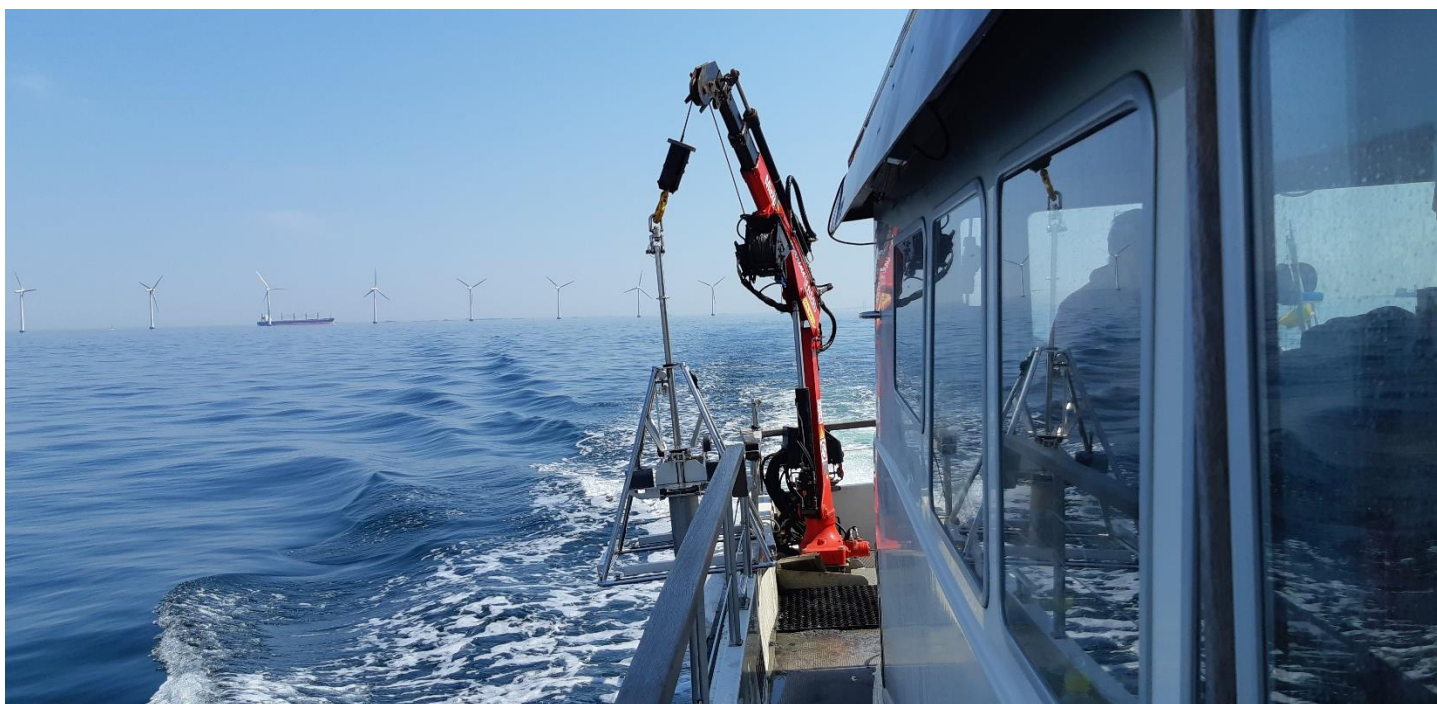


Lynetteholmen: Moniteringssystem for 2023 – anlægs- og driftsfase

11823523-26

Dato: 03.07.2023

Udarbejdet for Udviklingsselskabet By & Havn I/S



Lynetteholm: Monitoringsystem for 2023 – anlægs- og driftsfase

Projektnr. 11823523-26
Kundens ref.

Udarbejdet for: Udviklingsselskabet By & Havn I/S
Repræsenteret ved: Noelle Kehli, Hans Vasehus

Table of Contents

1	Indledning.....	5
2	Monitering	10
2.1	Stationer og Transekter	11
2.2	Undersøgte variable	13
2.2.1	Sediment.....	13
2.2.2	Vand.....	16
2.2.3	Bundvegetation og bundfauna	18
2.3	Rapportering	20
2.4	Tilføjelser ved opstart af driftsfasen	20
3	Referencer	21
Bilag A	Uddrag fra Implementeringsredegørelsen.....	1
Bilag A.1	Uddrag fra Implementeringsredegørelsen.	1
Bilag B	Positioner på monitoringsstationer.....	1
Bilag B.1	Positioner og indsamlingsvariable	2
Bilag C	Oversigt over kemiske analyser i vand og sediment	5
Bilag C.1	Målinger i sedimenter	6
Bilag C.2	Målinger i vandsøjlen.....	7

Figurer

Figur 1-1	Angivelse af perimeteren for den kommende Lynetteholm halvø. Den blå stiplede linje angiver afgrænsning mellem Fase 1 og Fase 2. Det brun-gule område er modtageanlæg for nyttiggørelse af ren og forurenede jord. (Bilag 1 i lovgrundlag om Lynetteholm).....	5
Figur 2-1	Angivelse af de oprindelige 27 bund-monitoringsstationer.....	12
Figur 2-2	Video transekter. De lysegrønne flader er områder med tæt vegetation, herunder ålegræs og de gule er områder med mere spredt vegetation. (Kilde: DHI GRAS)	13
Figur 2-3	Markering af 4 stationer, hvor der analyseres for Nonylphenol og PFAS/PFOS forbindelser i sedimenterne.	15
Figur 2-4	Ændringer i middelstrøm (m/s) efter etablering af Fase 1 (venstre) og Fase 2 (højre). Batymetri-målingerne vil primært ske ud for spidserne af Fase 1 og Fase 2.	16
Figur 2-5	8 vandkvalitetsmonitoringsstationer rundt om Lynetteholm-området, samt østlig 1 reference station 25. De røde cirkler angiver stationer, hvor der udtages prøver i 3 dybder, som analyseres separat, mens der på de andre stationer udtages i 3 dybder til en blandingsprøve.	17
Figur 2-6	Placering af iltmåler i Kongedybet mellem station 15 og 16.	18

Bilag

Bilag A	Uddrag fra Implementeringsredegørelsen
Bilag A.1	Uddrag fra Implementeringsredegørelsen.
Bilag B	Positioner på monitoringsstationer

Bilag B.1	Positioner og indsamlingsvariable
Bilag C	Oversigt over kemiske analyser i vand og sediment
Bilag C.1	Målinger i sedimenter
Bilag C.2	Målinger i vandsøjlen.

1 Indledning

Dette er en opdatering af det monitoringsprogram, der knytter sig til etableringen af Lynetteholm. Undersøgelserne går nu ind i en ny fase, hvor der fortsat monitoreres for anlægsfasen af Fase 2, mens der også skal monitoreres for driftsfasen for Fase 1, som er etableret. Dette dokument omhandler derfor monitoring i forbindelse med driftsfase for Fase 1 og anlægsfasen for Fase 2.

I forbindelse med loven om etablering af Lynetteholm er der udformet en Implementeringsredegørelse, hvori det fremgår, hvordan der skal monitoreres for påvirkning af havmiljøet i de forskellige faser af projektets levetid, /1/. Perimeteren af den færdige Lynetteholm er vist i Figur 1-1.

Dette dokument er en opdatering af den tidligere version fra 2021 og der ses på de forskellige faser af projektet og dertil knyttede monitoringskrav og på basis af disse er der foreslået et monitoringsnet i forbindelse med gravearbejderne, et monitoringsnet i forbindelse med etableringen af Lynetteholm og et monitoringsnet for udledning af kvælstof fra Fase 1, som senere kan udvides til at dække Fase 2.



Figur 1-1 Angivelse af perimeteren for den kommende Lynetteholm halvø. Den blå stiplede linje angiver afgrænsning mellem Fase 1 og Fase 2. Det brun-gule område er modtageanlæg for nyttiggørelse af ren og forurenet jord. (Bilag 1 i lovgrundlag om Lynetteholm).

Der er følgende monitoringsopgaver tilknyttet Implementeringsredegørelsens afsnit 3.5.6, 3.8.6 og 3.13.6 om monitoring af sediment, vand, bundvegetation og bundfauna med Københavns Kommune som tilsynsmyndighed:

- Biologi og sedimenter på faste stationer.

- Vandkvalitetsmålinger på 9 stationer rundt om perimeteren for Lynetteholm. Målingerne tages 3 gange i en fuld gravesæson.
- Videooptagelser på en række transekter omkring Lynetteholm-perimeteren.
- Offline målestation i Kongedybet med fokus på måling af ilt (Skal afklares med Københavns Kommune).

I forbindelse med undersøgelserne i 2022 blev der taget vandprøver ved ARC og Prøvestenen før anlægsarbejderne blev igangsat. Det vurderes ikke at give ny viden, at gennemføre nye målinger, før hele perimeteren er etableret. Til den tid bør man vurdere ændringer i strømnings- og blandingsforhold med en model og ud fra resultaterne fastlægge om en vandprøvetagning vil give mening.

For at leve op til kravene i Implementeringsredegørelsen for anlæg af Lynetteholm har By & Havn iværksat en række monitoringstiltag som skulle dokumentere overholdelse af de stillede krav. Krav og tiltag er vist i nedenstående **Fejl! Et bogmærke kan ikke henvise til sig selv.**, som opsamler alle aktiviteter, der er omfattet af Implementeringsredegørelsens afsnit 3.5.6, 3.8.6 og 3.13.6. I Tabel 1-2 er vist de krav, der er fremført af Københavns Kommune og som ligger uden for Implementeringsredegørelsens krav.

Tabel 1-1 **Oversigt over afsnit og krav i Implementeringsredegørelsen, aftaler med Københavns Kommune og tiltag.**

Afsnit	Krav	Tilladelse/aftale	Tiltag
3.5.6 / 3.13.6	Fastlæggelse af et stationsnet til udtagning af sedimentprøver til fysisk-kemiske analyser	Fastlæggelse af et stationsnet til overvågning af sedimentkemi og biologi	27 stationer og 19 videotransekter fastlagt for Lynetteholm området
3.5.6	Der udføres prøvetagning første gang for dokumentation af de eksisterende forhold, således der er en solid baseline på plads på prøvestationer jf. det fastlagte stationsnet.	Baseline undersøgelser på de fastlagte stationer med udtagelse af sediment, bundvegetation og bundfaunaprøver FØR iværksættelse af gravning	Undersøgelser på alle stationer og transekter
3.5.6	Der udføres målinger af dybdeforholdene omkring Lynetteholm/på Middelgrunden i løbet af driftsfasen	Batymetri målinger tages en gang om året udenfor gravesæsonen, og for de første 5 år efter færdiggørelse af Fase 2, eller frem til at en ligevægt har indfundet sig	Batymetri målinger tages på fastlagte områder
3.5.6 / 3.13.6	Efter færdiggørelsen af fase 1 perimeterkonstruktionen foretages prøvetagninger af overfladesedimentet for fysisk, kemiske analyser jf. fastlagt stationsnet. I driftsfasen vil By & Havn foretage monitoring af bundvegetation og bundfauna omkring Lynetteholm, herunder med fokus på Middelgrunden.	Prøvetagning af sediment, bundvegetation og bundfaunaprøver på alle stationer efter endt gravesæson, Lynetteholm	Undersøgelser på alle stationer og transekter

Afsnit	Krav	Tilladelse/aftale	Tiltag
3.8.6	By & Havn fastlægger efter dialog med tilsynsmyndigheden et program for overvågning af påvirkning af vandkvaliteten i anlægs- og driftsfasen	Vandkvalitetsundersøgelser på 9 af de 27 stationer ved Lynetteholm under gravesæsonen	Indsamling af vandprøver på 9 stationer, hvoraf der på 5 stationer indsamles separate prøver i 3 dybder (1 m over bund, midt i vandsøjle og 1 m under overfladen), samt blandprøver fra tre dybder på 4 stationer.
3.8.6	By & Havn fastlægger efter dialog med tilsynsmyndigheden et program for overvågning af påvirkning af vandkvaliteten i anlægs- og driftsfasen, herunder for påvirkningen af relevante blandingszoner ved Kraftværkshalvøen og Prøvestenen	Vandkvalitetsundersøgelser ved ARC og Prøvestenens depot FØR gravesæsonens start	Overvågningen har til formål at undersøge, om de blandingszoner, de to virksomheder har som del af deres godkendelser, fortsat kan udnyttes efter etablering af Lynetteholm. Derfor skal man gennemføre et modelstudie, når den endelige perimeter er etableret for at undersøge, om der er væsentlige påvirkninger af blandingszonernes udbredelse. På det tidspunkt skal man tage stilling til, om vandprøvetagning vil give en viden, man ikke bedre kan opnå med en modellering.

I Tabel 1-2 er angivet de krav, som Københavns Kommune har anmodet om for de to første gravesæsoner, foråret 2022 og efteråret 2022.

Tabel 1-2 Oversigt over tiltag og opfyldelse af krav, fremført af Københavns Kommune

Krav	Tiltag
Eablering af iltmålestation i Kongedybet	Station udlagt 1. april 2022 ud for Amager kraftværk. Stationen bliver i drift indtil hele perimeteren er færdigetableret.
Inddragelse af en række særlige kemiske stoffer i sedimentanalyser fra 4 udvalgte stationer (Pthalater og nonylphenol)	Analyseprogram inkluderer de ønskede variable i undersøgelser af sediment, som aftalt med KK. Desuden undersøges de samme 4 stationer for forekomst af PFAS/PFOS forbindelser.

2 Monitering

Ved valg af analysevariable og valg af biologiske variable er der sket en udvælgelse på basis af resultater fra tidligere undersøgelser, /3/ og /4/.

Valget af de kemiske variable til sedimenter og vandprøver er taget på baggrund af baselineundersøgelser i området for den kommende Lynetteholm (2019, /3/) og på Middelgrund (2020, /4/), fra undersøgelser gennemført i forbindelse med prøvegravninger i sommeren 2021, /5/, og fra de seneste 3 undersøgelser i området fra hhv. december-21 og januar-22, i sommeren 22, samt marts-23. I dette forslag er der en opdatering af analysevariable og de valgte detektionsgrænser, der relaterer sig til Bekendtgørelse 796 om kvalitetskrav til miljømålinger. De valgte variable og detektionsgrænser er gengivet i Bilag C (C.1 Målinger i sedimenter og C.2 Målinger i vandsøjlen).

Der var oprindeligt fastlagt 27 stationer, men indsamling i vinteren 2021-2022 og sommeren 2022 har vist, at det ikke er muligt at indsamle på hhv. station 19 og 26 på grund af en meget stenet bund. I sommeren 2023 forsøges de to stationer igen indsamlet, denne gang med brug af dykker på station 26, hvorefter der skal tages stilling til en eventuel ny station eller at stationerne sløjfes. Uanset valg af antal stationer er det ikke alle indsamlingsvariable, der kan indsamles på alle stationer. På 15 af stationerne kan der ud over fauna og sediment indsamles ålegræs og makroalger, da dybde og bundforhold tillader dette.

Tabel 2-1 Oversigt over undersøgelser og frekvens.

Variabel	Antal stationer/ transekter	Metode	Frekvens
Bundfauna	27/19	HAPS core, van Veen grab, video transekter (ROV/Slæbe-video) og batymetri-opmålinger ¹	Årligt, Maj-juni
Sedimentkemi	27/19		
Ålegræs/havgræs	15/19	5 stk 50x50cm rammer og video transekter (ROV/Slæbe-video)	
Makroalger	15/19	5 stk 25x25 cm rammer og video transekter (ROV/Slæbe-video)	
Vandkvalitet	9	3 liter Ruttner sampler	

Tabel 2-2 Indsamling i henhold til de tekniske anvisninger

Type	Indsamling	
Blødbundsfauna	HAPS, 7 replikater/station	Indsamling maj-juni. TA angiver senest 1. juni
Makroalger: TA-M14 og TA-M12	Indsamling i Kautsky ramme (25 x 25 cm = 0,0625 m ²), 5	Anvendt da der er tale om en hårbund i de områder, hvor der forekommer makroalger og dels ålegræs. Her arbejdes

¹ Batymetrimålinger gennemføres af By & Havn resultater inkluderes i afrapportering af undersøgelserne.

Type	Indsamling	
	replikater/s tation	med biomasse og artsidentifikation
Ålegræs TA-M18	Indsamlet i Kautsky ramme (50 x 50 cm = 0,25 m ²)	TA angiver efter 1. juni. Arbejder kun med transekter. Her arbejdes med indsamling til vurdering af biomasse og skudtæthed.
Miljøfremmede stoffer i muslinger TA-M22	Udvalgte lokaliteter, hvor der er konstateret muslinger fra 2023- undersøgel serne	Fra september – november.

Indsamling af biologi og sediment er gennemført med reference til de overordnede principper i de tekniske anvisninger. De anvendte metoder er identiske med de metoder, der er anvendt til indsamling ved andre store infrastrukturprojekter som f.eks. anlæggelse af den faste forbindelse over Femern. Desuden er de tekniske anvisninger beregnet til at klassificere hele vandområder. Den anvendte strategi sigter på at skabe en mere dybtgående viden inden for et begrænset område.

Moniteringsprogrammet er som tidligere nævnt bygget op over stationer, der har været anvendt i en række forundersøgelser, ved og omkring Lynetteholm.

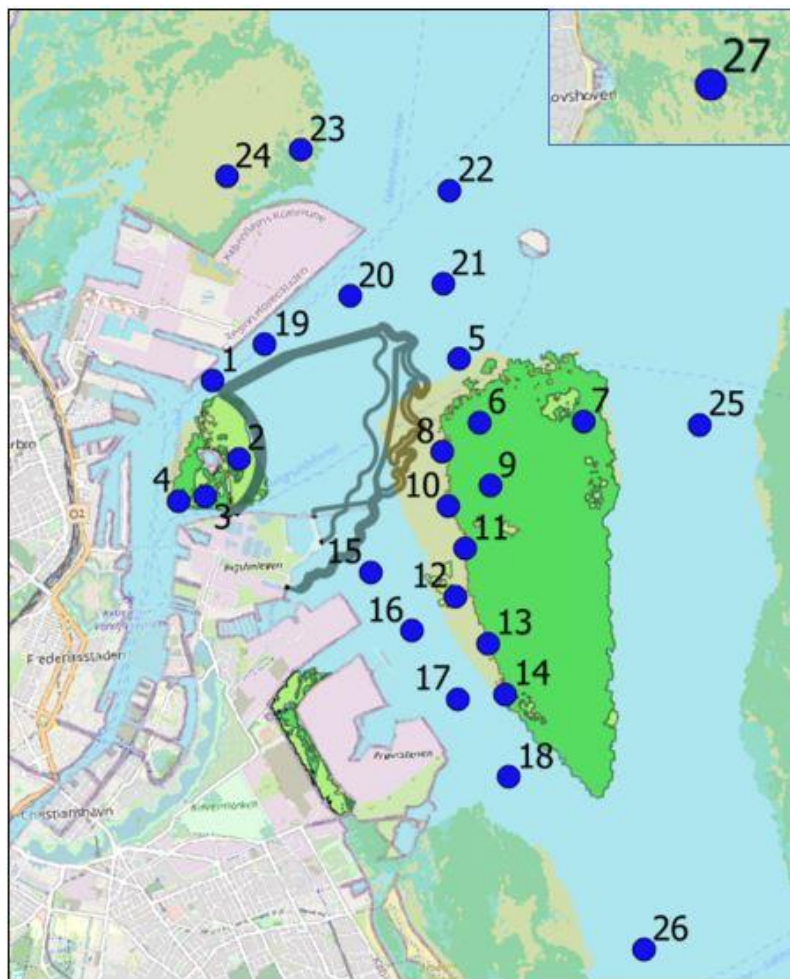
Moniteringen baseres på de stationer, som i sommeren 2022 og tidligere blev undersøgt for en række variable. Stationerne blev dengang udlagt, således at de dækkede de fleste typer af habitater i området som blød bund, hård bund, algedækket bund og ålegræsdækket bund.

Resultater sammenlignes år for år med tidligere undersøgelser og kan således bruges til en langsigtet overvågning af naturlige ændringer og ændringer der potentielt kan skyldes menneskelige påvirkninger. Dette gælder primært de stationer, der ligger omkring Trekroner.

2.1 Stationer og Transekter

Stationer

De nuværende 27 stationer bruges fremover til årlige statusundersøgelser. Undersøgelserne gennemføres om sommeren og vil således give en årlig status mellem to gravesæsoner.



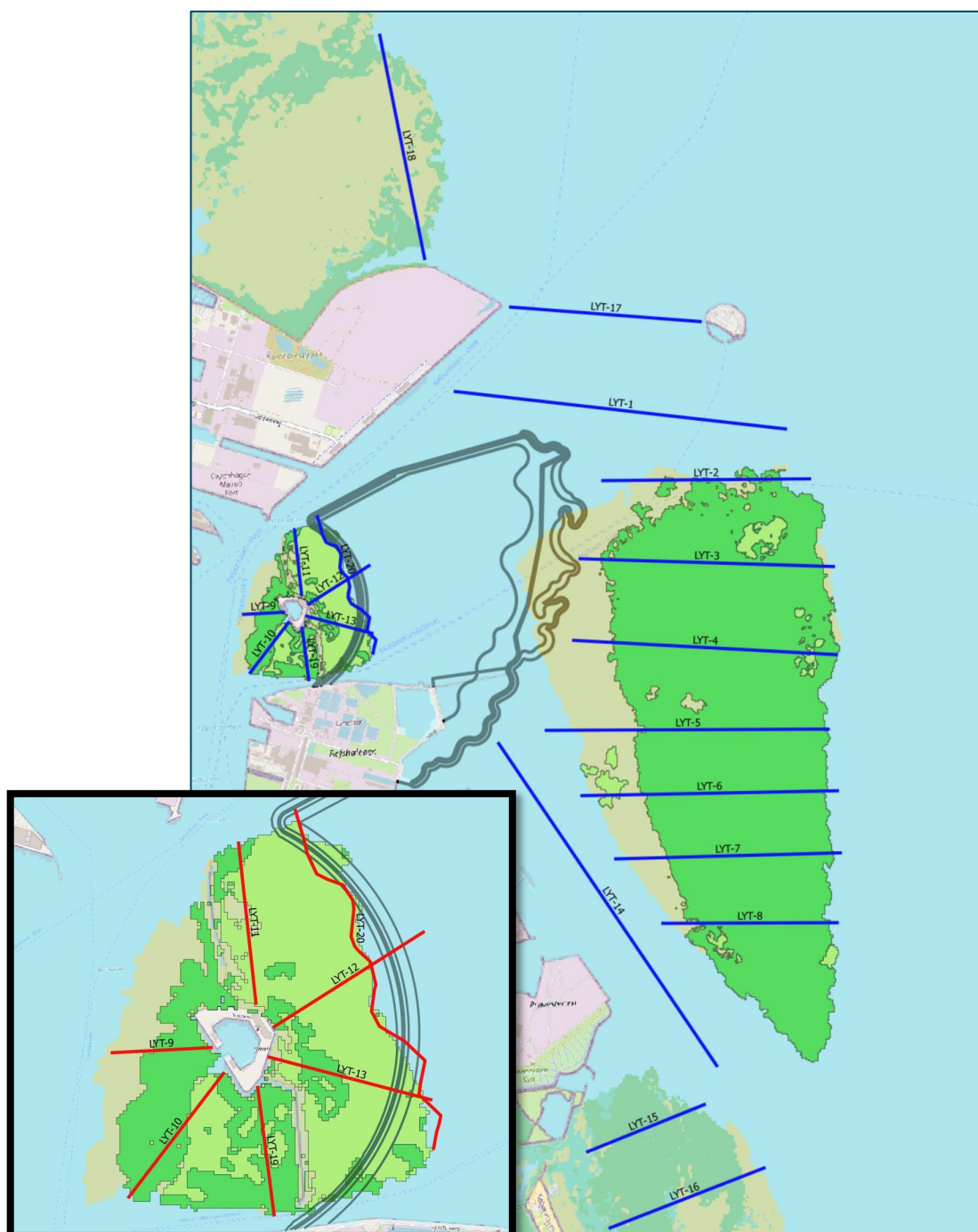
Figur 2-1: Angivelse af de oprindelige 27 bund-monitoringsstationer.

Transekter:

Som supplement til punktmålingerne ved de faste stationer optages der video langs 19 prædefinerede transekter, som senest i sommeren 2022 blev undersøgt. Dog skal det nævnes, at etablering af Fase 2 vil fjerne mulighed for at lave transekter øst for Trekroner i samme omfang som før etableringen. Desuden foreslås det, at Transekt 17 udgår, da der er meget stor lighed med transekt 1. Til gengæld er der oprettet et nyt tværgående transekt, LYT-20, lige øst for Trekroner, som det fremgår af Figur 2-2.

På alle transekter registreres de relative dækningsgrader af hhv. makroalger, ålegræs, muslinger, sedimentforhold og andre bundrelaterede observationer, og resultaterne holdes op mod resultaterne fra de tidligere undersøgelser.

Alle transekter gennemsejles om sommeren i perioden fra slut maj til juli.



Figur 2-2 Kort over video transekter og zoom omkring Trekrone, hvor det nye transekt, LYN-20, kan bedre ses. De lysegrønne flader er områder med tæt vegetation, herunder ålegræs og de gule er områder med mere spredt vegetation. (Kilde: DHI GRAS)

2.2 Undersøgte variable

2.2.1 Sediment

Sedimentkemi

De kemiske variable er valgt ud fra de analyser, der er foretaget i forbindelse med miljøkonsekvensvurderingen af Lynetteholm, herunder datarapporten for miljøkemi Lynetteholm (COWI), /5/ og Teknisk baggrundsrapport om hydraulik

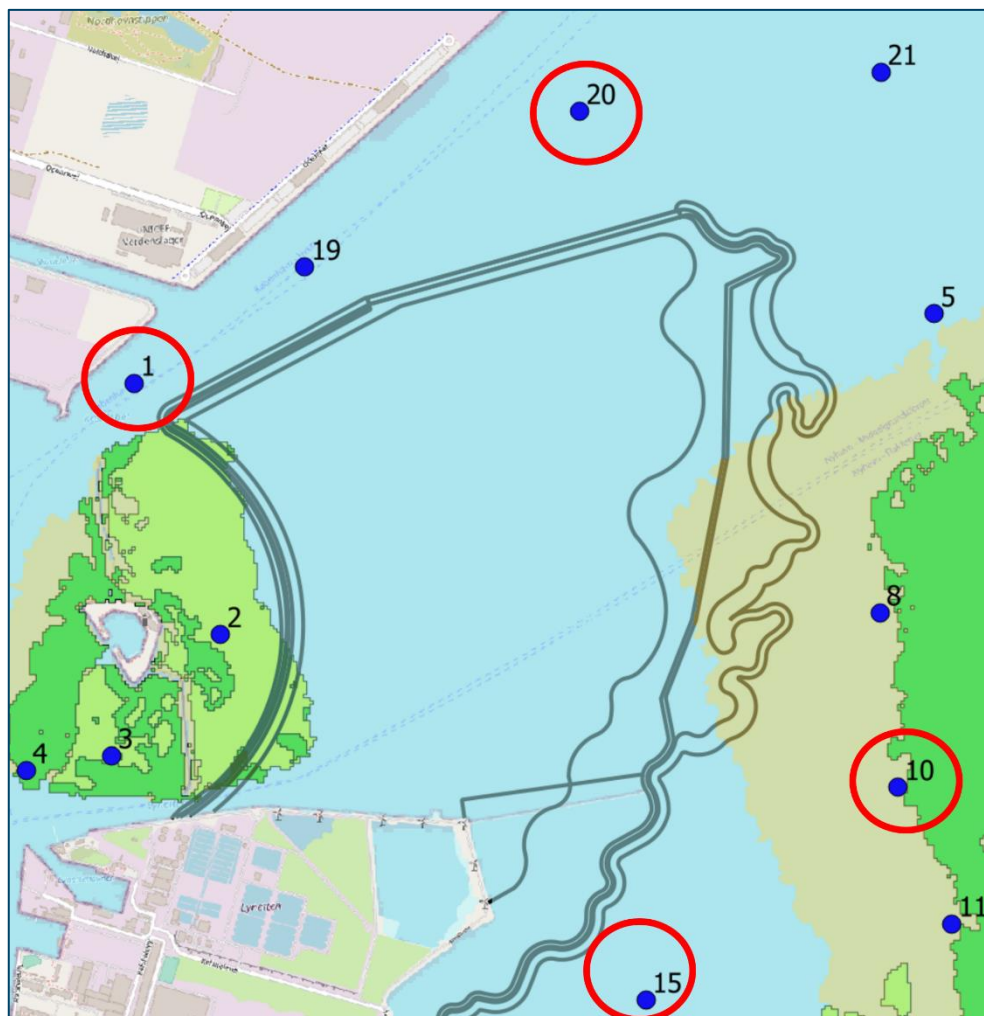
(DHI, /6/). Valget af undersøgte stoffer blev her fastlagt efter dialog med Miljøstyrelsen. Herudover er også inddraget resultater fra prøvegravningsundersøgelserne. Der er kun medtaget variable, der blev fundet i højere koncentrationer i disse undersøgelser.

Stationerne (Figur 2-1, Figur 2-3) undersøges for følgende variable:

Sediment: Tungmetaller, PAH-forbindelser, PCB-forbindelser og Organo-tin (TBT, DBT, MBT), Total-N, Total-P, tørstof og kornstørrelsesfordeling (se fuld liste i bilag C). Desuden Nonylphenol, Ethinyløstradiol og PFAS på 4 stationer.

Københavns Kommune har anmodet om, at stofferne Nonylphenol og Ethinyløstradiol indgår i sedimentanalyserne igen i 2023 på 4 stationer (1, 12, 15 og 20), idet der ønskes en analyse med en forbedret detektionsgrænse i forhold til den, der blev brugt ved undersøgelserne i 2022. Ethinyløstradiol indgår ikke i udledningstilladelsen for Lynetten renseanlæg, mens stoffet 17-beta-østradiol er i tilladelsen. Nonylphenol er medtaget i programmet, mens 17-beta-østradiol er udeladt, da det ikke binder sig til suspenderet materiale og derfor næppe vil kunne findes i sedimentet. PFAS medtages fra 2023 for at fastslå, om det findes i sedimenterne og om det skal være fast del af analyseprogrammet fremover.

Formål med overvågning af sediment er at monitorere anlægsarbejdernes påvirkning af sedimentforhold og at sikre at spredningen af sediment holdes op mod Miljøkonsekvensrapporten (2020), /7/.



Figur 2-3 Markering af 4 stationer, hvor der analyseres for Nonylphenol og PFAS/PFOS forbindelser i sedimenterne.

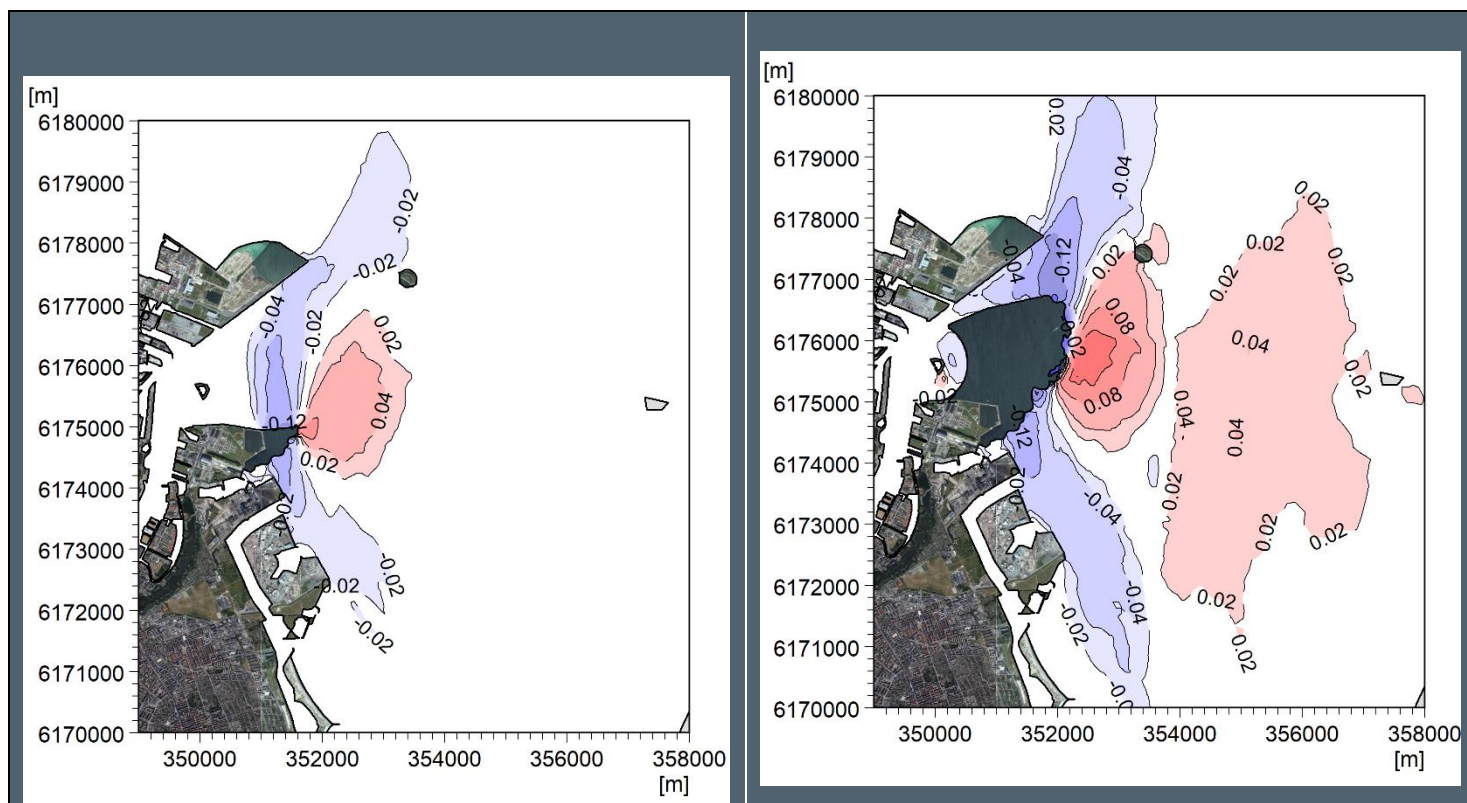
Batymetri

Et led i monitoringen af potentielle fysiske påvirkninger fra Fase 1 og Fase 2 som ændringer i strømhastigheder og derved potentiel erosion gennemføres batymetri-opmålinger i området øst for Lynetteholm. Batymetri målinger tages en gang om året udenfor gravesæsonen, og for de første 5 år efter færdiggørelse af Fase 2, eller frem til at en ligevægt har indfundet sig. I 2023 måles der primært for påvirkningerne fra Fase 1, men der måles også i de områder, der senere vil blive påvirket af Fase 2. Arbejdet udføres af By & Havn og undersøgelsens konklusioner vil blive medtaget i rapporteringen af monitoringen for 2023.

Formål med monitorering af dybdeforhold er at leve op til krav om måling af dybdeforholdene omkring Lynetteholm/ på Middelgrunden i løbet af driftsfasen, som beskrevet i Implementeringsredegørelsens afsnit 3.5.6. Efter eventuelle ændringer i strømforholdene omkring den kommende Lynetteholm, er det relevant at lave batymetri målinger i driftsfasen for at forudse om der er erosion eller lejring i området omkring perimeteren.

Batymetri metoden består af multibeamsonar opmålinger som tages med en Multibeam Reson T50p (frekvens: 420 kW/Hz). Vertikale målinger referer til DVR90 og horisontale målinger referer til S34S. Hastigheden under opmålinger er 4-5 knob. Positioner er fra RTK-GPS med korrektioner fra GPS-net. Der måles med en åbningsvinkel på omkring 120°, max. 150°. Der bliver taget sound velocity profiler efter behov på alle opmålinger.

Nedenstående kort viser de to potentielle områder med øget strøm og derfor potentiel øget erosion. Røde farver angiver øget middelstrøm i m/s og blå farver angiver formindsket middelstrøm (m/s)



Figur 2-4 Ændringer i middelstrøm (m/s) efter etablering af Fase 1 (venstre) og Fase 2 (højre). Batymetri-målingerne vil primært ske ud for spidserne af Fase 1 og Fase 2.

2.2.2 Vand

Vandkvalitetsundersøgelser

Der gennemføres vandkvalitetsanalyser for miljøfremmede stoffer og tungmetaller på 9 stationer hhv. nord, syd, øst og vest for det udpegede anlægsområde. De 9 stationer vil være identiske med de stationer, der anvendes under de øvrige monitoringsopgaver og som er blevet brugt i 2022. Der tages vandprøver 1 gang efter endt gravesæson, i foråret.

I henhold til vilkår 5.1, tages der vandprøver 2 gange under gravearbejdet, som rapporteres til Trafikstyrelsen. Efter Københavns kommunes ønske, tages der 2 ekstra stikprøver indenfor gravefanen for at sammenligne med vandprøverne taget omkring Lynetteholm på de 9 stationer. Alle prøver tages samme dag. Kommunen får også denne rapport med vandanalyser som relaterer sig til gravearbejdet.

Vandprøverne udtages i tre dybder på hver station i hhv. 1 m over bunden, 1 m under overfladen og midt i vandsøjlen. På 5 af de 9 stationer holdes de enkelte delprøver adskilt og analyseres adskilt, mens delprøverne på de resterende 4 stationer blandes til en prøve per station.

Prøverne analyseres for:

- Tungmetaller
- PAH-forbindelser
- TBT-forbindelser
- Suspenderet stof
- Total-N og Total-P
- PCB forbindelser
- PFAS-forbindelser

Formål med overvågning af indhold af miljøfremmede stoffer, tungmetaller og suspenderet stof i vand er at sikre, at kravene i Bek. 796 af 13/06/2023 overholdes for såvel MKKgen som for MKKmaks er opfyldt. Det er relevant at lave disse målinger for at dokumentere, at gravearbejdet ikke påvirker vandkvaliteten i en grad, som forhindrer opfyldelse af miljømål for vandområdet.



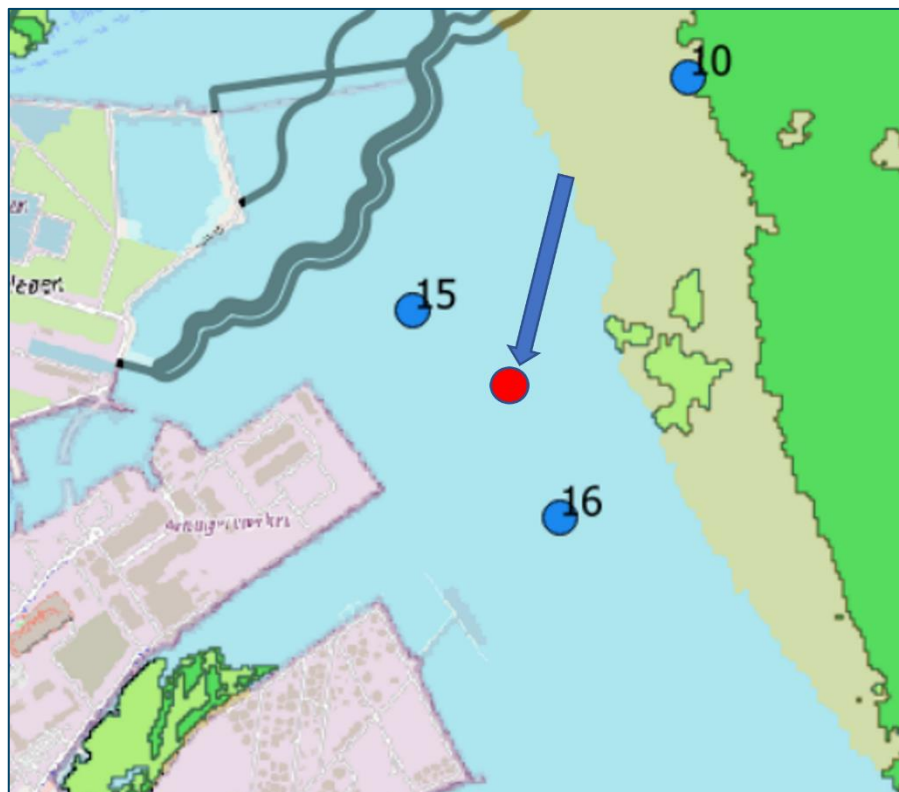
Figur 2-5 8 vandkvalitetsmoniteringsstationer rundt om Lynetteholm-området, samt østlig 1 reference station 25. De røde cirkler angiver stationer, hvor der udtages prøver i 3 dybder, som analyseres separat, mens der på de andre stationer udtages i 3 dybder til en blandingsprøve.

Ilt i Kongedybet

Efter anmodning fra Københavns Kommune blev der udlagt en offline bundmonteret målestation i Kongedybet, som ud over temperatur, salinitet og tryk også måler ilt. Stationen har været i drift siden 1.april 2022 og er fortsat udlagt. Iltkoncentrationen skal måles indtil effekten af hele perimeteren er eftervist.

Formål med målinger af iltkoncentrationen er at monitorere om etablering af Lynetteholm ændrer på iltforholdene i den sydlige del af Kongedybet. Iltmålinger er ikke omfattet af Implementeringsredegørelsen, men skal rapporteres efter Københavns Kommune ønske.

Fra starten lå målestationen ved Station 16. Stationen er udlagt uden overflademarkering og stikker ca. 1,5 m op fra bunden. Efter ønske fra Københavns Havns cheflods er stationen flyttet ca. 300 m nordpå for at ligge uden for navigationsområder for skibe med anløb til Prøvestenen.



Figur 2-6 Placering af iltmåler i Kongedybet mellem station 15 og 16.

Målinger ved Amager Ressource Center og ved Prøvestenens depot

Undersøgelser ved de to industriudledninger er medtaget, da begge industrier har en udledningstilladelse, hvor der indgår en blandingszone. Ved begge udledninger er der indsamlet prøver før etableringen af Lynetteholm blev igangsat.

Da fokus er på de udpegede blandingszoner giver det først mening at gennemføre et modelstudie, når den endelige perimeter er etableret. Modelstudiet skal så bruges til at vurdere, om blandingszonerne er bibeholdt og om det vil være formålstjenligt at tage vandprøver ved de to udledninger. Derfor giver det bedst mening at prøvetagning udskydes til afslutning af Fase 2 og kombineres med et modelstudie for at se på eventuelle ændringer.

Overvågningen har til formål at undersøge, om de blandingszoner, de to virksomheder har som del af deres godkendelser, fortsat kan udnyttes efter etablering af Lynetteholm. Derfor skal man gennemføre et modelstudie, når den endelige perimeter er etableret for at undersøge, om der er væsentlige påvirkninger af blandingszonernes udbredelse. På det tidspunkt skal man tage stilling til, om vandprøvetagning vil give en viden, man ikke bedre kan opnå med en modellering.

Efter færdigetablering af perimeteren, er der samlet flere års baggrundsdata som kan bruges til at lave modelberegninger som giver mere præcise resultater, i forhold til en eventuel modelberegning med de data der er tilgængelige nu.

2.2.3 Bundvegetation og bundfauna

Formål med overvågning af bundvegetation og bundfauna er at monitorere eventuelle miljøpåvirkninger under anlægs- og driftsfase, og at sikre at de holdes op mod Miljøkonsekvensrapporten (2020), /7/.

Bundfauna: Undersøges for diversitet og artstæthed.

Ålegræs: Bruges som indikator for påvirkning under anlægsfasen, da udbredelse af ålegræs bruges nationalt til at vurdere miljøpåvirkninger. Ifølge teknisk anvisning nr. 9, skal punktobservationer i feltet bruges til at beregne den gennemsnitlige dækningsgrad og den samlede arealudbredelse af ålegræs, derfor monitoreres og rapporteres dækningsgrad og skudtæthed af ålegræs.

Udbredelse af ålegræs er en meget vigtig faktor og potentielt vil ålegræs og dets udbredelse kunne blive påvirket, ud over de områder, der ved anlæggelse af fase 1 direkte fjernes på et større areal, hvor der i dag er ålegræs. Derfor indgår ålegræs som en vigtig variabel, da man nationalt bruger udbredelse, og herunder også dybdeudbredelsen af ålegræs, som en indikator for det marine miljø. Efter endt gravearbejde forventes det, at de største aflejringstykkelser vil ske tæt ved perimeteren af Lynetteholm. Da der forventes strømforstærkning langs perimeteren af Lynetteholm forventes der ringe eller ingen påvirkning af ålegræsdækket på Middelgrunden. En statusundersøgelse af de stationer, hvor der er ålegræs, samt ved videotransekter, vil kunne bruges til at vurdere, om der er sket ændringer i forhold til baselineundersøgelsen i vinteren 2021-22, den efterfølgende sommer statusundersøgelse fra sommeren 2022 og de efterfølgende sommerundersøgelser under anlægsfasen.

Makroalger: Ifølge teknisk anvisning nr. 9 kan evt. anden dominerende vegetation end ålegræs også monitoreres. Tæthed og artsvariation undersøges for at dække dette krav.

Indsamling af muslinger

Muslinger virker som gode miljøindikatorer, da de har et lang liv og over deres liv opsamler en række miljøfremmede stoffer. Der er lavet mange undersøgelser af indhold i muslinger, som viser, at stoffer som PAH opkoncentreres, hvorimod der ikke ses tilsvarende ophobninger af tungmetaller.

Der indsamles muslinger på 4 stationer i Middelgrundsområdet, samt på en station ved Saltholm Flak. Sidstnævnte prøver bruges som reference. Stationer udvælges på basis af information indsamlet i sommeren 2023 på de stationer, der blev undersøgt for andre variable. Hvis der ikke kan findes 4 stationer med muslingeforekomst på Middelgrundsområdet, skal der laves nye ROV undersøgelser for at finde muslingebanker. I 2022 blev der lavet video undersøgelser ved Saltholm Flak, hvor der blev observeret muslinger, så en stationsplacering laves efter gennemgang af materialet.

På hver station indsamles tilstrækkeligt med muslinger til at sikre 100 g muslingekød, svarende til ca 300-500 g muslinger.

Muslingerne analyseres for Bromerede DiphenylEthere (BDE), Bly, Kviksølv, Cadmium. Det bemærkes, at kravet til detektionsgrænse i BEK nr 529 af 14/05/2023, Bilag 1.18 er 0,1 µg/kg VV for de enkelte kongenerer, mens Miljøkravet for summen af 5 kongenerer i BEK nr 796 af 13/06/2023 er 0,0085 µg/kg. Prøver udtages i iflg Novana retningslinie M22 så tidligt som muligt i perioden fra september til november.

2.3 Rapportering

Sediment, bundvegetation og bundfauna undersøgelser laves i maj-juni og september (muslinger). Som nævnt inkluderes også resultater fra de batymetriske målinger. Vandprøver tages i foråret, tæt på prøvetagning af sediment og biota og udenfor gravesæsonen. I rapporten for 2023 vil de seneste vandkemiske målinger fra marts 2023 blive medtaget. Resultaterne af de biologiske, sedimentkemiske og vandkemiske undersøgelser forventes afleveret i efteråret, når alle analyser er tilendebragt. Aflevering leveres ultimo november.

2.4 Tilføjelser ved opstart af driftsfasen

Driftsfasen defineres som perioden hvor der foregår jordopfyldning indenfor den færdigbyggede dæmning. Driftsfasen overlapper i en periode med anlægsfasen da fase 1 er færdigetableret og opfyldning her er igangsat. Anlæg af fase 2 igangsættes i efteråret 2023.

I driftsfasen er der brug for et monitoringsnet, der skal fokusere på at eftervise de forventede udledninger, som har ligget til grund for VVM-redegørelsen for Lynetteholm. Monitoringsnettet skal kunne eftervise de forventede koncentrationsforhold i vandfasen, sedimentfasen og biota. Fra sommeren 2023 anses Fase 1 for at være i driftsfasen, mens Fase 2 er i anlægsfasen.

Vi er opmærksomme på at i driftsfasen kan der være andre faktorer eller processer som kan have en påvirkning på miljøtilstanden. Dog vurderer vi ikke at der kræves ændringer eller supplerende monitoringstiltag for at overvåge disse mulige påvirkninger. Monitoringsprogrammet under anlægsfasen dækker allerede alle forventede påvirkninger og er tilstrækkelig til at også bruges i driftsfasen.

Bortset fra et enkelt nyt krav, adskiller de vilkår og krav, vi skal leve op til i forhold til monitoring af sediment, vand og biota sig ikke fra dem i anlægsfasen. Det eneste nye krav i driftsfasen, er at der skal udføres målinger af dybdeforholdene omkring Lynetteholm/på Middelgrunden. Dette forventes at kunne ske med årlige batymetri-opmålinger, som vil kunne vise, om der sker ændringer i dybden. Kort med områder til monitoring findes under "2.2.1. Sediment – Batymetri".

Desuden skal der monitoreres for udledning af specielt kvælstof fra Fase 1. Dette forventes gjort ved at gennemføre en række vandkvalitetsmålinger for udledning af næringsstoffer fra jordopfyldningen indenfor Fase 1. Det foreslås, at man bruger stationerne 10 og 15 som målestationer for de samme variable, som man måler inde i Fase 1. **Der er udarbejdet et separat notat om dette, hvorfor det ikke medtages i dette notat.**

Driftsmæssigt skal systemet som udgangspunkt fungere parallelt med opfyldningen af Lynetteholm, idet nye teknologier dog kan komme på tale, da der er tale om en meget lang drift/opfyldningsperiode.

3 Referencer

- /1/ Transportudvalget (2020-2021): Lov om anlæg af Lynetteholm. Implementeringsredegørelse. Juni 2021. L.220 – bilag 41.
- /2/ DHI A/S (2021): Målinger fra prøvegravning ved Lynetteholm. Måling af sedimentspild og miljøfremmede stoffer. For: By & Havn.
- /3/ DHI (2020) Lynetteholmen. Forundersøgelser og kortlægning af bundvegetation og -fauna. Opdateret med resultater fra udvidet undersøgelsesområde og sedimentkemi.
- /4/ DHI (2020) Monitering på Middelgrunden. Lynetteholm - supplerende undersøgelser.
- /5/ COWI (2020): Lynetteholmen; Datarapport, Miljøkemi. For By & Havn.
- /6/ DHI (2020): Anlæg af Lynetteholm. VVM- Teknisk baggrundsrapport nr. 1. Hydrauliske undersøgelser.
- /7/ Rambøll (2020) Miljøkonsekvensrapport. Rapport til By & Havn.

Bilag A Uddrag fra Implementeringsredegørelsen

Miljøfaktor	Afværgeforanstaltninger	Overvågning
Sediment	Ingen. Se kapitel 5.1 "Vilkår for uddybning af sejlrenden i Kronløbet, optagning af materiale under Lynetteholms perimeter og dæmninger"	Inden anlægsarbejdet igangsættes fastlægges et program i dialog med tilsynsmyndigheden, for overvågning af anlægsarbejdernes påvirkning af sedimentforhold og vandkvalitet. Programmet vil indeholde følgende: • Opmåling af dybdeforhold for områder omkring Lynetteholm, hvor der ikke tidligere er udført målinger, og hvor anlæg af Lynetteholm kan forårsage ændrede erosions- eller aflejringsforhold. • Fastlæggelse af et stationsnet til udtagning af sedimentprøver til fysisk-kemiske analyser, herunder kornstørrelse, metaller, organiske forureninger og næringsstoffer for overfladesediment. Stationsnettet skal fastlægges på baggrund af resultater fra den matematiske modellering af aflejringsforholdene for sedimentation fra opgravning af sediment langs perimeteren, samt omkring punktudledningen for Lynetteholm. • Der udføres prøvetagning første gang for dokumentation af de eksisterende forhold, således der er en solid baseline på plads på prøvestationer jf. det fastlagte stationsnet. Prøvestationerne anvendes herefter til gentagne prøvetagninger under anlægs- og driftsfasen for at kunne dokumentere påvirkninger for anlæg og drift af Lynetteholm. • Der foretages udtagning af sedimentprøver for fysisk- kemiske analyser jf. det fastlagte stationsnet. Stationsnet opdateres om nødvendigt løbende på baggrund af resultaterne fra målingerne af dybdeforhold. Prøvetagningstidspunkter (år) fastsættes nærmere af relevante myndigheder. Efter færdiggørelsen af fase 1 perimeter-konstruktionen foretages prøvetagninger af overfladesedimentet for fysisk, kemiske analyser jf. fastlagt stationsnet. Der udføres målinger af dybdeforholdene omkring Lynetteholm/på Middelgrunden i løbet af driftsfasen. Tidspunkter/år for udførelse af målinger fastsættes nærmere af relevante myndigheder.
Vandkvalitet	Ingen. For anlægsfasen se kapitel 5.1 "Vilkår for uddybning af sejlrenden i Kronløbet, optagning af materiale under Lynetteholms perimeter og dæmninger". For driftsfasen se kapitel	Inden anlægsarbejderne sættes i gang vil By & Havn foretage monitorering af baggrundstilstanden (IFF) på udvalgte stationer. By & Havn fastlægger efter dialog med tilsynsmyndigheden et program for overvågning af påvirkning af vandkvaliteten i anlægs- og driftsfasen, herunder for påvirkningen af relevante blandingszoner ved Kraftværks-halvøen og Prøvestenen, som følge af ændrede strømforhold.

Miljøfaktor	Afværgeforanstaltninger	Overvågning
	7.1 "Vilkår for drift af nyttiggørelsesanlæg".	
Bundvegetation og bundfauna	Ingen	I driftsfasen vil By & Havn foretage monitorering af bundvegetation og bundfauna omkring Lynetteholm, herunder med fokus på Middelgrunden. Analyseprogram og stationer skal planlægges med udgangspunkt i undersøgelserne udført i forbindelse med miljøkonsekvensvurderingen. Monitoringsprogram med placering og antal af stationer samt parametre, der analyseres for, skal indsendes til Miljøstyrelsens godkendelse senest to måneder, inden det skal igangsættes. By & Havn fastlægger efter dialog med tilsynsmyndigheden et program for overvågning af anlægsarbejdernes påvirkning af vandkvaliteten.

Bilag B Positioner på moniteringsstationer

Bilag B.1 Positioner og indsamlingsvariable

Tabel B-1 Forslag til stationsnet for den fremtidige monitoring. Stationerne 19 og 26 foreslås fjernet, da bundforholdene ikke tillader indsamling med normalt bundindsamlingsudstyr.

F = bundfauna, S = sediment, Å = Ålegræs, A = makroalger

Station ID	Dybde [m]	Bundtype	Variable
1	10	Stenet, sandet, mudret	F, S
2	4	Stenet, sandet	F, Å, S
3	2,5	Stenet, sandet	F, Å, S
4	4,5	Stenet, sandet	F, Å, S
5	6	Grus, sten og sand	F, A, S
6	4,5	Grus, sten og sand	F, Å, A, S
7	3	Grus, sten og sand	F, Å, A, S
8	5,5	Grus, sten og sand	F, Å, A, S
9	3,8	Grus, sten og sand	F, Å, A, S
10	5	Grus, sten og sand	F, Å, A, S
11	4,5	Grus, sten og sand	F, Å, A, S
12	5	Grus, sten og sand	F, S
13	5	Grus, sten og sand	F, Å, A, S
14	4,5	Grus, sten og sand	F, Å, A, S
15	13	Stenet, sand, mudder	F, S
16	15,3	Stenet, sand, mudder	F, S
17	14,2	Stenet, sand, mudder	F, S
18	13	Stenet, sand, mudder	F, S
19	10,5	Stenet	0
20	12,8	Stenet, sandet	F, S
21	7	Stenet, sandet	F, A, S
22	15,2	Stenet, sandet	F, S
23	7	Stenet, sandet	F, A, S
24	4,4	Stenet, sandet	F, Å, A, S
25	16,8	Stenet	A, S
26	10	Stenet	0
27	5,5	Sten og sand	F, Å, A, S

Oversigt over indsamlede variable ved baselineundersøgelserne vinteren 2022, sommerundersøgelserne 2022 og de foreslåede indsamlingsvariable for sommeren 2023.

Forskellen mellem de enkelte år skyldes, at dynamikken i naturen ændrer sig år for år

På dybe stationer er der udtaget prøver med HAPS til bundfauna og sedimentkemi, men da man ikke med sikkerhed kan ramme ned i præcis de samme kvadratmeter hvert år, kan man grundet den ofte meget hårde bund i Københavnsområder have problemer med at kunne indsamle det nødvendige antal delprøver. Derfor kan der være forskel fra år til år.

For prøver indsamlet på lavere vand med dykker vil man heller ikke kunne ramme præcist ned på de samme kvadratmeter fra år til år, hvorfor der kan være forskel på hvad der kan indsamle på stationerne. Desuden er der en dynamik, der kan ændre på forholdene, så man fx ikke kan indsamle alger et år, men måske det næste.

Herunder er vist hvad der er indsamlet hhv. vinteren 2022 og sommeren 2022 og i kolonnen til højre er de forventede mulige prøver angivet.



F = bundfauna, Å = ålegræs, A = makroalger, S = sediment, 0 = ingen prøver.

Station ID	Dybde [m]	Bundtype	Indsamlet sommer 2022	Indsamlet tidligere (2019-20 og vinter 22)	Fra forslag 2023
1	10	Stenet, sandet, mudret	F, S	F, S	F, S
2	4	Stenet, sandet	F, Å, S	F, S	F, Å, S
3	2,5	Stenet, sandet	F, Å, S	F	F, Å, S
4	4,5	Stenet, sandet	F, Å, S	F, Å, A, S	F, Å, S
5	6	Grus, sten og sand	F, A, S	F, Å, A, S	F, A, S
6	4,5	Grus, sten og sand	F, Å, A, S	F, Å, A, S	F, Å, A, S
7	3	Grus, sten og sand	F, Å, A, S	F, Å, A, S	F, Å, A, S
8	5,5	Grus, sten og sand	F, Å, A, S	F, Å, A, S	F, Å, A, S
9	3,8	Grus, sten og sand	F, Å, A, S	F, Å, A, S	F, Å, A, S
10	5	Grus, sten og sand	F, Å, A, S	F, Å, A, S	F, Å, A, S
11	4,5	Grus, sten og sand	F, Å, A, S	F, Å, A, S	F, Å, A, S

Station ID	Dybde [m]	Bundtype	Indsamlet sommer 2022	Indsamlet tidligere (2019-20 og vinter 22)	Fra forslag 2023
12	5	Grus, sten og sand	F, S	F, S	F, S
13	5	Grus, sten og sand	F, Å, A, S	F, Å, A, S	F, Å, A, S
14	4,5	Grus, sten og sand	F, Å, A, S	F, Å, A, S	F, Å, A, S
15	13	Stenet, sand, mudder	F, S	F, S	F, S
16	15,3	Stenet, sand, mudder	F, S	F, S	F, S
17	14,2	Stenet, sand, mudder	F, S	F, S	F, S
18	13	Stenet, sand, mudder	F, S	F, S	F, S
19	10,5	Stenet	0	0	0
20	12,8	Stenet, sandet	F, S	F, S	F, S
21	7	Stenet, sandet	F, A, S	Å, A, S	F, A, S
22	15,2	Stenet, sandet	F, S	F, S	F, S
23	7	Stenet, sandet	F, A, S	F, Å, A, S	F, A, S
24	4,4	Stenet, sandet	F, Å, A, S	F, Å, A, S	F, Å, A, S
25	16,8	Stenet	A, S	0	A, S
26	10	Stenet	0	S	0
27	5,5	Sten og sand	F, Å, A, S	F, Å, A, S	F, Å, A, S

ARC og Prøvestenen depot			Variable
Stations ID	N	E	
ARC 100	55,690878	12,629939	Vandprøver
ARC 101	55,690423	12,635744	Vandprøver
ARC 102	55,692171	12,633069	Vandprøver
PRD 200	55,673742	12,648442	Vandprøver
PRD 201	55,676681	12,648861	Vandprøver

Bilag C Oversigt over kemiske analyser i vand og sediment

Udvalg af stoffer, der analyseres for i forbindelse med både vandkemiske og sedimentkemiske analyser fremgår af tabellerne herunder. De er valgt i forhold til, om de er fundet i de indledende undersøgelser af havbunden ved Lynetteholm, eller om der er blevet anmodet om analyse af særlige variable fra Københavns Kommune.

Bilag C.1

Målinger i sedimenter

Sedimentvariabel	Enhed	Detektionsgrænse
Tørstofindhold	g/kg TS	NA
Kornstørrelsesfordeling	NA	NA
Glødetab af tørstof	g/kg TS	NA
Total kvælstof, N	mg/kgTS	NA
Total phosphor, P	mg/kgTS	NA
Arsen, As	mg/kgTS	0,1
Bly, Pb	mg/kgTS	1
Barium, Ba	mg/kgTS	NA
Cadmium, Cd	mg/kgTS	0,03
Chrom (total), Cr	mg/kgTS	1
Kobber, Cu	mg/kgTS	1
Kviksølv, Hg	mg/kgTS	0,005
Nikkel, Ni	mg/kgTS	0,5
Zink, Zn	mg/kgTS	5
TOC	g/100 g	0,2
Organotin: TBT, DBT, MBT		
Tributyltin, TBT-Sn	ug/kg TS	1
Dibutyltin, DBT-Sn	ug/kg TS	1
Monobutyltin, MBT-Sn	ug/kg TS	1
PAH'er, 9 stoffer		
Anthracen	ug/kg TS	3
Benzo(a)anthracen	ug/kg TS	10
Benzo(ghi)perylene	ug/kg TS	1
Benz(a)pyren	ug/kg TS	1
Chrysen	ug/kg TS	10
Fluoranthren	ug/kg TS	10
Indeno(1,2,3-cd)pyren	ug/kg TS	2
Phenanthren	ug/kg TS	3
Pyren	ug/kg TS	10
PCB i sediment		
PCB congen 28	ug/kg TS	0,3
PCB congen 52	ug/kg TS	0,3
PCB congen 101	ug/kg TS	0,3
PCB congen 118	ug/kg TS	0,3
PCB congen 138	ug/kg TS	0,3
PCB congen 153	ug/kg TS	0,3
PCB congen 180	ug/kg TS	0,3
Phthalater og nonylphenol		
DMP (Dimethylphthalat)	ug/kg TS	1
DEP (Diethylphthalat)	ug/kg TS	1
BBP (Benzylbutylphthalat)	ug/kg TS	1
DOP (Diethylphthalat)	ug/kg TS	1

Sedimentvariabel	Enhed	Detektionsgrænse
DEHP (Bis(2-ethylhexyl)phthalat)	ug/kg TS	1
DBP (Dibutylphthalat)	ug/kg TS	1
Nonylphenol	ug/kg TS	1
DNP (Diisononylphthalat)	ug/kg TS	10
PFAS	µg/kg TS	2,5-10

Bilag C.2 Målinger i vandsøjlen.

Tabellen viser, hvilke variable, der analyseres for i vandsøjlen. For flere af disse er der ikke i Bek. 2362 af 26/11/2021 om kvalitetskrav til miljømålinger angivet en ønsket detektionsgrænse.

Variabel	Enhed	Detektionsgrænse
Suspenderede stoffer	mg/l	NA
Total phosphor, P	mg/l	0,003
Total kvælstof, N	mg/l	0,02
Organotin TBT, DBT, MBT	-	
Monobutyltin-cation (MBT)	ng/l	NA
Dibutyltin-cation (DBT)	ng/l	NA
Tributyltin-cation (TBT)	ng/l	0,001
Tungmetaller		
Antimon, Sb	µg/l	NA
Arsen, As	µg/l	0,1
Bly, Pb	µg/l	0,02
Cadmium, Cd	µg/l	0,02
Barium, Ba	µg/l	NA
Chrom, Cr	µg/l	0,03
Kobber, Cu	µg/l	0,05
Kviksølv, Hg	µg/l	0,001
Molybdæn, Mo	µg/l	NA
Nikkel, Ni	µg/l	0,1
Selen, Se	µg/l	
Zink, Zn	µg/l	0,2
PAH'er 16 komp.	-	
Acenaphthen	µg/l	0,1
Acenaphthylen	µg/l	0,1
Anthracen	µg/l	0,1
Benzo(a)anthracen	µg/l	0,1
Benzo(b+j+k)fluoranthener	µg/l	0,1
Benzo(ghi)perylene	µg/l	0,1
Benz(a)pyren	µg/l	0,1
Benz(e)pyren	µg/l	0,1
Chrysen	µg/l	0,1
Fluoren	µg/l	0,1
Fluoranthren	µg/l	0,1
Dibenzo(a,h)anthracen	µg/l	0,1
Indeno(1,2,3-cd)pyren	µg/l	0,1
Naphtalen	µg/l	0,1
Phenanthren	µg/l	0,1
Pyren	µg/l	0,1

Variabel	Enhed	Detektionsgrænse
Andre stoffer		
Benzen	µg/l	
Toluen	µg/l	
Ethylbenzen	µg/l	
m/p-xylen	µg/l	
o-xylen	µg/l	
Xylener (o-, m-, p-xylen)	µg/l	
Xylener (o-, m-, p-xylen og ethylbenzen)	µg/l	
Trichlormethan (chloroform)	µg/l	
1,1,1-trichlorethan	µg/l	
Tetrachlormethan	µg/l	
Trichlorethylen	µg/l	
Tetrachlorethylen	µg/l	
PFOS/PFAS	ng/l	5-10