


NY VANNFORSYNING OSLO

E5 RÅVANNSTUNELL SØKNAD OM UTSLIPPSTILLATELSE I ANLEGGSPHASE TIL HOLSFJORDEN

02F	Til Fylkesmannen i Oslo og Viken	31.01.2020	BNK/JRS	SK	LH
01K	For VAV gjennomgang	24.01.2020	BNK/JRS	SK	LH
00	Foreløpig utkast til VAV	20.12.2019	BNK/JRS	SK	LH
Revisjon	Årsak til utgivelse	Dato	Utarbeidet	Kontrollert	Godkjent
NY VANNFORSYNING OSLO E5 RÅVANNSTUNELL SØKNAD OM UTSLIPPSTILLATELSE I ANLEGGSPHASE TIL HOLSFJORDEN		Sider: 22	Prosjektnr: DP1		
			Gradering: ÅPEN		
		Utarbeidet av:	Multiconsult COWI asplan viak		
 Oslo	Vann- og avløpsetaten	Dokumentnummer: NVO-MCA-20-HK-004		Revisjon: 02F	

Innholdsfortegnelse

1	Innledning.....	5
1.1	Formål.....	5
1.2	Søkerens navn og adresse	5
1.3	Inndeling av søknaden.....	6
1.4	Utslipp i test- og driftsfase	6
1.5	Sikkerhet.....	6
2	Beskrivelse av det ferdige anlegget.....	7
2.1	Prosjektets mål	7
2.2	Tiltaket.....	7
3	Forholdet til oversikts- og reguleringsplaner	8
3.1	Planstatus	8
3.2	Miljøoppfølgingsplan.....	8
4	Beskrivelse av anleggsarbeider	9
4.1	Kontrakter	9
4.2	Framdriftsplan	9
4.3	Arbeider på Vefsrud	9
4.4	Massehåndtering.....	11
4.4.1	Rene overskuddsmasser.....	11
4.4.2	Forurensede løsmasser	11
4.4.3	Bunnrenskmasser	11
4.4.4	Masser med fremmede arter	12
4.5	Støy.....	12
4.5.1	Planbestemmelser.....	12
4.5.2	Generelt om støy.....	12
4.5.3	Støyprognoser for anleggsfase.....	13
4.5.4	Støykrav i konkurransegrunnlag til entreprenør	13
4.6	Luftkvalitet.....	13
4.6.1	Planbestemmelser.....	13
4.6.2	Generelt om støv.....	13
4.7	Krav til kjøretøy og arbeidsmaskiner.....	14
4.8	Plastforurensning	14
5	Utslipp av vann	15
5.1	Ulike typer vann	15

5.1.1	Tunneldrivevann, konvensjonell boring og sprengning	15
5.1.2	Tunneldrivevann, driving med tunnelboremaskin	15
5.1.3	Overvann	15
5.1.4	Spillvann	15
5.1.5	Byggegropsvann	15
5.2	Utslippspunkter	15
5.3	Resipientbeskrivelse (lokalitetsbeskrivelse).....	16
5.4	Risikovurdering.....	17
5.4.1	Forurensningskomponenter.....	17
5.4.2	Vannmengder	18
5.4.3	Miljørisiko.....	18
5.5	Forslag til grenseverdier for utslipp til resipienter.....	18
5.6	Forslag til måleprogram	19
5.6.1	Utslipp fra renseanlegg	19
5.6.2	Måleprogram i resipienten.....	19
6	Referanser	21
7	Vedlegg.....	22

Sammendrag

Vann- og avløpsetaten (VAV) skal anlegge reservevannforsyning for Oslo kommune. Holsfjorden er valgt som råvannskilde. Vann skal overføres i tunnel fra Holsfjorden til et nytt vannbehandlingsanlegg som planlegges på Huseby i Oslo vest. Herfra vil drikkevann overføres til ledningsnett i Oslo. VAV søker tillatelse til utslipp fra anleggsarbeid i forbindelse med bygging av Ny vannforsyning Oslo (NVO).

Denne søknaden gjelder utslipp av vann fra anleggsarbeider på Vefsrud i Lier kommune, og er den andre av tre søknader for utslipp i anleggsfasen for NVO. I tillegg er prosjektets håndtering av masser, støv, støy og plastforurensning i anleggsfase beskrevet.

Prosjektet har siden sommeren 2017 vært i planleggings- og prosjekteringsfase. Byggestart er i 2020 og ferdigstilling er planlagt i løpet av 2028. Reguleringsplanene er vedtatt i alle de berørte kommunene; Lier, Hole Bærum og Oslo.

Basert på utførte risikovurderinger foreslås grenseverdier for rensset tunneldrivevann og for anleggsvann fra byggegrøp. En sammenstilling av forslag til grenseverdier for utslipp til Holsfjorden er vist i tabell under. Grenseverdiene gjelder for mengdeproporsjonale ukeblandprøver, der minimum 90 % av ukene skal overholde grenseverdiene.

Forslag til grenseverdier for utslipp av anleggsvann til Holsfjorden.

Parameter	Suspendert stoff	pH	Olje	As	Pb	Cd	Cr	Cu	Ni	Hg	Zn	ΣPAH-16	B(a)p
Grenseverdi	100	6-9	5	10	24	1,6	68	156	80	0,94	220	9,4	0,94
Enhet	mg/l		mg/l	µg/l									

1 Innledning

1.1 Formål

Vann- og avløpsetaten (VAV) søker tillatelse til vannutslipp fra anleggsarbeider i forbindelse med bygging av nytt anlegg for vannforsyning til Oslo (NVO).

Denne søknaden gjelder utslipp av vann fra arbeider i anleggsfasen på Vefsrud, og er den andre av totalt tre søknader. I tillegg til vannutslipp, er prosjektets håndtering av masser, støv, støy og plastforurensning i anleggsfase beskrevet.

1.2 Søkerens navn og adresse

Vann- og avløpsetaten er tiltakshaver.

Kontaktperson for denne utslippssøknaden i Vann- og avløpsetaten er:

Navn: Siri Benedicte Aas-Aune

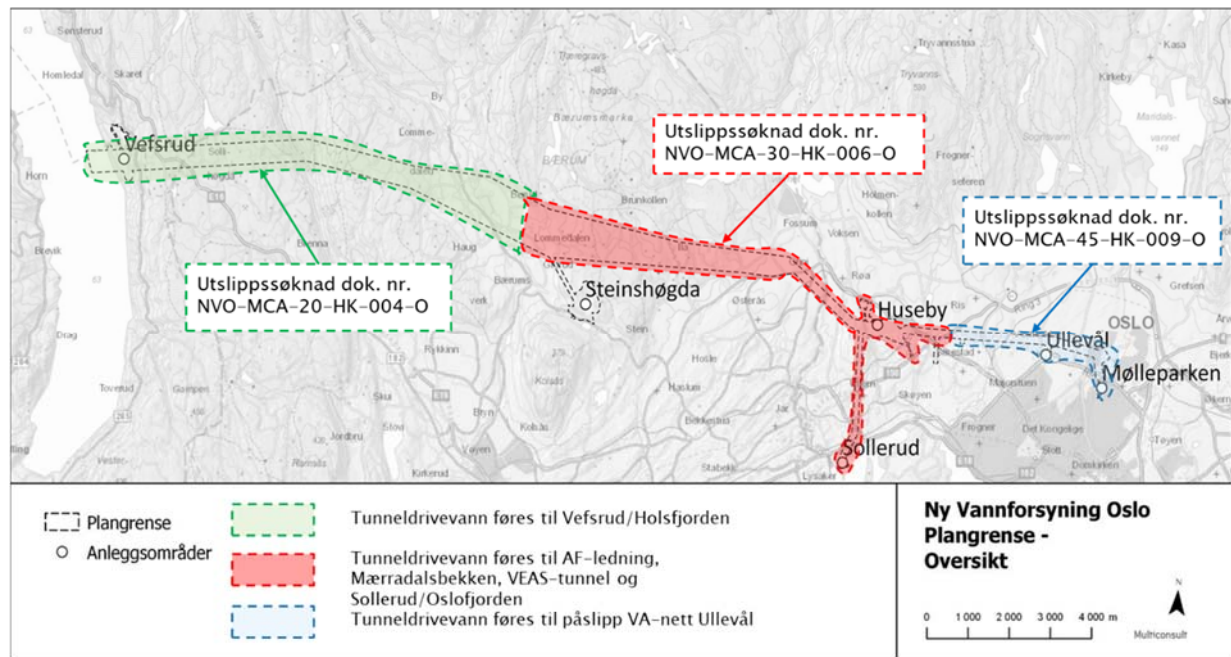
Adresse: Postboks 4704 Sofienberg, 0506 Oslo

Telefon: 920 51 967

epost: postmottak@vav.oslo.kommune.no, med kopi til siri.aas-aune@vav.oslo.kommune.no

1.3 Inndeling av søknaden

På grunn av framdrift, kontraktshåndtering og størrelse på prosjektet, er det valgt å utarbeide tre utslippssøknader. Søknadene følger ikke entreprisene, men er knyttet til de ulike utslippspunktene. Områder som vil inngå i hver søknad er vist i figur 1, der områdene som omfattes av denne søknaden er markert med grønn farge. Tunneldrivevannet innenfor det skraverte, grønne området, er planlagt ført ut i Holsfjorden. Etter at tunnelen står ferdig, vil innsig av grunnvann for hele strekning renne mot Vefsrud og samles opp inne i tunnel. Når det åpnes for vanninntak fra Holsfjorden vil vanninnsig føres sammen med råvannet til vannbehandlingsanlegg.



Figur 1 – Inndeling av utslippssøknader i anleggsfase for Ny vannforsyning Oslo. Området som omfattes av denne søknaden er markert med grønn farge. Merk at arbeider på Steinshøgda utgår, her blir det ingen arbeider i dagen.

1.4 Utslipp i test- og driftsfase

Det skal søkes Fylkesmannen om utslipp i test- og driftsfase for selve vannbehandlingsanlegget. Dette blir en egen søknad, Utslippssøknad test- og driftsfase, NVO-MCA-30-HK-015-0 (1).

1.5 Sikkerhet

Vannforsyning er en kritisk samfunnsfunksjon. Objektet Ny vannforsyning Oslo skal beskyttes mot såkalte tilsiktede, uønskede hendelser, og informasjon om plassering av ulike anleggsdeler er derfor gradert, jf. sikkerhetslovens § 11. Detaljerte skisser eller tegninger av anleggene som beskrives vil derfor ikke bli vist. Autorisert personell fra respektive kommuner vil få nødvendig innsyn for videre planlegging og påfølgende tillatelser og kontroll.

2 Beskrivelse av det ferdige anlegget

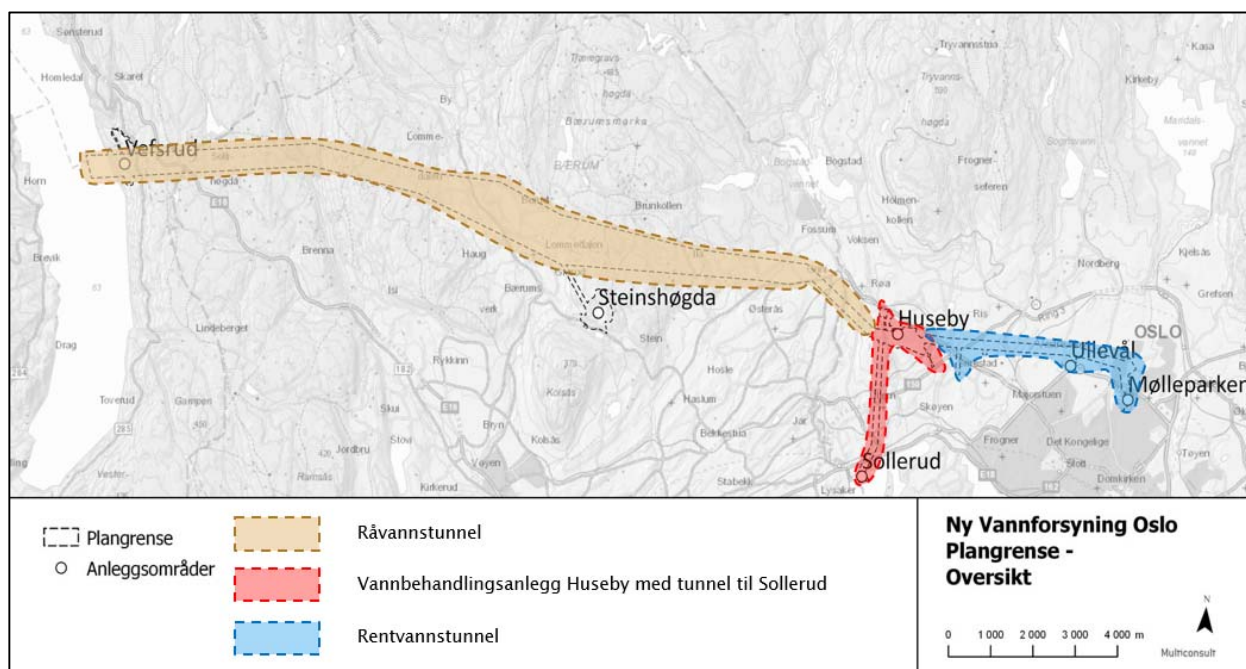
2.1 Prosjektets mål

Vann- og avløpsetaten (VAV) har fått i oppgave å etablere en ny, fullgod reservevannforsyning for Oslo kommune. Mattilsynet har pålagt Oslo kommune å ha etablert ny reservevannforsyning senest i 2028.

2.2 Tiltaket

Figur 2 viser prosjektets avgrensning og de ulike objektene. Tiltaket består av vanninntak i Holsfjorden ved Vefsrud (Lier kommune). Videre blir det en råvannstunnel mellom Holsfjorden og Huseby i Oslo vest (Lier, Hole, Bærum og Oslo kommuner). På Huseby bygges vannbehandlingsanlegg i fjell, driftsbygg vil ligge i dagen, adkomstvei og tunnel fra Sørkedalsveien og adkomstportal for rømningstunnel ved Makrellbekken. Tunnelen til Sollerud etableres slik at vann fra vannbehandlingsanlegget i test- og driftsfase ledes til Vestfjorden Avløpsselskap (VEAS) sin overløpstunnel ut til Lysakerfjorden. Fra vannbehandlingsanlegget skal det etableres en rentvannstunnel mellom Huseby og Sagene. I Oslo etableres tverrslag ved Ullevål sykehus og en utgang i Mølleparken ved Akerselva. Planområdet er meget stort, men majoriteten av anlegget er under bakken.

I planforslaget med konsekvensutredning var det beskrevet en løsning med konvensjonell sprenging for råvannstunnelen. Etter at planforslaget ble presentert, er det besluttet at råvannstunnelen skal drives med tunnelboremaskin (TBM). Dette medfører at tverrslaget til Steinhøgda, som er vist i figur 1 og figur 2, utgår. Det er kun tunneldriving med TBM som beskrives videre i denne søknaden.



Figur 2 – Plangrense med anleggsområder for Ny vannforsyning Oslo.

3 Forholdet til oversikts- og reguleringsplaner

3.1 Planstatus

Planlegging- og prosjekteringsperioden har pågått siden sommeren 2017.

Konsekvensutredning og detaljreguleringsplaner er behandlet og vedtatt i alle de berørte kommunene; Lier, Hole, Bærum og Oslo.

De dokumenter som ble lagt ut på offentlig høring, finnes på respektive kommuners nettsider.

3.2 Miljøoppfølgingsplan

Det er utarbeidet en miljøoppfølgingsplan (MOP) for prosjektet (2). Miljøoppfølgingsplanen er levert som et vedlegg til reguleringsplanen, og er et offentlig dokument.

Følgende temaer er omtalt i miljøoppfølgingsplanen:

- Støy
- Vibrasjoner
- Nærmiljø og friluftsliv
- Utslipp til luft
- Utslipp til vann og grunn
- Grunnvannstand
- Landskapsbilde/bybilde og arealbruk
- Naturmangfold
- Kulturminner og kulturmiljø
- Energibruk og klimagass
- Materialvalg og avfallshåndtering
- Transport og massehåndtering

Krav og tiltak som er beskrevet i miljøoppfølgingsplanen, vil detaljeres ytterligere i konkurransegrunnlaget for de ulike entreprisene.

4 Beskrivelse av anleggsarbeider

4.1 Kontrakter

For utbygging av NVO er det planlagt totalt ti kontrakter. Fire av disse er relevante med hensyn til utslipp i anleggsfase. Alle fire er utførelsesentrepriser.

- E8-Forberedende arbeider
- E1-Betong og vannbehandlingsanlegg
- E5-Råvannstunnel
- E6-Rentvannstunnel

Entreprise E8 og E5 har arbeider i området som omfattes av denne søknaden, men kun entreprisen E5 vil ha utslipp i forbindelse med arbeidene.

4.2 Framdriftsplan

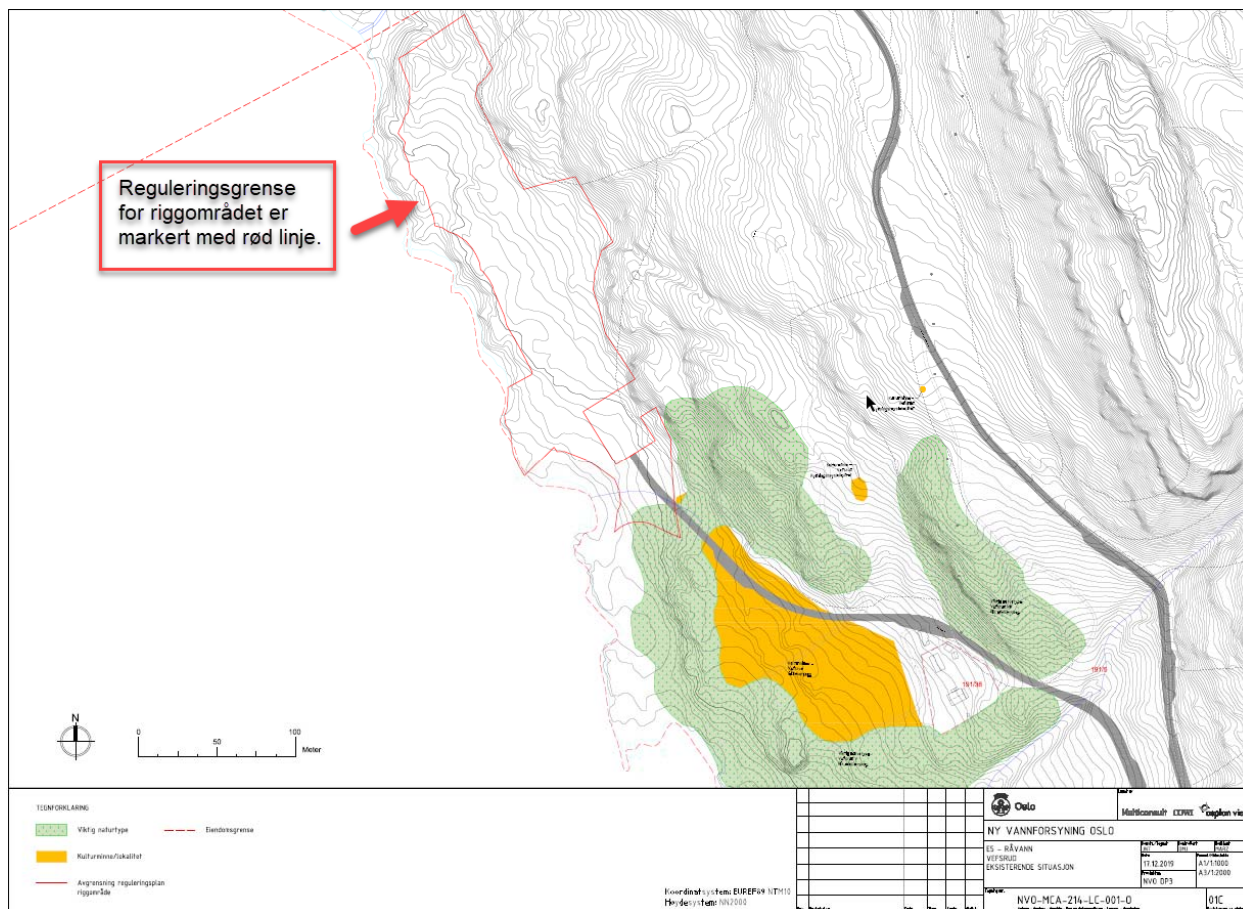
Planlagt oppstart av tunnelarbeidene på Vefsrud er satt til fjerde kvartal i 2020/første kvartal 2021, med ferdigstillelse i løpet av våren 2025. Adkomstvei ned til riggområdet vil etableres i den forberedende entreprisen (E8) høsten 2020.

4.3 Arbeider på Vefsrud

Inntaket i Holsfjorden ligger på Vefsrud i Lier kommune. I entreprisen E8 som omhandler forberedende arbeider vil det etableres en permanent adkomstvei fra Ringeriksveien, inn på eksisterende Fjulsrudvei og videre ned til riggområdet og inntakstunnelen.

Fra det midlertidige rigg- og anleggsområdet i dagen på Vefsrud, vil man i entreprisen E5 både bygge vanninntak fra Holsfjorden med nødvendige arrangement, drive en adkomsttunnel på ca. 450 meter og en montasjehall for tunnelboremaskin (TBM) med konvensjonell sprengning, samt drive ca. 10 km av råvannstunnelen mot Oslo med TBM.

Rigg- og anleggsområde ved Holsfjorden vil ha følgende funksjoner: Kontorrigg, verkstedtelt, renseanlegg og arealer for utstyr og kjøretøy, inkludert påfyllingsstasjoner for drivstoff og mellomlagring av tunnelboremasser. Det vil også foregå utlasting, mellomlagring og utkjøring av steinmasser fra tunnel. I tillegg vil TBM og betongelementer til tunnelen fraktes inn til riggområdet via adkomstvei. Inntaksledningene vil medføre arbeidsoperasjoner fra flåte/båt. Figur 3 viser området på Vefsrud som er regulert til riggområde.



Figur 3 – Reguleringsgrense for riggområdet på Vefsrud er markert med rød avgrensning.

For påkobling av inntaksrør fra Holsfjorden og inn i råvannstunnelen vil det sprenges ut en åpen grøft/byggegropp gjennom strandsonen. Denne gropen vil sprenges ut i tre omganger; første del for å kunne forberede og arbeide tørt i forbindelse med nødvendige konstruksjoner i inntaket. Deretter vil en større del av gropen sprenges ut for å kunne klargjøre for legging av rør til inntaket. Til slutt vil den resterende delen av fjell ut mot Holsfjorden sprenges bort, og det vil bli åpent helt ut i fjorden. I den forbindelse vil gropen fylles med vann. Gropen vil totalt være ca. 30 meter lang.

Byggegroppen blir gjenfylt og overflaten reetableres med stedlige masser.

Råvannstunnelen skal, etter at adkomsttunnelen inkludert montasjehall for TBM er etablert, drives videre med TBM fra Vefsrud, samtidig som det drives i motsatt retning fra Huseby. De to TBM-ene vil møtes når det er drevet ca. 10 km fra Vefsrud (halve strekningen). Det vil monteres betongelementer (betongrør) med innvendig diameter på minimum 3,8 m i fjelltunnelen, med en fylling av naturgrus mellom betongelementene og fjelltunnel. I forbindelse med drivingen av tunnelen skal det forinjiseres foran TBM for å unngå vanninntrenging.

4.4 Massehåndtering

4.4.1 Rene overskuddsmasser

Rene overskuddsmasser for hele prosjektet er anslått til ca. 1,5-1,65 millioner m³ faste masser, se tabell 1. Dette er veiledende volumer. For arbeidene som omfattes av denne utslippssøknaden er overskuddsmassene anslått til ca. 220 000 m³ faste masser, dette er markert med grønn farge i tabell 1. Dette tilsvarer ca. 22.000 lastebillass over en periode på ca. 3,5 år.

Tabell 1. Estimert massemengder fra konvensjonell sprengning med antatt tverrsnitt på 25 m² (32 m² på stuffer over 5 km) og fra tunnelboremaskindrift. Tall i kursiv er masser fra tunnelboremaskin, de er oppgitt i et intervall siden det er usikkert hvor stor tunneldiameter som skal benyttes (tunneldiameter på 4,2 og 5,0 m er benyttet for estimering). Rader med grønmarkering viser massene som tas ut på områdene som inngår i denne søknaden.

Sted	Massemengde (m ³ faste masser)	Antall lastebillass (10 fm ³)
Vefsrud, drift østover	<i>130 000–190 000</i>	<i>13 000–19 000</i>
Hall Vefsrud	<i>30 000</i>	<i>3 000</i>
Huseby (drift vestover)	<i>130 000–190 000</i>	<i>13 000–19 000</i>
Haller og tunneler Huseby	790 000	79 000
Huseby (drift østover)	120 000	12 000
Sollerudtunnelen (drift fra Huseby)	82 000	8 200
Ullevål (drift øst og vest)	235 000	23 500
SUM	1 500 000–1 650 000	150 000–165 000

Disponering av overskuddsmasser i prosjektet er ikke avklart, men det arbeides med ulike løsninger. Drammen havn har behov for store mengder masser, og VAV har skrevet en intensjonsavtale med havna om å levere masser dit. For masser som tas ut ved Vefsrud i Lier (halve råvannstunnelen) var planen å benytte dette til terrengregulering ved påhugget. Disse områdene ble tatt ut av planen ved politisk behandling. Det arbeides nå med å få disponert masser fra TBM-arbeidene i et tidligere grusuttak/pukkverk på Toverud (ca. 7 km sør for tunnelpåhugget). Dette er aktuelt hvis man får til en avtale med rettighetshaver.

4.4.2 Forurensede løsmasser

Håndtering av forurenset grunn i prosjektet følger kravene i forurensningsforskriftens kapittel 2. Det er gjennomført innledende miljøgeologiske undersøkelser (fase 1). Undersøkelsene har tatt utgangspunkt i tilgjengelige historiske kart- og flyfoto fra perioden 1959 og fram til i dag. Det er også innhentet informasjon fra det elektroniske byggesaksarkivet til henholdsvis Lier og Hole kommune. I tillegg er det gjort søk i sentrale databaser over forurenset grunn. I vurderingene er det også lagt til grunn observasjoner som er gjort i forbindelse med befaringer i området. Resultatet av den innledende undersøkelsen viser at det ikke er mistanke om forurensede masser i området. Det vurderes derfor ikke å være behov for nærmere undersøkelser med prøvetaking av grunnen.

4.4.3 Bunnrenskmasser

I forbindelse med byggingen av adkomsttunnelen vil det etableres et midlertidig, kjørbart dekke som legges ut etter hvert som tunnelen drives. Dette dekket vil stort sett bestå av grove masser med lite finstoff, kalt bunnrensk. Noen strekninger vil også asfalteres. Etter at tunneldrivingen er ferdig, vil disse massene måtte fjernes. Bunnrenskmassene kan ha blitt utsatt for søl og spill fra anleggsmaskiner eller

fra sprøytebetong, og dette kan medføre at massene må håndteres som lett forurenset masse og vil måtte leveres til godkjent mottak. Byggherrens miljøgeolog vil prøveta bunnrenskmassene for å avklare forureningsgrad, før de forurensete og de rene delene av bunnrenskmassene kjøres til godkjente mottak.

4.4.4 Masser med fremmede arter

Det er registrert åtte fremmede arter på Vefsrud (3). Med unntak av to forekomster av kanadagullris og spredte individer av rødhyll, er de fremmede artene registrert i tilknytning til en hytteeiendom på Vefsrud, hvor de har spredt seg fra hagen. Det er ikke registrert fremmede arter i forbindelse med riggområde og inntakshall ned mot Holsfjorden. Det vil derfor ikke være fremmede arter i de massene som skal graves bort i strandsonen.

4.5 Støy

4.5.1 Planbestemmelser

Krav og grenseverdier for støy i anleggsfase er angitt i § 2-3 i Planbestemmelser, Lier kommune:

For støy i anleggsfase skal følgende grenseverdier legges til grunn:

- For boliger inntil $L_{p,A,T}$ 70/65 dB dag/kveld (hele året). På natt $L_{p,AF,max}$ 55 dB (sommer) og 60 dB (vinter).
- I boligområder skal det være en «stille periode» i tidsrommet kl. 23.00–01.00. I denne periode skal all støyende bygge- og anleggsvirksomhet innstille. Alle grenseverdier gjelder foran vinduer til naboer som antas å kunne bli sjenert av støyen. Lydtrykknivået skal inkludere refleksjonsbidraget fra fasaden. Støy som har karakteren av «rask hammerlyd», eller støy som inneholder en eller flere tydelige toner, er å betrakte som 5 dB mer støyende enn den målte verdi. Målte A-veide lydtrykknivåer korrigeres i slike tilfeller ved å legge til 5 dB før de sammenlignes med grenseverdiene.
- For støy i tidsrommet kl. 07.00–23.00 skal støyens tidsmidlede lydnivå, $L_{p,A,T}$, legges til grunn for vurderingen. $L_{p,A,T}$ er definert i samsvar med SN-ISO/TR 25417, og måles for en valgt måleperiode på 30 minutter som gir et representativt bilde av støybildet. For støy i tidsrommet kl. 23.00–07.00 bestemmes høyeste verdi av maksimalt lydtrykknivå, $L_{p,AF,max}$. Utslag som åpenbart ikke er karakteristisk for støyen fra virksomheten skal ikke tas i betraktning.

4.5.2 Generelt om støy

Lier kommune vil være koordinerende myndighet når det gjelder behandling av søknader om nødvendige dispensasjoner og forhåndsgodkjenninger etter støyforskriftens §§ 12, 14 og 15. Plan og dokumentasjon med oversikt over støyende aktiviteter og avbøtende tiltak skal forelegges rette myndighet i kommunen for alle aktiviteter som utvikler støy som kan overskride grenseverdiene i forskriftens § 12 og impulsiv støy som krever godkjenning etter § 14. Dispensasjon og godkjenning skal foreligge ved søknad om igangsettingstillatelse. Følgende dokumentasjon skal utarbeides og vedlegges søknad om tillatelse til å gjennomføre arbeider som kan overskride grenseverdiene:

- a) Beregninger av støyende hovedaktiviteter med utarbeiding av nødvendig støysonkart.
- b) Fremdriftsplan med synliggjøring av hovedaktiviteter og varighet.

- c) Valg av arbeidsmetoder, utstyr, driftstider og mulige støyreducerende tiltak.
- d) Plan for kontroll og dokumentasjon av støyforhold under gjennomføringen av arbeidet.
- e) En konkret plan for informasjon/kommunikasjon med berørte parter. Berørte naboer skal varsles om støyende arbeider i henhold til anbefalingene i T-1442.
- f) Strategi for håndtering av støyklager og tilbud om erstatningsboligeravbøtende tiltak.

For innendørs strukturlyd fra arbeid i tunnel gjelder innendørs grenseverdier T-1442, tabell 6. For tunnelanlegg skal tydelig borelyd og piggelyd gi en skjerpning av grensene med 5 dB.

4.5.3 Støyprognoser for anleggsfase

Det er ingen boliger i direkte tilknytning til anleggsområdet på Vefsrud, men det er en hytte som vil bli berørt av massetransport og annen transport ut og inn av anleggsområdet.

Det skal ikke være permanente masselager i tilknytning til anleggsområdet. Masser fra TBM vil fraktes ut fra tunnel på transportbånd og legges på et omlastingsområde, for så å lastes fortløpende over på lastebiler. Masser fra sprengning av adkomsttunnel vil lastes direkte på bile inne i tunnel. Det mest støyende, foruten noen sprengning i dagen i forbindelse med inntaksgrop og inntakstunnel, vil være tunnelvifte. Det forventes imidlertid ikke at støy fra tunnelviften eller andre kilder tilknyttet anleggsområdet vil medføre overskridelse av grenseverdi ved støyømfintlig bebyggelse.

4.5.4 Støykrav i konkurransegrunnlag til entreprenør

Krav til grenseverdier for anleggsstøy og strukturstøy, samt arbeidstidsbestemmelser, beskrives detaljert i konkurransegrunnlaget til entreprenør. Det vil også bli satt krav til støydempende tiltak for tunnelventilasjon.

4.6 Luftkvalitet

4.6.1 Planbestemmelser

Krav og grenseverdier for støv er gitt i § 2-4 i planbestemmelser for Lier kommune.

For luftkvalitet i anleggsfase skal følgende maksimale grenseverdier legges til grunn:

- Utslipp av støv og partikler fra totalaktiviteten til virksamheten, skal ikke medføre at mengde nedfallstøv overstiger 5 g/m² i løpet av 30 dager. Dette gjelder mineralsk andel målt ved nærmeste nabo eller eventuelt annen nabo som er mer utsatt.

4.6.2 Generelt om støv

Gravearbeider i dagen og massetransport vil medføre utslipp av støv. Støv fra arbeider inne i berget, samt fra tunnelsprengning vil håndteres av tunnelventilasjon. Transport av masser fra TBM vil fraktes ut av tunnelen på bånd før de lastes på lastebiler, og massetransporten på bil vil derfor slippe å få med seg støv inne fra tunnelen før den kjører ut på offentlig vei.

Det antas at problemene med støv på Vefsrud vil være små, ettersom det kun er en hytte, og ingen boliger som vil være påvirket av anleggsarbeidene. Hvis det likevel skulle oppstå større problemer med støv, for eksempel i tørre perioder, vil det gjennomføres avbøtende tiltak i form av vanning eller annen støvbinding for å redusere spredning av støv.

4.7 Krav til kjøretøy og arbeidsmaskiner

Prosjektet skal gjennomføres som fossilfri anleggsplass. Dette innebærer at alle maskiner og kjøretøy innenfor byggegjerdet skal være fossilfrie. I tillegg skal all massetransport (frakt av sprengte masser og utgravde løsmasser) foregå fossilfritt. Med fossilfritt menes at maskiner og kjøretøy benytter fossilfrie energikilder. Ved bruk av diesel som energikilde skal dette være av type fornybar diesel (100 % fossilfri), eller bedre, iht. standard EN 15940, og den skal være dokumentert fri for palmeolje eller produkter som stammer fra palmeoljeproduksjon.

Alle maskiner og kjøretøy skal tilfredsstillende euroklasse VI. I tillegg settes det krav om at en rekke av maskinene for tunnelarbeidet skal være elektriske. Dette vil ha størst betydning for luftkvaliteten inne i tunnelen, og medfører redusert behov for tunnelventilasjon.

Videre tillates det ikke bruk av dieselaggregat, med unntak for nødstrøm. Det skal legges opp nok byggestrøm, slik at bruk av dieselaggregater ikke blir nødvendig.

4.8 Plastforurensning

Det er aktuelt å levere tunnelmasser til Drammen havn, hvor massene skal benyttes til utfylling i sjø. Det vil være Drammen Havn som er ansvarlig for å ivareta evt. krav som regulering og søknad om utslippstillatelse. Hovedsakelig stammer plastforurensning i tunnelmasser fra plast i fiberarmering i sprøytebetong og fra tennere som benyttes til sprengning (4). Fiberarmering i plast skal ikke benyttes i dette prosjektet, det skal kun benyttes stålfibre. For sprengning har man alternativet mellom å velge elektroniske tennere eller nonell-tennere. Elektroniske tennere har ca. 10,6 gram plast pr. tenner, mens nonell-tennere har ca. 15,6 gram plast pr. tenner (5). Det er satt krav til at entreprenøren skal benytte elektroniske tennere i prosjektet. Dette medfører en reduksjon av plastmengde på ca. 32% sammenlignet med en nonell-løsning. Det vil fremdeles være plast i sprengsteinsmassene, det er derfor satt følgende krav til entreprenør:

1. Foringsrør skal fjernes i størst mulig grad og avfallshåndteres. Rester av sprengningstråd/lunter skal i størst mulig grad samles opp og fjernes før opplasting og kjøring til utfyllingsstedet.
2. Det skal etableres systemer for å samle opp plast som flyter i sjø ved utfyllingsstedet.

TBM-masser vil ikke være plastforurenset.

Ved leveranse av steinmasser til Drammen havn, vil de ha mottakskontroll på utfyllingsstedet.

5 Utslipp av vann

5.1 Ulike typer vann

Det er utarbeidet en egen rapport som omhandler miljørisikovurdering av anleggsvann, Holsfjorden (6). Miljørisikovurderingen omhandler utslipp av tunneldrivevann og lensevann fra byggegrop og riggområde. Risikovurderingen er lagt ved denne søknaden.

Under er det beskrevet de ulike typene vann som vil oppstå i forbindelse med arbeidene på Vefsrud. Vannhåndteringen er videre beskrevet i kapittelet.

5.1.1 Tunneldrivevann, konvensjonell boring og sprengning

Vannet kommer fra drivevann og innlekkasje i tunnel. Vannet kan ha høy pH, inneholde suspendert stoff (SS), olje, nitrogen og metaller pga. påvirkning fra sprøytebetong, spyling, sprengstoffrester og uhellsutslipp (som f.eks. slangebrudd på maskiner). Tunneldrivevannet skal føres fra tunnel via renseanlegg før utslipp. Deler av vannet vil resirkuleres for å redusere utslipp av rensset vann.

5.1.2 Tunneldrivevann, driving med tunnelboremaskin

Vannet kommer fra borevann/drivevann og innlekkasje. Vannet kan ha høy pH, inneholde suspendert stoff (SS), olje og metaller pga. påvirkning fra injeksjonssement og berg og slitasje. Siden det ikke benyttes sprengstoff, er ikke nitrogenavrenning noen problemstilling. Deler av vannet vil resirkuleres for å redusere utslipp av rensset vann.

5.1.3 Overvann

Nedbør på utendørs overflatearealer infiltreres i grunnen. Vann fra sideterreng vil avskjæres i grøfter og føres forbi anleggsområdet.

5.1.4 Spillvann

Spillvann fra brakkerigg vil samles i tett tank og tømmes av septikbil ved behov.

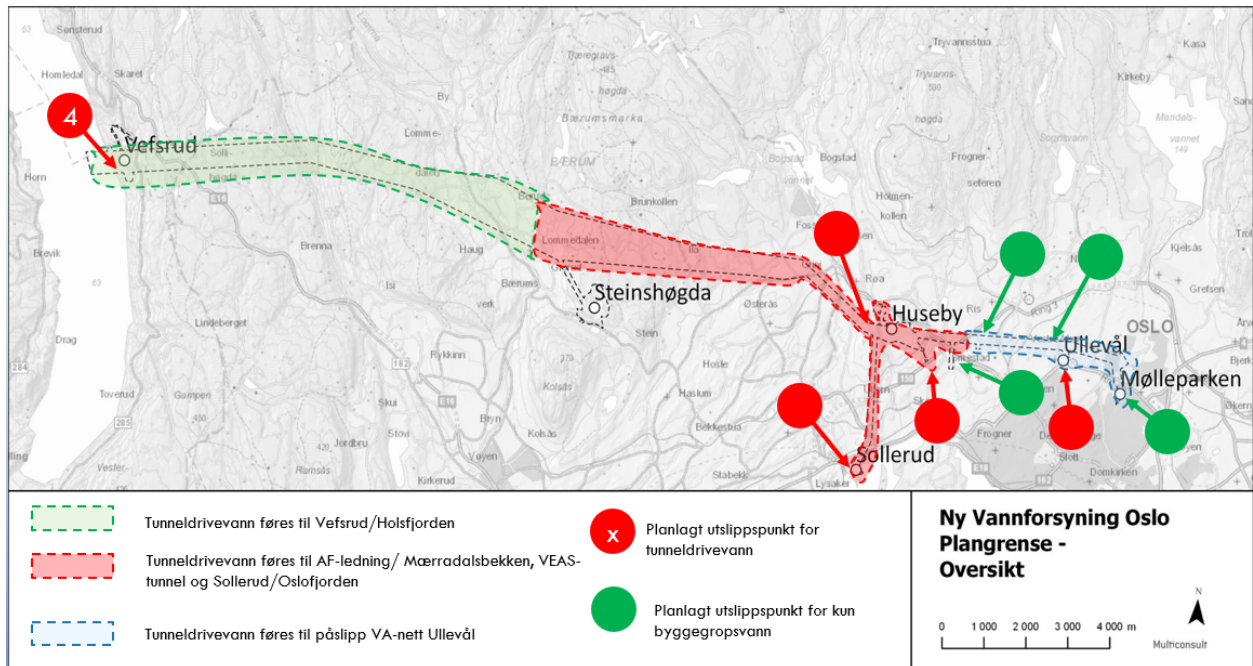
5.1.5 Byggegrosvann

Dette er vann fra innlekkasje eller nedbør i byggegrop. Vannet kan ha et innhold av blant annet partikler og sprengstoffrester, og vil føres til renseanlegg før utslipp til resipient.

5.2 Utslippspunkter

Steder med behov for å slippe ut tunneldrivevann og byggegropsvann for hele prosjektet er angitt i figur 3. I denne søknaden søkes det om utslipp til utslippspunkt 4, både for tunneldrivevann og for byggegropsvann.

Det søkes å legge utslippspunktet slik at man oppnår mest mulig fortynning. Utslippspunktet skal legges minst 10 meter under normalvannstanden. Dette vil gi en stor horisontal fortynning på dybder som er mindre sensitive for partikler.



Figur 3 – Utslippspunkter for vann i anleggsfasen for prosjektet Ny vannforsyning Oslo. Denne søknaden gjelder utslippspunktene 4.

5.3 Resipientbeskrivelse (lokalitetsbeskrivelse)

Under følger en kort beskrivelse av resipienten. For en mer utfyllende beskrivelse, vises det til kapittel 5 i miljørisikovurderingen, vedlegg A (6).

Holsfjorden er den sørøstre armen av Tyrifjorden. Tyrifjorden ligger ca. to mil vest for Oslo og er Norges 5. største innsjø med en samlet overflate på ca. 135 km². Den største dybden er 288 m, og middeldypet er 114 m. Nedbørsfeltet er ca. 10 000 km². Tyrifjorden er resipient for flere renseanlegg og avløp fra spredt bebyggelse, landbruk og industri, men vannet fra renseanleggene beveger seg hovedsakelig på vestbredden og påvirker Holsfjorden i liten grad. Figur 4 viser et oversiktskart av Holsfjorden med markeringer av riggområdet / utslippspunktet på Vefsrud og vanninntaket til Bærum kommune på Toverud. Avstanden fra riggområdet på Vefsrud til Toverud er ca. 4,5 km. Vanninntaket på Toverud ligger på ca. 50 meters dybde.

Undersøkelser som er gjort av vannkvalitet i Holsfjorden tilsier at tilstanden er god til svært god. Forholdet mellom det totale nitrogen- og fosforinnholdet er meget høyt, noe som viser at fosfortilførselen er sterkt begrensende faktor for algevekst.



Figur 4 – Oversiktskart over Holsfjorden. Riggområdet og utslippspunkt ved Vefsrud er markert med den nordre, røde sirkelen. Vanninntaket på Toverud er markert med rødt i sør (kart fra Vann-nett).

5.4 Risikovurdering

Vedlagte risikovurdering inneholder en detaljert redegjørelse for hva som kan forventes av forurensninger i henholdsvis tunneldrivevannet, vann fra byggegrøp og rigg- og anleggsområdet generelt. Den redegjør for i hvilken grad utslippene vil påvirke vannkvaliteten og økologien i Holsfjorden. Som et resultat av dette foreslås det avbøtende tiltak samt konkrete grenseverdier.

I forbindelse med anleggsarbeidene vil det bli lagt ut lenser for å unngå spredning av forurensning som plast og annet avfall utover i fjorden, mens det vil bli vurdert å etablere siltgardin etter at siste del av fjell er sprengt ut, da det vil foregå noe graving i vannkanten for å tilrettelegge for inntaksledninger.

5.4.1 Forurensningskomponenter

Risikovurderingen redegjør nærmere for hvilke forurensningskomponenter som kan være aktuelle i forbindelse med utslipp fra de ulike prosessene. Tunneldrivevannet vil være en sammensetning av produksjonsvann fra sprengning av adkomsttunell og deretter bruk av TBM for driving av tunellen. Sprengningsarbeidene vil være påvirket av sprengstoffrester, injeksjonsmasser, betong og sporadiske utslipp av olje, kjemikalier og slitasjeprodukter fra maskiner og utstyr. Forurensningsparametere som er aktuelle:

- Nitrogenforbindelser fra sprengstoff (ikke aktuelt ved bruk av TBM): Totalt nitrogen (tot-N), ammonium (NH₄) og nitrat (NO₃)
- Suspendert stoff fra nedknuste masser (SS)
- Olje og PAH fra maskiner
- Metaller

I tillegg medfører bruk av sement og sprøytebetong økt pH i drivevannet.

5.4.2 Vannmengder

Råvannstunnelen vil i all hovedsak bli drevet med TBM. I forbindelse med oppstartarbeidene vil første del av tunnelen, ca. 450 meter, foregå med sprengning. Under driving med sprengning brukes vann for å bore ladehull, spyle rensk fra nysprengt tunnelvegg, og for å kjøle ned maskinelt utstyr. I tillegg vil det bli en naturlig innlekkasje på grunn av endrede trykkforhold. TBM vil gjenbruke mye av vannet. Vannet vil deretter samles opp, og pumpes ut av tunnelen for rensning før utslipp i Holsfjorden.

Både ved bruk av TBM og ved konvensjonell driving må det tilføres vann på stoffen for nedkjøling av TBM/borerigg og støvdemping.

Estimert totalt vannforbruk er lagt til grunn i dimensjoneringen av renseanlegg. Det er estimert et utslipp på totalt 30 l/s.

5.4.3 Miljørisiko

Risikovurderingen viser at det vil være behov for rensing av tunneldrivevann og vann fra byggegrop før det ledes ut i Holsfjorden. Renseanlegget må utformes og dimensjoneres for rensing av både partikler og olje. For nærmere beskrivelse vises det til kapittel 5.6.1.

5.5 Forslag til grenseverdier for utslipp til resipienter

I vurderingen av hva som kan aksepteres av utslipp til Holsfjorden er det gjort beregninger av hvordan utslippet fortynnes. I disse vurderingene inngår både primærfortynning som bestemmes av mengden av utslippsvann og hastigheten ut i resipienten og sekundærfortynning der utslippet fortynnes naturlig i resipienten.

I tabell 2 foreslås grenseverdier for anleggsvann som slippes til Holsfjorden på Vefsrud. For metaller tilsvarende foreslås grenseverdier 20 x AA-EQS. AA-EQS er den verdien der det ikke ventes noen hverken kronisk eller akutt registrerbar effekt fra konsentrasjonen. For ΣPAH-16 foreslås det å benytte summen av grenseverdiene for klasse II av de 16 enkeltforbindelsene det er fastsatt klassegrenser for. Dette er en mer restriktiv grense. Metallene analyseres på både filtrerte og ufiltrerte prøver.

Tabell 2. Forslag til grenseverdier for utslipp av anleggsvann til Holsfjorden.

Parameter	Suspendert stoff	pH	Olje	As	Pb	Cd	Cr	Cu	Ni	Hg	Zn	ΣPAH-16	B(a)p
Grenseverdi	100 mg/l	6-9	5	10	24	1,6	68	156	80	0,94	220	9,4	0,94
Enhet	mg/l		mg/l	µg/l									

5.6 Forslag til måleprogram

5.6.1 Utslipp fra renseanlegg

Tunneldrivevann skal ledes til renseanlegg for rensing før det går til utslipp. Renseanleggene må ha følgende funksjoner:

- Sedimentasjonsløsning
- Oljeutskiller
- Enhet for pH-justering
- On-line og kontinuerlig logg av vannmengder og temperatur.
- On-line og kontinuerlig måleutstyr med alarmfunksjon for pH, konduktivitet og turbiditet.

Det foreslås et måleprogram for overvåking av utslipp fra renseanlegget i tillegg til online måling nevnt over:

- Ukentlig prøvetaking av representative mengdeproposjonalblandprøver som analyseres på olje, metaller (As, Cd, Cr, Cu, Hg, Pb, Ni og Zn) og PAH 16. Metaller analyseres på filtrerte og ufiltrerte prøver.

Renseanleggene skal være frostsikre. Renseanlegget skal også fjerne stålfibre som tilføres med innløpsvannet. Avfall, f.eks. stål/plastfibre og plastkomponenter i sedimentasjonsbasseng, skal fjernes før utslipp.

Entreprenør vil være ansvarlig for å dimensjonere og sette opp en renseløsning som overholder utslippskrav.

5.6.2 Måleprogram i resipienten

Det foreslås et måleprogram for overvåking i resipienten (Holsfjorden).

Det foreslås fire prøvetakingslokaliteter plassert som følger:

1. Ved utslippspunktet
2. Ca. 100 m nord-nordvest for utslippspunktet
3. Ca. 100 m rett vest for utslippspunktet
4. Ca. 100 m syd-syd øst for utslippspunktet

Prøvetaking og analyser fra lokalitetene er foreslått i tabell 3. Overvåkingen bør pågå i minimum to måneder før utslipp starter.

Etter gjennomslag mellom tunnelene fra Huseby og Vefsrud vil innlekkasje av vann i tunnelen dreneres mot Vefsrud inntil alle anleggsarbeidene på Vefsrud er avsluttet. Denne lekkasjemengden vil være svært liten. Innlekkasje vil bestå av rent grunnvann, men på grunn av betong- og injiseringsarbeider som er gjort inne i tunnelen, vil pH være noe forhøyet. Vannet vil derfor ledes via renseanlegg, overvåkes og eventuelt pH-justert før utslipp i Holsfjorden.

Tabell 3. Forslag til overvåkningsprogram for fire prøvetakingslokaliteter i Holsfjorden

Dyp	Parameter	Frekvens	Kommentar
Dybdeprofilering 0- 100 m dyp (eller til sedimentoverflaten dersom det er grunnere enn 100 m).	Temperatur, Konduktivitet, pH og Turbiditet	Månedlig i de periodene det er utslipp av tunneldrivevann til Holsfjorden	Logging for hver 2. m ned til 10 m deretter hver 5. m.
Blandprøve fra 0-10 m dyp	Tot-P, P04-P, Tot-N, Turbiditet, Suspendert stuff, Farge og Klorofyll-a	Månedlig i de periodene det er utslipp av tunneldrivevann til Holsfjorden	Klorofyll-a analyseres kun i perioden mars – oktober.
Stikkprøve fra 5 m dyp	Kimtall-22, Koliforme- 37 og E-coli	Månedlig i de periodene anleggsarbeidene ved Vefsrud pågår.	
	Siktedyp med standard Secchi-skive	Månedlig i de periodene det er utslipp av tunneldrivevann til Holsfjorden	

6 Referanser


1. **Multiconsult Norge AS.** *Utslippssøknad test- og driftsfase NVO-MCA-30-HK-015-0.* 2020.
2. —. *Miljøoppfølgingsplan (MOP), NVO-MCA-00-HK-001-0.* 2019.
3. —. *Håndtering fremmede arter Råvannstunnel – NVO-MCA-20-HK-001-0.* 2019.
4. **Miljødirektoratet, 2018.** *Problemer med plast ved utfylling av sprengstein i sjø, M-1085.*
5. *Presentasjon 08.02.19. Leonardsen & sønner.* 2019.
6. **Multiconsult Norge AS.** *Miljørisikovurdering anleggsvann Holsfjorden, NVO-MCA-20-HK-006-0.* 2019.

7 Vedlegg

A. Miljørisikovurdering anleggsvann Holsfjorden, NVO-MCA-20-HK-006-0

NY VANNFORSYNING OSLO

MILJØRISIKOVURDERING AV ANLEGGSVANN, HOLSFJORDEN

01I	Underlag til utslippssøknad	24.12.2019	HM	JRS	LH
Revisjon	Årsak til utgivelse	Dato	Utarbeidet	Kontrollert	Godkjent
NY VANNFORSYNING OSLO MILJØRISIKOVURDERING AV ANLEGGSVANN, HOLSFJORDEN		Sider:	Kontraktsnr: NVO DP1		
		25	Gradering: ÅPEN		
		Utarbeidet av:	Multiconsult COWI asplan viak		
 Oslo	Vann- og avløpsetaten	Dokumentnummer: NVO-MCA-20-HK-006-0		Revisjon: 01I	

Sammendrag

Vann- og avløpsetaten (VAV) har fått i oppgave å bygge en fullgod reservevannforsyning for Oslo kommune. Ny vannforsyning skal være ferdigstilt i 2028. Rådgivergruppen Multiconsult, Cowi og Asplan Viak er engasjert av Vann og avløpsetaten for miljøfaglig bistand.

I denne rapporten beskrives en miljørisikovurdering av anleggsvann for utslipp til Holsfjorden fra Vefsrud.

Risikovurdering inneholder en detaljert redegjørelse for hva som kan forventes av forurensninger i henholdsvis tunneldrivevannet, vann fra byggegrøp og rigg- og anleggsområdet generelt. Den redegjør for i hvilken grad utslippene vil påvirke vannkvaliteten og økologien i Holsfjorden.

Forurensningsparametere some er aktuelle:

- Nitrogenforbindelser fra sprengstoff (ikke aktuelt ved bruk av TBM): Totalt nitrogen (tot-N), ammonium (NH₄) og nitrat (NO₃)
- Suspendert stoff fra nedknuste masser (SS)
- Olje og PAH fra maskiner
- Metaller fra berggrunnen
- I tillegg medfører bruk av sement og sprøytebetong økt pH i drivevannet.

Risikovurderingen viser at det vil være behov for rensing av produksjonsvann og vann fra byggegrøp før det ledes ut i Holsfjorden. Det foreslås derfor grenseverdier for rensed tunneldrivevann og for anleggsvann fra byggegrøp. En sammenstilling av forslag til grenseverdier for utslipp til Holsfjorden er vist i tabell under. Grenseverdiene gjelder for mengdeproporsjonale ukesblandprøver, der minimum 90 % av ukene skal overholde grenseverdiene.

Forslag til grenseverdier for utslipp av anleggsvann til Holsfjorden.

Parameter	Suspendert stoff	pH	Olje	As	Pb	Cd	Cr	Cu	Ni	Hg	Zn	ΣPAH-16	B(a)p
Grenseverdi	100	6-9	5	10	24	1,6	68	156	80	0,94	220	9,4	0,94
Enhet	mg/l		mg/l	µg/l									

Det er også foreslått et overvåkingsprogram som må detaljeres nærmere iht. krav i utslippstillatelse, samt vurderes på bakgrunn av måleresultatene etter de første overvåkningsrundene. Det forutsettes overvåkning i forkant, under og etter utslippsperioder.

Innholdsfortegnelse

1	Innledning.....	4
2	Utbyggingsplaner	5
2.1	Generelt.....	5
3	Vannkvalitet.....	6
3.1	Forurensningskomponenter fra tunneldriving.....	6
3.1.1	Nitrogenforbindelser	7
3.1.2	Suspendert stoff.....	7
3.1.3	Organiske forbindelser	8
3.1.4	Metaller.....	8
3.1.5	pH.....	9
3.1.6	Påvirkning av temperatur	10
3.2	Vefsrud rigg og anleggsområde.....	10
4	Vannmengder fra tunneldriving.....	11
5	Resipientbeskrivelse.....	13
5.1	Generelt.....	13
5.2	Økologisk og kjemisk tilstand	15
5.2.1	Strøm og spredning	17
6	Miljørisikovurdering av utslipp.....	19
6.1	Generelt.....	19
6.2	Forslag til grenseverdier	19
6.3	Risikovurdering.....	20
6.3.1	Sprengningsarbeider for byggegrop	20
6.3.2	Fjellarbeider og tunneldriving	21
7	Forslag til overvåkning.....	23
8	Referanser	24

1 Innledning

Vann- og avløpsetaten (VAV) har fått i oppgave å bygge en fullgod reservevannforsyning for Oslo kommune. Ny vannforsyning skal være ferdigstilt i 2028. Rådgivergruppen Multiconsult, Cowi og Asplan Viak er engasjert av Vann og avløpsetaten for miljøfaglig bistand.

Prosjektet medfører bl.a. omfattende tunnelarbeider, masseuttak og betongarbeider som vil skje i entreprisene E1 (Vannbehandlingsanlegg), E5 (Råvannstunnel), E6 (Rentvannstunnel) og E8 (Forberedende arbeider). Entrepriene er fordelt mellom strekningene / områdene: Vefsrud ved Holsfjorden til Huseby (E5), Huseby med underjordisk vannbehandlingsanlegg (E8, E1, m.f.) og tunnel fra Huseby til Bjølsen (E6).

I denne rapporten beskrives en miljørisikovurdering for utslipp av anleggsvann til Holsfjorden ved Vefsrud.

For søknad om utslipp av anleggsvann for anleggsfasen vises det til rapport NVO-MCA-20-HK-004-0.

2 Utbyggingsplaner

2.1 Generelt

Utbyggingsplanene er beskrevet i kapittel 2.2 og 4.3 i utslippssøknad, NVO-MCA-20-HK-004-0.

3 Vannkvalitet

I denne rapporten er det vurdert to typer anleggsvann:

1. Vann fra tunneldriving (både fra konvensjonell sprengning og driving med tunnelboremaskin / TBM). Tunneldrivevannet er en blanding av drivevann, innlekkasje i tunnel, og påboret vann.
2. Lensevann fra byggegroper og riggområder. Vannet vil komme fra nedbør og eventuelt tilsig av grunnvann.

3.1 Forurensningskomponenter fra tunneldriving

Råvannstunnelen vil i all hovedsak bli drevet med TBM, men det vil også være en periode (ca. 6 måneder) med sprengning fra oppstart av fjellarbeidene. I dette kapitlet gis en bakgrunn for og beskrivelse av aktuelle forurensningskomponentene fra tunneldriving.

Tunneldrivevannet vil være en sammensetning av:

- Produksjonsvann fra boring og sprengning.
- Vann til bruk under arbeid med sprøytebetong.
(Metodikken ved sonderboring og forinjisering er tilnærmet lik ved bruk av TBM og konvensjonell driving. Det bores sonderboringshull der størrelse på injiserings skjermen vurderes basert på resultatene. Injiseringshull bores gjerne i lengder på 20-30 m, med overlapp mellom skjermene på 4-8 m (1).
- Vann som lekker inn i tunnelene fra omliggende berg på grunn av sprekker. Innlekkasjen varierer med oppsprekking og injeksjonsinnsats. Krav til innlekkasje varierer. Styrende faktorer er sårbarheten til naturen og risiko for grunnvannssenkning, setninger på bebyggelse over tunnelen og arbeidsforhold inne i tunnelen. Kravene ligger gjerne mellom 5-25 l/min pr. 100 m tunnel (2).
- Påboret vann er tilfeldige vanninntrengninger som kan inntreffe under driving. Påboret vann gir en relativt kortvarig vanntilførsel før berget injiseres, men det må tas hensyn til dette ved dimensjonering av renseløsning.

Mengden innlekkasje og påboret vann avhenger bl.a. av geologiske forhold. Innlekkasjen vil være rent vann, men dette blir blandet med produksjonsvann. Stoffkonsentrasjoner i anleggsvannet vil variere med vekslende blandingsforhold mellom vann fra innlekkasjer og produksjonsvann.

Tunneldrivevann vil være påvirket av:

- Sprengstoffrester (kun ved sprengning)
- Injeksjonsmasser (sementbaserte tetningsmidler)
- Betong
- Sporadiske uhellsutslipp/lekkasjer av drivstoff, hydraulikkolje, bremsevæske, etc.

Følgende forurensningsparametere er aktuelle:

- Nitrogenforbindelser fra sprengstoff (ikke aktuelt ved bruk av TBM): Totalt nitrogen (tot-N), ammonium (NH₄) og nitrat (NO₃)

- Suspendert stoff fra nedknuste masser (SS)
- Olje og PAH fra maskiner
- Metaller fra berggrunnen

I tillegg medfører bruk av sement og sprøytebetong økt pH i drivevannet; økningen kan være stor og medføre pH-verdier i området 10-12,5.

Resirkulering av tunnelvannet vil redusere utslippsmengder, men kan oppkonsentrere konsentrasjonene i utslippsvannet.

3.1.1 Nitrogenforbindelser

Innholdet av nitrogen avhenger av andelen uomsatt sprengstoff etter detoneringsgraden. Omsetningsgraden vil avhenge av flere faktorer, bl.a. aktuell bergart, funksjonsfeil på tennere og søl av slurry under ladning. I tunneler antas andelen uomsatt sprengstoff å være mellom 7 og 15 % (2).

Nitrogentilførsel til vannforekomster kan gi eutrofieringseffekter (økt algevekst). Eutrofieringspotensialet fra nitrogen regnes for å være størst i saltvann, da fosfor normalt regnes som begrensende faktor i ferskvann. Forholdet mellom totalnitrogen (tot-N) og totalfosfor (tot-P) gir en indikasjon på hvilken parameter som er begrensende faktor for eutrofiering. Generelt antas nitrogenbegrensning å kunne forekomme dersom forholdet mellom tot-N/tot-P < 20 og summen av nitrat og ammonium er < 10 µg/L ilt. vekstsesongen (3). I slike tilfeller vil økt nitrogentilførsel gi risiko for økt algevekst.

Uomsatt sprengstoff inneholder ca. 50 % ammonium (NH₄) og 50 % nitrat (NO₃). Toksisitet fra ammonium avhenger sterkt av pH og temperatur i vannet (4). Likevektskonstanten (pK_a) for NH₄⁺ ↔ NH₃ + H⁺ er 9,25 ved 25 °C (5), dvs. at ammonium og ammoniakk vil foreligge i forhold 50:50 ved pH = 9,25 og 25 °C. Ved en temperatur på 12 °C vil forholdet 50:50 foreligge ved pH 9,7. Ved 12 °C og pH=7 vil kun 0,2 % foreligge som NH₃. Dersom pH økes til 8 ved 12 °C, vil andelen NH₃ øke ca. 10 ganger (6).

For vannlevende organismer er det foreslått PNEC-verdier (predicted no effect concentration) for ammoniakk i området mellom 1 og 25 µg/L for både ferskvann og sjøvann (7) (2). Det er fastsatt klassegrenser for ammonium og ammoniakk i veileder 02:2018. Klassegrensene gjelder for alle vanntyper, men anses ikke som relevante ved pH < 8 og temperatur < 25 °C (3).

3.1.2 Suspendert stoff

Tunnelarbeider genererer partikler og anleggsvannet vil periodevis ha høyt innhold av suspendert stoff (SS). Det suspenderte stoffet fra tunneler består hovedsakelig av mineralsk materiale av nedknust stein. Høyt partikkelinnhold gir mindre lysinntrengning ned i vannet, og dermed potensielt redusert fotosyntese og lavere primærproduksjon (gitt at partikkeltilførselen skjer i eufotisk sone). Dette er også en naturlig forekommende problemstilling som er godt beskrevet i f.eks. norske, brepåvirkede innsjøer. Partikkelutslipp til dybder større enn ca. 2 ganger siktedypet vil i liten grad påvirke primærproduksjonen, da < 1 % igjen av lyset når ned til denne dybden (8).

Forskjellige fiskearter vil i varierende grad påvirkes av høyt partikkelinnhold, men fisk tåler generelt kortere eksponering for flere hundre mg/L med partikler. I elver vil tilslamming kunne gi vedvarende suboptimale eller skadelige konsentrasjoner som fisken vanskelig kan unngå. I innsjøer vil fisk kunne unngå områder med suboptimal vannkvalitet.

Dersom store mengder partikler bunnfeller i innsjøens littoralsonen, kan det medføre redusert kvalitet på habitater for bunndyr og planter. I større innsjøer vil imidlertid bølger vaske ut og omfordele finstoff i littoralsonen.

Andelen forurensning som er bundet til partikler er normalt større enn andelen som foreligger i løst fase i vann. Dette gjør at tilførsel av partikler / suspendert stoff anses som den helt dominerende spredningsmekanismen for forurensning.

3.1.3 Organiske forbindelser

Anleggsarbeider medfører ofte diesel- og oljesøl fra maskiner. Ved forbrenning av drivstoff genereres PAH-forbindelser som til dels følger anleggsvannet. Giftigheten fra PAH-forbindelser skyldes bl.a. karsinogene effekter (mest relevant for mennesker). For akvatiske organismer vil de primære giftvirkningene være redusert forplantningsevne hos fisk.

Organiske forbindelser har generelt høy affinitet for partikler og er hydrofobe, men det er stor variasjon mht. løselighet og toksisitet. Hydrofobe stoffer (f.eks. olje) vil ikke blandes homogent inn i vann, da en betydelig andel vil legge seg som skimmer / film på vannoverflaten. Oljeskimmer kan dannes selv ved lave oljekonsentrasjoner. Olje kan blandes inn i vannmassene pga. turbulente strømningsforhold, og vannløst olje er giftig for akvatiske organismer.

Veileder 02:2018 (3) fastsetter ikke EQS-verdier (Environmental Quality Standard) for oljeforbindelser (alifater og/eller THC). I sediment er giftigheten fra olje ansett å være dekket gjennom risikovurdering av PAH-forbindelsene. Ofte benyttede PNEC-verdier for olje i vann er 0,04 mg/L av oljefraksjoner fra C₅-C₁₀ og 1 mg / L for fraksjoner fra C₁₀-C₃₅ (PNEC-verdier fra (9)). I denne rapporten legges sistnevnte PNEC til grunn for vurdering av risiko fra olje. For PAH-forbindelser fastsetter veileder 02:2018 klassegrenser for ferskvann og kystvann. Kvalitetskrav til anleggsvann og i resipienter under utslipp bør vurderes på bakgrunn av grenseverdiene.

3.1.4 Metaller

Metallinnhold i berggrunn viser store variasjoner mellom forskjellige bergarter. Transport av nedknust stein / partikler vil først og fremst være en spredningsmekanisme for partikkelbundet metall. Sedimentasjon av større partikkelmengder har derfor potensial til å påvirke metallnivåer i aktuelt sedimentasjonsområde.

Med unntak av det som tas opp av filtrerende, akvatiske organismer er partikkelbundet metall lite biotilgjengelig. Akutte giftvirkninger i vann er først og fremst knyttet til gjellereaktive tilstandsformer av løste faser av metallene (< 0,45 µm), dvs. ioner eller metallkomplekser med elektrisk overskuddsladning som har affinitet for biologisk vev. Tilstandsformer av metaller kontrolleres bl.a. av reduksjonspotensialet, ionestyrken og pH i vannet. I spesielle tilfeller kan raske pH-endringer i vann gi blandsoner med midlertidige særlig giftige metallformer. Generelt virker kalsium og humus modererende på akutt giftighet fra løst metall.

Under tunnelarbeider vil løst metall følge tunneldrivevannet ut i resipient og i liten grad renses ved konvensjonell renseteknikk. Den største andelen av metalltransport vil likevel være metaller som er adsorbent til partikler. Siden berg har mye høyere metallinnhold per volumenhet enn resipienter, vil vann med mye partikler kunne generere relativt høye metallkonsentrasjoner dersom det sees på totalinnholdet (oppsluttede prøver, inkludert partikler) ved utslippspunkter. Sementprodukter vil også kunne ha forhøyede nivåer av seksverdig krom (10).

I dette prosjektet vil det benyttes TBM for driving av råvannstunnelen. Tunnelen skal ha kledning med prefabrikerte betongelementer. Erfaringer med TBM fra Follobanen viser at innholdet av krom økte ved bruk av TBM sammenlignet med konvensjonell sprengning. Analyser viste også at en andel av krominnholdet var vannløselig Cr(VI). Det er ikke kjent om Cr(VI) kun kommer fra sement/betong, eller om det også kan skyldes slitasjepartikler ved bruk av TBM (10). Det var grunn til å mistenke at bruk av en B-komponent -såkalt «backfill grouting» - var en prosess som genererte krom VI. B-komponenten er ikke helt sammenlignbar med betong i denne sammenheng. Det er ikke behov for å benytte «backfill grouting» i råvannstunnelen som drives med TBM, men det vil være behov for bruk av lignende injeksjonsmasse som erfaringsmessig kan øke innholdet av krom i tunneldrivevannet.

Miljødirektoratet har oppgitt klassegrenser for prioriterte metaller (As, Cd, Cr, Cu, Hg, Pb, Ni og Zn). Når det gjelder å vurdere kvaliteten mht. metallinnhold i resipient under utslipp, bør dette baseres på disse grensene samt den naturlige tilstanden i de aktuelle resipientene. Det bemerkes at klassegrensene for krom-total (krom III + krom VI) er basert på toksisitetstester av den mest giftige og mobile tilstandsformen som er seksverdig krom (11). Hos akvatiske organismer er det de kroniske effekter fra seksverdig krom som normalt er viktigst. Kroniske effekter er vist å opptre fra lave konsentrasjoner.

3.1.5 pH

I tunnelarbeider brukes det basiske tetningsmidler og sprøytebetong til å sikre tunnelene. Vann som kommer i kontakt med uherdet betong vil få høy pH. Det er målt pH på 10-12,5 etter bruk av sprøytebetong. Ekstreme pH-verdier kan være direkte skadelig ved at protoner eller hydroksylioner reagerer med biologisk vev og bryter ned cellestrukturer. For å unngå skadelige effekter i ferskvannsresipienter, bør utslippsvann ideelt sett ligge i nærheten den som er naturlig forekommende i aktuell vannforekomst (gitt at det ikke er spesielle problemer med pH).

Norske innsjøer har gjennomgående lavt saltinnhold og dermed begrenset bufferevne. Ved liten bufferevne kreves det svært store innblandingsfaktorer for å nøytralisere vann med f.eks. pH=10, da pH-skalaen er logaritmisk (dvs. at pH = 10 er 10 000 ganger med basisk enn pH = 7).

Tabell 1 viser en oversikt over ventede effekter på fisk ved forskjellige pH-verdier. Toleransen for basiske forhold (pH over 7) syntes generelt å være noe større enn toleranse for lav pH (sure forhold). Endring i pH er isolert sett sjelden den sentrale problemstillingen, da problemer knyttet til pH oftest er endringer av løselighet og tilstandsformer til metaller samt eventuelt ammoniakkdannelse.

Tabell 1. Effekter av forskjellig på pH på fisk (12).

pH	Effekt på fisk
5-9	Normalt ingen skadelige effekter
9,0-9,5	Sannsynligvis skadelig for laksefisk og abbor over lengre tids eksponering.
9,5-10,0	Dødelig for laksefisk over lengre tids eksponering. Fisken er motstandsdyktig overfor slike pH-verdier i korte periode. Kan være skadelig ovenfor enkelte fiskearters utviklingsstadier.
10,0-10,5	Laksefisk og mort kan være motstandsdyktige mot slike pH-verdier i korte perioder, men fisken dør ved lengre tids eksponering.
10,5-11,0	Laksefisk dør i løpet av kort tid. Forlenget eksponering gjør at også karpe, gjedde, gullfisk og suter dør.
11,0-11,5	Alle fiskearter dør i løpet av kort tid.

3.1.6 Påvirkning av temperatur

Drivevann vil være en blanding av innlekkasje og prosessvann, der blandingsforholdet vil variere.

Temperatur på grunnvann er omtrent lik årlig middeltemperatur, som er rundt 5°C på Østlandet. Det er vanskelig å forutse temperaturen på prosessvannet, men det vil mest sannsynlig varmes noe opp under arbeidene, for deretter kjøles ned ved kontakt med berg. Etter dette vil vanntemperaturen nærme seg aktuell lufttemperatur, men i hvilken grad vannet påvirkes av luften vil avhenge av hvor lang tid vannet bruker på hele dreneringen til utslippspunkt.

I små resipienter er det rimelig å anta at temperaturen i resipient vil bli påvirket i perioder og i prinsippet kan påvirkning på temperaturen både gi positive og negative effekter. I en resipient av størrelsen til Holsfjorden, vil temperaturendringer være lokale, rundt utslippspunktet.

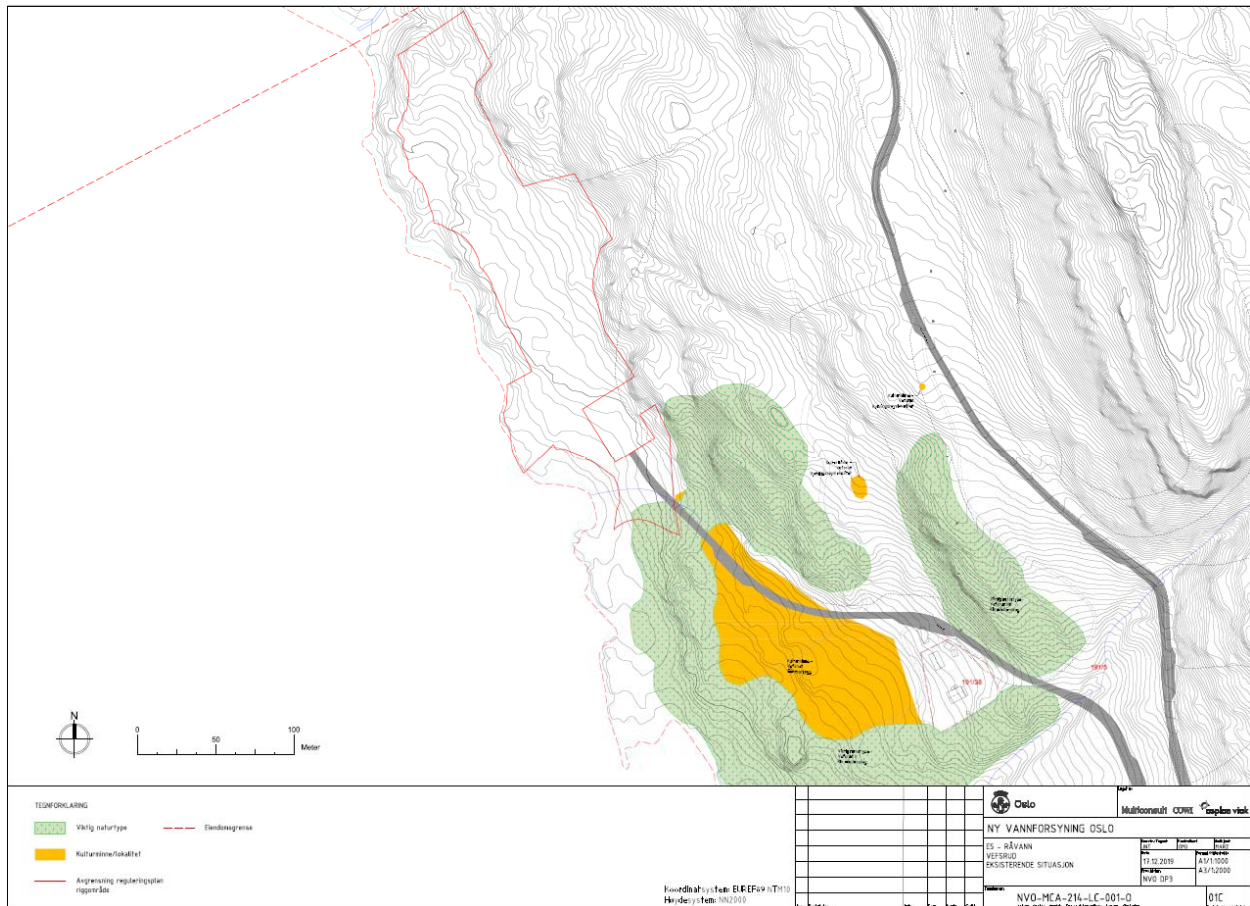
3.2 Vefsrud rigg og anleggsområde

Planlagt oppstart av arbeidene på Vefsrud er fjerde kvartal i 2020. I entreprise E8 vil det bygges en permanent adkomstvei som i stor grad følger den eksisterende veien fra fv. 285 (Lierveien) og ned til riggområdet. Figur 1 viser plasseringen av riggområdet på Vefsrud. Tabell 2 viser en oversikt over hvilke aktiviteter og utslipp som ventes å pågå gjennom anleggsperioden.

I 2021 vil det sprenges ut en ca. 10 meters dyp byggegrop i fjell med areal på ca. 12x30 m. Byggegroppen vil sprenges ut til fjorden slik at vannet blir stående inn. Senere skal inntaksrør legges gjennom dette utsprengte området.

I neste fase skal det sprenges for en hall og for starten på råvannstunnelen (ca. 400 m) før TBM settes inn og fortsetter drivingen av råvannstunnelen i ca. 10 km. Drivingen med TBM ventes å pågå i ca. 3,5 år, fra 2022 til midt i 2025.

Rigg- og anleggsområde ved Holsfjorden vil ha følgende funksjoner: Kontorrigg, verkstedtelt, rensbasseng og arealer for utstyr og kjøretøy.



Figur 1. Tegning av riggområdet på Vefsrud.

Tabell 2. Skjematisk oversikt over anleggsperiode og vannutslipp til Holsfjorden på Vefsrud.

	2018		2019		2020		2021		2022		2023		2024		2025		2026		2027		
	H1	H2	H1	H2	H1	H2	H1	H2	H1	H2	H1	H2	H1	H2	H1	H2	H1	H2	H1	H2	
E8: Forberedende arbeider																					
E8: Utslipp til Holsfjorden byggegrøp.																					
E8: Utslipp til Holsfjorden, tunneldrivevann konvensjonell sprengning																					
E5: Råvannslinje																					
E5: Utslipp til Holsfjorden, tunneldrivevann fra TBM																					

4 Vannmengder fra tunneldriving

Under driving med sprengning brukes vann for å bore ladehull, spyle rensk fra nysprengt tunnelvegg og for å kjøle ned maskinelt utstyr. I tillegg vil det bli en naturlig innlekkasje på grunn av endrede trykkforhold. Vannet samles opp fortløpende, og pumpes ut av tunnelen for rensning og videre distribusjon til resipient.

Både ved bruk av TBM og ved konvensjonell driving må det tilføres vann på stoffen for nedkjøling av TBM/borerigg. Det er gjort beregninger for dimensjonering av rensanlegg spesielt for dette prosjektet.

Estimater av dimensjonerende vannmengder for dimensjonering av rensenanlegg (Q_{dim}) er basert på metode beskrevet i NFFs tekniske rapport nr. 9 (2).

Vannforbruket ved konvensjonell driving (sprengning) er beregnet til totalt $36 \text{ m}^3/\text{time} = 10 \text{ l/s}$. TBM av typen som skal brukes her er utslippsmengden beregnet til $111 \text{ m}^3/\text{time} = 30 \text{ l/s}$. Dette inkluderer Borevann, innlekkasje fra tunnel, påboret vann og spylereensk før sprøytebetong. I tillegg er det inkludert vann som blir med lastebiler inn i anlegget og forbruk til diverse formål i forbindelse med driften. Innlekking fra dagsoner inkluderes ikke, da dette håndteres som overvann og avskjæres fra å renne inn i tunnelen.

I en periode med samtidig drift med konvensjonell sprengning vil bidraget fra tunnelinnlekkasje være mindre grunnet kortere tunnel, og summen av innlekkasjene for begge drivemetodene på dette tidspunktet vil være mindre enn vannmengden for TBM-drivingen like før gjennomslag.

For dimensjonering av vannrenseanlegget på Vefsrud legges det derfor til grunn en maksimummengde på totalt 30 l/s .

Borevann (Q_b): Vannmengden på en borerigg for kjøling og fjerning av borkaks

Innlekkasje (Q_i): Naturlig innlekkasje fra berggrunn etter tetting.

Påboret vann (Q_p): Tilfeldige vanninntrengninger, hvis man treffer en vannførende del.

5 Resipientbeskrivelse

5.1 Generelt

Holsfjorden er den sørøstre armen av Tyrifjorden. Tyrifjorden ligger ca. to mil vest for Oslo og er Norges 5. største innsjø med en samlet overflate på ca. 135 km². Den største dybden er 288 m, og middeldypet er 114 m. Nedbørsfeltet er ca. 10 000 km². Tyrifjorden er resipient for flere renseanlegg og avløp fra spredt bebyggelse, landbruk og industri, men vannet fra renseanleggene beveger seg hovedsakelig på vestbredden og påvirker Holsfjorden i liten grad (14). Tabell 3 gir generell informasjon om vannforekomsten Tyrifjorden. Figur 2 viser et oversiktskart av Holsfjorden med markeringer av riggområdet / utslippspunktet på Vefsrud og vanninntaket til Bærum kommune på Toverud. Avstanden fra riggområdet på Vefsrud til Toverud er ca. 4,5 km. Vanninntaket på Toverud ligger på ca. 50 meters dybde.

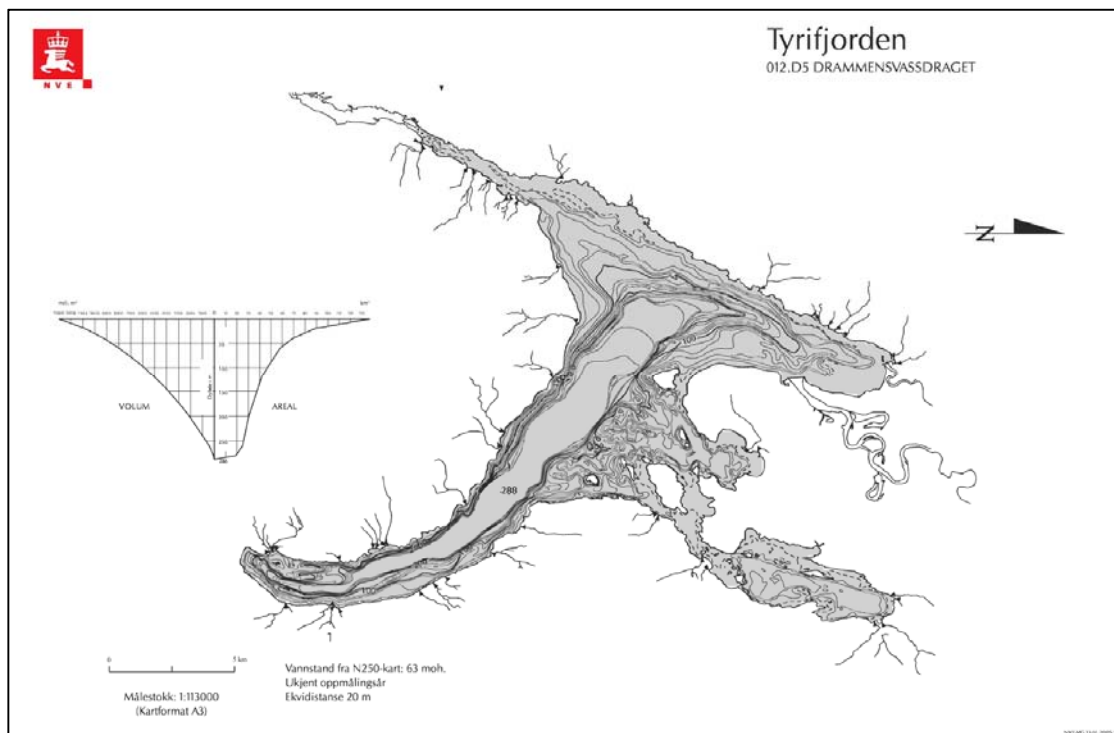
Figur 3 viser et dybdekart av Tyrifjorden. Som det fremgår, er Holsfjorden brådyb ned til 288 m.

Tabell 3. Generell informasjon om vanntype for vannforekomst (14).

Tyrifjorden	
Vannforekomst-ID	012-522-2-L
Vannkategori	Innsjø, svært stor
Vanntypekode	LEL43113
Nasjonal vanntype	L107 (innsjøtype L-N1)
Klimasone	Lav (<200 m)
Kalsium	Moderat kalkrik (Ca > 4 -20 mg/L, Alk. 0,2-1 mekv/L)
Humus	Klare (< 30 mg Pt/L, TOC 2-5 mg/L)
Turbiditet	Klare (STS < 10 mg/L)



Figur 2. Oversiktskart over Holsfjorden. Riggområdet og utslippspunkt ved Vefsrud er markert med den nordre, røde sirkelen. Vanninntaket på Toverud er markert med rødt i sør (kart fra Vann-nett).



Figur 3. Dybdekart av Tyrifjorden. Holsfjorden utgjør den sørøstre armen som er smal og brådyb ned til 288 m (kart fra NVE).

5.2 Økologisk og kjemisk tilstand

I Vann-nett er økologisk tilstand oppgitt som god og kjemisk tilstand som dårlig. Tabell 4 viser registreringsverdiene som er angitt i Vann-nett (14).

Tabell 4. Registreringsverdier i Vann-nett for vannforekomst 012-522-2-L, Tyrifjorden. Registreringsdata er fra 2015 og 2016.

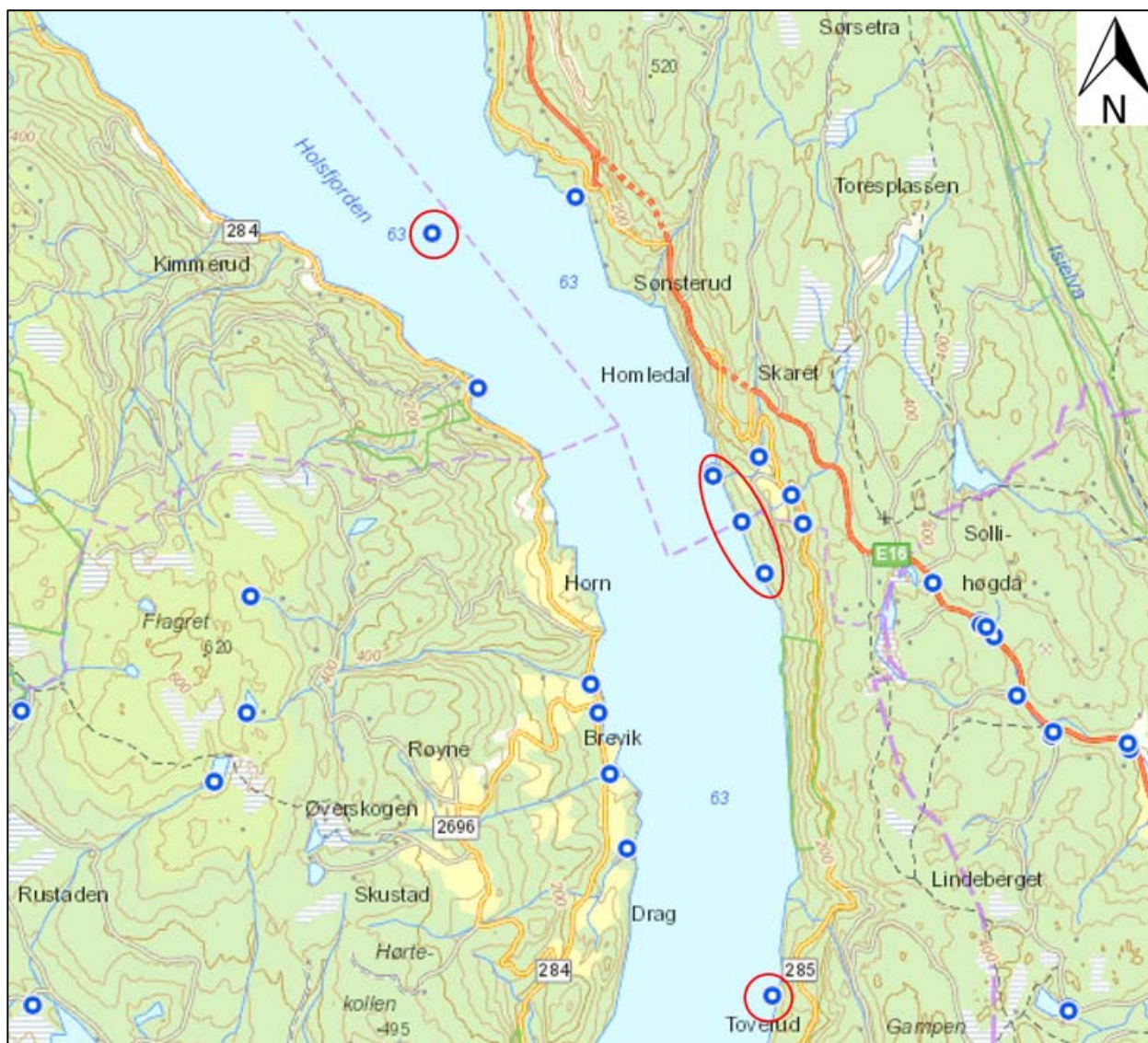
Parameter	Gjennomsnittsverdi	Enhet
Klorofyll a	1,37	µg/L
Cyano maks	0,0019	mg/L
Planteplankton trofiindeks (PTI)	2,12	-
Totalt biovolum planteplankton	0,16	mg/L
Lake Acidification Macroinvertebrate Index LAMI	5,3	-
MultiClear	3,77	-
Raddum forsøringsindeks 1	0,90	-
Siktedyp	5,6	m
Fargetall Pt	18,6	mg/L
Turbiditet	0,44	FNU
Konduktivitet	3,82	mS/m
pH	7,28	.
ANC	252	Ikke angitt (antar µekv/L)
N-tot	442	µg/L
P-tot	5,6	µg/L
Nitrat	238	µg/L
Fosfat	2,14	µg/L
Labilt aluminium	15	Ikke angitt (antar µg/L)
Ikke labilt aluminium	9,4	µg/L
Reaktivt aluminium	18,4	µg/L
Totalt organisk karbon	3,4	mg/L
Bly; ferskvann	7,1	µg/L
Kvikksølv; Biota muskelvev - Abbor	0,1546	µg/kg v.v.
Nikkel; Ferskvann	0,60	
Kadmium; Ferskvann	0,0023	
Hexaklorobenzen; Biota muskelvev - Abbor	0,1186	µg/kg v.v.
Pentaklorobenzen; Biota muskelvev - Abbor	0,0218	µg/kg v.v.

Figur 4 viser overvåkningslokaliteter som er registrert i Vannmiljø (15). Resultatene fra de markerte overvåkningslokalitetene er vist i vedlegg 1. Det nordre overvåkningspunktet i pelagialen er fra Økostonorovervåkingen i 2016. Punktene ved Vefsrud og Toverud er fra en overvåking utført av NIBIO/FAUN i 2018 ifbm. E16-prosjektet (16). I vedlegg 1 er det utelatt enkelte av de registrerte parameterne. For eksempel viste resultatene fra NIBIOs målinger av PAH-forbindelser, THC og alifatiske hydrokarboner i 2018 kun verdier lavere enn kvantifiseringsgrenser, og disse verdiene er ikke inkludert i vedlegget.

I punktene ved Vefsrud og Toverud tilsier de økologiske kvalitetselementene (Klorofyll a, Cyano maks, PTI-indeks, total biomasse, tot-N og tot-P) at tilstanden jevnt over er god til svært god. I punktet utenfor Vefsrudbekken ble det målt et innhold av totalnitrogen på 890 µg/L N (klasse III - moderat tilstand). Forholdet mellom tot-N og tot-P er meget høyt i disse målingene (mellom 65 og 1200 mer nitrogen enn fosfor), og det viser at fosfortilførselen er sterkt begrensende faktor for algevekst.

Innholdet av arsen og de prioriterte metallene i hovedsak lave, i klasse I og II. Utenfor Nordlandsbekken ble det imidlertid målt innhold av nikkel i klasse III (moderat tilstand) og kvikksølv i klasse IV (dårlig tilstand), og ved Toverud ble det målt kvikksølv i klasse V (svært dårlig tilstand).

I Økostor-undersøkelsen fra 2016 ble det registrert lave verdier for klorofyll a og totalt biovolum og Tyrifjorden fikk tilstandsklassen svært god. De dominerende planktongruppene var gullalger og svelgflagellater, men også mindre andeler grønnalger, kiselalger og fureflagellater. Sammensettingen av planteplanktonet (PTI) ga tilstandsklassen svært god tilstand. Det totale volumet av cyanobakterier var så lavt at tilstandsklassen ble svært god for Cyano-max. Totalvurderingen for planteplanktonet i Tyrifjorden etter undersøkelsen i 2016 ga tilstandsklassen svært god med en normalisert EQR-verdi på 0,97. Viktigheten av tilstrekkelig zooplankton som kan beite ned phytoplankton blir trukket frem i rapporten, men betydningen av dette beitepresset blir ansett som viktigere i innsjøer som er utsatt for eutrofi (18).



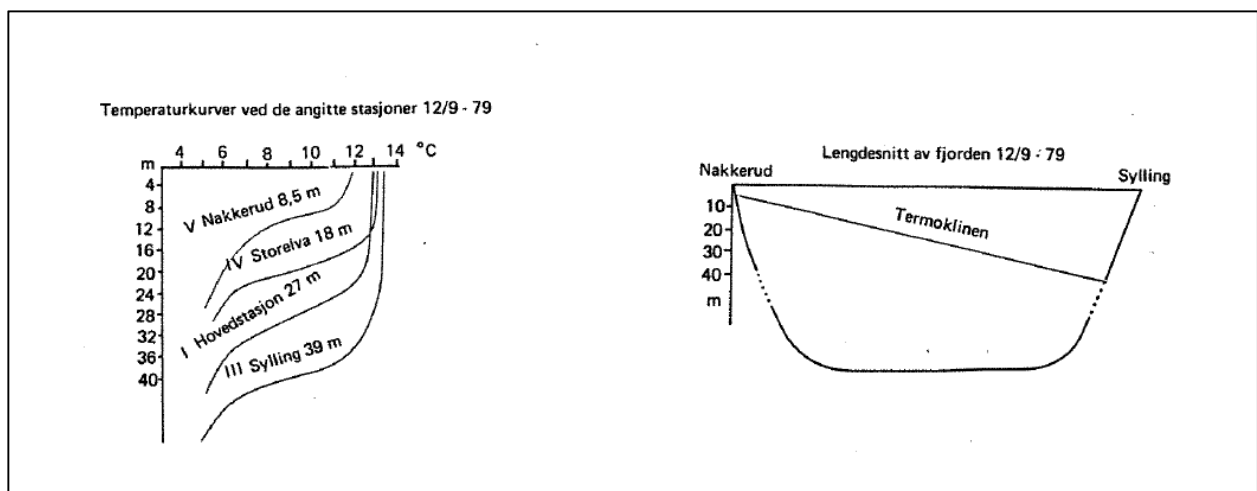
Figur 4. Kartutsnitt fra Vannmiljø (15). Blå punkter med rødmarkering viser vannlokaliteter der resultatene er vist i vedlegg 1.

5.2.1 Strøm og spredning

På grunn av temperaturgradienten i innsjøer oppstår det tetthetsforskjeller / sjiktninger gjennom vannsøylen. Typisk stratifisering i innsjøer om sommeren er et topplag (epilimnion) med oppvarmet, relativt lett vann. Under topplaget ligger sprangsjiktet (metalimnion) der temperaturen synker forholdsvis raskt ($> 1 \text{ C}^\circ/\text{m}$) med økende dybde. Under sprangsjiktet ligger det tyngre bunnvann (hypolimnion) med en stabil temperatur på ca. 4 C° (7). Bunnvannet påvirkes relativt lite av bølger og strøm i overliggende vannlag.

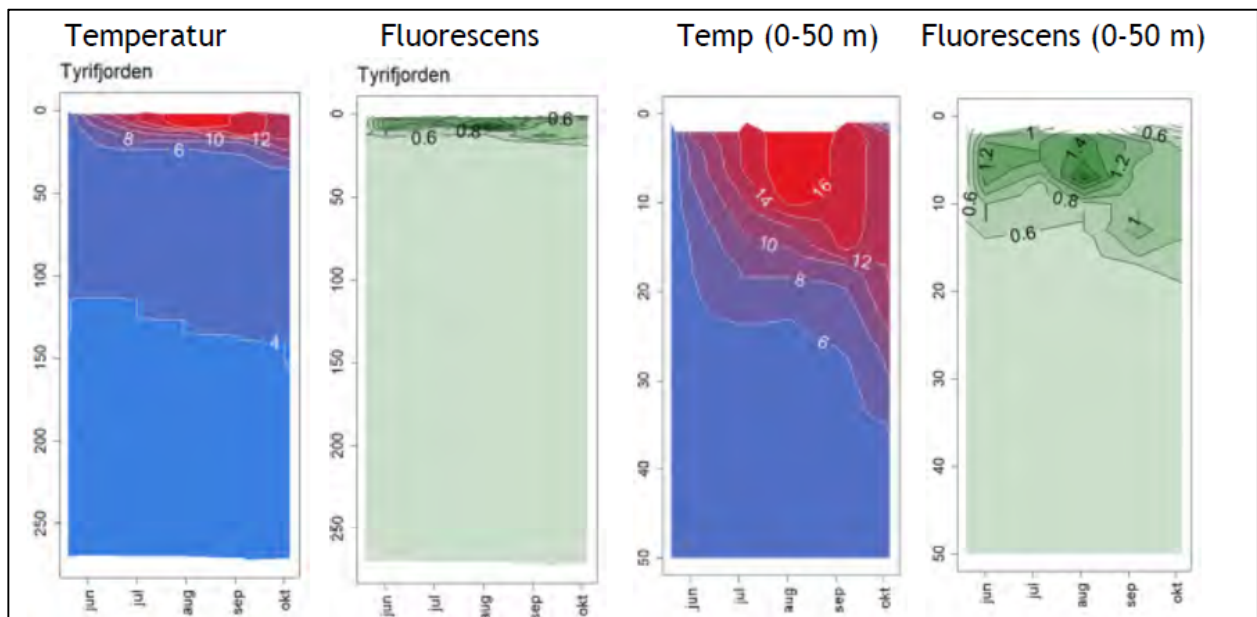
I perioder med sjiktning vil det skje betydelig horisontal transport av overflate vannet pga. vindgenererte strømmer. På grunn av oppstuvning av vann ved pålandsenden, vil det dannes dypere, motgående strømmer i sprangsjiktet. Slike strømmer kan transportere forurensning (8) over lange avstander. Typisk stratifisering om sommeren er et topplag (epilimnion) med oppvarmet, relativt lett vann. Under topplaget ligger sprangsjiktet (metalimnion / termoklinen) der temperaturen synker forholdsvis raskt ($> 1 \text{ C}^\circ/\text{m}$) med økende dybde. Under sprangsjiktet ligger det tyngre bunnvann (hypolimnion) med en stabil temperatur på ca. 4 C° . Bunnvannet påvirkes relativt lite av bølger og strøm i overliggende vannlag. Ved vedvarende vind og særlig i større innsjøer kan det oppstå stående svingninger (indre seiches). I slike situasjoner vil det varme topplaget presses mot en av innsjøbreddene og gi en skrånende gradient på sjiktningen. Dette fenomenet er også beskrevet å forekomme i Holsfjorden (8) (9).

Under vedvarende nordavind presses mye vann fra Tyrifjorden nedover Holsfjorden, med strømhastigheter opp mot $0,5 \text{ m/s}$. Overflatevannet stuves opp i sørenden ved Sylling og dette danner en skråstilt termoklin. Strømningsmønsteret ble grundig undersøkt og beskrevet i strømningskart i Tyrifjordundersøkelsen 1978-81, der det også er beskrevet at termoklinen kan ha en fra 5 meter ved Nakkerud på vestsiden av fjorden til 40 meter ved Sylling (innerst i Holsfjorden) (21). Figur 5 viser en skisse av målingene fra Tyrifjordundersøkelsen. Figur 6 viser profilmålinger fra Økostor-undersøkelsen i 2016. Figuren viser at den termiske sjiktningen er velutviklet i Tyrifjorden fra ca. juni til oktober. Termoklinen ligger på ca. 10 m dybde på forsommeren og ca. 20 m dybde på høsten. Det ble målt en maksimumstemperatur på 17 C° i overflatelaget i august. Temperaturen i hypolimnion (bunnvannet) var ca. 4 C° under ca. 100 meters dybde i hele måleperioden.



Figur 5. Skisser av temperatursprangsjikt etter vedvarende nordavind. Figurene er fra målinger i Tyrifjordsundersøkelsen 12.9.1979. Figuren er hentet fra «Oppdatering av bakgrunnsdata og forslag til nye normverdier for forurenset grunn», Rapport Aquateam (9).

Tetthetsforskjellene nedover i innsjøprofilen medfører også en mulighet for at partikler (både organiske, mineralske og fytoplankton) kan «sveve» på en sjiktning i en gitt dybde. Dette ble bl.a. registrert av NIBIO under arbeidene på Farriseidet (11). Under anleggsarbeidene er det blitt registrert forholdsvis rask partikkeltransport i innsjøen (inntil 8 m/min). Transporten var konsentrert rundt ca. 10 meters dybde, på toppen av det kalde bunnvannet. Det er antatt at spredningen skyldes et fenomen som kalles undervannsbølger (eng. turbidity currents) som kan transportere partikler over store avstander. I Farris ble det registrert at den naturlige lagdeling sommer og vinter beskyttet dypvannet (og råvannet til Larvik vannverk på 40-50 meters dybde). Under vår- og høstsirkulasjonen vil dypvann være mer utsatt for forurensning. Ved Toverud er det blitt registrert koliforme bakterier helt ned til dybdene av vanninntaket (50 m) (19).



Figur 6. Temperaturprofil fra Tyrifjorden i 2016. Figur fra Økostor (18).

6 Miljørisikovurdering av utslipp

6.1 Generelt

Ifølge veileder M-46/2013 (utkast) (25) og TA-2724 / 2010 (26) som gjelder vurderinger av innblandingssoner, vil innblanding/fortynning gjennomgå to faser; 1) primærfortynning som bestemmes av mengden utslippsvann og hastigheten ut i resipient; 2) sekundærfortynning, der utslippsvannet fortynnes gjennom resipientens naturlige turbulente blanding og som foregår betydelig langsommere enn primærfortynningen. Videre angis primærfortynning å være i størrelsesorden 5-10 ganger innenfor en avstand på 10-30 m fra utslippspunktet.

Generelt vil løste faser av stoffer i vann være biotilgjengelige og ha potensial for akutte virkninger på organismer. Utslipp av suspendert stoff med adsorbent forurensning vil primært være en spredningsmekanisme. For tungmetaller og organiske forbindelser er normalt konsentrasjonene av partikkelbundet forurensning større enn konsentrasjoner løst i vannfasen. Denne fordelingen er likevel avhengig av pH-verdiene i vannet.

Det er meget store variasjoner i fortynningseffekter og måten innblanding skjer på; uten detaljerte modelleringer anbefales det i veiledningsmaterialet at initiell fortynningsfaktor settes til 10.

Prosjektkomiteen for rensing av avløpsvann (PRA) har utgitt heftet PRA 3 «bygging og drift av dyputslipp» (27). I heftet oppgis det en forenklet formel for primærfortynning av vann med tilnærmet lik tetthet:

$$S_m = 0,18 \times s/D$$

(der S_m er fortynning, s er avstand fra utslippet og D er utslippsledningens indre diameter $\varnothing 100\text{mm}$, gjelder for $s > \text{ca. } 6 \times D$)

Tabell 5 viser estimer over innblandingsfaktorer for tre forskjellige rørdiameterer og med økende avstand fra utslippspunkt. Estimater indikerer f.eks. at fortynningen avhenger av rørdiameter og at det kan ventes en innblanding på anslagsvis 25-50 ganger i en avstand på 30 m fra utslippspunktet. Dette er ikke eksakte tall, men de gir et inntrykk av hvor stort område rundt utslippspunktet som påvirkes.

Tabell 5. Estimer på innblanding / fortynning av utslippsstråle ved forskjellige rørdiameterer og avstander fra utslippspunkt.

Avstand fra utslippspunkt (m)	Diameter rør (m)	Diameter rør (m)	Diameter rør (m)	Innblanding (D = 100 mm)	Innblanding (D = 150 mm)	Innblanding (D = 200 mm)
s	D	D	D	S_{m100}	S_{m150}	S_{m200}
5	0,1	0,15	0,2	9	6	5
10	0,1	0,15	0,2	18	12	9
15	0,1	0,15	0,2	27	18	14
20	0,1	0,15	0,2	36	24	18
25	0,1	0,15	0,2	45	30	23
30	0,1	0,15	0,2	54	36	27
40	0,1	0,15	0,2	72	48	36
50	0,1	0,15	0,2	90	60	45

6.2 Forslag til grenseverdier

I Tabell 6 foreslås grenseverdier for anleggsvann som slippes til Holsfjorden på Vefsrud. For metaller tilsvare foreslåtte grenseverdier 20 x AA-EQS. AA-EQS er den verdien der det ikke ventes noen hverken kronisk eller akutt registrerbar effekt fra konsentrasjonen. For $\Sigma\text{PAH-16}$ foreslås det å benytte summen

av grenseverdiene for klasse II av de 16 enkeltforbindelsene det er fastsatt klassegrenser for. Dette er en mer restriktiv grense,

Tabell 6. Forslag til grenseverdier for utslipp av anleggsvann til Holsfjorden.

Parameter	Suspendert stoff	pH	Olje	As	Pb	Cd	Cr	Cu	Ni	Hg	Zn	ΣPAH-16	B(a)p
Grenseverdi	100	6-9	5	10	24	1,6	68	156	80	0,94	220	9,4	0,94
Enhet	mg/l		mg/l	µg/l									

6.3 Risikovurdering

6.3.1 Sprengningsarbeider for byggegrop

Dette arbeidet er ventet å vare i ca. ½ år. Vannmengder som må lense er usikre, men det vil være nødvendig å etablere en tørr grop.

De aller meste av utsprengningen vil foregå i dagen, med en gjenstående barriere av berg mellom fjorden og gropen. For å sikre tørt arbeid vil det bli brukt semetinjisering før utsprengning. Betong og støpearbeider i gropen vil utføres før den siste fjellbarrieren sprenges ut. Etter at den er sprengt bort vil vannet stå inn i det utsprengte området.

Det ventes ikke grunnforurensning i området, men arbeidene kan generere olje, PAH, partikler, nitrogenrester og vann med høy pH. På grunn av det begrensede arealet (30x8 m), vil ikke lensevannmengder bli store, men det vil avhenge av vær og ev. innlekkasje av grunnvann.

Volumet på utsprengt grop tilsier at det skal sprenges ca. 3000 m³ med berg. Som et generelt utgangspunkt, antas det at det benyttes ca. 0,5 kg sprengstoff pr. m³ berg, dvs. ca. 1500 kg sprengstoff der ca. 95 % er NH₄NO₃. Ved sprengning i dagsoner omsettes større andel av sprengstoffet enn i tunneler, og det legges til grunn at 1 % av ammoniumnitratet vil være uomsatt (13).

Basert på disse forutsetningene kan det estimeres følgende mengde uomsatt ammoniumnitrat:

$$0,95 \times 0,5 \text{ kg NH}_4\text{NO}_3 / \text{m}^3 \text{ berg} \times 3000 \text{ m}^3 \text{ berg} \times 0,01 = 14 \text{ kg NH}_4\text{NO}_3.$$

Av disse 14 kg ammoniumnitrat utgjør nitrogenet ca. 35 % av molekylvekten, som gir en vekt av tot-N på 5 kg. En betydelig andel av nitrogenet vil følge med utsprengt berg som tas ut, og andelen som renner av eller lense til Holsfjorden vil være mindre.

Vann som kommer i kontakt med uherdet betong under injisering og støpearbeider vil få høy pH.

Miljørisikoen fra lensevann og avrenning fra disse arbeidene er forhøyede nivåer av nitrogen og ammonium samt høy pH. Når den siste barrieren av berg mot Holsfjorden sprenges ut, vil det være en risiko for rask utvasking av partikler.

Det er vanlig å sette opp siltgardiner for å begrense partikkelspredning fra denne typen arbeid. Det er likevel ikke klart at dette er gunstig på denne lokaliteten. På grunn av den brådype fjorden er det mulig at en siltgardin vil presse partikler nedover i vannet og muligens under sprangsjiktet. Risikoen for å få partikkeltransport helt sørøst til Toverud (4,5 km unna) er svært liten, men pga. av det dyptliggende vanninntaket er det likevel ønskelig å holde partikkelbelastningen i de øvre 10-20 m, dvs. over termoklinen. Dette vil gi en stor horisontal fortykning på dybder som er mindre sensitive for partikler.

Lensevann fra den utsprengte gropen må gå til fordrøyning og rensing, med mulighet for å justere pH. Renseløsningen må ha oljeutskiller. I forbindelse med anleggsarbeidene bør det legges ut lenser for å unngå spredning av forurensning som plast og annet avfall utover i fjorden.

I forbindelse med sprengning av den siste barrieren foreslås det bruk av siltgardin for å forebygge spredning av partikler. Dersom dette vurderes som uhensiktsmessig på grunn av de stedegne forholdene, bør det gjennomføres alternative tiltak for i størst mulig grad å begrense spredning av partikler. Dette kan f.eks. være bruk av lenser.

Risikoen fra arbeidene vurderes som liten.

6.3.2 Fjellarbeider og tunneldriving

Det legges til grunn at utslippene vil være på ca. 10 - 30 l/s. Utslipp fra konvensjonell sprengning vil ha en varighet på ca. 1 år. Utslipp fra driving med TBM vil ha en varighet på ca. 3,5 år.

Suspendert stoff

Ved utslipp av 100 mg SS/L vil ingen av de beregnede verdiene medføre noen risiko for akutte, negative virkninger, og det vil trolig dannes en relativt liten innblandingssone. Innblandingstaktene som er beregnet i Tabell 5 indikerer at miljørisikoen fra suspendert stoff vil være liten i forholdvis kort avstand fra utslippspunktet.

Eventuell spredning av partikler på tetthetsforskjeller gir en liten økt usikkerhet vedr. størrelsen og lokaliseringen av innblandingssonen. På grunn av den relativt begrensede størrelsen på utslippene og den lange avstanden til vanninntaket på Toverud, vurderes risikoen for påvirkning ved vanninntaket likevel som meget liten/neglisjerbar. Utslipet vil være blandet inn i store volum og høyst sannsynlig vil det ikke kunne måles noen økte partikkelkonsentrasjoner i dypere vannlag, f.eks. under høstsirkulasjonen.

Den isolerte miljørisikoen fra kun partikler vil være liten også ved utslipp av høyere konsentrasjoner. Imidlertid har suspendert stoff en avgjørende betydning for den totale transporten av forurensning. Det er også en parameter som det finnes gode rensemetoder for, og grenseverdien på 100 mg/L er anbefalt for å minimere den totale transporten av forurensning.

Risikoen fra utslipp av suspendert stoff vurderes som liten.

Metaller

Det ventes ikke at tunnelvannet vil være i kontakt med berggrunn med spesielt høyt metallinnhold. Det vil være en viss transport av partikkelbundet metall, men dette vil være lite biotilgjengelig. Det partikkelbundne metallet vil bunnfelle med partikler over store arealer og det er lite sannsynlig at partikkelbundet metall vil medføre økte nivåer i bunnssubstratet.

Nitrogenforbindelser

Produksjonsvann fra sprengningsarbeider vil kunne inneholde noe nitrogenforbindelser. Omfanget på sprengningsarbeidene er begrenset, da størsteparten av tunnelen skal drives med TBM. Siden det ikke finnes noen effektiv renseteknikk for nitrogen i anleggsvann, vil utslippet tilføre ekstra nitrogenbelastning til Holsfjorden i en kort periode når sprengningsarbeidene pågår. Den ekstra

tilførselen antas å ikke utgjøre noen miljørisiko, da det er fosfor som er den begrensende faktoren for algevekst. Siden pH ventes å bli normalisert i rensed anleggsvann, vurderes risikoen fra ammoniakkdannelse som liten.

pH

Tabell 7 viser en enkel beregning av endringer i pH ved forskjellige innblandingsfaktorer. Beregningene er utført uten hensyn til resipientens bufferkapasitet, og i realiteten vil pH normaliseres noe raskere i vann med kalkinnhold på 4-5 mg/L. Beregningene er utført for foreslått maksimumsverdi på pH = 9 i utslippsvannet. I Holsfjorden ligger pH på ca. 7,3. Problemstillingen med ammoniakkdannelse er liten når pH < 8, og beregningene viser at pH reduseres til under 8 ilt. ca. 10 gangers innblanding med innsjøvannet. Dette betyr at det kan ventes en liten sone med pH-verdier som kan danne nevneverdige mengder ammoniakk.

Tabell 7. Beregninger av endringer i pH ved forskjellig innblanding i vann uten hensyn til bufferevne.

Eksempel; pH tabell uten buffer, basiske forhold. pH i resipient = 7,3 og utslipp har pH = 9								
pOH i utslippsvann	Konsentrasjon [M]	pOH i resipient	Konsentrasjon [M]	Innblandingsfaktor	Ny konsentrasjon OH ⁻ [M]	pOH	pH	
5	0,00001	6,7	1,995E-07	1:5	1,832E-06	5,74	8,26	
5	0,00001	6,7	1,995E-07	1:10	1,090E-06	5,96	8,04	
5	0,00001	6,7	1,995E-07	1:20	6,662E-07	6,18	7,82	
5	0,00001	6,7	1,995E-07	1:30	5,157E-07	6,29	7,71	
5	0,00001	6,7	1,995E-07	1:50	3,917E-07	6,41	7,59	

Beregning: $(-\log(\text{utslippsvolum (L)} \times \text{pOH i utslippsvann} + \text{innblandingsvolum (L)} \times \text{pOH i resipient}) / \text{volum etter innblanding})$

Under tunnelarbeidene vil det tilføres olje til vannet som går til utslipp. Erfaringsmessig er det ikke høye konsentrasjoner av olje i rensed drivevann (oftest < 1 mg/l). Reduksjon av partikler i utslippsvannet reduserer også oljemengder som går til resipient. Fortynningseffekten med utslipp til Holsfjorden vil være betydelig, og det foreslås en grenseverdi for olje på 5 mg olje/L. Risikoen for giftvirkninger ved periodevis utslipp av vann med denne konsentrasjonen vurderes å være svært liten.

Forbrenning av drivstoff, sprengstoff og innhold i olje vil gi en liten tilførsel av PAH-forbindelser i drivevannet. Erfaringsmessig er konsentrasjonene lave ($\Sigma\text{PAH-16} < 1 \mu\text{g/l}$) og medfører liten miljørisiko. Det anses som tilstrekkelig at innholdet av PAH i rensed drivevann overvåkes og at resultatene vurderes mot grenseverdier i veileder 02:2018. Vurderinger må gjøres av en person med miljøfaglig kompetanse.

7 Forslag til overvåkning

Overvåkningsprogram må detaljeres nærmere iht. ev. krav i utslipps- og påslippstillatelser, samt vurderes på bakgrunn av måleresultatene etter de første overvåkningsrundene.

Det skal defineres fire prøvetakingslokaliteter utfra endelig valgt utslippspunkt for rensset tunneldrivevann. Det foreslås at prøvetakingslokalitetene skal plasseres som følger:

1. Ved utslippspunktet
2. Ca. 100 m nord-nordvest for utslippspunktet
3. Ca. 100 m rett vest for utslippspunktet
4. Ca. 100 m syd-syd øst for utslippspunktet

Prøvetaking og analyser fra lokalitetene er foreslått i Tabell 8. Overvåkningen bør pågå i minimum to måneder før utslipp starter.

Tabell 8. Forslag til overvåkningsprogram for fire prøvetakingslokaliteter i Holsfjorden.

Dyp	Parameter	Frekvens	Kommentar
Dybdeprofilering fra 0- 100 m (eller til sedimentoverflaten dersom det er grunnere enn 100 m.	Temperatur, Konduktivitet, pH og Turbiditet	Månedlig i de periodene det er utslipp av tunneldrivevann til Holsfjorden	Logging for hver 2. m ned til 10 m deretter hver 5. m.
Blandprøve fra 0-10 m	Tot-P, P04-P, Tot-N, Turbiditet, Suspendert stuff, Farge og Klorofyll-a	Månedlig i de periodene det er utslipp av tunneldrivevann til Holsfjorden	Klorofyll-a analyseres kun i perioden mars – oktober.
Stikkprøve fra 5 m	Kimtall-22, Koliforme- 37 og E-coli	Månedlig i de periodene det er utslipp av tunneldrivevann til Holsfjorden	
	Siktedyp med standard Secchi-skive	Månedlig i de periodene det er utslipp av tunneldrivevann til Holsfjorden	

8 Referanser

1. **Fjellsprengningsteknikk, Norsk Forening for.** *Kort innføring i bruk av TBM.* s.l. : NFF, 2015. Teknisk rapport 17.
2. **Fjellsprengningsteknikk, Norsk Forening for.** *Behandling og utslipp av driftsvann fra tunnelanlegg.* 2009. Teknisk rapport 09.
3. **Direktoratetsgruppen.** *02:2018. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver.* 2018.
4. **Vikan, Hedda.** Avrenning av ammoniumnitrat fra uomsatt sprengstoff til vann - Giftvirkninger i resipient og renseløsninger. 3 2013, ss. 333-340.
5. **vanLoon, G.W. & Duffy, S.J.** *Environmental chemistry.* s.l. : OXFORD, 2005. ISBN 978-0-19-927499-4.
6. **Terjesen, B.F. & Rosseland, B.O.** *Produksjon og giftighet av ammoniakk hos fisk.* s.l. : Norsk Fiskeoppdrett, 2009. No. 34, pp. 52-55.
7. **Chemicals, European Chemicals European.** *Substance evaluation report.* s.l. : ECHA, 2014. EC Number:213-668-5.
8. **Økland, J & Økland, K.A.** *Vann og vassdrag 3. Kjemi, fysikk og miljø.* s.l. : Vett og Viten, 1998. ISN-82-412-0161-3.
9. **Aquateam.** *Oppdatering av bakgrunnsdata og forslag til nye normverdier for forurenset grunn.* s.l. : Norsk vannteknologisk senter, 2007. A/A Rapport nr:6-039.
10. **Sweco, Rambøll.** *Vurdering av seksverdig krom i tunnelvann.* 2018. Not_013_20180914_Bane NOR_201802800-Temanotat - Krom 6.
11. **Forurensningsdirektoratet, Klima og.** *Utkast til Bakgrunnsdokumentasjon fo utarbeidelse av miljøkvalitetsstandarder og klassifisering av miljøgifter i vann, sediment og biota.* 2012. TA-3001/2012.
12. **Alabaster, J.S & Lloyd, R.** *Water Quality Criteria for Freshwater fish.* s.l. : Butterworths, 1982. ISBN-0-408-10849, pp. 4-20.
13. **Fjellsprengningsteknikk, Norsk Forening for.** *Behandling og utslipp av driftsvann fra tunnelanlegg.* 2009. Teknisk rapport 09.
14. **NINA.** *Reguleringsplan for Vikersund sjøfront i Tyrifjorden.* s.l. : NINA, 2009. Rapport 501.
15. **Vannportalen.** Vann-nett. [Internett] 28 10 2019. <https://vann-nett.no/portal/#/waterbody/012-522-2-L>.
16. **Miljødirektoratet.** Vannmiljø. [Internett] 2 11 2019. <https://vannmiljo.miljodirektoratet.no/>.
17. **NIBIO.** *E16 Bjørum – Skaret. Forundersøkelser i Isielva, Rustanbekken og Holsfjorden, samt i noen mindre bekker.* 2019. VOL. 5 NR. 60.
18. **Miljødirektoratet/NIVA/NINA.** *ØKOSTOR: Basisovervåkning av store innsjøer 2016.* 2017. M-815.

-
19. **Berge, D. & Tjomsland, T.** *Fremtidig økt vannuttak i Holsfjorden - Betydning for strømningsmønsteret i Tyrifjorden med vekt på spredning av bakterier i Holsfjorden fra de mer forurensede delene av fjordsystemet.* s.l. : NIVA, 2000. 4314-2000.
20. **Berge, D.** *Vurdering av tidligere undersøkelser i Holsfjorden sett i relasjon til inntaksdyp for asker og Bærum Vannverk.* s.l. : NIVA, 1994. 93210-3011.
21. **Vannportalen.** *Tyrifjorden vannområde. Vesentlige vannforvaltningsspørsmål.* s.l. : Vannportalen, 2012.
22. **Økland, J. & Økland, K.A.** *Vann og vassdrag, økologi.* s.l. : Vett og Viten, 1996. ISBN 82-412-0160-5, pp.192.
23. **NIBIO.** Nibio.no/nyheter. [Internett] [Siteret: 29 10 2019.] <https://www.nibio.no/nyheter/partikler-rir-blgen-under-vann>.
24. **Kaupang, K.** Er dypinntak i store sjøer en hygienisk barriere? Eksempel fra Holsfjorden. *Vann.* 2001, Vol. 2, pp. 191-196.
25. **Miljødirektoratet.** *Veileder for fastsetting av innblandingssoner.* 2013. M-46/2013.
26. **Forurensningsdirektoratet, Klima og.** *Common implemetaion strategy - Guidance on setting mixing zones under the EQS-directive (2008/105/EC). Vurdering av retningslinjenes betydning for norske forhold.* s.l. : Klima og Forurensningsdirektoratet, 2010. TA-2724.
27. **Johansen, Ø. & Liseth, P.** *Bygging og drift av dyputslipp.* s.l. : Prosjektkomiteen for rensing av avløpsvann, NIVA, 1975. ISBN 82-90180-02-0.