 2017 ([Måleprogram på Renseanlæg Lynetten og Renseanlæg Damhusåen, DHI, november 2017](#)).

Stof	Enhed	Udledningen i det udledte vand	Udledning fra bypass
A-YES	ng EEQ/l	0,09	11
17- β -østradiol	ng EEQ/l	< 1	1,4
Bisphenol A	ng EEQ/l	0,0008	0,0021
4-nonylphenol	ng EEQ/l	< 0,057	< 0,057

Overskridelse af det generelle miljøkrav

Der findes ikke et miljøkvalitets krav for østrogenaktivitet i vand, men da effekten opgøres i 17- β -østradiol ækvivalenter (EEQ), benyttes kvalitetskravet til 17- β -østradiol på 0,1 ng/l ([Måleprogram på Renseanlæg Lynetten og Renseanlæg Damhusåen, DHI, november 2017](#)).

Der er ikke målt koncentrationer over miljøkvalitetskravet for bisphenol A eller 4-nonylphenol i det udledte vand (Tabel 7.16). DHI har angivet, at der er målt en koncentration på mindre end 1 ng EEQ/l for 17- β -østradiol, hvilket er over miljøkvalitetskravet på 0,1 ng/l. Sammenholdes værdien i Tabel 7.16 med teksten i ([Måleprogram på Renseanlæg Lynetten og Renseanlæg Damhusåen, DHI, november 2017](#)) forstår Københavns Kommune det som, at der ikke er overskridelse af miljøkvalitetskravet for 17- β -østradiol i det udledte vand.

Af de tre stoffer bidrager 17- β -østradiol mest til den samlede østrogene effekt. Det er ligeledes kun 17- β -østradiol i bypass, der overskrider miljøkvalitetskravet. Hvis 17- β -østradiol skal overholde miljøkvalitetskravet vil det kræve 14 gange fortynding.

A-Yes-effekten (den samlede østrogenaktivitet) overskrider ligeledes miljøkvalitets kravet i bypass (Tabel 7.16), og er langt højere end de tre målte stoffers sammenlagte østrogene effekt. DHI vurderer derfor, at der formodentlig er en række andre stoffer med østrogene effekter i både det udledte vand og i bypass, som der ikke er testet for ([Måleprogram på Renseanlæg Lynetten og Renseanlæg Damhusåen, DHI, november 2017](#)). For at overholde miljøkvalitetskravet skal A-YES i bypass reduceres 110 gange, men da det udledte vand og bypass udledes samlet i Øresund, har DHI beregnet, at den samlede østrogene effekt kun er 2,1 ng EEQ/l, og derfor vurderes fortyndingsfaktoren til 21 ([Måleprogram på Renseanlæg Lynetten og Renseanlæg Damhusåen, DHI, november 2017](#)).

Det er således kun 17- β -østradiol og A-Yes (den samlede østrogenaktivitet) i bypass, som overstiger miljøkvalitetskravet og forventes at kunne have en effekt i vandområdet.

7.4.7 Vaskeaktive stoffer (LAS)

LAS (lineære alkylbenzensulfonater) er en del af den gruppe af stoffer, som kaldes detergenter, og som ofte benyttes i vaske- og rengøringsmidler ([Miljøfremmede stoffer og metaller i vandmiljøet, NOVANA tilstand og udvikling 2004-2012, DCE, februar 2015](#)). LAS har indgået i NOVANA-overvågningen for spildevand i perioden 2010-2013, og er blevet fundet i 60 % af alle prøverne, men sjældent i koncentrationer over det generelle miljøkvalitetskrav. Høje koncentrationer af LAS er dog set i slam, som tilbageholdes på renseanlæggene ([Miljøfremmede stoffer og metaller i vandmiljøet, NOVANA tilstand og udvikling 2004-2012, DCE, februar 2015](#)).

Fastsættelsen af kvalitetskriteriet for LAS er forbundet med en meget lav usikkerhedsfaktor på 5 ([Datablad for LAS, Miljøstyrelsen, 2009](#)).

I nedenstående Tabel 7.17 ses indholdet af LAS, der overskrider miljøkvalitetskravene, målt i udledningerne fra Renseanlæg Lynetten.

Målinger af vaskeaktive stoffer i det udledte vand og bypass

Tabel 7.17 LAS, der et vaskeaktivt stof, overskrider miljøkvalitetskravene i det udledte vand og bypass

Værdier markeret med rødt er værdier, der overskrider det generelle miljøkvalitetskrav i BEK 1625 af 19-12-2017.

Stof	Generelt miljøkvalitetskrav (µg/l)	Maksimum Koncentrationskrav (µg/l)	Udledt vand		Bypass	
			Maks. koncentration (µg/l)	Nødvendig fortynding	Maks. koncentration (µg/l)	Nødvendig fortynding
Lineære alkylbenzensulfonater (LAS)	54	160	130	3	900	17

Overskridelser af de generelle miljøkvalitetskrav

LAS overskrider det generelle miljøkvalitetskrav i både det udledte vand og bypass, hvor der kræves hhv. 3 og 17 ganges fortynding for at opfylde miljøkriteriet. Overskridelserne vurderes at være af en mindre størrelsesorden, og der oprettes derfor ingen blandingszone for LAS.

Overskridelser af maksimumkoncentrationskrav

Bypassvandet indeholder koncentrationer, der overskrider maksimalkoncentrationen på 160 µg/l ([BEK 1625 af 19-12-2017](#)). Det kræver 6 ganges fortynding at bringe LAS koncentrationerne i bypass ned, så maksimumkoncentrationen ikke overskrides (se Tabel 7.17). Diffusorerne på udløbsledningen er med til at sikre en initial opblanding. I recipienten forventes der derfor ikke at være områder, hvor maksimumkoncentrationen er overskredet. Desuden har miljøstyrelsen fastslået at blandingszoner kan udlægges så både det generelle kvalitetskrav og maksimumskravet overskrides inden for blandingszonen ([Notat om høring af udkast til bekendtgørelse om krav til udledning af visse forurenede stoffer til vandløb, søer, overgangsvande, kystvande og havområder, Miljøstyrelsen, september 2017](#)), og Københavns Kommune har derfor vurderet, at de målte overskridelser af maksimumkoncentrationen, ikke er problematisk.

Ved gennemførelse af udbygningsplanen reduceres bypass. BIOFOS har som nævnt i tilladelsen i afsnittet 7.2.3 i tilladelsen vurderet, at der sker omkring 55 % reduktion i peakflow af bypass. Samtidig forventes suspenderet stof at nedbringes til 50 % af det nuværende ([Spørgsmål og svar](#),

BIOFOS af juni, 2019). Da LAS i høj grad binder sig til partikulære stoffer ([Environmental Risk Assessment -LAS, HERA, februar 2013](#)) må kildestyrken forventes at begrænses omkring 75 %. Gennemførelse af udbygningsplanen vil således forventes at reducere kildestyrken med 75 %, Københavns Kommune vurderer på den baggrund (se afsnit 7.7 om BAT i tilladelsen), at det ikke vil være proportionalt på nuværende tidspunkt at stille krav til udbygningsplanen om yderligere nedbringelse af LAS.

7.4.8 Tributyltin

Tributyltin (TBT) er en del af den gruppe af stoffer, som kaldes organotinforbindelser. TBT er et antibegroningsmiddel, som tidligere har været anvendt i bundmalingen til skibe samt i træbeskyttelse, men er sidenhen blevet forbudt, grundet dets hormonforstyrrende effekter på det marine dyreliv ([Miljøfremmede stoffer og metaller i vandmiljøet. NOVANA tilstand og udvikling 2004-2012, DCE, februar 2015](#)). TBT er den eneste organotinforbindelse, som på nuværende tidspunkt er omfattet af miljøkvalitetskrav jf. bilag 3 i [BEK 1625 af 19-12-17](#). Ligeledes er TBT listet på HELCOM'S (Baltic Marine Environment Protection Commission - Helsinki Commission) liste over prioriterede stoffer, som skal overvåges i Østersøen ([Miljøfremmede stoffer og metaller i vandmiljøet. NOVANA tilstand og udvikling 2004-2012, DCE, februar 2015](#)).

TBT har indgået i NOVANA-overvågningen for spildevand for 2011-2013, men er ikke blevet fundet i det udledte spildevand fra renseanlæg. Det skal dog påpeges at undersøgelserne af TBT i spildevandet er udført med en detektionsgrænse, der er 20 gange højere end miljøkvalitetskravet for TBT, hvorfor det ikke har været muligt at vurdere om koncentrationen af TBT overskrides i spildevandet fra de danske renseanlæg. Det største bidrag til samlet gennemsnitlig årlig udledning af organotinforbindelser er udledning af monobutyltin fra renseanlæg, men der er ikke tilstrækkeligt datagrundlag til at beskrive en eventuel tidlig udvikling i indholdet af organotinforbindelser i spildevand ([Miljøfremmede stoffer og metaller i vandmiljøet. NOVANA tilstand og udvikling 2004-2012, DCE, februar 2015](#)).

TBT har også været overvåget i de marine områder i NOVANA-overvågningen for 2004-2016. Her er der set et fald i koncentrationen af TBT i muslinger. Der er sket et generelt fald i niveauerne i de danske farvande gennem det seneste årti, og denne tendens ser ud til at fortsætte. Faldet tilskrives særligt at TBT er blevet forbudt i den maling, der bruges til skibsskrog ([Miljøfremmede stoffer og metaller i vandmiljøet. NOVANA tilstand og udvikling 2004-2012, DCE, februar 2015; Marine områder 2016, NOVANA, DCE, januar 2018](#)).

Fastsættelsen af kvalitetskriteriet for TBT er forbundet med en usikkerhedsfaktor på 10, da der er påvist at stoffet kan have toksikologiske effekter på det marine dyreliv, mens der ikke foreligger nogen umiddelbare effekter af stoffet på mennesker ([Environmental Quality Standards \(EQS\) substance Data Sheet- Priority Substance No. 30 Tributyltin Compounds, EU, January 2005](#)).

Målinger af TBT i det udledte vand og bypass

I nedenstående Tabel 7.18 ses indholdet af TBT der overskrider miljøkvalitetskravene, målt i udledningerne fra Renseanlæg Lynetten.

Tabel 7.18 TBT der overskrider miljøkvalitetskravene i det udledte vand og bypass. Værdier markeret med rødt er værdier, der overskrider det generelle miljøkvalitetskrav i [BEK 1625 af 19-12-2017](#).

Stof	Generelt miljøkvalitetskrav (µg/l)	Maksimum Koncentrationskrav (µg/l)	Udledt vand		Bypass	
			Maks. koncentration (µg/l)	Nødvendig fortynding	Maks. koncentration (µg/l)	Nødvendig fortynding
Tributyltin (TBT)	0,0002	0,0015	0,004	20	0,003	15

Overskridelser af de generelle miljøkvalitetskrav

Det er både det udledte vand og bypass, der overskrider det generelle miljøkvalitetskrav. Det er primært i det udledte vand, at der findes forhøjede værdier af TBT. I udledningen af det udledte vand vil det derfor 20 gange fortynding at ned bringe TBT koncentration til det generelle miljøkvalitetskrav (se Tabel 7.18).

Overskridelser af maksimumkoncentrationskrav

Bypassvandet og det udledte vand indeholder koncentrationer, der overskrider maksimumkoncentrationen på 0,0015 µg/l, jf. tabel 7.18 og ([BEK 1625 af 19-12-2017](#)). Det kræver 2 gange fortynding at bringe TBT koncentrationerne i det udledte vand ned, så maksimumkoncentrationen ikke overskrides.

Desuden har Miljøstyrelsen fastslået at blandingszoner kan udlægges så både det generelle kvalitetskrav og maksimumskravet overskrides inden for blandingszonen ([Notat om høring af udkast til bekendtgørelse om krav til udledning af visse forurenede stoffer til vandløb, søer, overgangsvande, kystvande og havområder, Miljøstyrelsen, september 2017](#)).

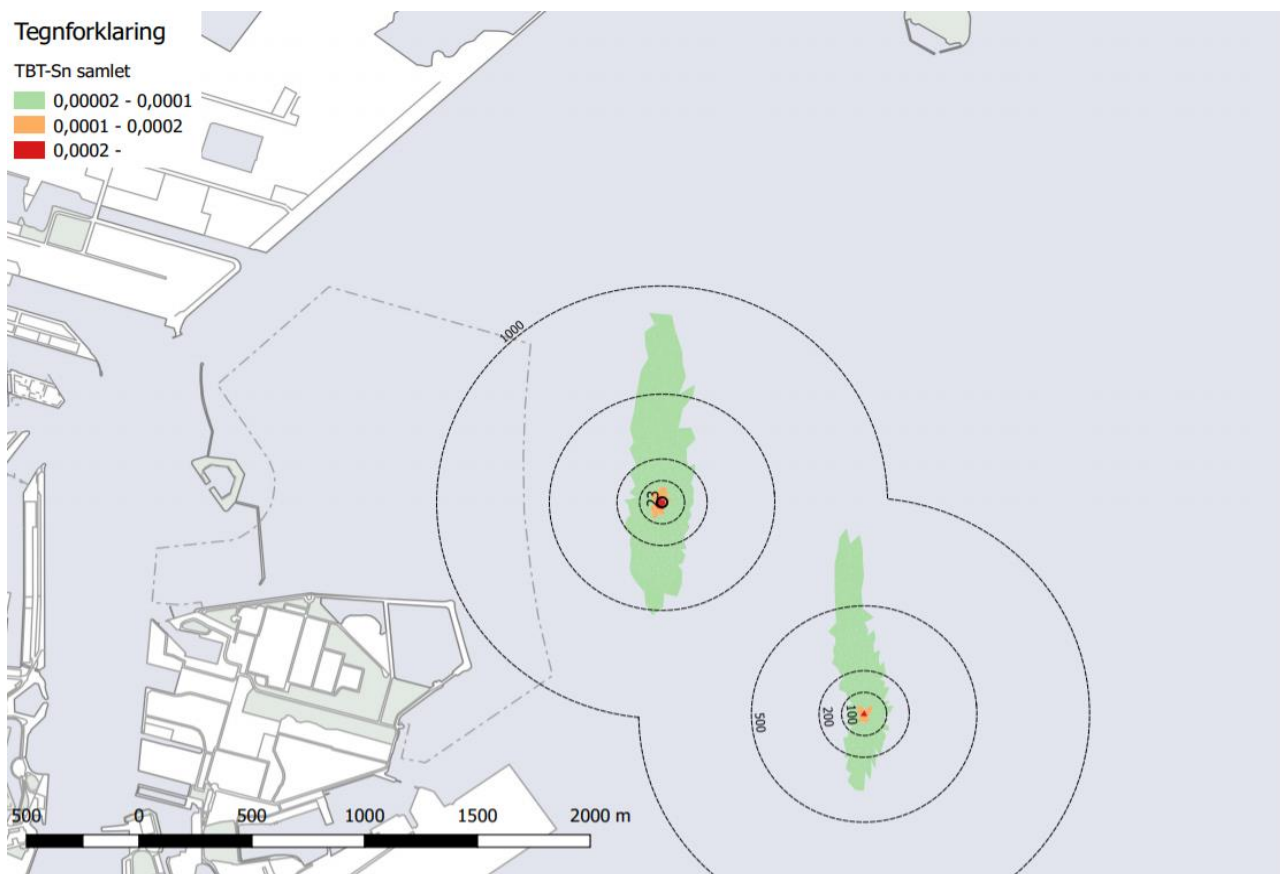
Blandingszoner for TBT

Blandingszonen fremgår af Tabel 7.19

Tabel 7.19 TBT kræver oprettelse af en blandingszone. Som det fremgår, er det for TBT særligt bypass der giver anledning til blandingszonen. Den samlede påvirkning, rensat spildevand og bypass, giver anledning til en større blandingszone.

Stof	Blandingszone Udledte vand (m)	Blandingszone Samlet (m)
TBT	13	23

Som det fremgår af Tabel 7.19 og Figur 7.14, er det nødvendigt at oprette en blandingszone for TBT. Det udledte vand fra Renseanlæg Lynetten giver alene en blandingszone med en radius på 13 m. Når det ses på den samlede blandingszone, stiger dette dog til 23 m da TBT primært findes i det udledte vand (figur 7.14). Blandingszonerne overskrider ikke hvad miljøstyrelsen skønner kan betragtes som udledningernes umiddelbare nærhed (50-100 m i marine områder, [Spørgsmål og svar om miljøkvalitetskrav, Miljøstyrelsen, august 2019](#)).



Figur 7.14: Den samlede maksimale blandingszone for TBT-Sn som skyldes udledning med både det udledte vand og bypass. Den nordligste af de to blandingszoner repræsenterer Renseanlæg Lynetten, mens den sydlige blandingszone repræsenterer Renseanlæg Damhusåen. Den mørkerøde farve markerer, hvis der er overskridelser af det maksimale miljøkvalitetskrav. Den røde farve angiver det område, hvor koncentrationen af det generelle miljøkvalitetskrav er overskredet. I områderne markeret med orange og grøn er der ikke overskridelser af miljøkvalitetskravene. Tegnforklaringen viser koncentrationerne i $\mu\text{g/l}$ for de forskellige farvemarkeringer. De sorte cirkler viser afstanden fra udledningspunktet samt den cirkulære blandingszone, svarende til den røde markering. Afstanden til udledningspunkterne er angivet i meter.

Ved gennemførelse af udbygningsplanen reduceres bypass. BIOFOS har som nævnt i afsnittet 7.2.3 i tilladelsen vurderet, at der sker omkring 55% reduktion i peakflow af bypass. Samtidig forventes suspenderet stof at nedbragt til 50% af det nuværende ([Spørgsmål og svar, BIOFOS af juni, 2019](#)).

Da TBT i høj grad binder sig til partikulære stoffer ([Miljøfremmede stoffer og metaller i vandmiljøet. NOVANA tilstand og udvikling 2004-2012, DCE, februar 2015](#)) må kildestyrken forventes at begrænses omkring 75%. Gennemførelse af udbygningsplanen må således forventes at reducere kildestyrken med 75%. Desuden er TBT som beskrevet udfaset, og over tid forventes derfor lavere koncentrationer.

Blandingszonerne for TBT forventes reduceret over tid i kraft af, at der er tale om et stof, der allerede stort set er udfaset. TBT indgår, ligesom de øvrige stoffer som overskrider miljøkvalitetskravene, som fokusstof i samarbejde med oplandskommunerne. Københavns Kommune vurderer på den baggrund (se afsnittet om BAT, afsnit 7.7 i tilladelsen), at det ikke vil være proportionalt på nuværende tidspunkt at stille krav til udbygningsplanen om yderligere nedbringelse af blandingszonerne for TBT. Det er Miljøstyrelsen, der vurderer behov for

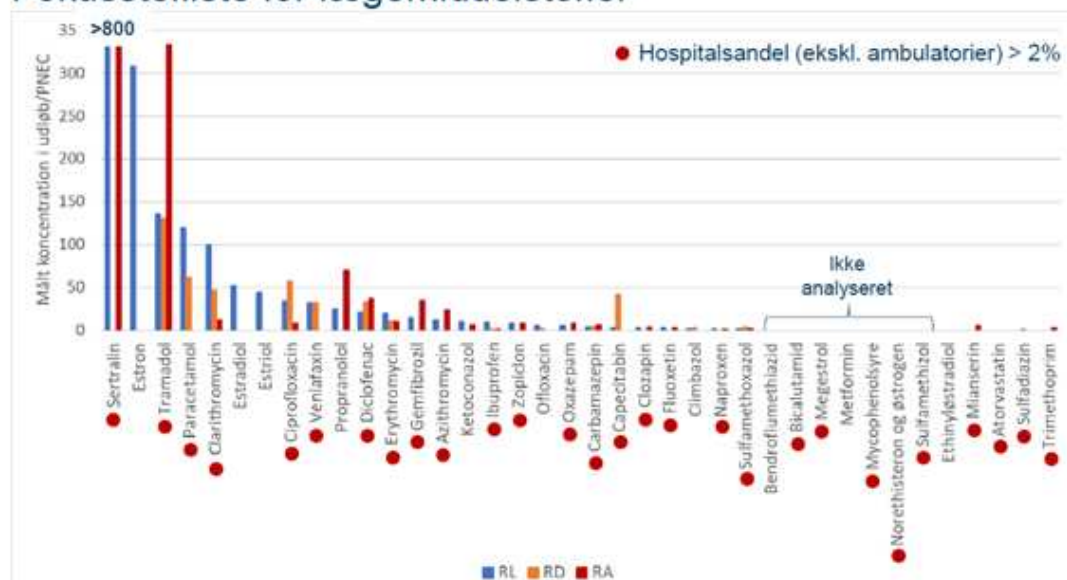
yderligere reduktion af blandingszonerne. Tilsynsmyndigheden kan i den forbindelse drøfte med BIOFOS, om der skal ske en indsats på renseanlægget eller i oplandet gennem arbejdet med fokusstoffer.

7.4.9 Medicinstoffer

Lægemidler, der anvendes på hospitaler, er vurderet mere specialiserede end de stoffer, der anvendes i private husholdninger, derfor er der krav om, at spildevand fra hospitaler skal renses meget grundigt, inden vandet afledes til renseanlæg eller evt. til vandområde. Ikke alle hospitaler har dog fået etableret disse specialiserede renseanlæg endnu.

Der er meget få medicinstoffer med tilhørende miljøkvalitetskriterier. Medicinstofferne er derfor sammenlignet med PNEC-værdier (predicted no effect concentrations). Ud af 38 medicinstoffer (se figur 7.15), blev 12 målt med koncentrationer større end PNEC. Der er ligeledes medicinstoffer, hvis koncentration ikke er målt, men estimeret ud fra DHI's databaser.

Fokusstoffliste for lægemiddelstoffer



Figur 7.15 Målte koncentrationer af medicinstoffer i udledningen fra BIOFOS's 3 renseanlæg (Renseanlæg Lynetten, RL, Renseanlæg Damhusåen RD, og Renseanlæg Avedøre, RA (Slide fra [BIOFOS Fokusstoffer - På baggrund af undersøgelser for metaller, miljøfremmede stoffer, lægemiddelstoffer og østrogen effekt i spildevandet, præsentation, DHI, 2018](#)).

De fleste medicinstoffer udledes primært sammen med det almindelige husspildevand, men for enkelte stoffer er hospitaler fortsat en betragtelig punktkilde. De målte medicinstoffer, der kræver den største fortynding for at komme under PNEC-værdierne, er: Sertralin (antidepressiv), Tramadol (smertestillende), Paracetamol (smertestillende) og Clarithromycin (antibiotikum). I oplandet til Lynetten forventes 19 % af Clarithromycin for eksempel at komme fra hospitalerne. Udledningen af medicinstoffer forventes reduceret i takt med, at alle hospitaler får etableret renseanlæg.

Det vurderes derfor ikke på nuværende tidspunkt proportionalt at stille specifikke vilkår om at rense for konkrete medicinstoffer. Der findes ikke egnede renseløsninger, der kan etableres på de

almene renseanlæg og problemet med medicinstoffer i udledningssvandet forventes reduceret inden for en kort årrække.

7.4.10 Mikroplastik

Både spildevand og overfladevand indeholder mikroplastik. Mikroplastik forekommer ligeledes i separate regnvandsudledninger. Måling af mikroplastik i spildevand er stadig behæftet med usikkerhed og er omkostningsfuldt, da analyser er meget tidskrævende.

Et forskningsprojekt fra Miljø- og Fødevareministeriet konkluderer, at danske renseanlæg er gode til at filtrere mikroplast fra, så bittesmå plastikstykker ikke ryger ud i vandmiljøet. Størstedelen af mikroplasten, > 99 %, opsamles i slammet ([Microplastic in Danish wastewater. Sources, occurrences and fate. Environmental Project No. 1906, Miljøstyrelsen, marts 2017](#)). Slammet fra Renseanlæg Lynetten afbrændes som hovedregel, hvorfor mikroplastik fra det rensede vand ikke vil blive spredt til miljøet i stor stil, og derfor vurderes at være mindre problematisk. Hvis slambehandlingen ændres således, at hovedparten af slammet ikke længere brændes, skal BIOFOS informere tilsynsmyndigheden, Miljøstyrelsen, som vil vurdere, om ændringen har betydning for tilladelsen.

Mikroplasten bliver ikke på samme måde fjernet fra bypass-vandet. Bypass-vandet må derfor forventes at indeholde mikroplastik. Udbygningsplanen sikrer, at bypass reduceres betydeligt, og nærværende tilladelse har fokus på bypassmængden og at opretholde den biologiske kapacitet. Det vurderes ikke på nuværende tidspunkt proportionalt at gennemføre tiltag rettet specifikt imod at begrænse udledningen af mikroplastik fra Renseanlæg Lynetten.

8 Økotoksikologi

Renset spildevand og bypass indeholder komplekse blandinger af stoffer, der hver især og i kombination med hinanden, kan forårsage negative påvirkninger af vandmiljøet. Det er derfor vigtigt at forholde sig til, om der kræves særsilt risikovurdering af udledningen i relation til toksiske kombinationseffekter og stoffer, der ikke analyseres for. I den forbindelse har DHI udført en økotoksikologisk screening af udledningen fra Renseanlæg Lynetten for at vurdere eventuelle kombinationseffekter og effekten af stoffer, der ikke er analyseret for ([Økotoksikologisk undersøgelse, DHI, november 2017](#)). Københavns Kommune har på baggrund af rapporten vurderet, om renseanlæggets udledninger kan reguleres i forhold til enkeltstoffer som lovgivningen lægger op til.

Screeningen blev gennemført for at vurdere eventuelle kombinationseffekter eller toksicitetsbidrag (TU) fra enkeltstoffer som ikke er analyseret. Ved screeningen blev der set på væksthæmning i den marine kiselalge *Skeletonema costatum*. Resultaterne af undersøgelsen er opstillet i Tabel 8.1. For yderligere detaljer henvises til den tekniske baggrundsrapport ([Økotoksikologisk undersøgelse, DHI, november 2017](#)).

Tabel 8.1 Resultater af økotoksikologiske test med den marine kiselalge *Skeletonema costatum* for rensat udløbsvand og bypassvand. Øverste del: koncentration (ml/l) af spildevand ift. medie/havvand, som giver de angivne effekter. Nederst: toksicitetsbidrag (TU: Toxic units) angiver den reciprokke værdi af koncentrationer og viser derved fortyndingsforhold 1:TU. Der er ved udregning af PNEC (Predicted No Effect Concentration) anvendt en sikkerhedsfaktor på 1.000 ift. NOEC (No Observed Effect Concentration). RL = Renseanlæg Lynetten. LOEC: (Lowest Observed Effect Concentration), EC: (Effect Contentration)

	Koncentration (ml/l)				
Prøve	NOEC	LOEC	EC10	EC50	PNEC
RL Bypass	20	50	20-50	20-50	0,02
RL Udløb	≥300	>300	>300	>300	≥0,3
	Toksicitetsbidrag (TU)				
Prøve	NOEC	LOEC	EC10	EC50	PNEC
RL Bypass	50	20	20-50	20-50	50.000
RL Udløb	≤3	<3	<3	<3	≤3.000

Undersøgelsen viser, at den højeste testkoncentration (ml spildevand i 1 liter testblanding) uden signifikant effekt (NOEC) var hhv. 300 ml/l for udløbsvand og 20 ml/l for bypassvand. Det betyder, at der ikke kan konstateres en væksthæmning i *S. costatum* og at udløbsvandet derfor ikke forventes at have en negativ effekt efter ≤ 3 gange fortynding. Bypassvandet forventes ikke at påvirke *S. costatum* efter ca. 50 gange fortynding (Tabel 8.1).

Ved vurdering af effekten i recipienten er det relevant, at bypassvand udledes igennem samme havledning og diffussorer som det rensede udløbsvand, og at disse to spildevandsstrømme typisk udledes i forholdet rensat udløbsvand:bypass på 5:1.

For at vurdere om den målte væksthæmning i *S. costatum* kan forklares ud fra enkeltstoffernes toksicitetsbidrag (TU), blev disse beregnet ud fra EC50 litteraturværdier

for stoffer, hvor koncentrationen i prøverne var større end PNEC eller miljøkvalitetskrav, jf. [BEK 1625 af 19-12-2017](#).

For det rensede udløbsvand var der god overensstemmelse imellem beregnet og målt TU (≤ 3 i begge dele). Ud fra det vurderer Københavns Kommune, at det rensede udledningsvand sandsynligvis ikke giver anledning til toksiske kombinationseffekter af indholdsstofferne og at toksiciteten ikke er væsentligt påvirket af stoffer, der ikke er analyseret for. Det viser ligeledes, at analyseprogrammet omfatter de mest problematiske stoffer.

For bypassvand var der, jf. tabel 4.2 i DHI' økotoksikologiske undersøgelse ([Økotoksikologisk undersøgelse, DHI, november 2017](#)), derimod betydelig forskel på beregnet og målt TU, idet målte TU var ca. 16-40 gange større end det beregnede toksicitetsbidrag. Københavns Kommune er enige i DHI's vurdering af, at der kan være tale om menneskelig fejl ift. prøvehåndtering og opdeling i delprøver, ligesom der også vurderes at kunne være forskelle i observerede effekter i *S. costatum*, når disse sammenlignes med beregnede TU ift. andre algearter. Dog vurderer Københavns Kommune, at det ikke kan afvises, at der kan optræde effekter af stoffer, der ikke måles for og som nedbrydes i renseanlægget eller toksiske kombinationseffekter af stofferne i bypass. Flere stoffer i bypassvand kræver fortynding (se bilag 7.3) for at kunne overholde miljøkvalitetskravene jf. [BEK 1625 af 19-12-2017](#). Pyren, er det stof, der kræver den største fortynding, ca. 88 gange. Det udledte bypassvand skal til sammenligning kun fortyndes ca. 50 gange for at sikre, at der ikke er en toksisk effekt (NOEC, Tabel 8.1).

I det rensede vand er det stoffet bisphenol A, der kræver den største fortynding for at kunne overholde miljøkvalitetskravene jf. [BEK 1625 af 19-12-2017](#). Det vil ifølge NOVANA-målinger kræve 150 ganges fortynding (se bilag 8.3). Det udledte rensede vand skal til sammenligning kun fortyndes ca. 3 gange for at sikre, at der ikke er en toksisk effekt (NOEC, Tabel 8.1).

Screeningen for kombinationseffekter modviser således ikke, at reguleringen af udledningerne fra renseanlæggene kan ske ud fra krav til enkeltstoffer, da påvirkningszonerne for *S. costatum* er mindre end blandingszonerne for de mest problematiske stoffer i udledningerne.

Omvendt kan det ikke ud fra screeningen udelukkes, at øvrige og mere følsomme organismer uden for blandingszonerne kan risikere at blive påvirket. Sådanne effekter vurderes almindeligvis ved at benytte en sikkerhedsfaktor, hvis størrelse afhænger af, hvor omfattende økotoksikologiske undersøgelser man har gennemført. Da der i denne forbindelse er gennemført én screening på én organisme, skal der benyttes en sikkerhedsfaktor på 1000. Det område, der potentielt påvirkes af udledningen, bliver derfor langt større end blandingszonerne grundet den høje sikkerhedsfaktor. Såfremt man ønsker en mere præcis vurdering af, om øvrige sårbare organismer påvirkes af udledningen, vil det være nødvendigt at gennemføre mere avancerede økotoksikologiske undersøgelser således, at det ikke bliver den høje sikkerhedsfaktor, der er afgørende for størrelsen på påvirkningszonen.

Målinger på det rensede vand og bypass er foregået hver for sig. Forholdet rensat vand:bypass er som nævnt 5:1, hvilket betyder bypassvandet inden det ledes ud og yderligere nedbringer risikoen for toksicitet fra bypass. Da der dog er stor forskel på målt

og beregnet toksicitet for bypassvand, jf. tabel 4.2 i DHI's økotoksikologiske undersøgelse ([Økotoksikologisk undersøgelse, DHI, november 2017](#)), forventes enhver reduktion af bypassmængder at nedbringe mulige kombinationseffekter i recipienten.

På baggrund af ovenstående, vurderer Københavns Kommune at reguleringen af renseanlæggene kan ske på baggrund af enkeltstoffers koncentrationer, således som lovgivningen lægger op til. Der vurderes derfor ikke at være behov for at stille vilkår om konkrete tiltag mod kombinationseffekter.

Ved implementering af udbygningsplan for Renseanlæg Lynetten forventes en begrænsning af den potentielle økotoksiske belastning fra anlæggets udledninger af både rensset udløbsvand og bypass. Der forventes en nedbringelse af suspenderet stof på ca. 50 % i udledningsvand ([Spørgsmål og svar, BIOFOS af juni, 2019](#); [Miljøteknisk beskrivelse for Renseanlæg Lynetten, EnviDan, juli 2019](#)). Følgelig må der forventes en tilsvarende reduktion i de forureningskomponenter, som er knyttet til det SS.

Udbygningsplanen forventes også at give anledning til en reduktion i årsmængder af bypass på 80-90 % ([SP18, KK, juni 2019](#)). Da den økotoksikologiske undersøgelse ikke har kunnet afvise mulige kombinationseffekter i bypass, giver den forventede reduktion i årsmængder af bypass en tilsvarende potentiel nedbringelse af økotoksiske virkninger inden for en blandingszone i recipienten. Miljøstyrelsen som tilsynsmyndighed vil vurdere, om der er yderligere behov for reduktion af bypass og om der fortsat sikres en hensigtsmæssig beskyttelse mod økotoksiske kombinationseffekter ved regulering efter enkeltstoffer.

9 Vurdering af tertiære renseteknikker

Nedenstående er en beskrivelse af tertiære renseteknikker. Bogstaverne refererer til punktopstillingen i tilladelsens afsnit 7.7.4

Ad A: Efterfiltrering (tromle/skivefiltre) er en velafprøvet teknologi til at mindske det partikulære stof i rensed spildevand. EnviDan beskriver i BAT-rapporten ([BAT-analyse. Udbygningstrategi '25. BIOFOS, EnviDan, august 2017](#)), at efterfiltrering ved tilsætningen af fældningskemikalier kan fungere som et supplerende kemisk rensetrin, hvor særligt fosfor udfældes. Det vurderes, at de primære omkostninger vil findes ved etableringen af teknologien, mens driftsomkostningerne er forholdsvis lave.

Ad B: Hygiejnisering beskrives i BAT-rapporten ([BAT-analyse. Udbygningstrategi '25. BIOFOS, EnviDan, august 2017](#)) som en rensemetode til reduktion af bakterier og virus. Metoden kan være relevant i badesæsonen, da hygiejnisering med UV kan rense spildevand til <100 E. Coli CFU/100 ml, mens hygiejnisering med pereddiksyre kan rense til <500 E. Coli CFU/100 ml. EnviDan vurderer, at der må forventes uforholdsmæssigt høje driftsomkostninger ved benyttelsen af hygiejnisering til brugen af henholdsvis UV og pereddiksyre. Derudover vurderer EnviDan, som rådgiver for BIOFOS, at etableringen af hygiejnisering ud over, hvad der indgår i udbygningstrategien, vil kræve en yderligere reduktion af suspenderet stof i spildevandet for at opnå effektiv rensning.

Ad C: Ozon og aktivt kul beskrives i notatet ([Vedr.: BAT-analyse: Supplerende vedr. rensning for lægemidler og miljøfremmede stoffer, oktober 2017](#)) som en af de mest effektive metoder til at fjerne organiske miljøskadelige stoffer. I BAT- Rapporten ([BAT-analyse. Udbygningstrategi '25. BIOFOS, EnviDan, august 2017](#)) beskrives det, at ozonering og aktivt kulfilter normalvis kombineres med efterfølgende biologisk behandling som oftest et sandfilter. I Schweiz, hvor metoderne benyttes, er der stillet krav om, fjernelse af 80 % af en række miljøskadelige stoffer. I notatet ([Vedr.: BAT-analyse: Supplerende vedr. rensning for lægemidler og miljøfremmede stoffer, oktober 2017](#)) beskrives det, at ozon, på trods af sine egenskaber til at nedbryde miljøskadelige stoffer, endnu ikke er en sikker rensemetode, da mange af nedbrydningsprodukterne er farligere end de oprindelige miljøskadelige stoffer, hvorfor teknikken ikke vurderes hensigtsmæssig at implementere. EnviDan vurderer, at der må forventes driftsmæssige omkostninger, da begge teknologier kræver et stort energiforbrug og desuden er vanskelige at håndtere i driften ([BAT-analyse. Udbygningstrategi '25. BIOFOS, EnviDan, august 2017](#)).

Ad D: Membraner er en veldokumenteret teknologi, som særlig kan tilbageholde mikroplast og mindske koncentrationen af næringsstoffer, tungmetaller og miljøskadelige stoffer, som binder sig til suspenderet stof. EnviDan vurderer i BAT-Rapporten ([BAT-analyse. Udbygningstrategi '25. BIOFOS, EnviDan, august 2017](#)), at etablering af membraner, ikke vil være økonomisk proportionalt, når man ser på både etablering, drift og vedligeholdelse.

Ad E: Aktivt kul beskrives i notatet ([Vedr. Belysning af mulighederne for anvendelse af aktivt kul til reduktion af miljøfremmede stoffer, juli 2018](#)) som er et supplement til tidligere notat ([Vedr.: BAT-analyse: Supplerende vedr. rensning for lægemidler og miljøfremmede stoffer, oktober 2017](#)). Notatet beskriver, at aktivt kul kan anvendes i rensprocessen eller som tertiær rensning. Grundet de arealmæssige restriktioner på Renseanlæg Lynetten, har

BIOFOS set på en løsning, hvor aktivt kul doseres i det eksisterende renseanlæg, hvorved driftsomkostningerne bliver overskyggende store.

Ad F: Efterdenitrifikation er af Københavns Kommune, vurderet yderst relevant og kan etableres på Renseanlæg Lynetten som tertiær rensning ([Vedr.: BAT-analyse: Supplerende vedr. rensning for lægemidler og miljøfremmede stoffer, oktober 2017](#)).

Efterdenitrifikation er en kendt teknik, der vil kunne forbedre kvælstofudledningen fra 4,5 mg/l til 3 mg/l svarende til en reduktion i størrelsesordenen 90 tons/år ([Vedr. Supplerende spørgsmål fra Københavns Kommune vedr. BAT-rapport, oktober 2017](#)).

EnviDan vurderer, at efterdenitrifikation kan etableres på renseanlægget, hvis det bliver nødvendigt på baggrund af de endelige fastsatte kvælstofkrav i de næstkommende vandområdeplaner. Det samme gør sig gældende, hvis der viser sig andre ændringer i forhold til forudsætningerne og/eller hvis den øgede belastning af Renseanlæg Lynetten over tid kræver det.