
RAPPORT

UiO KHM VKT

Utslipp fra flomvannsledning

OPPDRAUGSGIVER

AF Byggfornyelse

EMNE

Utslipp fra flomvannsledning

DATO / REVISJON: 18. desember 2023 / 01

DOKUMENTKODE: 20160105-15-RIGm-RAP-003



Multiconsult

Denne rapporten er utarbeidet av Multiconsult i egen regi eller på oppdrag fra kunde. Kundens rettigheter til rapporten er regulert i oppdragsavtalen. Hvis kunden i samsvar med oppdragsavtalen gir tredjepart tilgang til rapporten, har ikke tredjepart andre eller større rettigheter enn det han kan utlede fra kunden. Multiconsult har intet ansvar dersom rapporten eller deler av denne brukes til andre formål, på annen måte eller av andre enn det Multiconsult skriftlig har avtalt eller samtykket til. Deler av rapportens innhold er i tillegg beskyttet av opphavsrett. Kopiering, distribusjon, endring, bearbeidelse eller annen bruk av rapporten kan ikke skje uten avtale med Multiconsult eller eventuell annen opphavsrettshaver.

RAPPORT

OPPDRAAG	UiO KHM VKT	DOKUMENTKODE	20160105-15-RIGm-RAP-003
EMNE	Utslipp fra flomvannsledning	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAAGSGIVER	AF Byggefornytelse	OPPDRAAGSLEDER	Geir Lium
KONTAKTPERSON	Torstein L. Larssen / Fredrik Arnesen	UTARBEIDET AV	Henrik Myreng
KOORDINATER	SONE: 32 ØST: 594564 NORD: 6641822	ANSVARLIG ENHET	10101030 Miljøgeologi
GNR./BNR.	OSLO KOMMUNE		

SAMMENDRAG

I forbindelse med bygging av nytt Vikingtidsmuseum på Bygdøy i Oslo kommune, er Multiconsult engasjert av AF Byggefornytelse for miljørådgivning. I prosjektets entrepriser K209 skal det bygges en ny flomsikringstunnel samt legges ledninger i sjø for inntak av sjøvann til energiutveksling.

Flomsikringstunnelen bores i berg fra muséumstomten til utslag innerst i Langviksbukta. Der kobles den på en flomvannsledning på 1000 mm som er planlagt med utslipp på kote -6, ca. 175 m ut i bukta. Ledningen vil drenere overvann/flomvann fra et nedslagsfelt på ca. 270 daa. som ligger i det sydøstre området av Bygdøy. Sjøvann til energiutveksling tas inn på ca. 20 m dybde i Bekkelagsbassenget og vil slippes ut på flomvannsledningen sammen med flomvannet. Utslippene fra flomvannsledningen vil derfor være en variabel mengde overvann/flomvann og en kontinuerlig strøm på 75 L/s med sjøvann.

I tidligere prosjektfaser er utslippene av flomvann og sjøvann vurdert ikke å være søknadspliktige etter forurensningslovverket, og det har vært dialog med Statsforvalteren angående søknadsplikt. Multiconsult er bedt om å gjøre en oppdatert vurdering av mulige effekter og miljørisiko fra utslippene. Det anbefales at miljørisikovurderinger fremlegges for Statsforvalteren for en endelig avklaring av søknadsplikt.

Følgende temaer er vurdert i denne rapporten: Innlagring og fortykning; vannkvaliteten på utslipp, faren for mobilisering og spredning av forurenset sediment og mulige biologisk effekter forårsaket av utslipp av overvann/flomvann og sjøvann fra energiutveksling.

Oppsummering

Overvann/flomvann vil stamme fra eneboligområder, gressdekte og noe tette flater. Dette vannet vil gå til utslipp via flomvannsledningen som også slipper ut 75L/s med sjøvann fra energianlegget. Dagens situasjon innebærer flere overløphendelser med spillvann enn det som vil være tilfellet med ny løsning. Belastningen av næringssalter fra overvann vil derfor reduseres for vannforekomsten, men i ny situasjon vil større mengder overvann og næringssalter gå til fjorden via Langviksbukta.

Fra utslippspunktet er det beregnet en primærfortynning på 10-20 ganger. Utførte beregninger tyder på at overvann og flomvann i de aller tilfeller vil bryte nokså raskt opp til overflaten.

Vannkvaliteten på utslippet forventes å inneholde lite partikler, og medfører svært liten miljørisiko mht. spredning av slam og partikkelbundet forurensning.

Ved normale avrenningsforhold og ved 2-års flom vil ikke strømningshastigheten og retningen på utslippstrålen ha potensial til å erodere forurenset sediment. Det er dermed liten risiko for mobilisering og spredning av forurenset sediment til andre deler fjorden.

Uttak av sjøvannsenergi vil påvirke temperaturen i det sirkulerende sjøvannet med 3-4 °C. Etter utslipp vil temperaturforskjeller utjevnes raskt og temperaturavviket rundt utslippspunktet vil være lite. Det er anslått å være i området 0,1-0,5 °C før vannet når overflaten. Dette temperaturavviket har liten miljømessig betydning.

Forventet utslippsbilde tyder på at det ikke vil være negative biologiske effekter pga. nedslamming, temperatur, spredning av forurenset sediment eller miljøgifter.

01	18.12.2023	Supplerende vurderinger	H. Myreng	S. Røysland	Geir Lium
00	27.10.2023	UiO KHM VKT - Utslipp fra flomvannsledning	H. Myreng	S. Røysland	Geir Lium
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

Basert på litteratur og verdier på næringssalter fra målestasjoner i Oslofjorden kan det ikke utelukkes at sjøvannet fra 20 m kan medføre risiko for økt algevekst i Langviksbukta.

Det foreligger ikke stedsspesifikke data på innholdet av næringssalter fra inntakspunktet for sjøvann eller dagens tilstand i Langviksbukta. Vurderingene av næringssaltene kan etterprøves ved prøvetaking som ev. bør gjøres gjennom vekstsesongen for plankton.

Ettersom utslippet av sjøvann ikke medfører en netto tilførsel av næringssalter til fjorden, men antas å medføre en intern, vertikal fluks fra dypt vann til overflatelag, kan problemstillingen avbøtes ved innlagring av sjøvannet under eufotisk sone. Siktedypet i vannforekomsten (Bekkelagsbassenget) er ca. 5 m, noe som tilsvarer en eufotisk sone på 9-10 m. Sammenblanding av overvann/flomvann gjør at utslippet stiger vertikalt, og dypere innlagring vil være enklere å oppnå for sjøvannet alene.

INNHOLDSFORTEGNELSE

1	Innledning	6
2	Områdebeskrivelse	6
2.1	Generelt om området	6
2.2	Hydrografiske forhold Indre Oslofjord og Langviksbukta	7
2.3	Forurensningstilstanden i Langviksbukta	8
2.3.1	NGI, 2007	9
2.3.2	NGI, 2015	9
2.3.3	Multiconsult, 2021 og 2022	9
2.4	Naturforhold	10
2.4.1	Gyteområder	12
2.4.2	Kjemisk og økologisk tilstand	12
3	Beskrivelse av flomledningen	12
3.1	Trasé	12
3.2	Nedslagsfelt	13
3.3	Utslippspunkt og utforming av utløp	14
3.4	Vannmengder i utslipp	15
4	Hydrografi, vannkvalitet og partikkeltransport	16
4.1	Hydrografi og innlagring	16
4.1.1	Hydrografi	16
4.1.2	Innlagring og fortynning	16
4.2	Vannkvalitet og forurensningspotensial i utslipp	17
4.2.1	Sjøvann	17
4.2.2	Flomvann	19
4.3	Oppvirvling av sediment og transport av partikler	20
5	Oppsummering og miljørisikovurdering	21
5.1	Miljørisikovurdering av overvann/flomvann	21
5.2	Miljørisikovurdering av sjøvann	22
5.3	Miljørisikovurdering av partikkelspredning	22
5.4	Andre biologiske effekter	23
6	Referanser	23

Vedlegg

Vedlegg 1 – Strømroser fra Fjordos.usn.no

Vedlegg 2 – Hydrografiske målinger i nærområdet til Langviksbukta
Beskrivelser av hvordan scenariene er satt opp
Resultater fra VisualPlumes

Vedlegg 3 – Sjablongverdier fra rapport B27/2021 og StormTac

Vedlegg 4 – Tabeller med sammenstillinger av data fra målestasjonene Bn1, LYSF-1 og DK1

1 Innledning

I forbindelse med bygging av nytt Vikingtidsmuseum på Bygdøy i Oslo kommune, er Multiconsult engasjert av AF Byggfornyelse for miljørådgivning. I prosjektets entreprise K209 skal det bygges en ny flomsikringstunnel samt legges ledninger i sjø for inntak av sjøvann til energiutveksling.

Flomsikringstunnelen bores i berg fra museumstomten til utslag innerst i Langviksbukta. Der kobles den på en flomvannsledning på 1000 mm som er planlagt med utslipp på kote -6, ca. 200 m ut i bukta. Ledningen vil drenere overvann/flomvann fra et nedslagsfelt på ca. 270 daa. som ligger i det sydøstre området av Bygdøy. Sjøvann til energiutveksling tas inn på ca. 20 m dybde i Bekkelagsbassenget og vil sluppet ut på flomvannsledningen sammen med flomvannet.

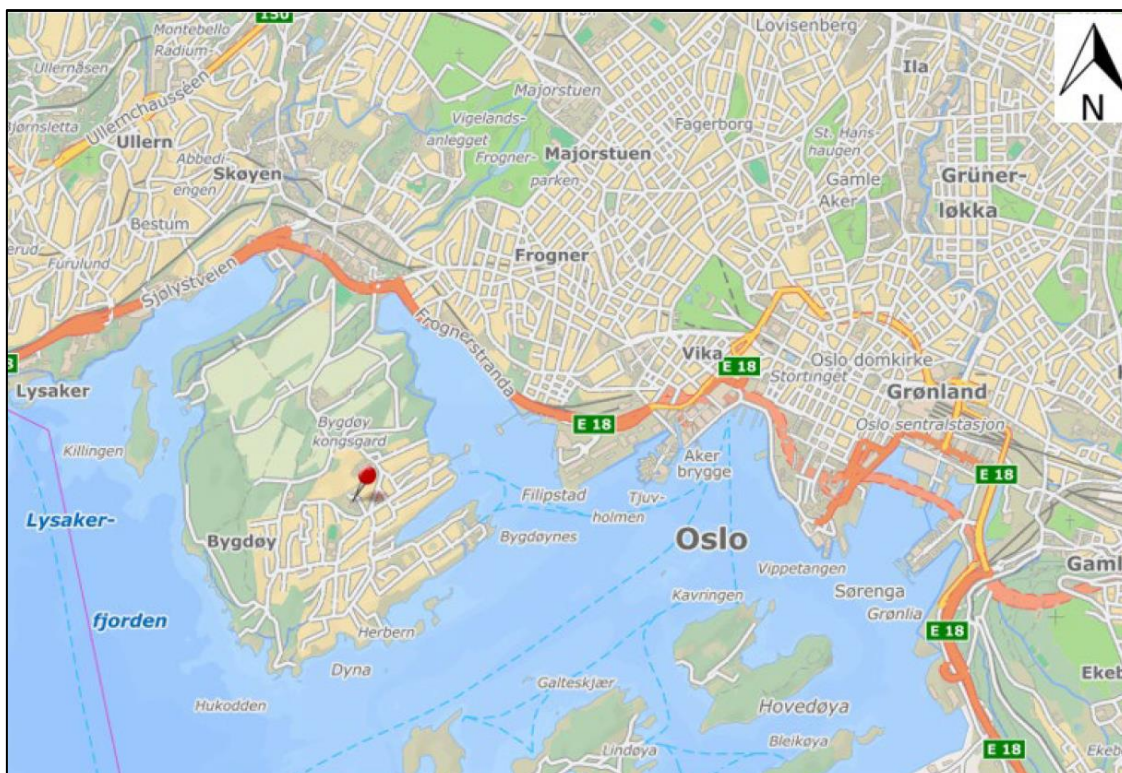
Utslippene fra flomvannsledningen vil derfor være en variabel mengde overvann/flomvann og en kontinuerlig strøm på 75 L/s med sjøvann.

I tidligere prosjektfaser er utslippene av flomvann og sjøvann vurdert ikke å være søknadspliktige etter forurensningslovverket, og det har vært dialog med Statsforvalteren angående søknadsplikt. Multiconsult er bedt om å gjøre en oppdatert vurdering av mulige effekter og miljørisiko fra utslippene. Det anbefales at miljørisikovurderingen fremlegges for Statsforvalteren for en endelig avklaring av søknadsplikt.

2 Områdebeskrivelse

2.1 Generelt om området

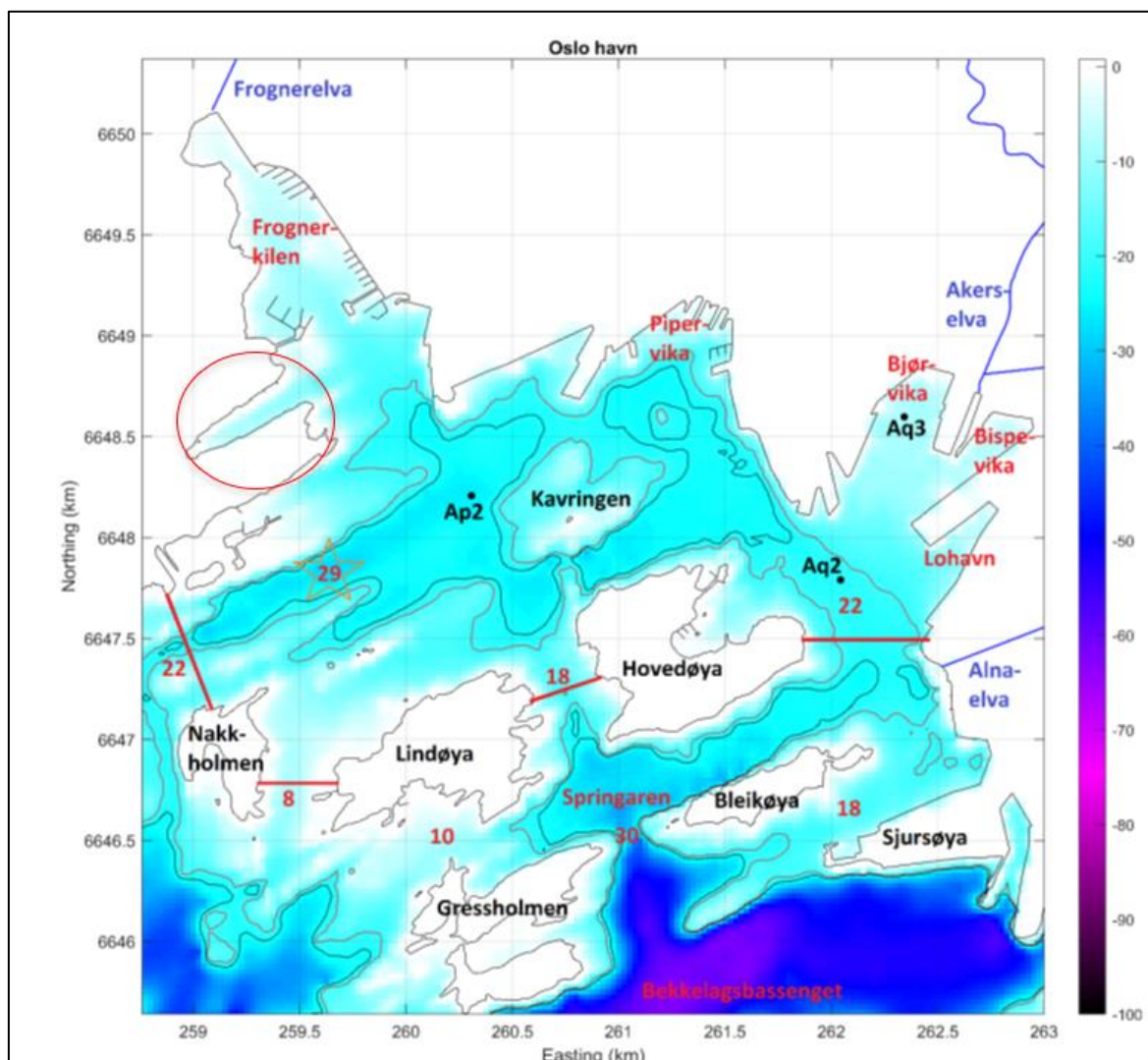
Vikingtidsmuséet ligger sentralt på Bygdøy i Oslo. Figur 1 viser et oversiktskart med plasseringen av museumstomten. Området omkring muséet og Langviksbukta, samt nedslagsfeltet for overvann består av eneboligområder, grøntområder/skog og noe landbruksmark.



Figur 1. Kartutsnitt fra Oslo. Vikingtidsmuséet ligger sentralt på Bygdøy, markert med rød pil (kart fra Finn.kart).

2.2 Hydrografiske forhold Indre Oslofjord og Langviksbukta

Langviksbukta ligger i de den nordligste delen av Oslo Havn i indre havn, og ligger mellom Lysakerfjorden i vest og Bunnefjorden i sør (Figur 2).

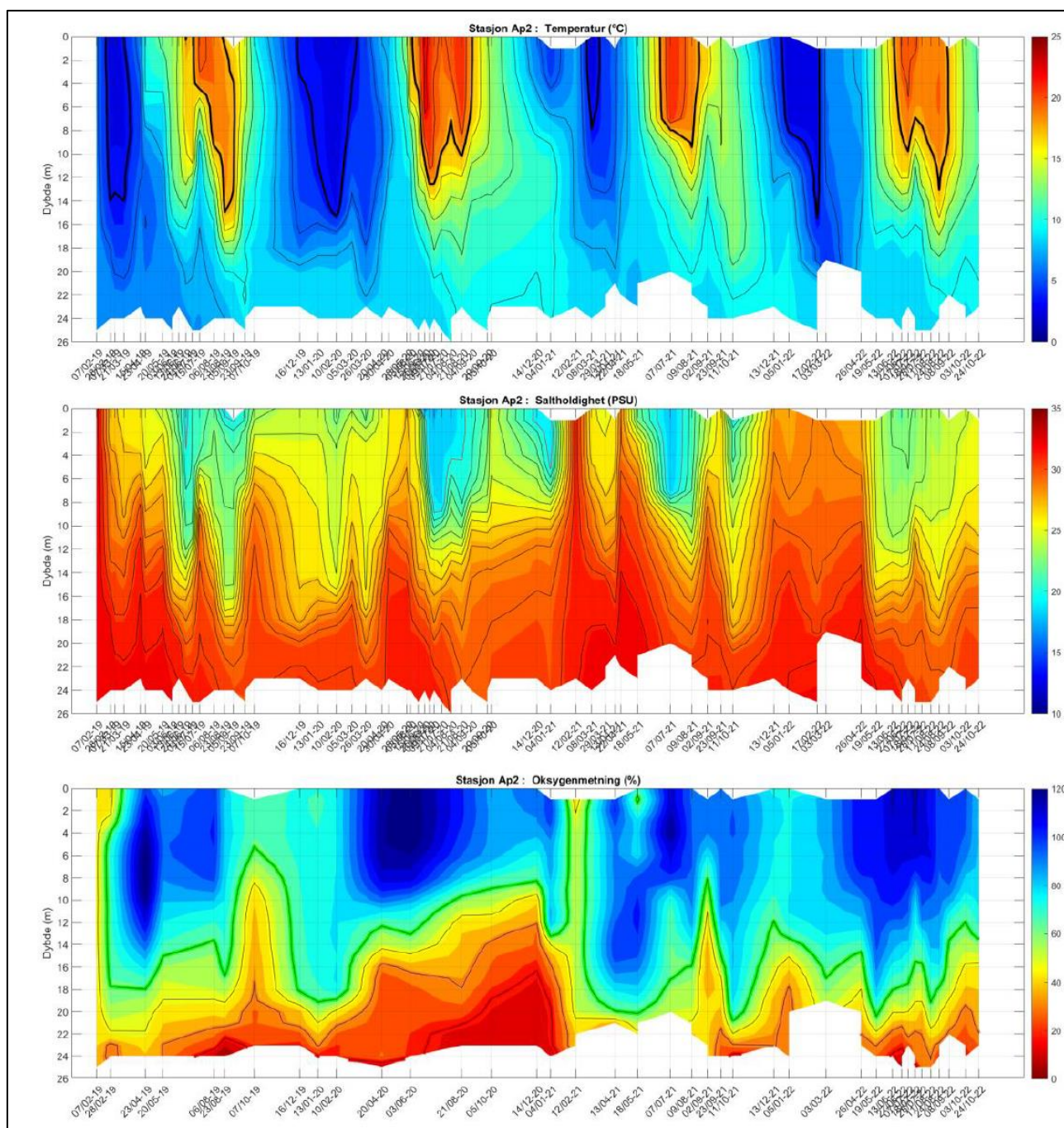


Figur 2. Topografiske forhold i Oslo Havn. Langviksbukta er vist med rød sirkel. Kartgrunnlag er hentet fra Undersøkelse av hydrografiske og biologiske forhold i Indre Oslofjord. Årsrapport 2021 (1). Ap2 viser målestasjon ved Kavringen.

Som i andre fjordsystemer med bakgrunn i vannets ulike tettheter, består vannsøylen av ulike vannlag. Det tyngste sjøvannet (med et høyt saltinnhold/salinitet og 4 °C) vil synke til bunns i vannsøylen, mens lettere ferskvann (nedbør, elvevann og overvann) med et lavt innhold av salter vil enten ligge som et overflatelag, eller presses/stige oppover i vannsøylen dersom det slippes ut på et punkt med tyngre, omkringliggende sjøvann. Dette gir vertikal sirkulasjon i vannsøylen, mens tidevann og vind vil gi horisontal sirkulasjon av vannmassene. Topografiske forhold med blant annet flere terskler på sjøbunnen i Indre Oslofjord holder det tyngre sjøvannet tilbake, mens det lettere overflatelaget legger seg i overflaten og har større grad av vannutskiftning. Strømhastigheten i Frognerkilen og Langviksbukta er gjennomgående lav.

Fagrådet for Indre Oslofjord har siden 1973 gjennomført overvåkning av hydrografiske og biologiske forhold i havnebassenget gjennom en indre delene av Lysakerfjorden i Indre Oslofjord (1).

Undersøkelser gjennomført i perioden februar 2019 til desember 2021 viser at vannmassene i Indre Oslofjord er svært lagdelt mht. temperatur, salinitet og oksygen i sommerhalvåret, og mer sammenblandet i vinterhalvåret (Figur 3). Om sommeren vil sjikningen skyldes både tilførsler av lett, saltfattig ferskvann og tetthetsforskjeller pga. temperatur. Om vinteren jevnes både salinitet og temperatur ut gjennom dybdeprofilen.



Figur 3. Resultater fra målinger av temperatur (øverst), saltholdighet (midt) og oksygenmetning ved målestasjon Ap2 i perioden februar 2019 til desember 2021. Figuren hentet fra årsrapport Undersøkelser av hydrografiske og biologiske målinger i Indre Oslofjord, 2021 (1).

2.3 Forurensningstilstanden i Langviksbukta

Forurensningstilstanden i sedimentene har blitt undersøkt flere ganger, og er svært dårlig i hele Langviksbukta og utover i Frognerkilen. De neste underkapitlene oppsummerer kort resultatene fra de siste relevante sedimentundersøkelsene.

2.3.1 NGI, 2007

I 2006 utførte NGI kartlegging av forurenset sediment i Oslos småbåthavner og badestrender, bl.a. i Frognerkilen. Undersøkelsen konkluderte med at våtmarksområdet i Frognerkilen var sterkt forurenset av kvikksølv og TBT (2).

2.3.2 NGI, 2015

I 2015 utførte NGI en sedimentundersøkelse ved i fire stasjoner innerst i Langviksbukta (3). Tre av prøvene ble analysert for innhold av åtte prioriterte metaller, TBT, Σ PCB-7, Σ PAH-16, TOC og kornfordeling hos ALS Laboratory Group Norway AS. Det ble tatt opp kjerneprøver fra 0-40 og 0-50 cm. Sedimentene ble beskrevet som siltig leire med et topplag av løst mudder på ca. 1 cm.

Resultatene ble klassifisert etter gjeldende veileder i 2015 (TA-2229/2007) og viste sterk forurensning (klasse V) av PAH-forbindelser i to av prøvene (prøve B og D).

2.3.3 Multiconsult, 2021 og 2022

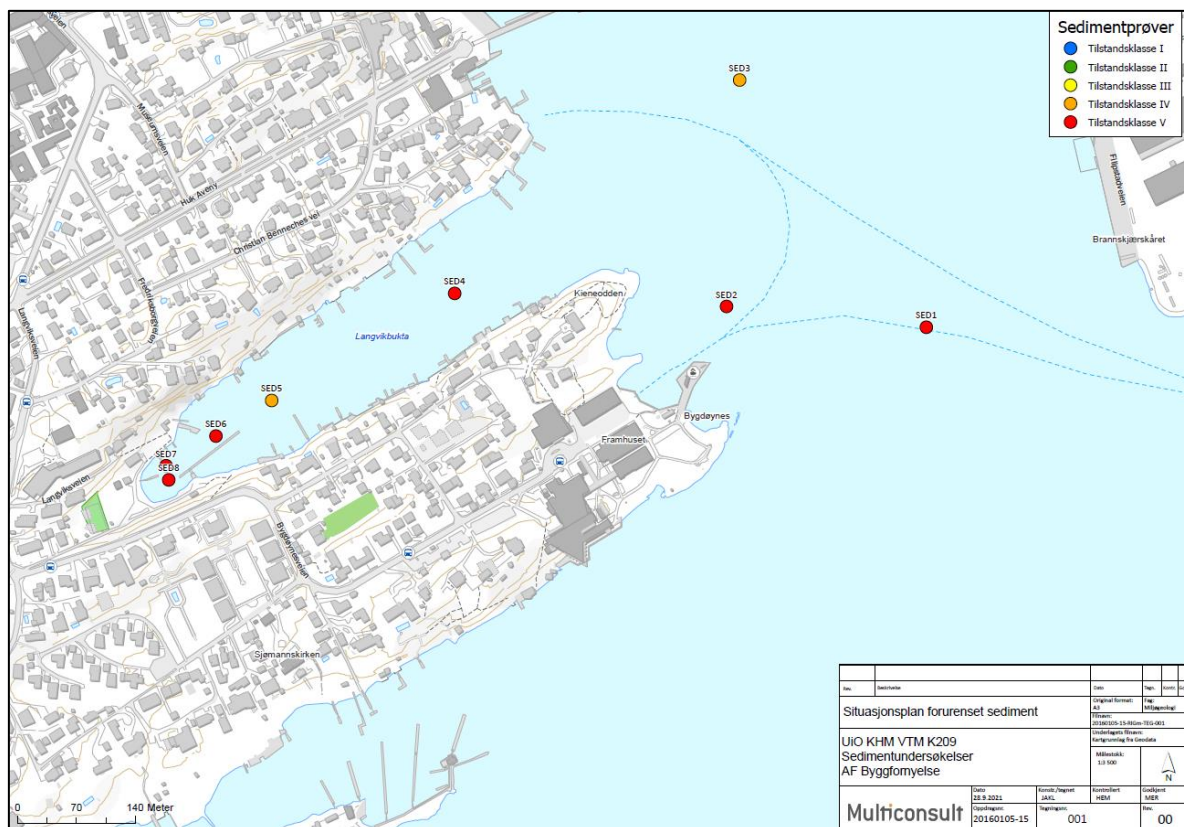
Sedimentene i tiltaksområdet ble undersøkt med dykkere i åtte stasjoner høsten 2021. I felt ble sedimentene vurdert som relativt homogene og besto i hovedsak av mørk grå silt og leire med et tynt sjikt med brunt slam på toppen. I flere av prøvene ble det registrert innhold av mørke misfargede masser.

Det ble register svært lite bunnfauna og ingen tegn til ålegressenger eller andre verdifulle biotoper.

Analyseresultatene viste sterk forurensning i ca. de øvre 0,5-1 m (4). Figur 4 viser plasseringene av prøvestasjonene og en situasjonstegning forurensningstilstanden i 2021. Prøvestasjonene er klassifisert iht. Miljødirektoratets veileder M608/2016 (5). Alle prøvene viste en forurensningsgrad i dårlig tilstand (klasse IV) eller svært dårlig tilstand (klasse V).

Tabell 1 viser resultater fra analyser av totalt organisk karbon og kornfordelingen i de undersøkte sedimentene. Som vist i Tabell 1, besto alle sedimentprøver av silt og leire med ca. 80-95 % silt og 6-8 % leire.

I mai 2022 ble det utført en supplerende undersøkelse av dypereliggende sedimenter i de innerste delene av Langviksbukta (6). Hensikten var å skaffe data som ev. kunne avgrense forurensningsgraden i dybden. Resultatene viste at sedimentprøver fra ca. 1 meters dybde og dypere er helt marginalt påvirket av antropogen forurensning.



Figur 4. Situasjonsplan som viser kartlagt forurensningsgrad i prøvestasjonene SED1-SED8. Klassifisering er utført iht. veileder M-608/2016 (5).

Tabell 1. Resultater fra analyser av totalt organisk karbon (TOC) og kornfordeling.

Parameter	Enhet	SED1	SED2	SED3	SED4	SED5	SED6	SED7	SED8
Totalt organisk karbon (TOC)	%	4,1	3,0	2	4,6	3,0	6,8	7,1	5,9
Kornstørrelse <2 µm	%	7,8	7,8	8,3	6,9	8,0	7,1	6,1	5,9
Kornstørrelse <63 µm	%	94,1	93,6	78,2	94,5	96,2	87,3	86,7	89,3

2.4 Naturforhold

Informasjonen om naturforholdene er basert på Multiconsults undersøkelse (7), registreringer i databaser (8) (9) og rapporter med vurderinger av biologiske forhold (10) (11) (12).

I sjøområdene utenfor Bygdøy er det registrert to viktige marine naturtyper etter DN-håndbok 19: Bløtbunnsområder i strandsonen og to eldre østersforekomster i Frognerkilen og Bestumkilen (Figur 5).

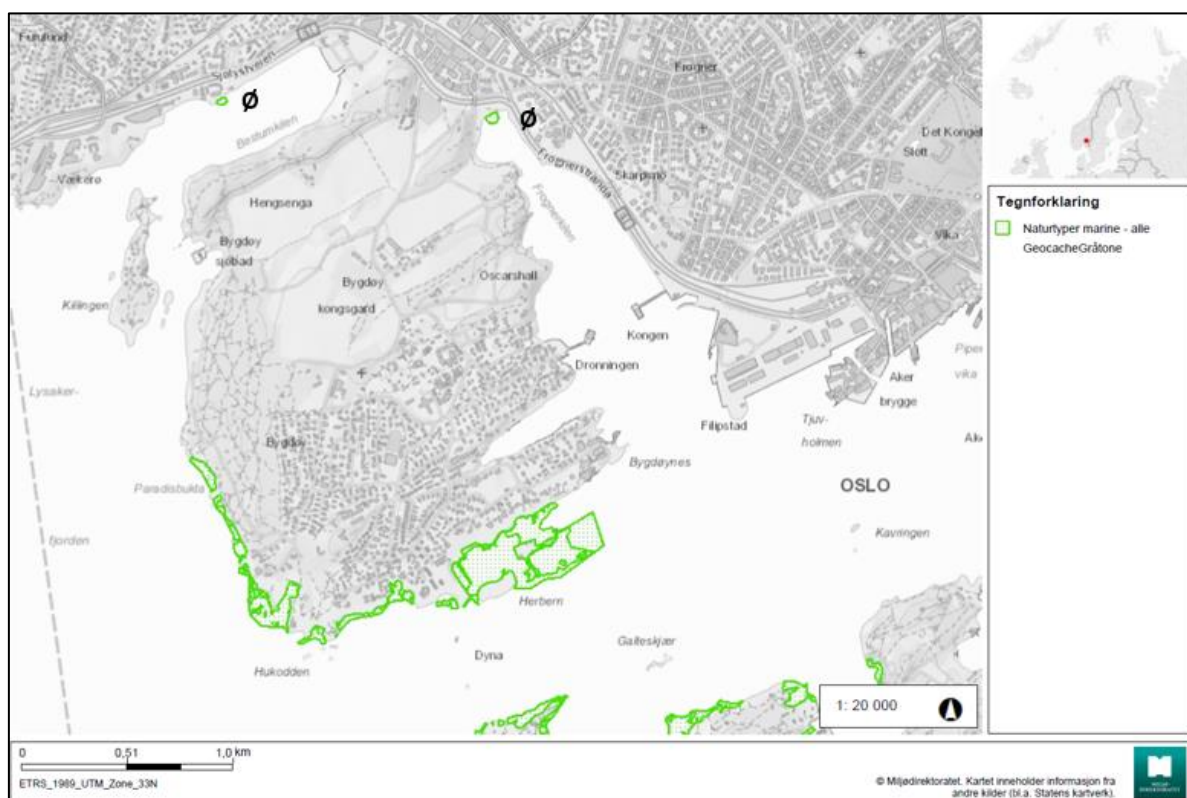
Bløtbunnsområder i strandsonen består av mudder og/fine leirholdige eller grovere sand som blir tørrlagt ved lavvann. Det er en rekke mindre dyr som fjæremark, snegler og ulike muslinger som har sitt leveområde i bløtbunnen. På grunn av den store tettheten av disse artene som lever i og oppå bløte muddermasser, utgjør bløtbunnsområder i strandsonen også svært viktige beiteområder for en rekke sjøfugl og fisk som sjørett, torsk og sei.

På sørsiden av Bygdøy er det registrert 20 mer eller mindre overlappende forekomster av bløtbunnsområder i strandsonen, fra Paradisbukta til Skruvegrunnen. To av bløtbunnsområdene er gitt verdi «viktig» i Naturbase (Herbernbukta, BM00064721 og Bygdøy, BM00044517). Resterende bløtbunnsområder er vurdert som lokalt viktige. Bløtbunnsregistreringene på sørsiden av Bygdøy ble

ikke nevneverdig endret i NIVAs NiN-kartlegging i 2020 (11). Østersforekomsten i Frognerkilen er registrert i 1995 og det er usikkert om den er intakt eller ikke.

I Artskart er det registrert østers (NT, nær truet) ved Hukodden. Det er ikke funnet registreringer av særlig sårbare marine arter i Langviksbukta eller i området der ledningstraséen er planlagt. I Artskart fremgår det også at det er flere fremmedarter rundt Bygdøy. Fremmedarten japansk drivtang (*Sargassum muticum*) er registrert ca. 200 m fra Bygdøynes, i nærheten av planlagt ledningstrasé.

Det er registrert en rekke sjøfugl i området, med området er ikke registrert som viktig for fugl. Enkelte av de registrerte fuglene står på norsk rødliste for arter; Ærfugl (*Somateria mollissima*), Alke (*Alca torda*), Makrellterne (*Sterna hirundo*), Hettemåke (*Chroicocephalus ridibundus*). Av hekkende/reproduserende fugler er det registrert Stillits (*Carduelis carduelis*) og Hvitkinngås (*Branta leucopsis*) i influensområdet for tiltaket.



Figur 5. Viktige marine naturtyper (grønne polygoner) i sjøområdene utenfor Bygdøy. Tegnssetting i kartet viser til østersforekomster (Ø), mens resterende umerkede områder er bløtbunnsområder i strandsonen. Kartet er hentet fra Naturbase (8).

Bevaring av ålegress vies stor oppmerksomhet ettersom tap av ålegressenger er et globalt problem som også er observert i norske kystområder. Ifølge NIVA er det grunn til å anta at ålegress var utbredt i både Bestumkilen og Frognerkilen før omfattende utbygginger og endringer av fant sted i disse områdene. Basert på naturforholdene har NIVA vurdert at det er potensial for ålegressenger på områder i grunne kiler som Frognerkilen og Bestumkilen, men NIVAs undersøkelse i 2021 ble det ikke observert ålegress i noen av disse områdene (12). Blant annet fordi Frognerkilen og Langviksbukta er dominert av store marinaer, er livsbetingelsene for ålegress begrenset. Den generelle eutrofieringstilstanden til Oslofjorden reduserer også livsbetingelsene for ålegress.

2.4.1 Gyteområder

I Fiskeridirektoratets database Yggdrasil (13) er hele indre Oslofjord registrert som et nasjonalt viktig gytefelt for torsk, Sjursøya – Langøya gytefelt. Gytefeltet er registrert med verdi 6 pga. både høy egg tetthet og høy retensjon.

Det renner ikke ut noen bekker ut i Langviksbukta, og følgelig er bukta ikke et osområde for anadrom fisk som skal gyte.

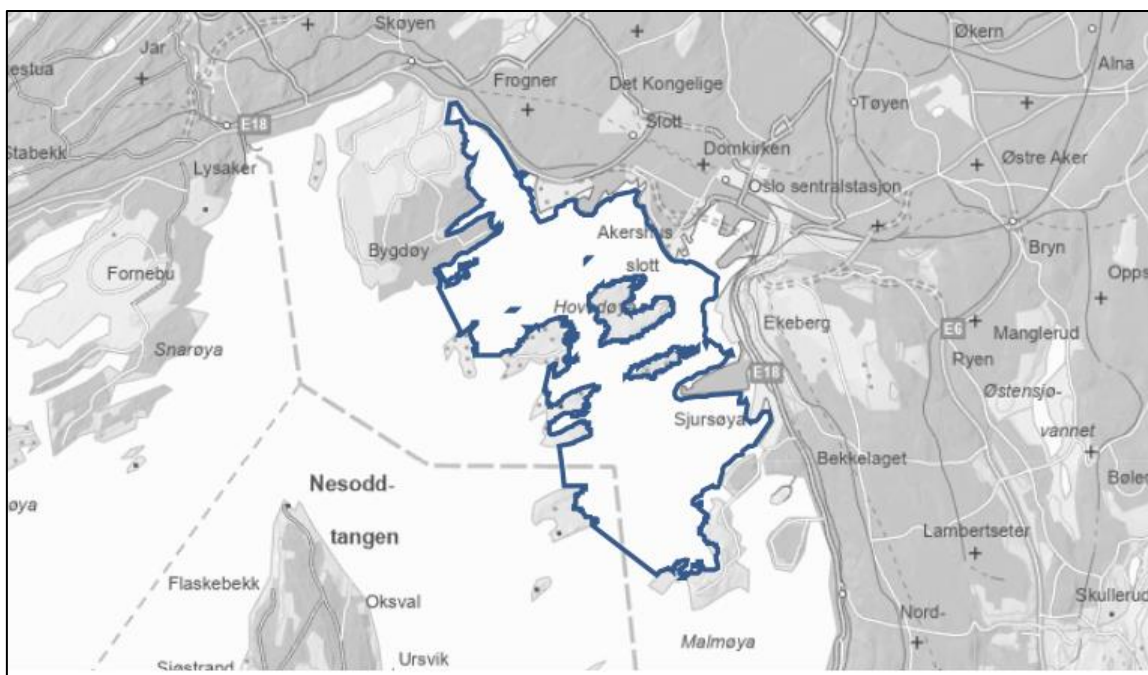
2.4.2 Kjemisk og økologisk tilstand

Langviksbukta er en del av vannforekomsten Bekkelagsbassenget med vannforekomst ID: 0101020702-2-C. Bekkelagsbassenget er kategorisert som beskyttet kyst/fjord med en salinitet på > 25 psu. Vannforekomsten er registrert med moderat økologisk tilstand og dårlig kjemisk tilstand (14).

Den dårlige økologiske tilstanden skyldes redusert diversitet av bløtbunnsorganismer og tilførsler av næringssalter. Den dårlige kjemiske tilstanden skyldes forurensede sedimenter og miljøgifter i biota.

I Vann-nett (14) oppgis siktedypet til ca. 5 m (moderat tilstand) og innholdet av totalnitrogen og nitrat+nitritt til hhv. 265 µg/L (god tilstand) og 95 µg/L (dårlig tilstand). Innholdet av totalfosfor er 21 µg/L (moderat tilstand).

De viktigste negative påvirkningene er fysiske endringer pga. landvinning, havneanlegg og mudring, avrenning fra fritidsbåter, punktutslipp fra renseanlegg, diffus avrenning fra transport/infrastruktur samt invasjonen av stillehavsøsters.



Figur 6. Kartutsnitt med avgrensningen av vannforekomsten Bekkelagsbassenget med vannforekomst ID: 0101020702-2-C. Kart er hentet fra Vann-nett (14).

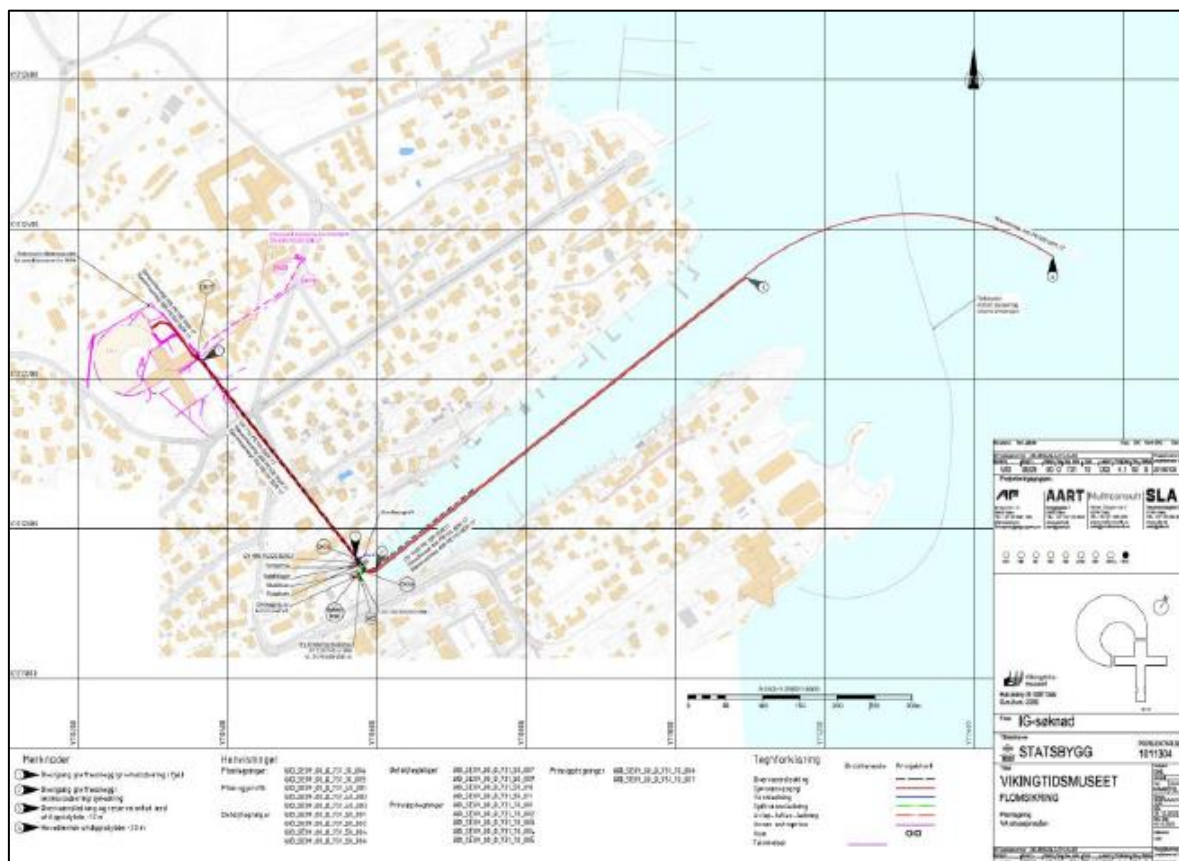
3 Beskrivelse av flomledningen

3.1 Trasé

Flomsikringen gjøres ved at overvann transporteres via åpne, blågrønne tiltak og/eller sluk med sandfang, via overvannsledninger til en overvannskum øst på muséumstomten (OK17).

Overvannskum 17 er starten på flomsikringsentreprisen. Fra OK17 og frem til OK18 innerst i

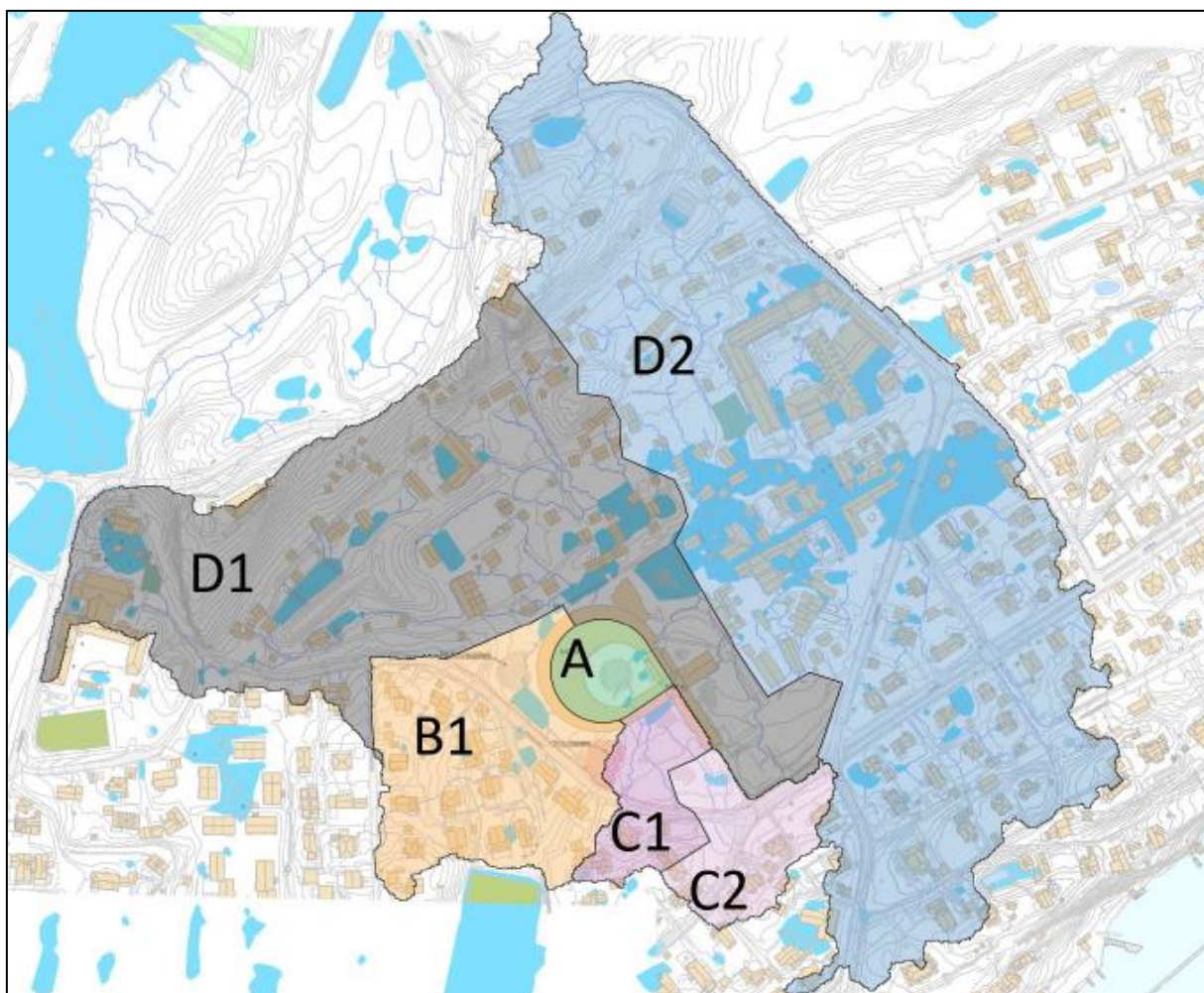
Langviksbukta på EBYs tomt, vil det grovhullsbores og trekkes inn en PE-ledning. Videre vil det fra OK18 legges en sjøledning ca. 200 m ut i Langviksbukta med utslipp på ca. 6 meters dybde. De første 25 m av traseen planlegges lagt i grøft på land. For de resterende ca. 175 m frem til utslippsdyp på ca. kote -6, er det planlagt å løsmassbore i rett linje fra Langviksbukta (15). En oversiktstegning av traséen er vist i Figur 7. Sjøvann til energiutveksling tas inn på ca. 20 meters dybde i Bekkelagsbassenget, som vist i Figur 7. Parallelt med inntaksledningen legges det en reserveledning for inntak av sjøvann ut til kote -12 ved utløpet av Langviksbukta.



Figur 7. Plantegning for flomsikringsløsningen. Overvannsledningene vises som stiplede sorte linjer, mens sjøvannsenergiledningene vises som røde linjer (tegningsnummer UIO_SE09_00_O_731_10_002).

3.2 Nedslagsfelt

Flomledningen er dimensjonert for nedslagsfeltet vist i Figur 8. Dette nedslagsfeltet omfatter også areal D (D1 + D2) som blir inkludert dersom VAV kobler seg til flomledningen. Tabell 2 viser en oversikt over delfelter i nedslagsfeltet og hvilke typer flater som inngår i de forskjellige arealene.



Figur 8. Nedslagsfelt for overvann og flomvann. Figuren er hentet fra søknad om IG (15).

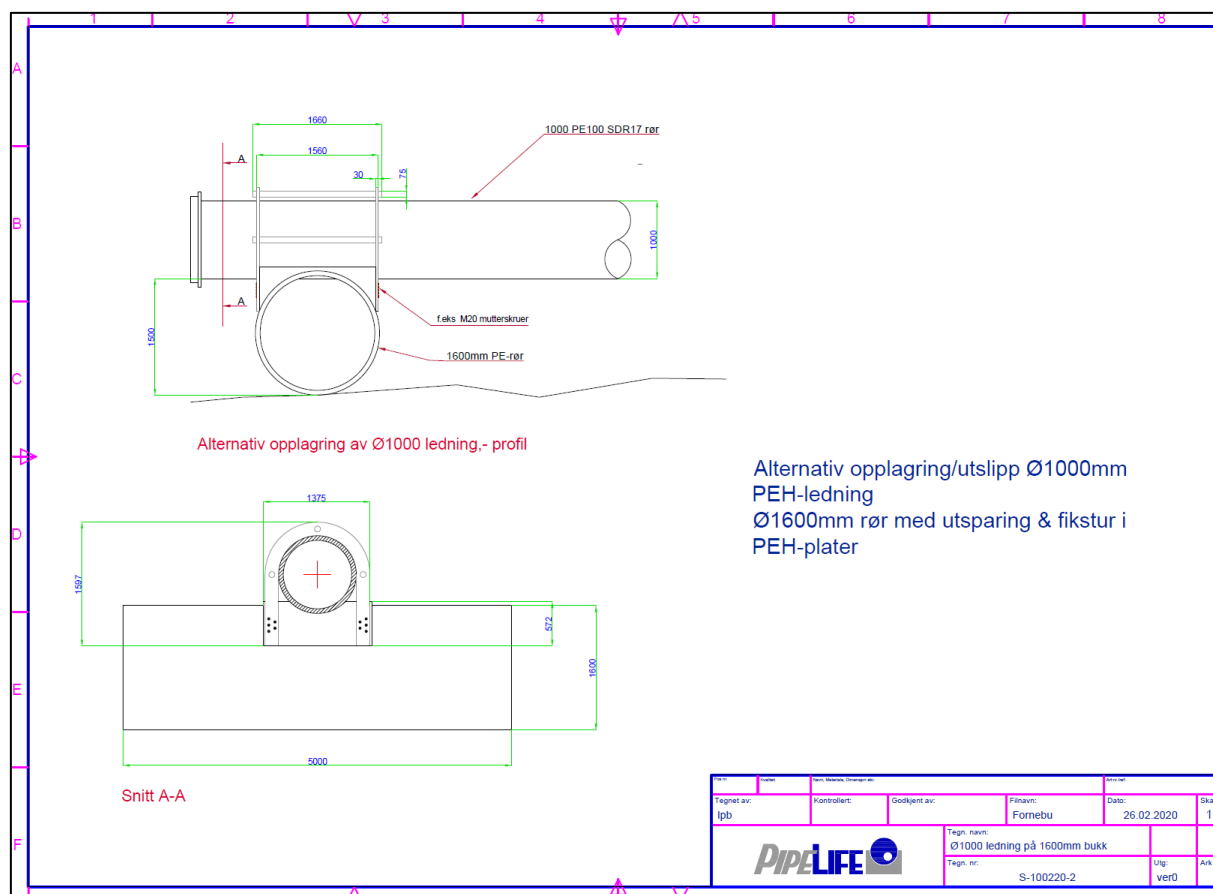
Tabell 2. Oversikt over arealer på delnedslagsfelt og hvilke type flater som inngår i feltene. Delfelt D vil inngå dersom VAV kobler seg på flomledningen.

Felt	Areal (m ²)	Tette flater		Bebygde flater		Plen, dyrket mark, skog	
		Prosentandel	Areal (m ²)	Prosentandel	Areal (m ²)	Prosentandel	Areal (m ²)
A	4850	97	4705	0	0	3	145,5
B	29000	10	2900	30	8700	60	17400
C	17500	10	1750	20	3500	70	12250
D	220350	10	22035	20	44070	70	154245
Totalt	271700		31390		56270		184041

3.3 Utslippspunkt og utforming av utløp

Utløpet av flomledningen vil være løftet over sjøbunnen. Dette gjøres for å unngå nedslamming av utløpsledningen og fare for tilstopping.

Det settes på et tverrgående fundament ved utløpet (se prinsippskisse i Figur 9), og dimensjonen på fundamentet er så stort at utløpet blir løftet over sjøbunnen. Fundamentet etableres på fast leire.



Figur 9. Prinsskisse av utløpsarrangement (tegning S-100220-2 fra PipeLife).

3.4 Vannmengder i utslipp

Tabell 3 viser beregninger av strømhastigheter på flomvannet samt blandingsforhold mellom sjøvann og flomvann ved forskjellige gjentaksintervall for flom. Mengdene i tabellen inkluderer avrenning fra delfelt D, som er bidraget dersom VAV kobler seg på flomledningen.

Som tabellen viser, vil det være en betydelig andel sjøvann i normalsituasjoner. Ved en flom med 2-års inntaksintervall er det fremdeles ca. 38 % sjøvann i blandingsforholdet. Ved en 2-års flomhendelse vil strømningshastigheten ut av flomledningen være ca. 18 cm/s.

Feltet som dreneres er forholdsvis stort, og det vil være noe overvann gjennom flomledningen også i normalperioder, når det ikke er flom. Det er ikke definert hva som er den mest normale avrenningsmengden, men den er eksemplifisert ved en mengde på 100 L/s, der 75 L/s er fra sjøvannsenergianlegget. I perioder uten store nedbørsmengder forventes strømningshastigheten ut av ledningen å være < 10 cm/s.

Volumet av sjøvann i Langviksbukta, utenfor utløpet av flomledningen, er beregnet til 435 000 m³.

Tabell 3. Beregninger av strømhastigheter på flomvannet samt blandingsforhold mellom sjøvann og flomvann ved forskjellige gjentakintervall for flom.

Gjentaksintervall	Vannføring (L/s)	Andel sjøvann (%)	Hastighet (m/s)
Anslag på normal vannmengde inkl. 75 l/s fra sjøvannsenergi	100	75,0	0,088
2 års flom, inkl. 75 l/s fra sjøvannsenergi	199	37,7	0,18
10 års flom, inkl. 75 l/s fra sjøvannsenergi	458	16,4	0,40
25 års flom, inkl. 75 l/s fra sjøvannsenergi	653	11,5	0,58
200 års flom, inkl. 75 l/s fra sjøvannsenergi	1322	5,7	1,17

4 Hydrografi, vannkvalitet og partikkeltransport

4.1 Hydrografi og innlagring

4.1.1 Hydrografi

Det er hentet data for temperaturvariasjon og salinitet fra stasjonen Ap2 ved Kavringen, ca. 1 km sydøst for Langviksbukta. Dette er i samme sjøområdet som inntaksvannet til energiutveksling vil tas fra. Dataene er hentet for perioden 2015-2020 fra Vannmiljø (16). Figurer med sammenstilling av målingene er vist i vedlegg 2. I vedlegg 2 vises også resultater fra profilering av Holtekilen fra mai til desember i 2022. Ettersom Holtekilen er grunn og ligger ca. 5 km vest for Bygdøy, vil temperaturvariasjonene være nokså sammenlignbare med Langviksbukta.

I Ap 2 varierer temperaturen på 20 meters dybde fra 5-6 °C om vinteren til 10-12 °C om sommeren. På 6 meters dybde varierer temperaturen åpenbart mye mer, og er målt fra ned mot 0 om vinteren til over 20 grader om sommeren.

4.1.2 Innlagring og fortykning

For å danne et bilde av innlagring og fortykning er det gjort beregninger i verktøyet VisualPlumes for fem scenarier. Beregningene er gjort av Jan Potac (*PhD marin teknologi*).

Det understrekes at scenariene er usikre, særlig fordi det er såpass mange variabler som påvirker innlagringen av utslippet i sjøen, som blant annet:

1. Blandingsforhold mellom sjøvann og overvann/flomvann i utslippsvannet
2. Temperatur på overvann og nedbør ved flomepisoder
3. Temperatur på sjøvannet etter uttak av energi
4. Temperatur og sjiktning i sjøen ved utslippspunktet
5. Strømhastigheten ved utslippspunktet

Det foreligger ikke strømmålinger fra utslippspunktet. Ifølge modellen Fjordos (17) er det i all hovedsak svake strømstyrker i Frognerkilen gjennom hele året (utsnitt for vår, sommer, vinter og høst er vist i vedlegg 1). I scenariene er det benyttet en strømstyrke på 2 cm/s og 10 cm/s.

Vedlegg 2 viser figurer med hydrografiske målinger i nærområdet til Langviksbukta, beskrivelser av hvordan scenariene er satt opp, samt resultater fra VisualPlumes.

Scenariene fanger ikke opp alle variasjoner i utslipp. Men visualiseringen gir en indikasjon på innlagring og primærfortynning i antatte normalsituasjoner og ved en 2-års flom. Mer ekstreme

flomhendelser har åpenbart betydning for forholdene i Oslofjorden, noe som f.eks. er observert i etterkant av den ekstreme nedbørshendelsen Hans i 2023, men det vil da være store tilførsler av ferskvann og stoffer fra hele byen, og utslippet i Langviksbukta vil kun være en liten del av det totale bildet.

Resultatene fra VisualPlumes tyder på at salinitet betyr mer for innlagring og retningen på utslippsstrålen enn temperaturforskjeller mellom utslippsvann og sjøvann.

I scenariene der det er inkludert en andel ferskvann (fra 25 % til 75 %) viser beregningene at utslippet vil stige raskt til overflaten. Primærfortynningen før utslippet bryter opp til overflaten ser ut til å være 10-20 ganger når det er lite ferskvann i utslippet. Ved flom stiger utslippet raskere og primærfortynningen ved 2-års flom ser ut til å være rundt 10 ganger før det når overflaten.

4.2 Vannkvalitet og forurensningspotensial i utslipp

4.2.1 Sjøvann

Partikler

Vannet som kommer fra sjøvannsenergi-anlegget vil inneholde lite partikler, da det kun er sjøvann som sirkulerer, og inntaket er utformet som en perforert ledning / inntaks-sil. Sjøvannet vil mao. ikke tilføre slam til fjorden.

Temperatur og salinitet

Sjøvannet fra 20 m dybde vil jevnt over ha noe høyere salinitet enn overflatelaget. I nærmeste målestasjon (Ap2) er saliniteten på 20 m dybde 30 psu eller mer, mens den på 6 meters dybde varierer mellom 20 og 30 psu. Sjøvannet som slippes ut vil også ha et temperaturavvik sammenlignet med temperaturen på 6 meters dybde i Langviksbukta. Energiutvekslingen medfører at det tas ut varme av sjøvannet om vinteren og kulde om sommeren. Temperaturendringen pga. energiuttak er 3-4 °C. Ettersom sjøvannet tas inn på 20 meters dybde og slippes ut over sprangsjiktet¹, vil temperaturendringene pga. energiuttak variere i samme retning som naturlige temperaturendringer i overflaten. For eksempel blir kjølig dypvann varmet noe opp om sommeren før det slippes ut i varmere vann på seks meters dybde. I scenariene som er satt opp i vedlegg 2 er det anslått temperaturforskjeller mellom utslippsvann og overflatevannet i sjøen på 1-6 °C. Men en primærfortynning på 10-20 ganger betyr dette at temperaturavviket rundt utslippspunktet vil være lite, og være i området 0,1-0,5 °C før vannet når overflaten.

Næringssalter

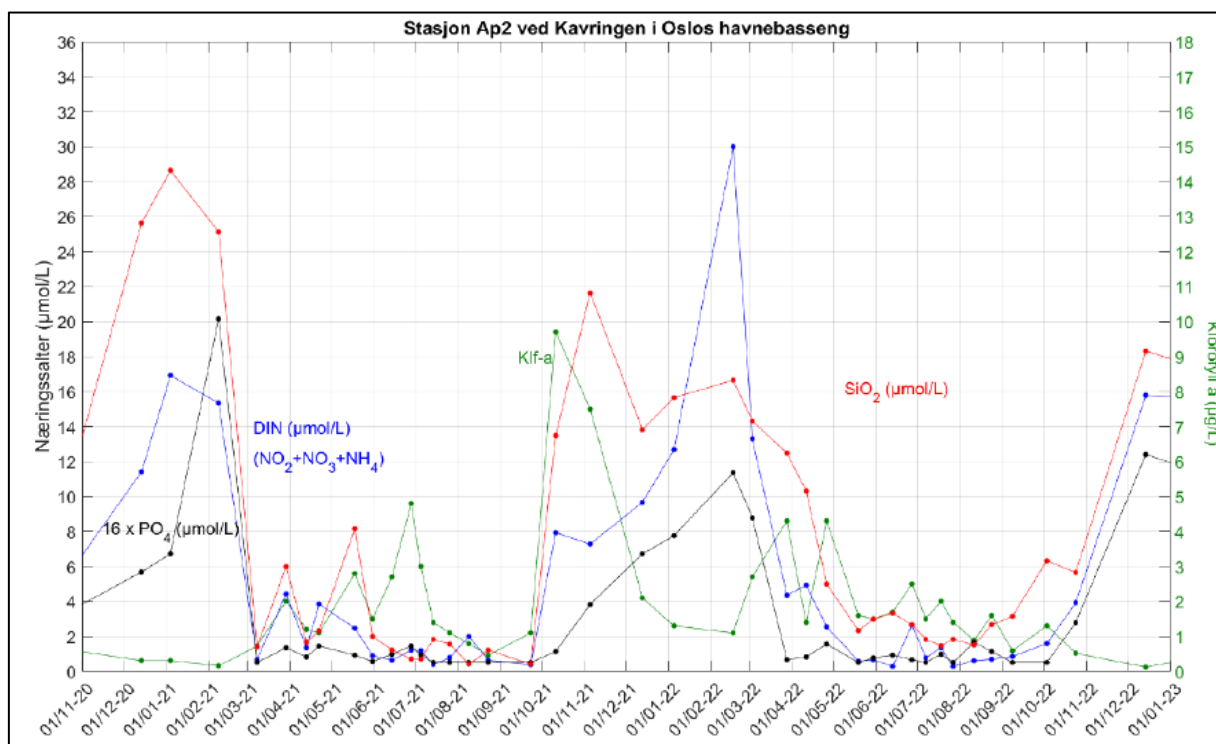
Konsentrasjon av næringssalter i overflatelaget varierer gjennom året pga. biologiske og fysiske prosesser. Dynamikken i dette er vist for stasjon Ap2 i Figur 10. Planteplankton bruker næringssalter til vekst og frigjør næringssalter ved nedbrytning. Dette betyr at innholdet av næringssalter i overflatelaget synker under algevekst, og nivåene av næringssalter i overflatelagene er dermed lavere om i vekstsesongen (vår/sommer/høst) enn om vinteren.

Under nedbrytning vil næringssalter synke ned mot bunnen hvor de blir utilgjengelige for planteplankton. Konsentrasjonene ved bunnen øker og blandes naturlig inn i vannsøylen om vinteren når lagdeling i vannet reduseres og næringsrikt bunnvann mikses oppover i vannsøylen. I Oslofjorden starter planktonvekst på senvinteren/våren. Mengden planteplankton på sommeren i Indre Oslofjorden har holdt seg nokså stabil ved relativt høye nivåer de siste 20 årene (18).

¹ Sprangsjiktet er vanddybden der temperaturen endres raskt mellom varmt overflatelag og kjølig bunnvann om sommeren. Vinterstid vil overflatevannet oftest være noe kjøligere enn bunnvannet.

I stasjonen Ap2, i nærheten av inntakspunkt for sjøvann, foreligger det kun målinger for temperatur, salinitet og oksygen gjennom hele dybdeprofilen (ned til 26 m). Ved inntakspunktet er dybden noe mindre (ca. 20 m). Det er gjort anslag på innholdet av næringssalter ved inntakspunktet ved bruk av data fra andre målestasjoner, som kan antas å være representative.

Vedlegg 4 viser tabeller med sammenstillinger av data fra målestasjonene Bn1 og LYSF-1 i Lysakerfjorden, samt DK1 på Steilene, vest for Nesodden. Dataene er hentet fra Vannmiljø (16). I Lysakerfjorden er det gjort analyser av nitrogen ned til 15 meters dybde, og ved Steilene er det tatt prøver ned til 100 meters dybde. I vedlegget er det også gjort beregninger av transporten av næringssalter fra dypere vannlag og opp til overflatelaget. Konsentrasjoner i overflatelaget er representert ved tall fra stasjonen Ap2 i Bekkelagsbassenget.



Figur 10. Kurver som viser målinger fra overflatelaget i stasjon Ap2; løst uorganisk nitrogen (blå kurve), løst uorganisk fosfor (svart kurve), silikat (rød kurve) og planteplankton/klorofyll-a (grønn kurve). Tabellen er hentet fra NIVAs årsrapport fra 2022 (18).

Dersom man legger verdiene fra 20 m ved Steilene til grunn, tyder beregningene på at innholdet av totalnitrogen i utslippsvannet øker med anslagsvis 150-170 µg/L over verdiene i overflaten i Ap2 i sommerhalvåret. Fraksjonen av nitritt+ nitrat ser ut til å øke med ca. 200 µg/l fra sommerverdiene målt i overflaten i Ap2. Basert på disse målingene er det små forskjeller på nivåene av totalfosfor og ammonium.

Tabell 4 viser klassifiseringssystemet for næringssalter i kystvann med en salinitet > 18 psu (19). Tabell 5 viser klassifiserte sommerverdier fra målestasjoner i Lysakerfjorden og Steilene. Konsentrasjonene av nitritt+nitrat på 20 m dybde skiller seg ut med dårligere tilstand enn de øvrige nitrogenforbindelsene. Målestasjonene i Tabell 5 ligger forskjellige steder og er ikke direkte sammenlignbare. Men resultatene viser at det særlig er stor forskjell på konsentrasjonene av nitritt+ nitrat på 15 m dybde i Lysakerfjorden og 20 m dybde ved Steilene. Somrene 2021 og 2022 var saltsjiktningen i Lysakerfjorden på rundt 15 m (18) og verdiene på denne dybden reflekterer dermed ikke reelt dypvann der salter kan akkumulere. I målestasjon Ap2 i Bekkelagsbassenget (Figur 3) går

også saltsjiktningen ned til ca. 15 m, og det antas derfor at verdiene fra Steilene vil være mer representative for vann på 20 meters dybde i Ap2.

Tabell 4. Klassegrenser for næringssalter i kystvann. Tabellen er hentet fra veileder 02:2018 (19).

Tabell 9.26 Klassifisering av tilstand for næringssalter og siktedyp i overflatelaget, samt oksygen i dypvannet ved saltholdighet over 18 (modifisert fra SFT 97:03).						
Parameter		Tilstandsklasser				
		I	II	III	IV	V
		Svært god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
Overflatelag Sommer (Juni-August)	Totalfosfor ($\mu\text{g P/l}$)*	< 11,5	11,5-16	16-29	29-60	>60
	Fosfat ($\mu\text{g P/l}$)*	< 3,5	3,5-7	7-16	16-50	>50
	Total nitrogen ($\mu\text{g N/l}$)*	< 250	250-330	330-500	500-800	>800
	Nitrat + nitritt ($\mu\text{g N/l}$)*	< 12	12-23	23-65	65-250	>250
	Ammonium ($\mu\text{g N/l}$)*	< 19	19-50	50-200	200-325	>325
	Siktedyp (m)	> 7,5	7,5-6	6-4,5	4,5-2,5	<2,5
Overflatelag Vinter (Desember-Februar)	Totalfosfor ($\mu\text{g P/l}$)*	< 20	20-25	25-42	42-60	>60
	Fosfat ($\mu\text{g P/l}$)*	< 14,5	14,5-21	21-34	34-50	>50
	Total nitrogen ($\mu\text{g N/l}$)*	< 291	291-380	380-560	560-800	>800
	Nitrat + nitritt ($\mu\text{g N/l}$)*	< 97	97-125	125-225	225-350	>350
	Ammonium ($\mu\text{g N/l}$)*	< 33	33-75	75-155	155-325	>325
Dypvann	Oksygen ($\text{ml O}_2/\text{l}$)**	> 4,5	4,5-3,5	3,5-2,5	2,5-1,5	< 1,5
	Oksygen metning (%)***	> 65	65-50	50-35	35-20	< 20

Tabell 5. Sommerverdier for næringssalter fra 15 meters dybde i Lysakerfjorden og Steilene. Klassifisering er utført etter veileder 02:2018.

Stasjon (prøvedybde, m)	Tidspunkt	Parameter			
		Nitrat+nitritt ($\mu\text{g/l N}$)	tot-N ($\mu\text{g/l N}$)	NH ₄ ($\mu\text{g/l N}$)	tot-P ($\mu\text{g/l P}$)
Bn1, Lysakerfjorden (15)	Juli 2021	16	180	42	ip.
	August 2022	10	180	3	ip.
LYSF-1, Lysakerfjorden (15)	Juli 2021	34	40	38	ip.
	August 2021	2,5	200	3	ip.
	Juli 2022	40	200	3	ip.
	August 2022	14	170	3	ip.
DK1, Steilene (20)	August 2019	190	420	64	9
	August 2020	170	290	6,4	18

ip. = ikke prøvetatt

4.2.2 Flomvann

Flomvannet vil være filtrert i grønne overflater og sandfang, noe som betyr at det vil inneholde lite partikler.

I rapporten/veilederen Forurensning i overvann fra urbane flater (20) beskrives en rekke forhold knyttet til vurderinger og håndtering av overvann. Den viktigste kilden til forurensning i overvann kommer fra tette flater og ikke grøntområder. Dette skyldes at stoffer avsettes og akkumuleres på de tette flatene samt at de vaskes lett ut til resipienter. Stoffkonsentrasjoner i overvann har derfor en tendens til å være størst i begynnelsen av en nedbørsepisode, noe som betyr at det i store nedbørsepisoder vil være lavere gjennomsnittskonsentrasjoner enn ved små nedbørsmengder.

Som vist i Tabell 2, er det kun muséumstomten som hovedsakelig består av tette flater, og dette feltet utgjør kun 1,8 % av hele nedslagsfeltet. For de øvrige delfeltene er andelen tett flater anslått til

10 %. Andelen grøntareal (skog, dyrket mark og gress) er 60-70 %, mens resterende areal er fra boligområder.

Veilederen gir sjablongverdier på stoffinnhold i overvann fra forskjellige typer urbane område og foreslår hvilke stoffer det bør legges vekt på. De viktigste stoffene som foreslås er næringssalter, partikler, metaller og PAH. Rapporten foreslår imidlertid ikke en metode for å beregne påvirkning fra overvann til fjord- og kystresipienter, da den generelt sier at mindre utslipp av overvann i liten grad vil kunne påvirke tilstanden i disse resipientene.

Det er vist sjablongverdier for eneboligområder og gressdekket areal i vedlegg 3. I vedlegg 3 vises også en sammenligning med vannforskriftens miljøkvalitetsstandarder for kystvann (AA-EQS), og forholdet mellom antatte konsentrasjoner i overvann og grenseverdiene. Det understrekes at slike sjablongverdier er svært usikre.

Sammenligningen indikerer at det i all hovedsak kreves små innblandingsfaktorer/fortynning for å oppnå AA-EQS. For metaller og organiske forbindelser vil AA-EQS sannsynligvis være oppnådd ilt. primærfortynningen fra utslippspunktet. I avrenning fra eneboligområder skiller benzo(a)pyren (B(a)P) seg ut med et større fortynningsbehov enn de andre stoffene for å oppnå AA-EQS.

Det er verdt å merke seg at den samlede vannmengdene og vannkvaliteten vil være en blanding av avrenningen fra eneboligområder, fra tette flater og gressdekket areal. Dette vannet vil deretter blandes inn med 75L/s med sjøvann fra energianlegget, og deretter med sjøvannet som står inn i den 200 m lange flomledningen utover i bukta. Fra utslippspunktet vil det være en primærfortynning på 10-20 ganger. Det er dermed lite sannsynlig at konsentrasjonen av B(a)P kan medføre noen akutte virkninger i sjøen, men basert på sjablongverdiene er det ikke sikkert at AA-EQS oppnås ilt. primærfortynningen.

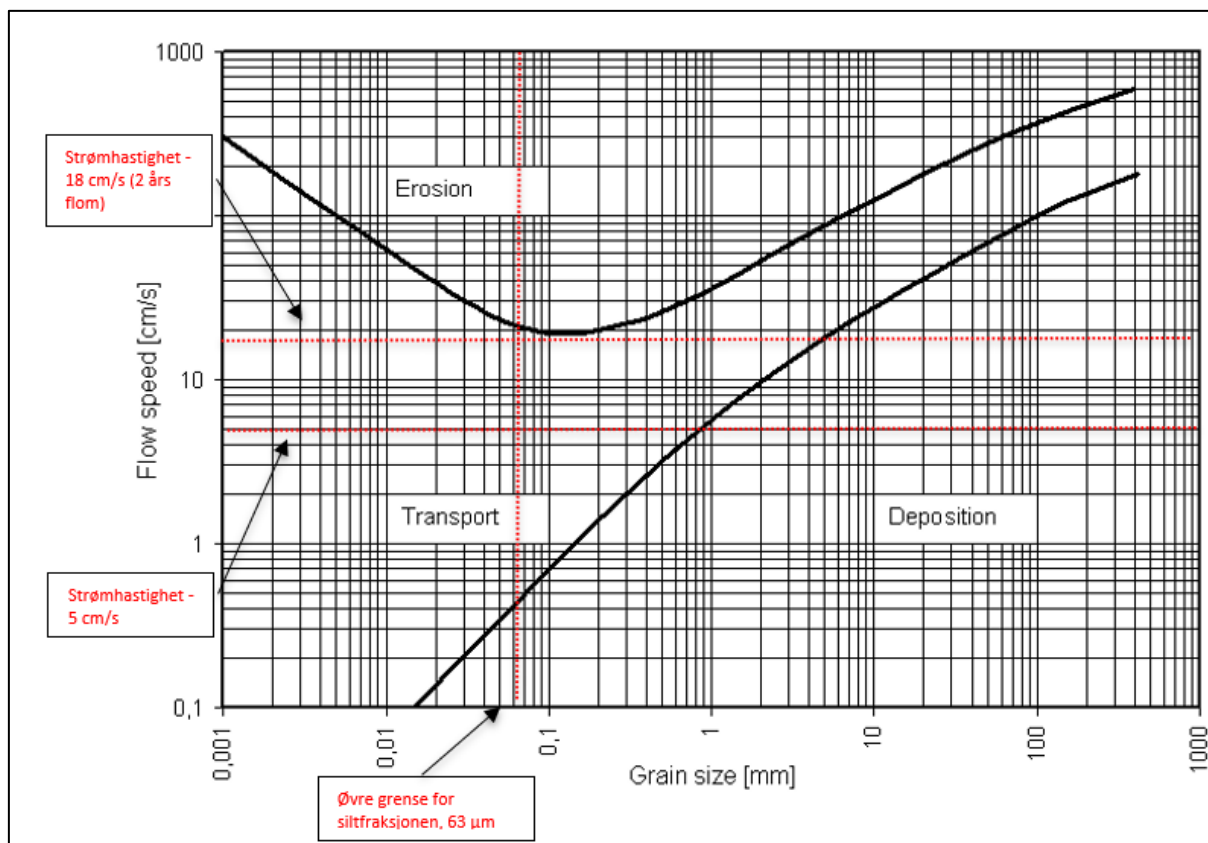
Det er aktuelt at VAV kobler seg til flomvannsledningen, men i denne rapporten er det ikke gjort vurderinger av vannkvaliteten ved eventuelle overløpshendelser. Vi har ikke konkret informasjon om hvordan VAVs utslippsbilde er. Det forutsettes at VAV vurderer og avklarer de miljømessige aspektene og søknadsbehov fra sine overløp dersom det er aktuelt med en påkobling.

4.3 Oppvirvling av sediment og transport av partikler

Analyser av kornfordeling i sedimentene (Tabell 1) viser at de i praksis består av silt og leire, dvs. at kornstørrelsene er <0,063 mm (63 µm). Figur 11 viser et hjulstrømsdiagram. Diagrammet viser forholdet mellom kornstørrelser og vannstrømmens evne til å erodere og transportere de forskjellige kornfraksjonene. Det er verdt å merke seg erosjonen av kohesive sedimenter (slik som leire og silt) avtar med synkende partikkelstørrelse, pga. de elektrostatiske bindingene mellom små kornfraksjoner. Det er sand i fraksjoner rundt 0,1 mm som eroderes ved svakest strømstyrke.

Som vist i Tabell 3, er strømningshastigheten ut av flomledningen anslått til 18 cm/s ved en 2-års flomhendelse. I perioder med normal avrenning anslås strømhastigheten å være under 10 cm/s.

Gjentaksintervall	Vannføring l/s	% andel sjøvann	Hastighet m/s
Anslag på normal vannmengde inkl. 75 l/s fra sjøvannsenergi	100	75,0	0,088
2 års flom, inkl. 75 l/s fra sjøvannsenergi	199	37,7	0,18
10 års flom, inkl. 75 l/s fra sjøvannsenergi	458	16,4	0,40
25 års flom, inkl. 75 l/s fra sjøvannsenergi	653	11,5	0,58
200 års flom, inkl. 75 l/s fra sjøvannsenergi	1322	5,7	1,17



Figur 11. Hjulstrømsdiagrammet viser hvordan forskjellige partikkelstørrelser vil bli erodert, transportert eller bunnfelt ved forskjellige strømhastigheter. Røde linjer er satt inn for å illustrere hvordan partikler <63 µm oppfører seg ved forskjellige strømhastigheter.

5 Oppsummering og miljørisikovurdering

Følgende temaer er beskrevet i de foregående kapitlene:

- Innlagring og fortynning
- Vannkvaliteten på utslipp
- Faren for mobilisering og spredning av forurenset sediment

Videre gis det en miljørisikovurdering av de planlagte utslippene.

5.1 Miljørisikovurdering av overvann/flomvann

Utførte beregninger tyder på at innlagring av overvann og flomvann i de aller tilfeller vil bryte nok så raskt opp til overflaten, og at primærfortynningen ligger i området 10-20 ganger.

Vannkvaliteten på utslippet forventes å inneholde lite partikler og å medføre liten miljørisiko for tilslamming. For enkelte PAH-forbindelser tyder sjablongverdiene på en risiko for at miljøkvalitetsstandarden (AA-EQS) ikke oppnås ila. primærfortynning. Men konsentrasjonene etter primærfortynning forventes å være langt under grensen for akutte virkninger (MAC-EQS).

I dagens situasjon blir overvannet sluppet ut mer spredt til Frognerkilen enn det som vil være tilfellet i den fremtidige situasjonen. Dagens situasjon innebærer også flere overløpshendelser med spillvann enn det som vil være tilfellet med ny løsning. Belastningen av næringssalter fra overvann vil derfor reduseres for vannforekomsten, men i ny situasjon vil større mengder overvann og næringssalter gå til fjorden via Langviksbukta. Sjablongverdier for næringsstoffinnhold i overvann viser at

konsentrasjonene av nitrogen og fosfor i overvannet vil være anslagsvis 2-8 over miljøkvalitetsstandardene. Ettersom Langviksbukta ligger såpass skjermet, kan det ikke utelukkes at det kan være perioder der næringssalter kan gi økt/endret planktonvekst.

5.2 Miljørisikovurdering av sjøvann

Basert på innholdet av totalnitrogen fra 20 m ved Steilene vil sirkulasjon av 75 L/s med sjøvann gi en vertikal transport av anslagsvis 2,5 kg/døgn N. Som en sammenligning tilfører Frognerbekken i gjennomsnitt en mengde totalnitrogen på ca. 28 kg/døgn N til Frognerkilen (middelvannføring 400 L/s og et gjennomsnitt på 800 µg/L N). Beregnet nitrogenmengde i sjøvannet tilsvarer dermed ca. 9 % av tilførselen fra Frognerbekken. Langviksbukta ligger nokså skjermet og har mindre vannvolum enn Frognerkilen.

Det understrekes at nitrogenkonsentrasjonene ved inntakspunktet ikke er undersøkt ved kjemiske analyser, og at det derfor er usikkerheter knyttet til faktiske nivåer av næringssalter. Det kan f.eks. ikke utelukkes at trafikken av Kiel-ferga kan påvirke vannprofilen ved inntakspunktet. I vurderinger av sjøvann fra 20 m dybde i Bispevika benyttet NIVA en nitratkonsentrasjon på 180 µg/L og en innlagingsdybde på 11 m (21).

I Ap2 i Bekkelagsbassenget var sommerkverdiene for nitritt+nitrat i overflatelaget i god-moderat tilstand i 2019 og 2020 (25 og 13 µg/L N). Men en primærfortynning på 10-20 ganger vil utslipp av nitritt+ nitrat på 200 µg/L N antagelig medføre moderat tilstand mht. nitritt+ nitrat i Langviksbukta, jf. sommerkverdiene i Tabell 4. Men utviklingen av konsentrasjonene etter primærfortynningen vil trolig variere, da konsentrasjonene over tid avhenger av videre horisontal bevegelse i overflatevannet (vind- og tidevannsdrevet bevegelse).

Basert på litteratur og sammenligning med andre målestasjoner i Oslofjorden kan det ikke utelukkes at utslipp av sjøvannet fra 20 m til 6 m dybde kan medføre risiko for økt algevekst i Langviksbukta.

Ettersom utslippet av sjøvann ikke medfører en netto tilførsel av næringssalter til fjorden, men en vertikal fluks, kan problemstillingen avbøtes ved innlagring av sjøvannet under eufotisk sone. Sammenblanding med overvann/flomvann gjør at utslippet stiger vertikalt, og dypere innlagring vil være enklere å oppnå for sjøvannet alene. Siktedypet i Bekkelagsbassenget er ca. 5 m, noe som tilsvarer en eufotisk sone på 9-10 m.

Beregningene tyder på at temperaturendringer pga. uttak av sjøvannsenergi vil være liten og uten nevneverdig miljørisiko.

5.3 Miljørisikovurdering av partikkelspredning

Forventede strømhastigheter og retning på utslippsstrålen tyder på liten risiko for mobilisering og spredning av forurenset sediment.

Hjulstrømsdiagrammet (Figur 11) viser at faren for erosjon av forurenset sediment er liten ved vannmengden og strømningshastigheten ved en 2-års flom. Det er også viktig å huske at flomvannet slippes ut over sedimentoverflaten, slik at sedimentet ikke vil bli direkte påvirket av den utadgående strømhastigheten. Strømhastigheten under utslippsstrålen vil være lavere. Visualiseringen tyder også på at utslippsvannet i all hovedsak vil stige nokså raskt.

Ved større flomepisoder, når strømningshastigheten ved sedimentoverflaten >20 cm/s, får utslippet tilstrekkelig energi til å erodere sediment. Selv om diagrammet tyder på at det vil forekomme erosjon under større flomepisoder (3-års flom eller sjeldnere), er det likevel ikke klart det vil bli noen betydningsfull erosjon. Utslippsstrålen vil i utgangspunktet stige raskere og raskere ved økende ferskvannsmengder.

Diagrammet indikerer også at silt og leirpartikler i selve utslippsvannet vil holdes i suspensjon til strømningshastigheten er ca. 0,5 cm i sekundet. Bunnfelling av partikler påvirkes generelt sterkt av salinitet/ionestyrken i vannet og går vesentlig raskere i sjøvann enn i ferskvann, ettersom saltet i sjøvann får partikler til å danne aggregater (flere sammenbundne, små partikler som til sammen synker raskere) (22). Det er usikkert hvor stor effekten av dette vil være for partikler i utslippsvannet, men diagrammet viser iallfall en konservativ situasjon, da det i utgangspunktet ble utviklet for strøm i elver.

Tolkningen av diagrammet støttes av NIVAs erfaringer som tilsier at denne typen sediment må utsettes for strøm på godt over 10 cm/s før oppvirvling begynner å skje (23).

5.4 Andre biologiske effekter

Økt ferskvannstilførsel til Langviksbukta vil gi hyppigere perioder med en noe større saltgradient i sjøvannet i bukta, da større ferskvannsmengder vil stige til overflaten. Større ferskvannstilførsel betyr også at en del tilførsel av næringssalter fra land flyttes fra utløp i Frognerkilen til Langviksbukta.

Det er registrert lite bløtbunnsfauna i Langviksbukta, men området har et visst naturgitt potensial for ålegress i strandsoner. Det er også observert enkelte blåskjell i bukta. Disse er relativt tolerante for variasjoner i salinitet, men mer sårbare for nedslamming. Forventet utslippsbilde tyder på at det ikke vil være negative biologiske effekter pga. nedslamming, spredning av forurenset sediment eller miljøgifter.

Oslo kommune har utarbeidet en handlingsplan for å reintrodusere bl.a. ålegress i Indre Oslofjord (24). Oslo Bymiljøetat utførte et testprosjekt med ålegress i Frognerkilen i 2022, men ved inspeksjon i 2023 var det få planter igjen.

Ålegress er tolerant for variasjoner i saltholdighet, og vokser i både saltvann (ca. 35 psu) og brakkevann (ca. 5 psu) (25), men er bl.a. sensitive for reduserte lysforhold. Sedimentene utenfor flomledningen i Langviksbukta er lite egnet til etablering av ålegress. NIVA anbefale å unngå områder med innhold av silt og leire over 50 % ved ev. restaurering av ålegress. I Langviksbukta er finstoffinnholdet (<63 µm) ca. 80-95 %.

6 Referanser

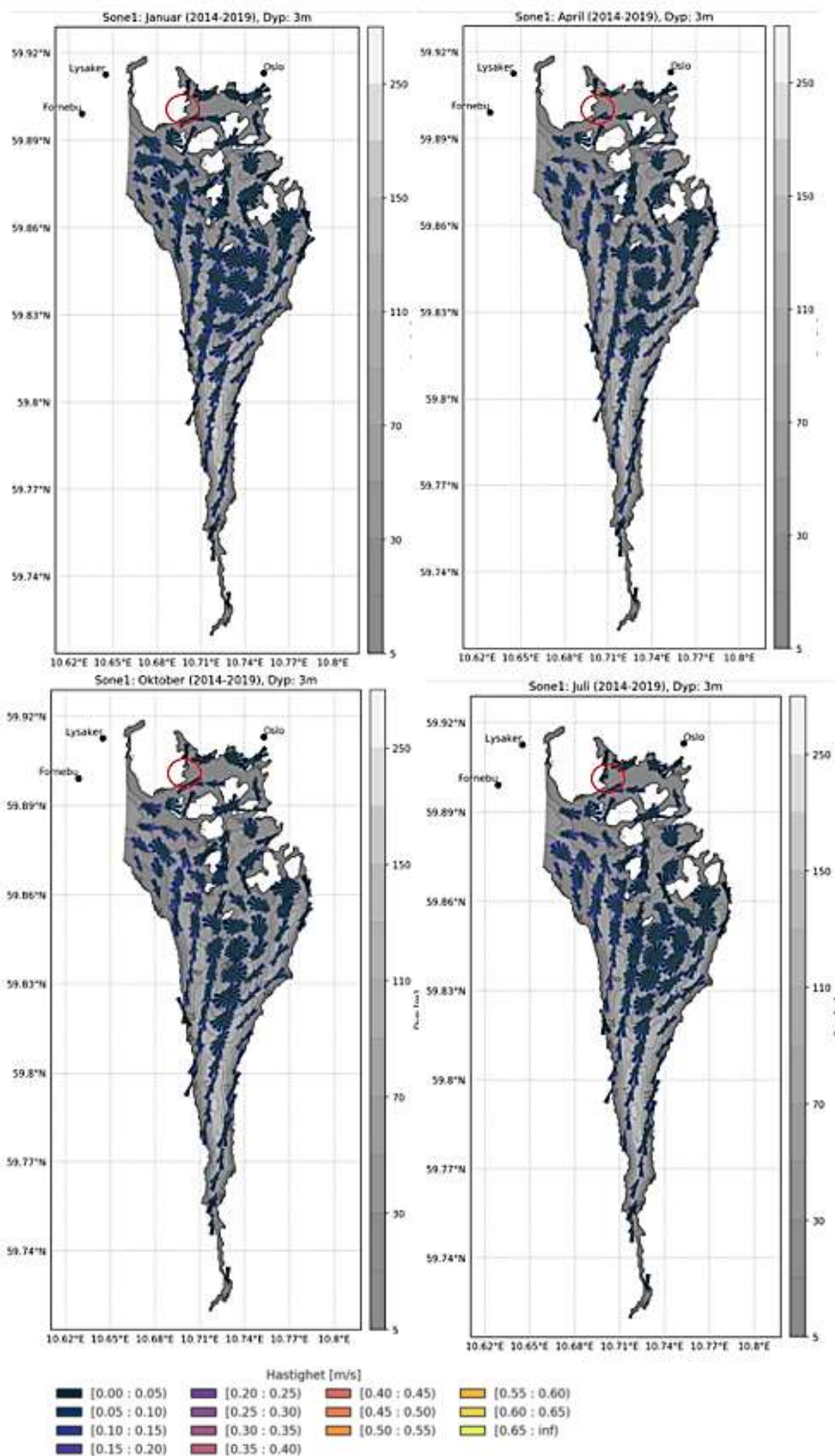
1. **NIVA.** *Undersøkelse av hydrografiske og biologiske forhold i Indre Oslofjord. Årsrapport 2021. Rapport nr. 7771-2022.* 2022.
2. **NGI.** *Oslo havnedistrikt - Prøvetaking i småbåthavner og på badestrender. Kartlegging av forurenset sediment og kjemiske analyser.* 2007. 20061705-1.
3. —. *Miljøteknisk undersøkelse av sjøbunn i Langviksbukta.* 2016. 20150834-01-TN.
4. **Multiconsult.** *Sedimentundersøkelse og naturmiljø.* 2021. 20160105-15-RIGm-RAP-001.
5. **Miljødirektoratet.** *Grenseverdier for klassifisering av vann, sediment og biota.* 2016. M608_rev. 30.10.2020.
6. **Multiconsult.** *K209- Supplerende undersøkelser av sedimenter.* 2022. 20160105-15-RIGm-NOT-007.
7. —. *Miljøriskovurdering overvann.* 2020. 20160105-04-RIM-RAP-001.
8. **Miljødirektoratet.** Naturbase. [Internett] [Sitert: 15 10 2023.] <https://geocortex02.miljodirektoratet.no/Html5Viewer/?viewer=naturbase>.
9. **Artsdatabanken.** Artskart. [Internett] [Sitert: 15 10 2023.] [https://artskart.artsdatabanken.no/#map/259286,6649365/13/background/greyMap/filter/%7B%22IncludeSubTaxonIds%22%3Atrue%2C%22Found%22%3A%5B%5D%2C%22NotRecovered%22%3A%5B%5D%2C%22BoundingBox%22%3A%22POLYGON%20\(\(257165.1118633395%206648091.360385001%2C2614](https://artskart.artsdatabanken.no/#map/259286,6649365/13/background/greyMap/filter/%7B%22IncludeSubTaxonIds%22%3Atrue%2C%22Found%22%3A%5B%5D%2C%22NotRecovered%22%3A%5B%5D%2C%22BoundingBox%22%3A%22POLYGON%20((257165.1118633395%206648091.360385001%2C2614).
10. **NIVA.** *Reetablering av biologisk mangfold i Oslos urbane sjøområder.* 2019. RAPPORT L.NR. 7426-2019.
11. —. *Kartlegging av et utvalg marine naturtyper i Oslofjorden.* 2021. RAPPORT L.NR. 7605-2021.

12. —. *Potensial for restaurering og reintroduksjon av ålegrasenger i Oslofjorden, og mulighetene dette kan gi for klimatilpasning, karbonopptak og lagring*. 2022. RAPPORT L.NR. 7692-2022.
13. **Fiskeridirektoratet**. Yggdrasil. [Internett] [Sisert: 27 9 2021.] <https://portal.fiskeridir.no/portal/apps/webappviewer/index.html?id=4b22481a36c14dbca4e4def930647924>.
14. **Miljødirektoratet**. Vann-nett. [Internett] [Sisert: 6 9 2023.] <https://vann-nett.no/portal/#/mainmap>.
15. **Multiconsult**. *Flomsikring av Vikingtidsmuseet. IG-søknad*. 2022. 20160105-17 1011304 Flomsikring.
16. **Miljødirektoratet**. Vannmiljø. [Internett] [Sisert: 4 10 2023.] <https://vannmiljo.miljodirektoratet.no/>.
17. **Fjordos**. FjordOs - vår fjord - vårt ansvar. [Internett] [Sisert: 10 10 2023.] <https://fjordos.usn.no/soner/sone01.html>.
18. **NIVA**. *Undersøkelse av hydrografiske og biologiske forhold i Indre Oslofjord. Årsrapport 2022*. 2023. L.NR. 7883-2023Foto:.
19. **Direktoratsgruppen for gjennomføring av vannforskriften**. *Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver*. 2018_rev27.10.20. Veileder 02:2018.
20. **Norsk Vann / COWI**. *Forurensninger i overvann fra urbane flater - vannmiljømål og rensetiltak*. 2021. B27/2021.
21. **NIVA**. *Vurdering av utslipp av sjøvann fra energianlegg i Bjørvika*. 2014. L.NR. 6700-2014.
22. **NGI**. *Vurdering av sedimentasjon av TBM-kaks ved utfylling i sjø. Laboratorie- og modellforsøk*. 2020. 20190407-02-R.
23. **NIVA**. *Strømundersøkelse og sedimentkvalitet i dypbassenget vest for Malmøykalven, Indre Oslofjord*. 1999. 4019-99.
24. **Oslo kommune**. *Handlingsplan for biologisk mangfold i Oslo*. 2023. Byrådssak 1080/23.
25. **NIVA**. *Restaurering av ålegrasenger. En praktisk veileder utviklet for Oslo kommune*. 2022. NIVA 7693-2022.

Vedlegg 1

Strømroser fra Fjordos.usn.no

Strømrosene i figuren under er hentet fra Fjordos (<https://fjordos.usn.no/soner/sone01.html>). Som figuren viser, er det beregnet svake strømstyrker innerst i Frognerkilen alle sesonger. Strømstyrken på 2 cm/s som er benyttet i VisualPlumes er litt under halvparten av strømstyrker innenfor den laveste kategorien i Fjordos-modellen.



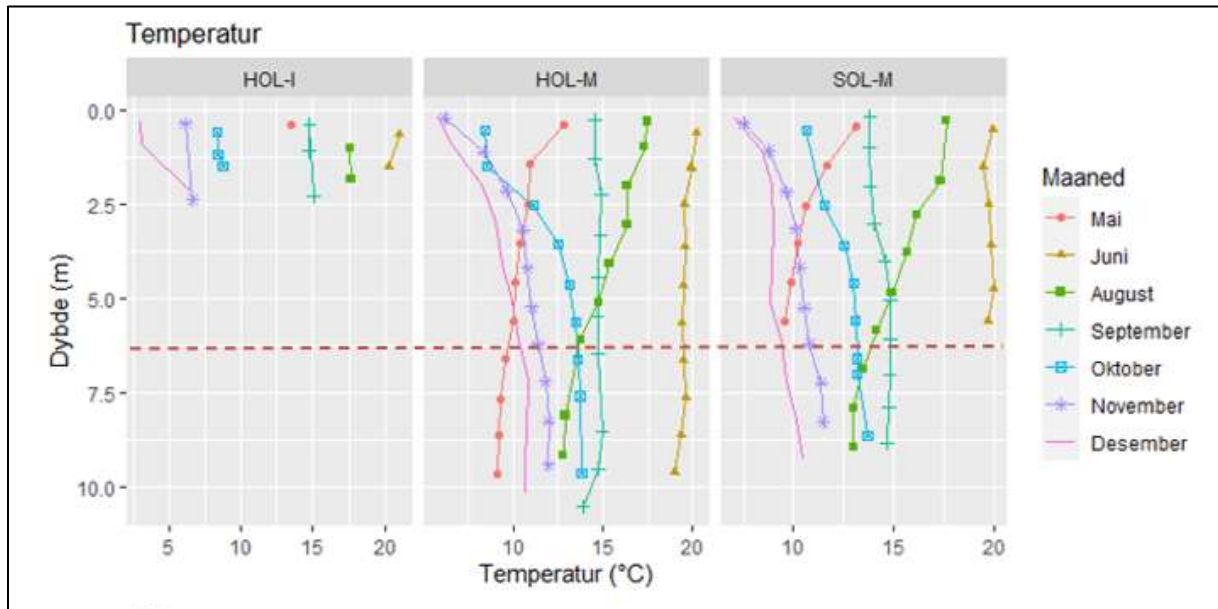
Vedlegg 2

- Hydrografiske målinger i nærområdet til Langviksbukta
- Beskrivelser av hvordan scenariene er satt opp
- Resultater fra VisualPlumes

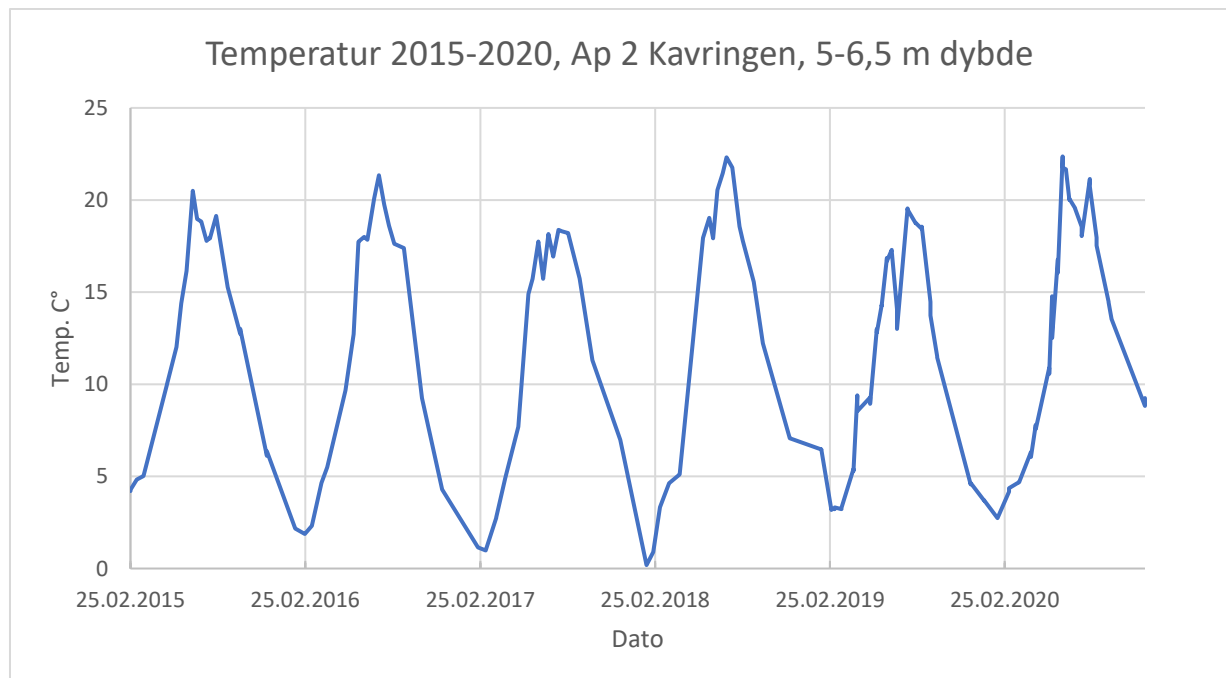
Hydrografiske målinger i nærområdet til Langviksbukta

Figur 1 viser resultater fra profileringer i Holtekilen fra mai-deember i 2022.

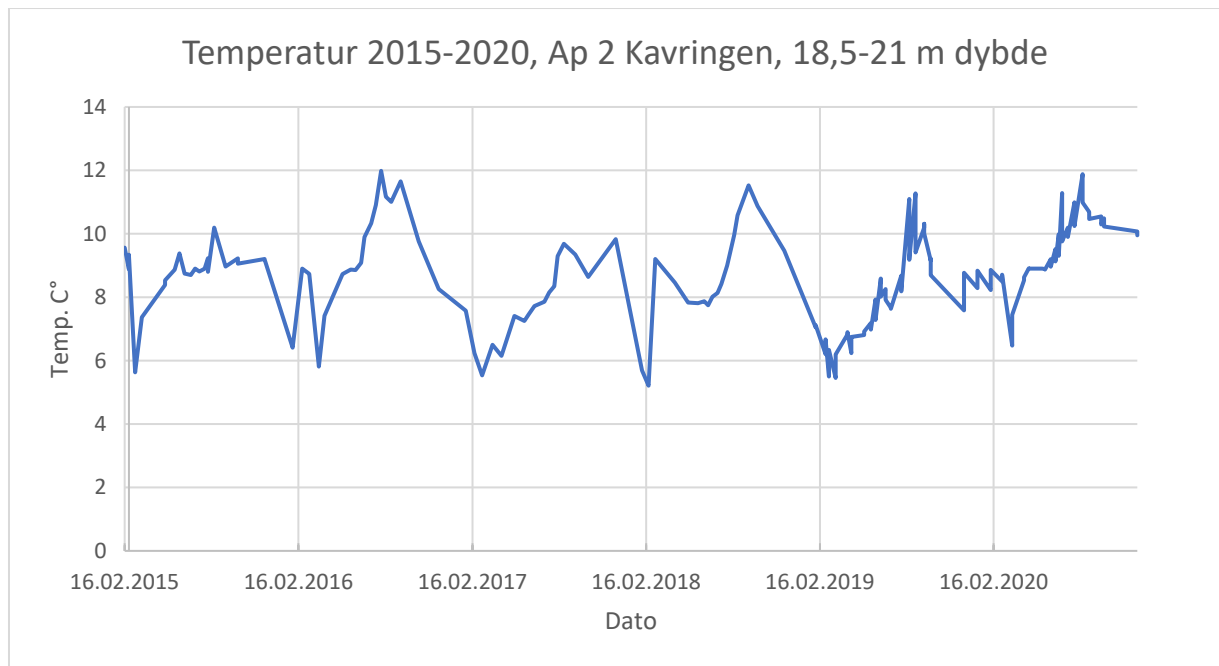
Figur 2 til Figur 5 viser temperaturvariasjoner og salinitetsmålinger i to relevante dybdeintervaller i stasjonen AP 2 ved Kavringen, ca. 1 km sydøst for Langviksbukta. Stasjonen Ap 2 er en fast overvåkingsstasjon og data er hentet fra 2015-2020 fra Vannmiljø.



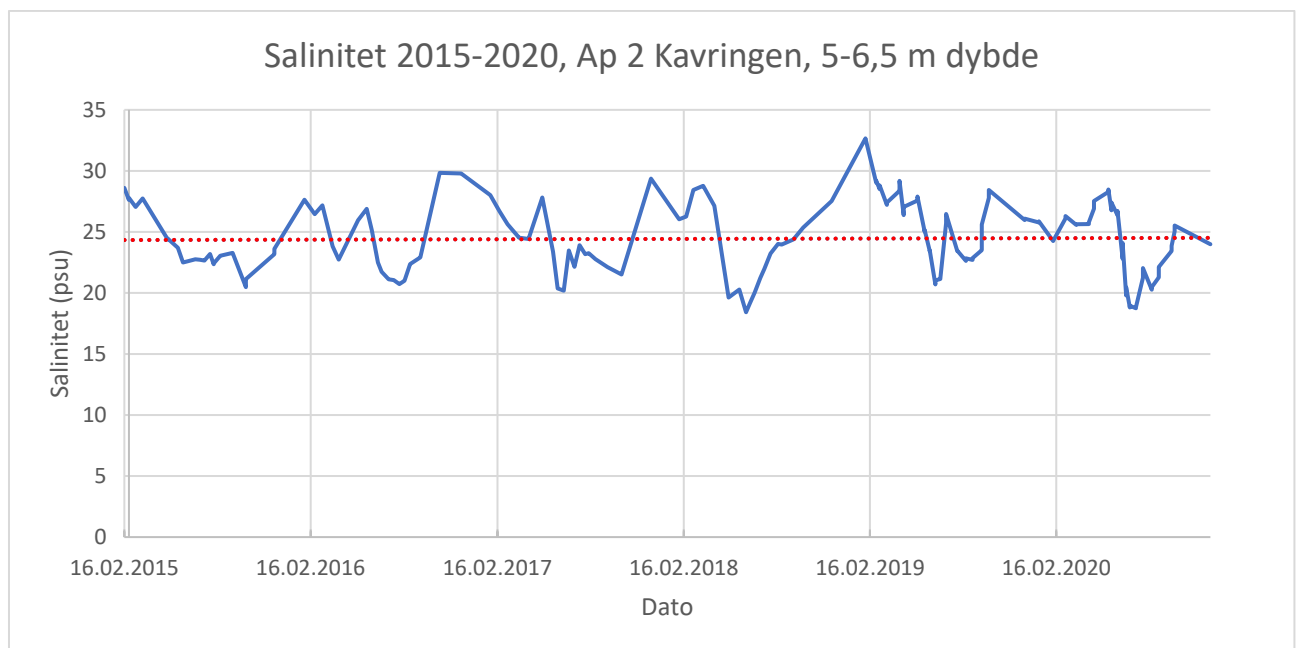
Figur 1. Profileringer av temperatur fra Holtekilen i 2022.



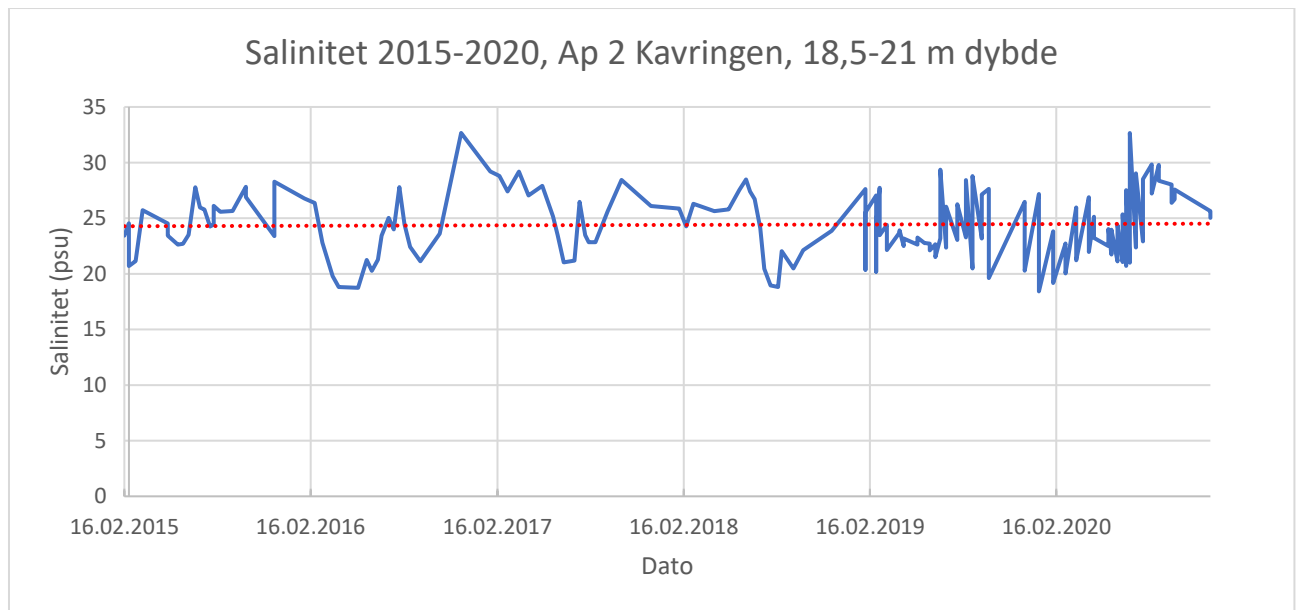
Figur 2. Målinger av temperaturvariasjoner i overflatelag (5-6,5 m dybde) i Bekkelagsbassenget, stasjon Ap 2, fra 2015 til 2020. Data er hentet fra Vannmiljø.



Figur 3. Målinger av temperaturvariasjoner på ca. 20 meters dybde (18-21,5 m) i Bekkelagsbassenget, stasjon Ap 2, fra 2015 til 2020. Data er hentet fra Vannmiljø.



Figur 4. Målinger av variasjoner salinitet i overflatelag (5-6,5 m dybde) i Bekkelagsbassenget, stasjon Ap 2, fra 2015 til 2020. Data er hentet fra Vannmiljø.



Figur 5. Målinger av variasjoner i salinitet på ca. 20 meters dybde (18-21,5 m) i Bekkelagsbassenget, stasjon Ap 2, fra 2015 til 2020. Data er hentet fra Vannmiljø.

Beskrivelser av hvordan scenariene er satt opp

Tabell 1 viser beskrivelser av de fem scenariene som er testet i VisualPlumes. Det understrekes at scenariene på ingen måte fanger opp all variasjon. Resultatene for scenariene er gir derfor kun indikasjoner på hvordan innlagring vil skje.

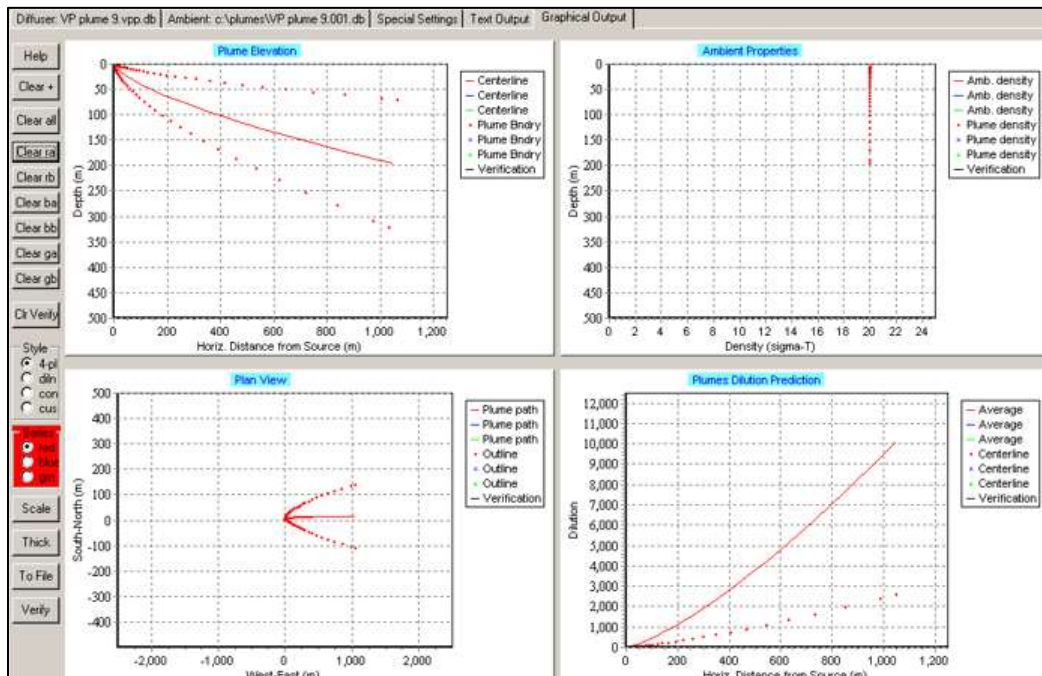
Tabell 1. Beskrivelse av utslippsscenarioene som er testet i VisualPlumes.

Beskrivelse av utslippsscenarioer			
	Temperatur på utslipp (°C)	Temperatur i sjøen på 6 m dybde (°C)	Kommentar til input
Scenario 1 Vinter og kun sjøvann i utslipp (75 L/s). Sjøvann benyttes til oppvarming og sjøvannet kjøles da ned maksimalt 3-4 °C. På 20 m dybde er temperatur på inntaksvann ca. 5 grader i februar	1	2	Temperatur på 20 m er hentet fra stasjon Ap 2 i Bekkelagsbassenget. Temperatur i overflatelaget i Ap 2 varierer fra nær 0 til 3 °C i februar. Inne i Holtekilen som kanskje er mer sammenlignbar med Langviksbukta er det ikke logget vinterstid.
Scenario 2 Vår/høst. Normale forhold. Antar en samlet utslippsmengde på 100 L, fordelt på 25 L/s med overvann og 75 L/s med sjøvann. Antas en nedkjøling av sjøvann på 3 grader.	7	10	Temperatur og salinitet i Langviksbukta er utledet fra profil fra Holtekilen i mai og målinger fra Ap 2. Det antas at overvannet holder 10 grader (snitt temp på Blindern er 10,2 grader i mai) og at man kan se bort fra saliniteten i ferskvannet. Antar 9 grader - 3 grader. deretter 1 grad oppvaring fra overvann
Scenario 3 Sommer og normale forhold. Antar en samlet utslippsmengde på 100 L, fordelt på 25 L/s med overvann og 75 L/s med sjøvann. Det antas en oppvarming av sjøvann på 4 °C pga. behov for nedkjøling av bygg.	15	20	Temperatur og salinitet i Langviksbukta er utledet fra profil fra Holtekilen i juli og målinger fra Ap 2. Det antas at overvann holder 15 grader (snitt temp på Blindern er 16,4 grader i juli) og at man kan se bort fra saliniteten i ferskvannet som er i størrelsesorden mg/L. Temperaturen på overvannet vil bety lite for samlet temperatur, gitt ca. 11 grader på 20 meters dybde og 4 grader oppvarming av sjøvannet.
Scenario 4 To års nedbørshendelse om sommeren. Utslippsmengde på 200 L, fordelt på 125 L/s med flomvann og 75 L/s med sjøvann. Det antas en oppvarming av sjøvann på 4 grader.	15	20	Temperatur og salinitet i Langviksbukta er utledet fra profil fra Holtekilen i juli og målinger fra Ap 2. Det antas at overflatevann holder 15 grader. Det er ikke tatt hensyn til salt i flomvann, da det uansett er snakk om mg/L. Salinitet blir 9 psu samlet.
Scenario 5 To års nedbørshendelse om høsten. Utslippsmengde på 200 L, fordelt på 125 L/s med flomvann og 75 L/s med sjøvann. Antas en nedkjøling av sjøvann på 3 grader.	6	12	Temperatur og salinitet i Langviksbukta er utledet fra profil fra Holtekilen i oktober og målinger fra Ap 2. Det antas at flomvann holder 6 grader (snitt Blindern er 8 grader i oktober, men flomvann rekker ikke varmes opp). Antar 9 °C på 20 meters dybde. Det er ikke tatt hensyn til salt i flomvann da det uansett er snakk om mg/L. Salinitet blir 9 psu samlet

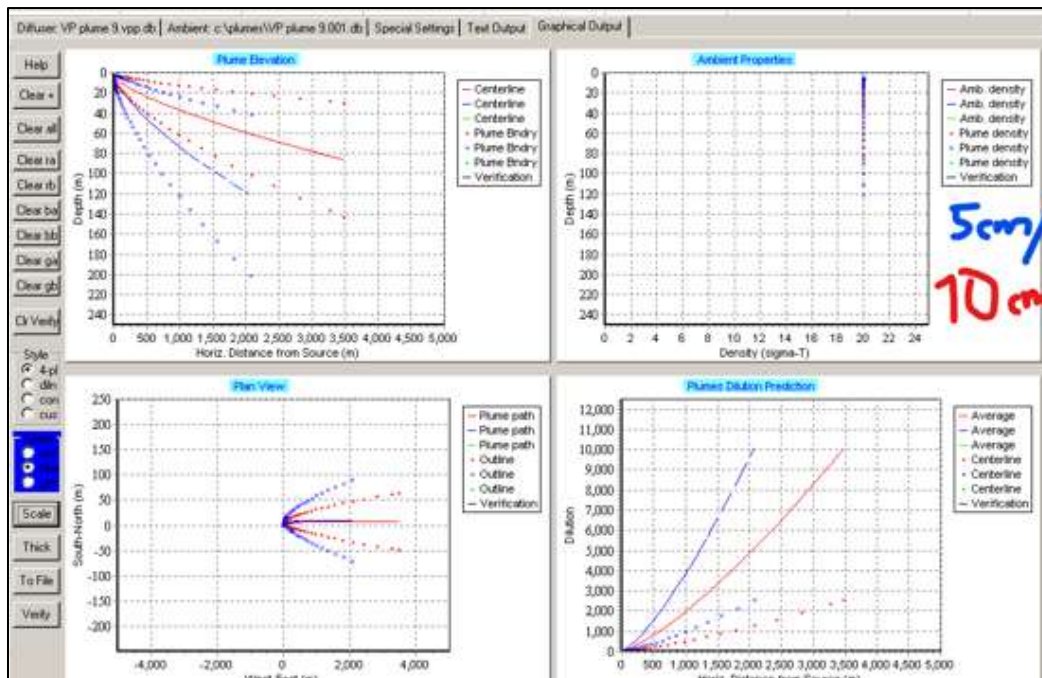
Resultater fra VisualPlumes

Scenario 1

Strømstyrke 2 cm/s



Strømstyrke 10 cm/s



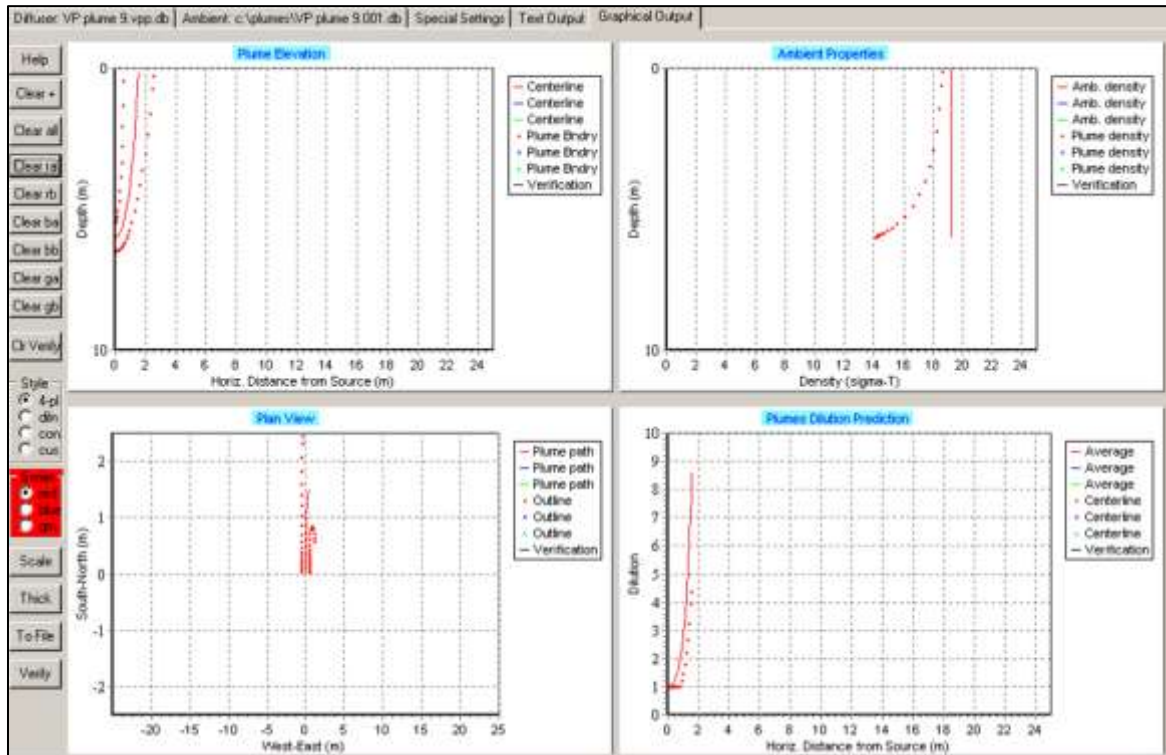
Kommentar

Visualiseringen tyder på at innlagringen vil skje omtrent på samme dybde som utløpet av ledningen når det ikke er ferskvannstilførsel til flomledningen og temperaturforskjellen er forholdsvis liten.

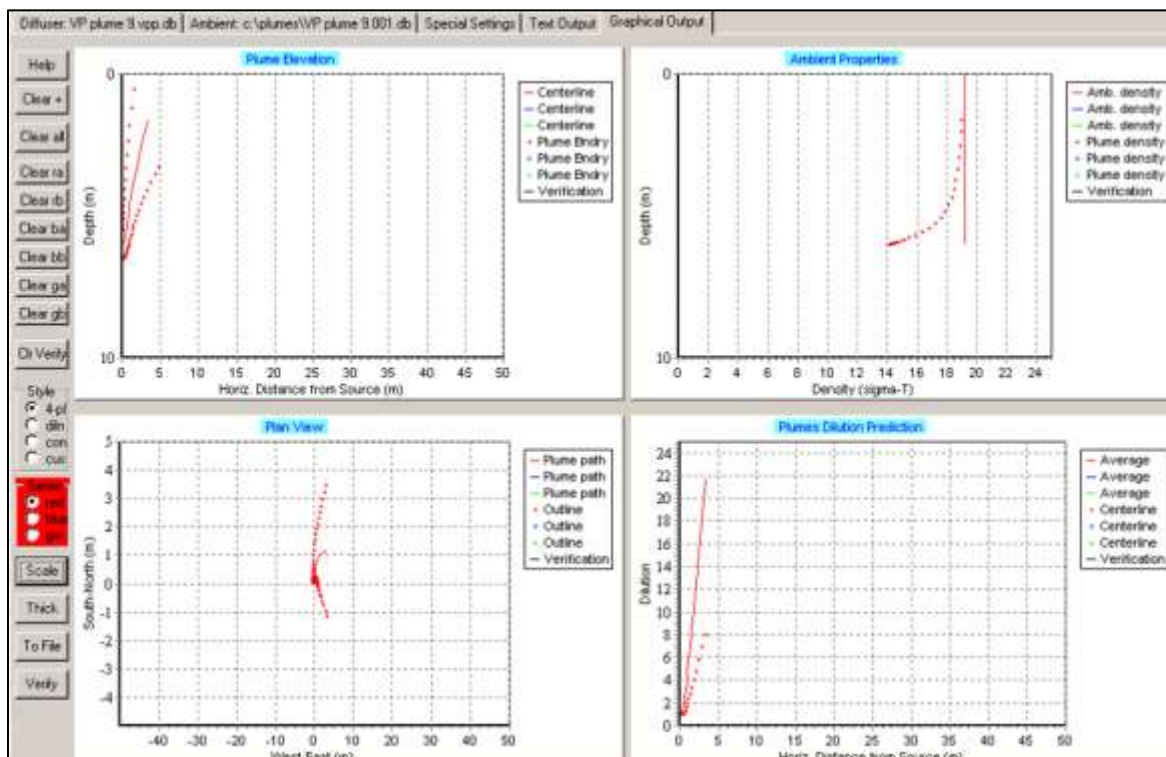
Kurven indikerer at udløpsstrålen vil synke. Med denne innlagringen vil primærfortynningen være nok så stor (ca. 15-20 ganger på de første 10 meterne).

Scenario 2

Strømstyrke 2 cm/s



Strømstyrke 10 cm/s



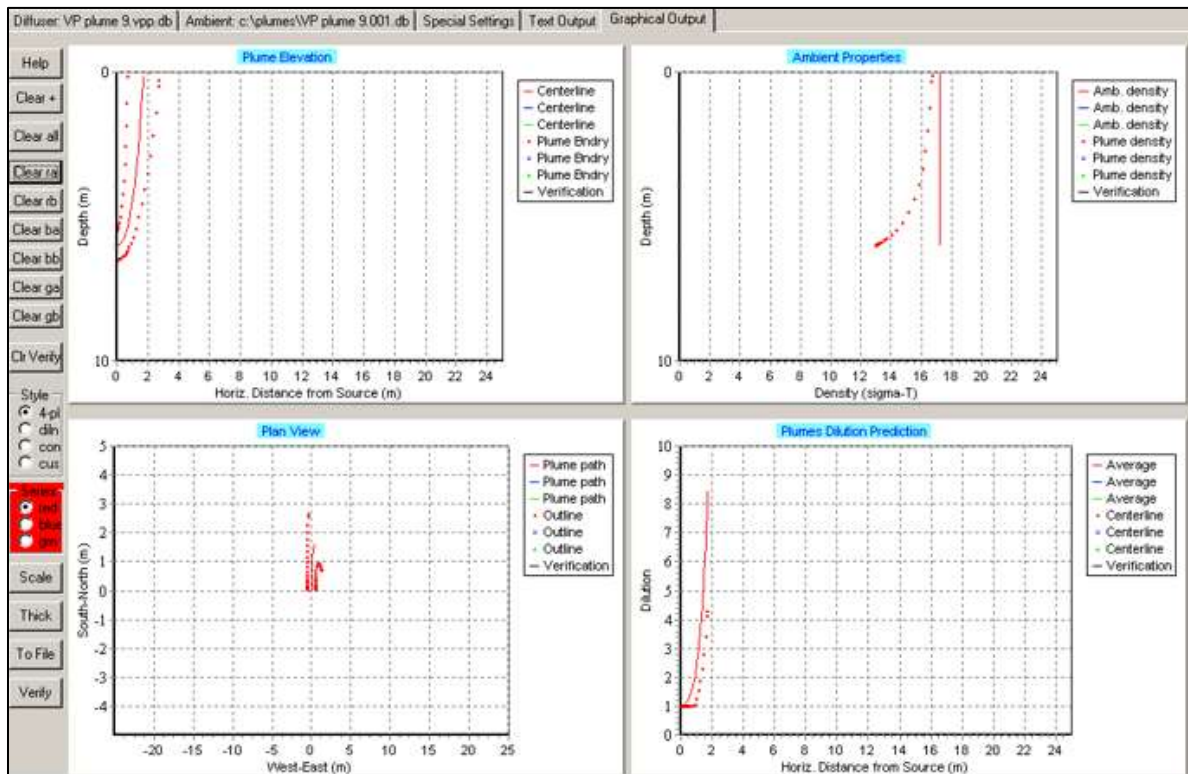
Kommentar

I dette scenariet er det innblandet en ferskvannsmengde på 25 % og saliniteten er dermed lavere i utslippsvannet enn i sjøvannet. Visualiseringen tyder på at salinitetsforskjellen er viktigere enn temperaturforskjellen på 3 °C, da utslippsvannet er kjøligst.

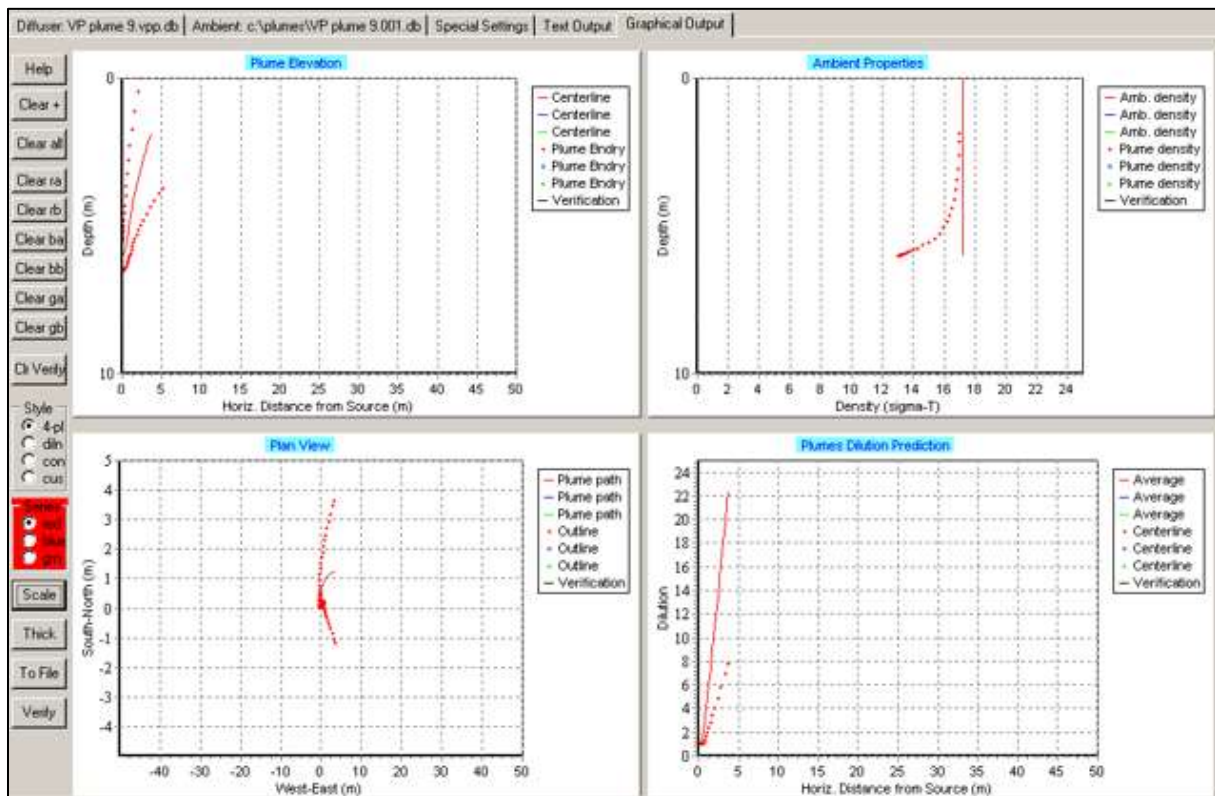
Ved både 2 og 10 cm/s med strøms i sjøen stiger utslippsstrålen opp til overflaten noen meter fra utslippspunktet. Fortynningen fra utløp til overflaten er 10-20 ganger. I praksis betyr en 10 gangers fortynning at 3 °C temperaturforskjell reduseres til 0,3 °C forskjell ved overflaten når alle andre variabler holdes konstante.

Scenario 3

Strømstyrke 2 cm/s



Strømstyrke 10 cm/s



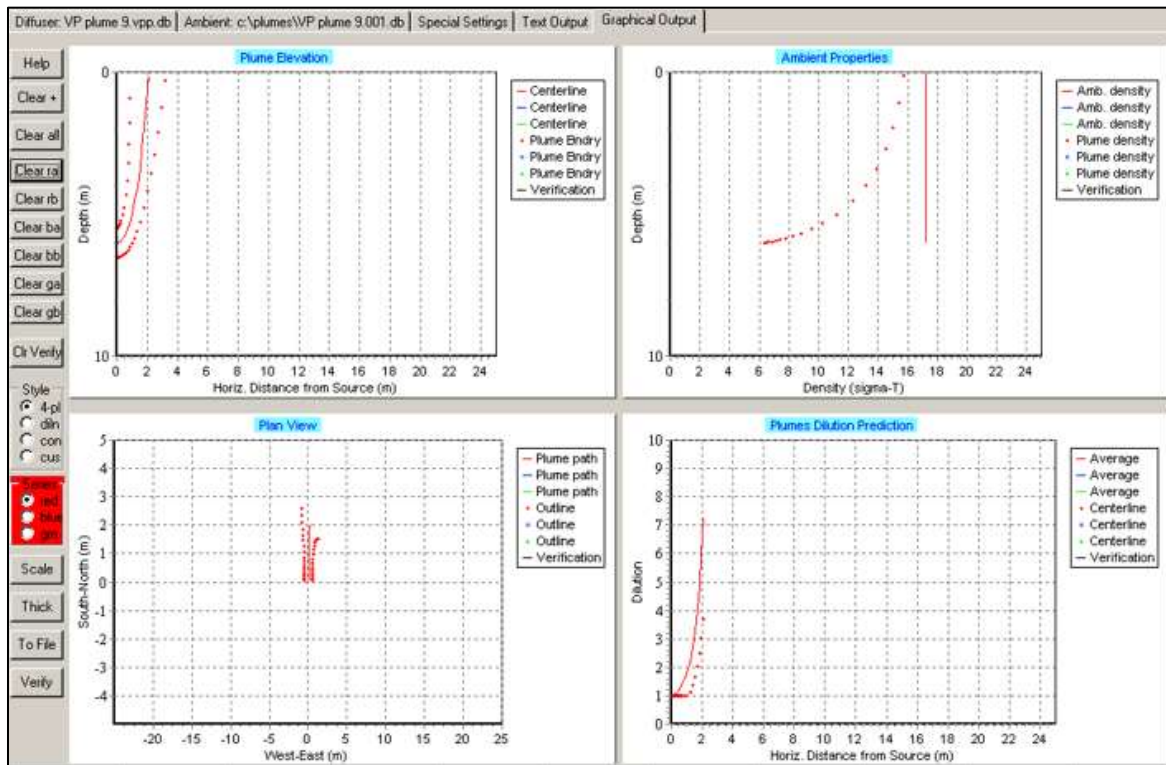
Kommentar

Dataene i scenario 3 er like som scenario 2, bortsett fra at det benyttet sommertemperaturer. Visualiseringen tyder på at salinitetsforskjellen er viktigere enn temperaturforskjellen som er satt til 5 °C. Utslippsvannet er antatt å være kjøligst, og ville ved likt saltinnhold være tyngst.

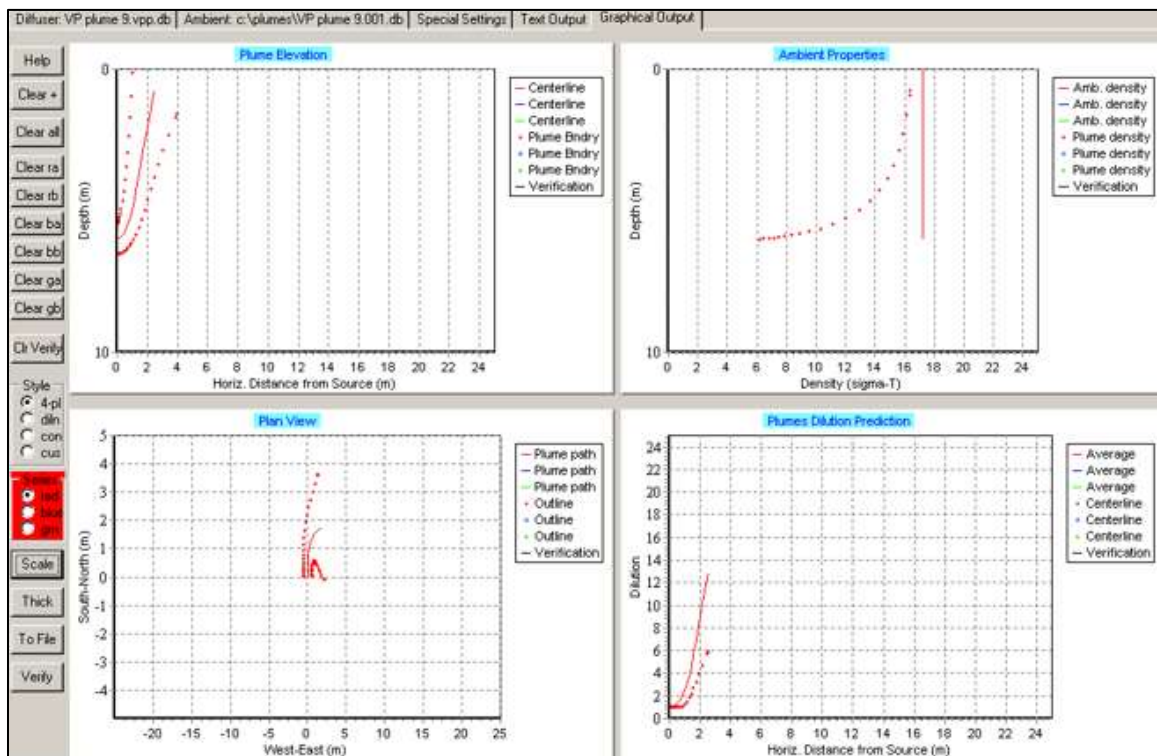
Ved både 2 og 10 cm/s med strøms i sjøen stiger utslippsstrålen opp til overflaten noen meter fra utslippspunktet. Fortynningen fra utløp til overflaten er 10-20 ganger. I praksis betyr en 10 gangers fortynning at 3 °C temperaturforskjell reduseres til 0,5 °C forskjell ved overflaten når alle andre variabler holdes konstante.

Scenario 4

Strømstyrke 2 cm/s



Strømstyrke 10 cm/s



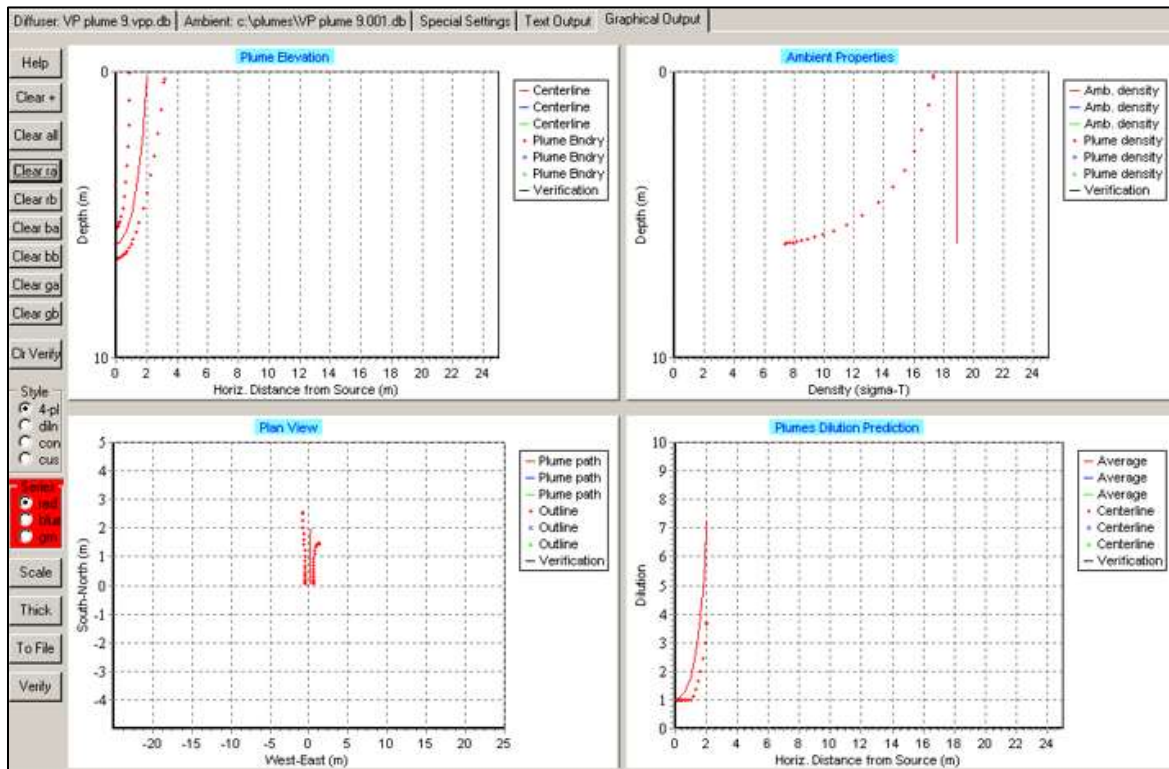
Kommentar

Vannmengdene i scenario 4 er de som er beregnet for en 2-års flomhendelse. Temperaturer er fra sommeren og utslippsvannet er antatt å være kjøligst (5 °C).

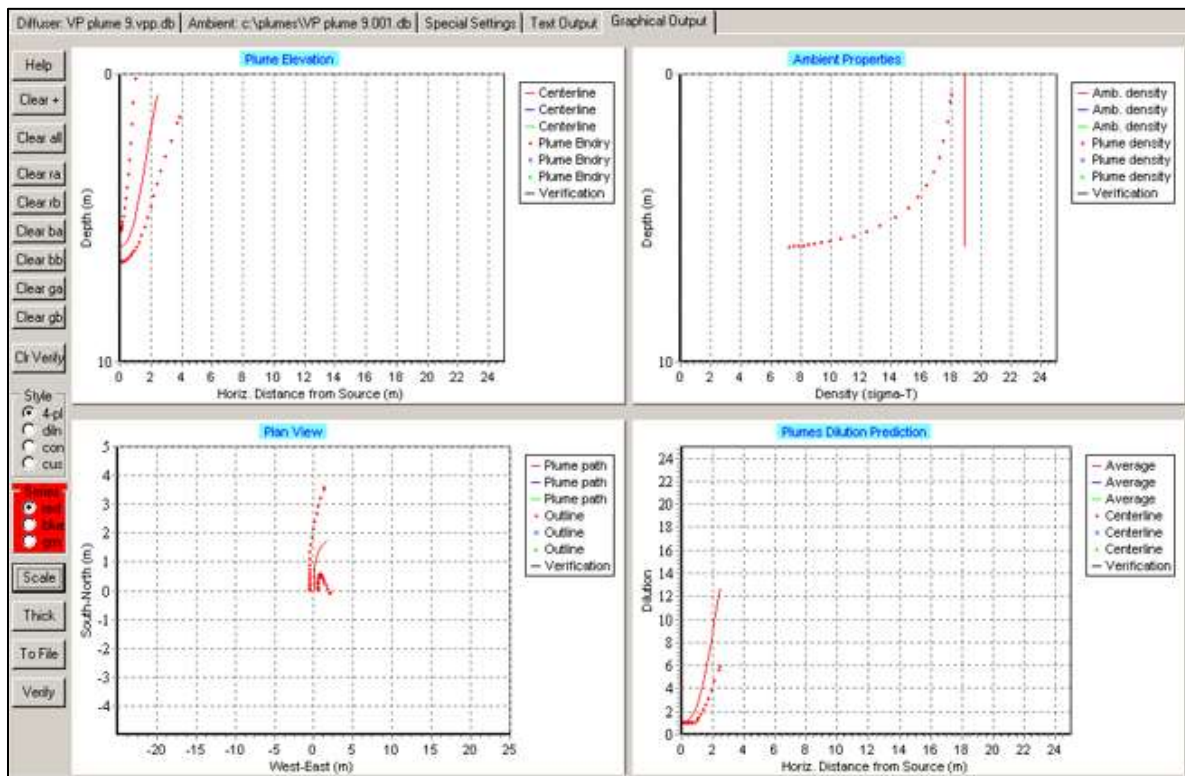
Ved både 2 og 10 cm/s med strøms i sjøen stiger utslippsstrålen opp til overflaten i kort avstand fra utslippspunktet. Fortynningen fra utløp til overflaten er 7-13 ganger, avhengig av strømmen i sjøen.

Scenario 5

Strømstyrke 2 cm/s



Strømstyrke 10 cm/s



Kommentar

Dette er samme input som i scenario 4, men med anslag på temperaturer om høsten.

Ved både 2 og 10 cm/s med strøms i sjøen stiger utslippsstrålen opp til overflaten i kort avstand fra utslippspunktet. Fortynningen fra utløp til overflaten er 7-13 ganger, avhengig av strømmen i sjøen.

Vedlegg 3

Sjablongverdier på overvann fra rapport B27/2021 og StormTac

Tabellene viser sjablongverdier på stoffinnhold fra databasen StormTac og Norsk Vann rapport B27/2021. AA-EQS er vannforskriftens miljøkvalitetsstandard som og gjelder aritmetisk årsgjennomsnitt av et gitt stoff i en vannforekomst. Referanser til tabeller angir hvilken tabell i rapport B27/2021 som viser sjablongverdiene. Det foreligger ikke EQS verdi for olje, og det er benyttet en PNEC-verdi på 1 mg/L, hentet fra Aquateams rapport 6-039/2007.

Tabell 1. Sjablongverdier for overvann fra eneboligområder er sammenlignet med AA-EQS for kystvann.

Type stoff og navn på stoff	AA-EQS, årlig gjennomsnitt kystvann, overflatelag , 18 psu, sommerverdier (µg/L)	Forventet konsentrasjon i overvann (µg/L). Det er benyttet sjablongverdier for stoffinnhold i overvann fra Eneboligområder (Tabell 8). Metaller er oppgitt som totalkonsentrasjon og AA-EQS gjelder for løst fase (<0,45 µm).	Renseeffekt sandfang (%) (Tabell 6)	Løst fase av metaller (%) (Tabell 10)	Sjablongverdier i overvann etter rensning i sandfang (µg/L)	Forhold mellom konsentrasjon i overvann fra sandfang delt på AA-EQS, kystvann
Total fosfor	15,5	200	35		130,0	8,4
Total nitrogen	337	1400			1400	4,2
Partikler	Ikke EQS	45 000	50		22500	
Olje (C10-C40) (PNEC)	1 000	400	35		260	0,3
Benzo(a)pyren	0,00017	0,05	45		0,028	162
Arsen	0,6	3		50	1,5	2,5
Bly og blyforbindelser	1,3	10	35	11	0,72	0,6
Kadmium og	0,2	0,5	35	50	0,16	0,8
Kobber	2,6	20	35	46	5,98	2,3
Krom	3,4	5,8	35	34	1,28	0,4
Kvikksølv og	0,047	0,015	35	93	0,01	0,2
Nikkel og nikkelforbindelser	8,6	4	35	45	1,17	0,1
Sink	6	80	35	48	25,0	4,2

Tabell 2. Sjablongverdier for overvann fra gressdekket areal er hentet fra StormTac og er sammenlignet med AA-EQS for kystvann.

Type stoff og navn på stoff	AA-EQS, årlig gjennomsnitt kystvann, overflatelag , 18 psu, sommerverdier (µg/L)	Forventet konsentrasjon i overvann (µg/L). Det er benyttet sjablongverdier for stoffinnhold i overvann fra Åpen bebyggelse by (Tabell 8). Metaller er oppgitt som totalkonsentrasjon og EQS gjelder for løst fase (<0,45 µm). For olje er det benyttet sjablomgverdi for eneboligområder.	Renseeffekt infiltrasjon (%) (Tabell 6)	Løst fase av metaller (%) (Tabell 10)	Sjablongverdier i overvann etter infiltrasjon (µg/L)	Forhold mellom konsentrasjon i overvann fra infiltrasjon delt på AA-EQS, kystvann
Total fosfor	15,5	160	85		24,0	1,5
Total nitrogen*	337	1100			1100	3,3
Partikler	Ikke EQS	36 000	90		3600	
Olje (C10-C40) (PNEC)	1 000	400	95		20	0,02
Benzo(a)pyren	0,00017	0,01	95		0,001	2,9
Arsen	0,6	4		50	2,0	3,3
Bly og blyforbindelser	1,3	6	90	11	0,07	0,05
Kadmium og	0,2	0,3	85	50	0,02	0,11
Kobber	2,6	10	85	46	0,69	0,3
Krom	3,4	2,5	85	34	0,13	0,04
Kvikksølv og	0,047	0,013	85	93	0,01	0,1
Nikkel og nikkelforbindelser	8,6	1,3	85	45	0,09	0,01
Sink	6	28	90	48	1,3	0,2

Vedlegg 4

Tabeller med sammenstillinger av data fra målestasjonene Bn1, LYSF-1 og DK1

VEDLEGG 4

Data på nitrogenforbindelser fra målestasjon Bn1 Lysakerfjorden i 2021 og 2022 i perioden april - desember for måneder det er tatt prøver

		Dybde 15 m			Dybde 10 m			Dybde 5 m			Dybde 0 m			Differanse mellom konsentrasjoner på 15 m og 5 m			Gjennomsnittlig diff. nitrat på 15 m og 5 m	Gjennomsnittlig diff. Tot-N på 15 m og 5 m	Gjennomsnittlig diff. NH4 på 15 m og 5 m	Tilførsel over bakgrunn pr. døgn, gitt en vannstrøm på 75 L/s			Tilførsel over bakgrunn pr. døgn, gitt en vannstrøm på 75 L/s		
År	Måned	Nitrat+nitritt (µg/l N)	tot-N (µg/l N)	NH4 (µg/l N)	Nitrat+nitritt (µg/l N)	tot-N (µg/l N)	NH4 (µg/l N)	Nitrat+nitritt (µg/l N)	tot-N (µg/l N)	NH4 (µg/l N)	Nitrat+nitritt (µg/l N)	tot-N (µg/l N)	NH4 (µg/l N)	Nitrat+nitritt (µg/l N)	tot-N (µg/l N)	NH4 (µg/l N)	Nitrat+nitritt (µg/l N)	tot-N (µg/l N)	NH4 (µg/l N)	Nitrat+nitritt (µg N)	tot-N (µg N)	NH4 (µg/N)	Nitrat+nitritt (kg N)	tot-N (kg N)	NH4 (kg N)
2021	4	220	370	21	79	310	17	6,5	180	31	5	190	24	213,5	190	-10									
2021	5	95	210	3	2	130	3	2	170	3	40	270	3	93	40	0									
2021	7	16	180	42	40	160	24	2	170	3	2	180	3	14	10	39									
2021	9	96	210	3	8,4	140	3	2	170	3	2	160	3	94	40	0									
2021	10	96	220	3	67	200	3	53	260	15	56	260	9,5	43	-40	-12									
2021	11	140	220	3	80	280	3	34	240	3	25	480	7,1	106	-20	0									
2021	12	210	300	3	190	260	3	150	270	3	140	270	3	60	30	0	89	36	2	577182857	231428571	15737143	0,58	0,23	0,02
2022	4	40	250	48	40	310	70	22	240	22	9,9	180	17	18	10	26									
2022	5	14	50	3	11	56	3	4,7	68	3	6,1	59	3	9,3	-18	0									
2022	6	14	160	3	4,8	180	7,7	6,2	200	3	3,8	190	3	7,8	-40	0									
2022	8	10	180	3	2	160	3	2	160	3	2	190	3	8	20	0									
2022	9	29	140	3	4,9	130	3	2	180	3	2,1	140	10	27	-40	0									
2022	10	86	260	3	53	190	15	28	170	3	51	190	15	58	90	0									
2022	11	190	310	3	130	260	3	100	300	130	100	280	67	90	10	-127									
2022	12	250	360	3	260	360	11	220	340	3	200	310	4,8	30	20	0	31	7	-13	200961000	42120000	-81810000	0,20	0,04	

Data på nitrogenforbindelser fra målestasjon DK1 Steilene i 2019 og 2020 april - desember for måneder det er tatt prøver

		Dybde 20 m			Dybde 12 m			Dybde 4 m			Dybde 0 m			Differanse mellom konsentrasjoner på 20 m og 4 m (differanse mellom 12 m og 4 m der april mangler)			Gjennomsnittlig diff. nitrat på 20 m og 4 m	Gjennomsnittlig diff. Tot-N på 20 m og 4 m	Gjennomsnittlig diff. NH4 på 20 m og 4 m	Tilførsel over bakgrunn pr. døgn, gitt en vannstrøm på 75 L/s			Tilførsel over bakgrunn pr. døgn, gitt en vannstrøm på 75 L/s		
År	Måned	Nitrat+nitritt (µg/l N)	tot-N (µg/l N)	NH4 (µg/l N)	Nitrat+nitritt (µg/l N)	tot-N (µg/l N)	NH4 (µg/l N)	Nitrat+nitritt (µg/l N)	tot-N (µg/l N)	NH4 (µg/l N)	Nitrat+nitritt (µg/l N)	tot-N (µg/l N)	NH4 (µg/l N)	Nitrat+nitritt (µg/l N)	tot-N (µg/l N)	NH4 (µg/l N)	Nitrat+nitritt (µg/l N)	tot-N (µg/l N)	NH4 (µg/l N)	Nitrat+nitritt (µg N)	tot-N (µg N)	NH4 (µg N)	Nitrat+nitritt (kg N)	tot-N (kg N)	NH4 (kg N)
2019	4	270	400	4,7	170	320	4,6	14	180	5,6	85	311	5,8	256	220	-0,9									
2019	5	290	460	8,8	170	330	13	2	200	19	1,5	200	8,5	288	260	-10,2									
2019	8	190	420	64	1,1	240	5,4	2,1	240	3	1,4	347	4,8	187,9	180	61									
2019	10	190	350	8,8	150	300	3	91	290	5	76	280	5,4	99	60	3,8									
2019	12	240	410	8,7	180	380	12	170	360	17	170	390	18	70	50	-8,3	180	154	9	1167566400	997920000	58838400	1,2	1,0	0,1
2020	4				260	400	6,9	45	190	10	38	265	13,5	215	210	-3,1									
2020	5	310	400	8,4	250	330	9,7	1	130	14	1	120	11	309	270	-5,6									
2020	8	170	290	6,4	97	240	8	1,1	180	8,1	1,6	165	5,9	168,9	110	-1,7									
2020	10	150	290	6,3	96	250	7,4	31	170	14	30	180	20	119	120	-7,7									
2020	12	180	440	3	120	330	3	140	370	13	150	410	17	40	70	-10	170	156	-6	1104062400	1010880000		1,1	1,0	0,0

Data på totalfosfor fra målestasjon DK1 Steilene i 2019 og 2020 april - desember for måneder det er tatt prøver

		Dybde 20 m			Dybde 12 m			Dybde 4 m			Dybde 0 m			Differanse mellom konsentrasjoner på 20 m og 4 m (differanse mellom 12 m og 4 m der april mangler)				Gjennomsnittlig diff. Tot- P på 20 m og 4 m		Tilførsel over bakgrunn pr. døgn, gitt en vannstrøm på 75 L/s			Tilførsel over bakgrunn pr. døgn, gitt en vannstrøm på 75 L/s		
År	Måned		tot-P (µg/l P)			tot-P (µg/l P)			tot-P (µg/l P)			tot-P (µg/l P)			tot-P (µg/l P)			tot-P (µg/l P)			tot-P (µg P)			tot-P (kg P)	
2019	4		31			18			7,3			9			23,7										
2019	5		35			7,9			4,3			4,7			30,7										
2019	8		9			4,2			6,4			7			2,6										
2019	10		22			16			12			5,2			10										
2019	12		29			18			17			17			12			16			102384000			0,10	
2020	4					35			8,9			8,2			26,1										
2020	5		40			14			15			11			25										
2020	8		18			9,7			6,7			6,1			11,3										
2020	10		24			15			5,9			6,2			18,1										
2020	12		29			19			13			13			16			19			125064000			0,13	

Data på nitrogenforbindelser fra målestasjon LYSF-1 i 2021 og 2022 april - desember for måneder det er tatt prøver

		Dybde 15 m			Dybde 10 m			Dybde 5 m			Dybde 0 m			Differanse mellom konsentrasjoner på 15 m og 5 m			Gjennomsnittlig diff. nitrat på 15 m og 5 m	Gjennomsnittlig diff. Tot-N på 15 m og 5 m	Gjennomsnittlig diff. NH4 på 15 m og 5 m	Tilførsel over bakgrunn pr. døgn, gitt en vannstrøm på 75 L/s			Tilførsel over bakgrunn pr. døgn, gitt en vannstrøm på 75 L/s		
År	Måned	Nitrat+nitritt (µg/l N)	tot-N (µg/l N)	NH4 (µg/l N)	Nitrat+nitritt (µg/l N)	tot-N (µg/l N)	NH4 (µg/l N)	Nitrat+nitritt (µg/l N)	tot-N (µg/l N)	NH4 (µg/l N)	Nitrat+nitritt (µg/l N)	tot-N (µg/l N)	NH4 (µg/l N)	Nitrat+nitritt (µg/l N)	tot-N (µg/l N)	NH4 (µg/l N)	Nitrat+nitritt (µg/l N)	tot-N (µg/l N)	NH4 (µg/l N)	Nitrat+nitritt (µg)	tot-N (µg)	NH4 (µg/l N)	Nitrat+nitritt (kg)	tot-N (kg)	NH4 (µg/l N)
2021	4	220	360	3				6,6	180	33	8,9	190	57	213,4	180	-30									
2021	5	80	220	3				2	150	3	32	270	11	78	70	0									
2021	7	34	40	38				2	60	3	2	29	7,6	32	-20	35									
2021	8	2,5	200	3				65	140	3	2,3	200	3	-62,5	60	0									
2021	9	91	210	16				2	160	15	5,1	180	3	89	50	1									
2021	10	93	210	9,2				41	210	20	51	230	12	52	0	-10,8									
2021	11	150	340	26				40	260	20	43	280	21	110	80	6									
2021	12	210	320	3				150	270	3	140	280	3	60	50	0	71	59	0	463239000	380700000		0,46	0,38	
2022	4	230	350	3				18	240	13	2	270	23	212	110	-10									
2022	5	12	59	3				17	80	12	6,6	62	3	-5	-21	-9									
2022	7	40	200	3				4,3	190	3	15	240	7,7	35,7	10	0									
2022	8	14	170	3				2	170	3	3,8	190	3	12	0	0									
2022	9	16	160	3				2,3	160	8,2	3,2	140	6,1	13,7	0	-5,2									
2022	10	140	260	17				34	160	19	52	250	8,4	106	100	-2									
2022	11	190	300	26				91	230	36	110	280	43	99	70	-10									
2022	12	240	380	3				190	330	12	210	370	120	50	50	-9	65	40	-6	423954000	258390000		0,42	0,26	

Differanse mellom Steilene 20 m dybde og Lysakerfjorden 15 m dybde

Steilene 20 m dybde				Lysakerfjorden 15 m dybde				Differanse	
År	Måned	Nitrat+nitritt (µg/l N)	tot-N (µg/l N)	År	Måned	Nitrat+nitritt (µg/l N)	tot-N (µg/l N)	Nitrat+nitritt (µg/l N)	tot-N (µg/l N)
2019	4	270	400	2021	4	220	360	50	40
2019	5	290	460	2021	5	80	220	210	240
2019	8	190	420	2021	8	2,5	200	188	220
2019	10	190	350	2021	10	93	210	97	140
2019	12	240	410	2021	12	210	320	30	90
2020	5	310	400	2022	5	12	59	298	341
2020	8	170	290	2022	8	14	170	156	120
2020	10	150	290	2022	10	140	260	10	30
2020	12	180	440	2022	12	240	380	-60	60

Differanse på innhold av næringssalter målt ved Steilene på 20 m dybde og Ap2 i overflatelag(0-2 m dybde) i Bekkelagsbassenget. Gjennomsnittsverdier fra april til desember, og april til september

	Gjennomsnitt Steilene 20 m dybde				Gjennomsnitt Ap2 0-2 m dybde				Differanse				Tilførsel over bakgrunn pr. døgn, gitt en vannstrøm på 75 L/s				Tilførsel over bakgrunn pr. døgn, gitt en vannstrøm på 75 L/s			
År (mnd)	tot-P (µg/l P)	Nitrat Nitritt (µg/l N)	tot-N (µg/l N)	NH4 (µg/l N)	tot-P (µg/l P)	Nitrat Nitritt	tot-N (µg/l N)	NH4 (µg/l N)	tot-P (µg/l P)	Nitrat Nitritt	tot-N (µg/l N)	NH4 (µg/l N)	tot-P (µg P)	Nitrat+nitritt (µg N)	tot-N (µg N)	NH4 (µg N)	tot-P (kg P)	Nitrat+nitritt (kg N)	tot-N (kg N)	NH4 (kg N)
2019	25,2	236	408	19	4,1	56	288	12,3	21,1	180	120	6,7	136728000	1166400000	777600000	43416000	0,14	1,2	0,8	0,043
2020	27,8	203	355	6,0	3,8	24	188	9,5	24,0	179	167	-3,5	155196000	1156680000	1082160000	-22518000	0,16	1,2	1,1	0,0
2019 april-sept	5,7	250	427	26	11	25	271	11	-5,4	225	156	14,4	-5366666667	1458108000	1009800000	93428307,7	-5,4	1,5	1,0	0,1
2020 april-sept	5,7	240	345	7,4	12	13	173	9	-6,8	227	172	-1,1	-6756410256	1468467692	1112400000	-1107692308	-6,8	1,5	1,1	-1,1