



25.01 | 22

Søknad om tillatelse etter forurensningsloven

E18 Rugtvedt – Langangen, Parsell 2

Anleggsfase, parsell 2

SØKNAD OM TILLATELSE ETTER FORURENSNINGSLOVEN
E18 RUGTVEDT – LANGANGEN, PARSELL 2

Oppdragsnr:	22603559
Oppdragsnavn:	E18 Langangen – Rugtvedt parsell 2
Dokument nr.:	2020/679-3
Filnavn	Søknad om tillatelse etter forurensningsloven – parsell 2

Revisjonsoversikt

Revisjon	Dato	Revisjon gjelder	Utarbeidet av	Kontrollert av	Godkjent av
00	25.06.21	Utkast	E. Bryn	N.Lønmo	LSH
01	06.07.21	Tilbakemeldinger NV	E.Bryn	HJB	C. Beaux
02	25.01.22	Revidert etter innspill fra SFVT	E. Bryn	N.Lønmo	C. Beaux

Forord

Nye veier har utarbeidet reguleringsplan for ny E18 mellom Langangen og Rugtvedt. Strekningen er delt inn i tre parseller; parsell 1 E18 Langangen - Lanner, parsell 2 E18 Lanner-Kjørholt og parsell 3 E18 Kjørholt- Rugtvedt.

For parsell 1 og 3 er byggearbeidene startet opp. Tillatelse til utslipp fra midlertidig anleggsarbeid for parsell 1 og 3 er gitt 02.11.21.

Reguleringsplan for parsell 2.1 ble vedtatt av Porsgrunn kommune 7. desember. Parsell 2.1 utgjør strekningen Lanner – ca. portalen for Grenlandstunnelen, mens parsell 2.2. er strekningen fra nordre portal Grenlandstunnelen til Kjørholt. Reguleringsplan for parsell 2.2 har vært til 2.gangsbehandling med høringsfrist 10.desember 2021.

Denne søknaden gjelder utslippstillatelse for anleggsarbeid på parsell 2.

AFRY har, i samarbeid med Asplan Viak, utarbeidet søknaden på vegne av Nye Veier som byggherre, og EIFFAGE Génie Civil som totalentreprenør. Nye Veier har deltatt i utarbeidelsen av søknaden gjennom møter og kommunikasjon.

Rugtvedt, 25.01.2022

Sammenheng

I forbindelse med bygging av E18 Langangen – Rugtvedt, parsell 2, søker Nye Veier AS om tillatelse til utslipp av anleggsvann fra anleggsarbeidene til berørte resipienter som vist i tabell under. Det vises til kapittel 36 i forurensningsforskriften, som stiller krav til behandling av tillatelser etter forurensningsloven.

Tabell 1. Oversikt over berørte resipienter og aktiviteter med utslipp.

Resipient (navn/vann ID)	Aktivitet med utslipp	Økologisk og kjemisk tilstand
<p>Rutua (Røtua) (ID 016-2669-R)</p> <p>Aktuelle bekker: Lillegårdsbekken Lannerdammen</p>	<p>Anleggsaktivitet Tunnelpåslag Lillegårdsbekken vil påvirkes av avrenning fra anleggsaktivitet på strekningen Lanner kontrollstasjon – påhugg Bjønnåstunnelen.</p> <p>Det søkes ikke om utslipp til Lannerdammen, eller strekningen fra Lannerdammen ned til samløp med Lillegårdsbekken. Lannerdammen skal inkluderes i overvåkningsprogrammet.</p> <p>Det søkes om utslipp til Lillegårdsbekken, og dermed Rutua.</p>	<p>Forundersøkelsene indikerer moderat økologisk tilstand i Lillegårdsbekken, men det er kun undersøkt for næringsstoffer i bekken. Resultatene fra stasjonen i Rutua viser god økologisk tilstand for biologiske parametere. Økologisk tilstand vurderes som moderat.</p> <p>Rutua er en anadrom bekk, med både gytende og stasjonære arter.</p> <p>Vann-nett vurderer bekken til moderat økologisk tilstand og dårlig kjemisk tilstand.</p>
<p>Eidangerfjorden vest bekkefelt (ID 016-3207-R)</p> <p>Aktuell bekker: Heistadbekken</p>	<p>Anleggsarbeid i dagsone etablering av bru og tunnel.</p> <p>Avrenning fra anleggsarbeidet skal ledes i rør til Eidangerfjorden og det søkes ikke om utslipp til Heistadbekken.</p>	<p>Heistadbekken: Dårlig økologisk tilstand grunnet bunndyrundersøkelsene. Det er registrert gode forhold for begroingsalger og fisk, men høye nitrogenverdier (tilsvarende svært dårlig tilstand). Heistadbekken er anadrom.</p> <p>Bekkefelt vurdert i Vann-nett: Dårlig økologisk tilstand, udefinert kjemisk tilstand.</p>

Resipient (navn/vann ID)	Aktivitet med utslipp	Økologisk og kjemisk tilstand
Herregårdsbekken (ID 016-2657-R)	Anleggsarbeid, tunneldriving og mulig etablering av midlertidig bru. Det søkes ikke om utslipp til Herregårdsbekken. Tunnel- og anleggsvann i dette området skal legges i rør, og føres til Eidangerfjorden.	Tilstand basert på forundersøkelser i Herregårdsbekken: God til svært god økologisk tilstand i 2020 for alle biologiske parametere (bunndyr, begroingsalger og fisk), men høye verdier av nitrogen medfører moderat økologisk tilstand for bekken. Anadrom bekk. Vurdering i vann-nett viser moderat økologisk tilstand, og udefinert kjemisk tilstand.
Eidangerfjorden (ID 0110010600-C)	Utslipp fra rensed anleggsvann og tunnelvann. Avrenning fra anleggsvirksomhet Det søkes om utslipp til Eidangerfjorden av tunnel- og anleggsvann via rørledning fra anleggsvirksomhet ved Herregårdsbekken.	Vurdering i vann-nett viser moderat økologisk tilstand, og dårlig kjemisk tilstand.
Frierfjorden bekkefelt (ID 016-2673-R) Aktuelle bekker: Versviksbekken Hitterødbekken	Etablering av nytt Rød-kryss, anleggsarbeid i dagsone og tunneldrift. Avrenning fra anleggsarbeidet skal ledes i rør til Frierfjorden og det søkes ikke om utslipp til Versvikbekken eller Hitterødbekken.	Versvikbekken: Bekken har moderat økologisk tilstand, som følge av bunndyrundersøkelsene i 2020. Begroing og fisk viser god tilstand. Bekken har høye verdier av nitrogen. Versvikbekken er anadrom. Undersøkelser har påvist sjeldne vårflue-arter som den sterkt truede vårflue-arten <i>Wormaldia Occipitalis</i> i Hitterødbekken. Vurdering i vann-nett viser moderat økologisk tilstand, og dårlig kjemisk tilstand.
Frierfjorden	Tunneldrift, utslipp av rensed anleggsvann, og anleggsvirksomhet i dagsone. Det søkes om utslipp til Frierfjorden fra anleggsvirksomhet i Skjelsvikdalen og ved Kjørholt.	Vurdering fra Vann-nett: Moderat økologisk tilstand, dårlig kjemisk tilstand

I epost fra Statsforvalteren i Vestfold og Telemark (SFVT) til Nye Veier¹ (datert 13.4.2021) er det skrevet at «*Vanlig forurensning fra midlertidig anleggsvirksomhet er i henhold til forurensningsloven § 8 første ledd punkt 3 tillatt uten behov for særskilt tillatelse etter forurensningsloven § 11, så fremt anleggsdriften er å anse som midlertidig og at forurensningen er å anse som vanlig. Dersom anleggsdriften går over lengre tid eller medfører en forurensning utover hva som kan anses som vanlig, og som kan medføre nevneverdig skade eller ulempe, vil det kreves en tillatelse etter forurensningsloven § 11. For veganlegg kan det være aktuelt med konsesjonsbehandling etter forurensningsloven for f.eks. avrenning fra dagsoner, tunneldriving og massedeponier.*»

Siden avrenning fra områder med normal anleggsvirksomhet vil drenere til resipienter med anadrom fisk og rik bunndyrfauna, kan man anta at forurensningen kan medføre «nevneverdig skade eller ulempe». Det foreslås derfor grenseverdier for utslipp av anleggsvann fra rigg-, anlegg-, og eventuelle deponiområder i denne søknaden (se kap. 4 og 5). For driving av tunnel (se kap. 4.5) er det etablert en praksis om å søke om tillatelse til midlertidig utslipp fra anleggsfasen.

Søknaden gjelder:

- Utslipp av vann fra riggområder og anleggsvann fra dagsone, inkludert verksted og vaskehaller
- Utslipp av vann fra driving av tunnel (Bjønnåstunnelen og Grenlandstunnelen)
- Utslipp av vann fra bygging bru over Herregårdsbekken og brukryssing over veien ved Kjørholt

Utslipp fra anleggsfasen vil i stor grad omfatte tunnelvann (rent lekkasjevann fra tunnelen og produksjonsvann fra borerigg). Tunellvannet kan inneholde partikler, nitrogen, høy pH i forbindelse med betongarbeider, rester fra oljeprodukter og rensmidler fra anleggsmaskiner. Det er ikke forventet utlekking av tungmetaller fra berggrunnen. På Lillegården vest for Bjønnåstunnelen er det observert Krokidolitt, som er en asbestførende bergart. Asbest er ikke vannløselig, og dette er ikke aktuelt for vurderingen for utslipp til resipienter.

Tunellvannet skal renses før utslipp. Mengden vann vil være avhengig av forbruk på boreriggen og innlekkasjen fra berggrunnen over tunellen. Det er antatt minimum 70 % resirkulering av drivevannet.

I tillegg vil det være enkelte utslippspunkter i forbindelse med anleggsvann fra dagsonen inklusiv rigg- og deponiområder, som hovedsakelig kan omfatte avrenning av partikler og eventuelt nitrat og ammonium (fra eventuelle sprengsteinsdeponier), olje (fra riggområder), og høy pH (betongarbeider, særlig ved brukonstruksjoner).

Tabell 2. Foreslåtte grenseverdier ved utløp av renseanlegg for utslipp til bekk.

Utslippskomponent til bekk	Mengdeproporsjonal ukeblandprøve	Maksimalkonsentrasjon
Suspendert stoff (partikler)	50 mg/l	100 mg/l
pH*	5,5 - 8,0	5,5 - 8,0

¹ Epost ifm søknad for parsell 1 og 3, E18 Rugtvedt-Langangen.

THC (olje)	5 mg/l	50 mg/l
------------	--------	---------

* pH som indirekte parameter for avrenning av sprengstoffrester fra lagring av sprengstein (nitrogenforbindelser)

Tabell 3. Foreslåtte grenseverdier ved utløp av renseanlegg for utslipp til Frierfjorden og Eidangerfjorden.

Utslippskomponent til sjø	Mengdeproporsjonal ukeblandprøve	Maksimalkonsentrasjon
Suspendert stoff (partikler)	100 mg/l	1000 mg/l
THC (olje)	5 mg/l	50 mg/l

Totalentreprenør er ansvarlig for å utarbeide og gjennomføre et overvåkningsprogram for vann. NIBIO, som har gjennomført forundersøkelsene i vassdragene, har utarbeidet forslag til overvåkningsprogram i resipientene. Etablering av overvåkningsprogram pågår ved innsendelse av denne søknaden.

Entreprenør er ansvarlig for at alt overvann som ledes til resipient overholder fastsatte grenseverdier.

Arbeidene med E18 Langangen – Rugtvedt, parsell 2 vil pågå i en periode på 4 år, med planlagt anleggsstart i første halvdel av 2022. Forventet ferdigstilling av vegstrekningen er i 2025.

Innhold

1	Innledning	10
1.1	Avgrensninger.....	11
2	Prosjektet	12
2.1	Informasjon om søker	12
2.2	Generelt om anleggsarbeidene	12
2.3	Planstatus	13
3	Miljøpåvirkning	14
3.1	Forurensningsstoffer.....	14
3.1.1	Nitrogenforbindelser (ammonium NH ₄ ⁺ og nitrater NO ₃ -).....	14
3.1.2	Partikkelforurensning / suspendert stoff (SS)	17
3.1.3	pH.....	19
3.1.4	Tungmetaller	20
3.1.5	Olje og kjemikalier (hydrokarboner/organiske forbindelser/THC).....	20
3.1.6	Plast	20
3.2	Berggrunssgeologi og miljøaspekter	21
3.3	Forundersøkelser – før-tilstand	22
3.4	Miljøtilstand og påvirkning av berørte vannforekomster	23
3.4.1	Rutua.....	26
3.4.2	Eidangerfjorden vest bekkefelt.....	30
3.4.3	Herregårdsbekken.....	33
3.4.4	Eidangerfjorden	35
3.4.5	Frierfjorden bekkefelt	38
3.4.6	Frierfjorden	41
4	Utslipp av anleggsvann og avrenning fra deponiområder	46
4.1	Massehåndtering	46
4.1.1	Håndtering av overskuddsmasser.....	46
4.1.2	Håndtering av bunnrenskmasser	48
4.2	Vannmengder	49
4.3	Forslag til grenseverdier for utslipp av anleggsvann	50
4.4	Beregning av utslipp av nitrogen og partikler fra midlertidig deponiområde	51
4.4.1	Lillegårdsbekken (Lanner, Bjønnåstunnelen)	52
4.4.2	Herregårdsbekken.....	53
4.4.3	Frierfjorden (Skjelsvikdalen).....	54
4.4.4	Heistadbekken (Kjørholt).....	56
4.4.5	Beregninger	58
4.5	Utslipp av anleggsvann bra brubygging	60
5	Utslipp av vann fra driving av tunnel	62
5.1.1	Tunnelvann (produksjon, lekkasjevann og påboret vann)	65
5.2	Beregning av vannmengder	66
5.2.1	Bjønnåstunnelen	66

5.2.2	Grenlandstunnelen.....	68
5.3	Rensetiltak i anleggsfasen og forslag til grenseverdier	69
5.4	Beregning av utslipp av nitrogen, partikler og olje fra tunnelvann.....	70
6	Vurdering av samlet belastning på resipientene	73
7	Avbøtende tiltak og rensing.....	78
7.1	Avbøtende tiltak	78
7.2	Rensing av tunnel- og anleggsvann	78
7.3	Håndtering av tunnel- og anleggsvann.....	79
8	Overvåkningsprogram for utslipp og resipientovervåking.....	80
8.1	Overvåkningsprogram for utslipp av rensset vann fra anleggsvirksomheten	80
8.2	Resipientovervåking	80
8.3	Etter ferdigstillelse av anleggsarbeidene.....	81
9	Referanser	82
10	Vedlegg.....	84
10.1	Beregningsgrunnlag for utslipp av driving av tunnel	84
10.1.1	Bjønnåstunnelen	84
10.1.2	Grenlandstunnelen.....	85
10.1.3	Grunnlag for beregning av innlekkasje i tunnelene.....	86
10.2	Vannberegninger og nedbørsfelt	88
10.2.1	Lillegårdsbekken	88
10.2.2	Rutua ved utløp.....	89
10.2.3	Herregårdsbekken.....	91
10.2.4	Heistadbekken.....	92
10.2.5	Versviksbekken	93
10.2.6	Vannføring i berørte bekker	95
10.2.7	Konsentrasjonsberegninger fra tunnelvann	95
10.2.8	Konsentrasjonsberegninger for avrenning fra rigg- og deponiområder	96
10.3	Forundersøkelser NIBIO – rapportutkast.....	96
10.4	Kart over plassering av rørledning fra anleggsområdene.....	97

1 Innledning

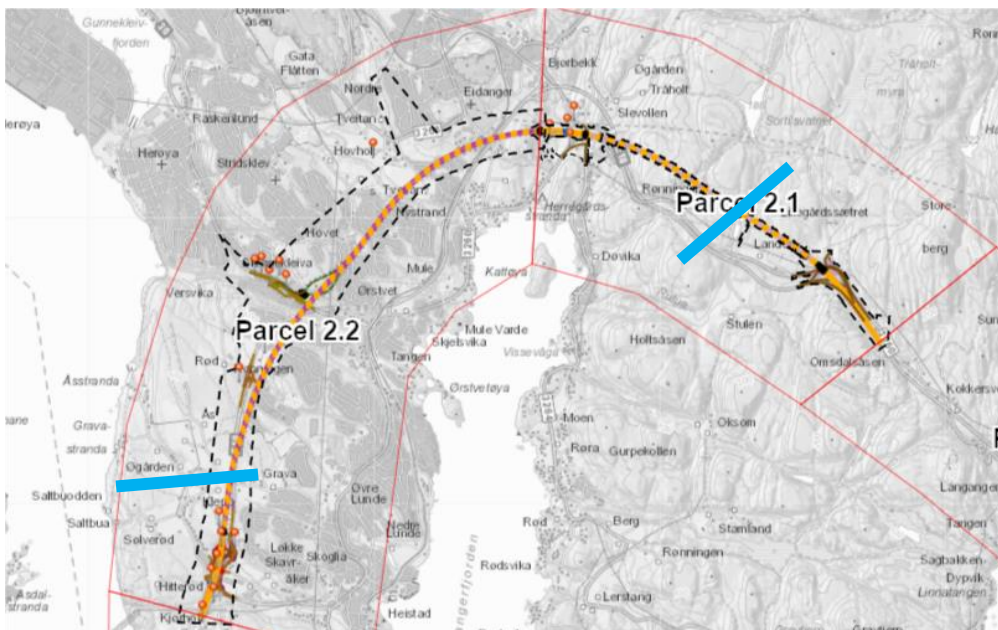
I desember 2020 signerte Nye Veier og EIFFAGE Génie Civil kontrakt om utbygging av ny E18 mellom Langangen og Rugtvedt. Det skal bygges ca. 17 km firefelts veg, flere tunneler og flere bruer, bl.a. ny Grenlandsbru. Planlagt byggestart for parsell 2 i 2022, og åpning av veien er planlagt i 2025.

Utbyggingen består av tre delparseller (Figur 1); parsell 1 E18 Lanner – Langangen og parsell 3 E18 Rugtvedt – Kjørholt som begge ble startet utbygd i november 2021. For parsell 2 E18 Kjørholt – Preståsen foregår det optimalisering og utarbeidelse av detaljregulering.

Søknaden omfatter utslipp fra anleggsarbeid i parsell 2. Parsell 2 strekker seg fra Lannerheia til nordre portal i Kjørholt-tunnelen, og omfatter arbeid i dagsonen, og driving av tunnel. Parsell 2 består hovedsakelig av tunnel. Bjønnåstunnelen og Grenlandstunnelen skal drives i sin helhet med to tunnelløp. Det skal etableres bru for kryssing av Herregårdsbekken, og en bru for vegkryssing ved Kjørholt.

Konvensjonell driving innebærer sprengning, som medfører at anleggsvann kan inneholde nitrogen, suspendert stoff, samt hydrokarboner fra olje og drivstoff.

Forundersøkelser i aktuelle vassdrag er gjennomført av NIBIO gjennom perioden 2016 – 2020. Våren 2021 ble det utført EI-fiske i Kjøyabekken, Kokkersvollbekken, og Lillegårdsbekken, der kun Lillegårdsbekken inngår i parsell 2. Denne undersøkelsen er nå en del av rapporten for forundersøkelsene, og inngår i vedlegg 10.3.



Figur 1. Kart over trasé for ny E18 Langangen – Rugtvedt. Parsellgrenser vises med blå linjer.

1.1 Avgrensninger

Denne søknaden omfatter ikke avløp fra kontor- og anleggsrigg. Det forutsettes at dette vannet slippes til offentlig avløpsnett, er tilknyttet tett tank eller andre løsninger som er gjeldende for slike anlegg. Dersom det er behov for påslipp av vann fra riggområde til kommunalt nett, må entreprenøren søke om tillatelse til midlertidig påslipp til kommunen.

Øvrige forhold som omhandler ytre miljø i prosjektet er ivaretatt i Nye Veiers YM-plan, og vil bli videre fulgt opp i entreprenørens Miljøplan (Project Specific Environment Management Plan) og omtales ikke i denne søknaden.

Støy og luftkvalitet er omfattet av reguleringsbestemmelsene, og vurderes derfor ikke videre i denne søknaden.

2 Prosjektet

2.1 Informasjon om søker

Nye Veier AS er tiltakshaver:

Navn	Nye Veier AS
Organisasjonsnummer	915 488 099
Besøksadresse	Kjøita 6, 4630 Kristiansand
Postadresse	Kjøita 6, 4630 Kristiansand
Kontaktperson	Hans Jacob Beck, Miljørådgiver
Telefon	91528903
E-post	hans.jacob.beck@nyeveier.no

Entreprenør og anleggseier er EIFFAGE:

Navn	EIFFAGE Génie Civil
Organisasjonsnummer	926 049 860
Besøksadresse	Postboks 6893 St. Olavs Plass, 0130 OSLO
Postadresse	Postboks 6893 St. Olavs Plass, 0130 OSLO
Kontaktperson	Cyrille Beaux, Miljørådgiver
Telefon	45876631
E-post	Cyrille.beaux@eiffage.com

2.2 Generelt om anleggsarbeidene

I epost fra Statsforvalteren til Nye Veier² (datert 13.4.2021) er det skrevet at «*Vanlig forurensning fra midlertidig anleggsvirksomhet er i henhold til forurensningsloven § 8 første ledd punkt 3 tillatt uten behov for særskilt tillatelse etter forurensningsloven § 11, så fremt anleggsdriften er å anse som midlertidig og at forurensningen er å anse som vanlig. Dersom anleggsdriften går over lengre tid eller medfører en forurensning utover hva som kan anses som vanlig, og som kan medføre nevneverdig skade eller ulempe, vil det kreves en tillatelse etter forurensningsloven § 11. For veganlegg kan det være aktuelt med konsesjonsbehandling etter forurensningsloven for f.eks. avrenning fra dagsoner, tunneldriving og massedeponier.*»

Siden avrenning fra områder med normal anleggsvirksomhet vil drenere til resipienter med anadrom fisk og rik bunndyrfauna, kan man anta at forurensningen kan medføre «nevneverdig skade eller ulempe». Det foreslås derfor grenseverdier for utslipp av anleggsvann fra rigg-, anlegg-, og midlertidige deponiområder i denne søknaden.

Aktivitetene som omfattes av denne søknaden er:

- Utslipp av vann fra riggområder og anleggsvann fra dagsone, inkludert verksted og vaskehaller og avrenning fra midlertidige deponiområder
- Utslipp av vann fra driving av tunnel (Bjønnåstunnelen og Grenlandstunnelen)
- Utslipp av vann fra bygging av to mindre bruer ved kryssing av Herregårdsbekken og vegkryssing ved Kjørholt

² Epost ifm søknad relatert til parsell 1 og 3, E18 Rugtvedt-Langangen.

Arbeidene med E18 Langangen – Rugtvedt - parsell 2, vil pågå i en periode på 4 år, med en ønsket anleggsstart i november 2021. Anleggsvirksomheten vil pågå frem til 2025. Forventet ferdigstilling av begge av parsell 2 er 2025.

2.3 Planstatus

I forbindelse med offentlig ettersyn for reguleringsplan på strekningen Lanner – Kjørholt kom det innsigelse fra Telemark (nå Vestfold og Telemark) fylkeskommune angående inngrep i automatisk freda kulturminner ved Herregårdsbekken, og innsigelse fra Statens vegvesen angående veg- og kryssløsning på Rød/ Kjørholt. Etter at saken ble behandlet hos Kommunal - og moderniseringsdepartementet, ble det blant annet fattet vedtak om at ny reguleringsplan for strekningen Preståsen – Kjørholt med ny veg- og kryssløsning på Rød/Kjørholt skal utarbeides.

18. november 2020 varslet Nye Veier oppstart av arbeid med detaljreguleringsplan for E18 Kjørholt – Preståsen. Delparsellen inngår i utbyggingen av E18 Rugtvedt – Langangen. Planområdet for E18 Preståsen – Kjørholt strekker seg fra nordre portal i Preståstunnelen, gjennom Skjelsvikdalen, Brattåstunnelen, Rød, Steinbrekka, og til nordre portal i Kjørholtunnelen. Den omsøkte løsningen i utslippssøknaden omfatter samme løsning som omtalt i endringen av reguleringsplanen. Det vil si en løsning der Preståstunnelen strekker seg fra nordre portal Preståsen, under Skjelsvikdalen, og til nordre portal Kjørholt. Det vil si en tunnel med lengde 5200 m. Bjønnåstunnelen er ca. 2500 meter lang. Parsell 2 består i hovedsak av tunnel. Preståstunnelen er heretter kalt Grenlandstunnelen.

Begge tunnelene skal drives med to løp. Utførte beregninger og estimater har tatt utgangspunkt i disse lengdene. Det er i tillegg antatt at hvert tunnellop drives 50 % mot midten fra nærmeste dagsone, og antatt 70 % gjenbruk av vann for driving av tunnelene. Anleggsarbeider i forbindelse med Grenlandstunnelen har dagsone ved Preståsen/Herregårdsbekken, Skjelsvikdalen med av- og påkjøringsramper, og Kjørholt. Bjønnåstunnelen har dagsone på Lanner og ved Herregårdsbekken.

3 Miljøpåvirkning

3.1 Forurensningsstoffer

Norsk Forening for Fjellsprenningsteknikk Tekniske Rapport 09, *Behandling og utslipp av driftsvann fra tunnelanlegg*, (NFF, 2009) er, med mindre annet er angitt, benyttet som kilde for beskrivelse, forutsetninger og beregninger.

Aktiviteter som kan føre til forurensning i forbindelse med anleggsvirksomheten er påfylling av drivstoff, vask av anleggsmaskiner, graving, sprengning, betongarbeider og tunneldrift. Driftsvann fra aktivitetene må renses før eventuelt utslipp til resipienter.

Forurensningsbelastningen på vassdrag er vanligvis tilknyttet følgende forhold:

1. Nitrogenavrenning fra sprengstoffrester (NO_3^- og NH_4^+), fra tunnelvann og fra massedeponier med sprengstein. Sprengning av fjellskjæringer i dagen vil også kunne produsere nitrogenavrenning, men i mindre grad enn tunnelvann.
2. Partikkelforurensning som følge av tunneldriving, knusing, dumping av tunnelmasse, fyllinger, massedeponier, utgravninger, erosjon m.m. Skadepotensialet avhenger av bergart og grad av nedslamming.
3. Høy pH (basisk) i tunnelvann grunnet bruk av betong på vegger og tak og til injisering, samt i forbindelse med bru- og betongkonstruksjoner.
4. Metallavrenning fra boreslam og sprengstein. Forurensningspotensialet avhenger av metallinnholdet i bergarten, og er lite aktuelt i dette området.
5. Rester av uherdet tettemasse dersom det anvendes annen tettemasse enn betong.
6. Oljespill fra anleggstrafikk og riggområder.

I tillegg til punktene over kan tunnelstein inneholde rester av plast fra armeringsfiber fra tunnel og plast fra rester av skyteledninger.

3.1.1 **Nitrogenforbindelser (ammonium NH_4^+ og nitrater NO_3^-)**

Avrenning fra sprengningsarbeider vil inneholde uomsatt sprengstoff som medfører utslipp av nitrogen. Emulsjonssprengstoffene, som i hovedsak består av ammoniumnitrat (NH_4NO_3), har et nitrogeninnhold på 26,2 %. Tilførsel av nitrogen fra anleggsarbeid stammer hovedsakelig fra rester av uomsatt sprengstoff i forbindelse med driving av tunnel, og vil i stor grad følge drivevannet fra tunnel ut i resipient og i mindre grad sprengsteinsfyllinger/avrenning fra sprengsteinsfyllinger.

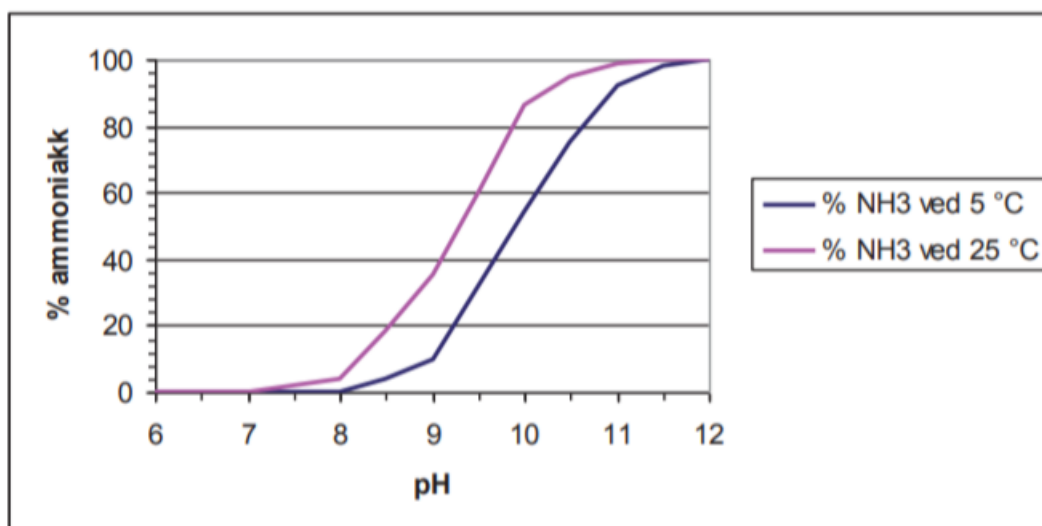
For tunnelvann kan det påregnes at mellom 7 - 15 % av nitrogenet forblir uomsatt etter sprengningen, og kan finnes igjen i drenevannet og tunnelmassene. Av det uomsatte nitrogenet vil rundt 30 – 50 % følge vannet over anleggsperioden, og rundt 50-70 % følge tunnelmassene. Erfaringer og teoretiske beregninger har vist at i størrelsesorden 2 – 5 % av totalt nitrogen følger tunnelvannet til utslipp i resipienten, mens 10 – 13 % følger tunnelmassene (NFF, 2009).

Sprengningsarbeider i dagen er av vesentlig enklere driftsforhold enn driving av tunnel, og det er antatt at mindre enn 2 % av sprengstoffet forblir uomsatt (Vikan, 2013).

Uomsatt sprengstoff inneholder om lag like deler ammonium (NH_4^+), - og nitratforbindelser (NO_3^-), og dette forhold forventes å gjenspeiles i avrenningsvannet fra tunnelen og sigevann fra tipp.

Nitrogenavrenningen/ammoniumavrenning fra udetonert sprengstoff i forbindelse med midlertidig anleggsarbeid vil i mindre grad medføre negativ påvirkning på ferskvannsresipienter, da det normalt er fosfor som begrenser eutrofiering i ferskvann. Utslipp av anleggsvann med høyt innhold av nitrogen kan påvirke tilstanden i vannforekomsten som en fysisk-kjemisk støtteparameter i vurdering av økologisk tilstand. Klassegrenser for nitrogen i aktuelle bekker er vist i Tabell 5. Høy pH (basisk) i avrenningsvannet medfører at noe ammonium kan gå over til ammoniakk (NH_3). Når sprøytebetong anvendes kan avrenningsvannet bli sterkt basisk avhengig av type akselerator i betongen og mengden preletap (Bækken 1998, Bækken 2001, Bækken et al 2007 i (NIVA, 2011)). Ferskt tunnelvann og/eller avrenning fra fersk sprengstein kan være sterkt basisk og inneholde betydelige konsentrasjoner av ammoniakk (NIVA, 2011).

Mengden ammonium som omdannes til ammoniakk øker med temperaturen dersom pH holdes konstant. Ammoniakk virker akutt toksisk på mange vannlevende organismer. Giftigheten av utslipp vil være en funksjon av totalt nitrogenutslipp, pH og temperatur. Dersom avløpsvannet har for høy pH, omdannes for stor andel av ammoniumet til ammoniakk.



Figur 2 Omdannelse fra ammonium (NH_4) til ammoniakk (NH_3) er en funksjon av totalt nitrogenutslipp, pH og temperatur (NFF, 2009).

Ammoniakk er giftig og meget skadelig for de fleste vannlevende organismer ved konsentrasjoner over 1 mg/l. Laksefisk reagerer på konsentrasjoner ned mot 0,01 mg/l. Dette er tall som ligger lavere enn de anbefalt høyeste konsentrasjoner for laksefisk (0,02–0,025 mg NH_3 /l, WHO 1986 i (NIVA, 2011)). Ammoniakk har ikke langtidseffekt i resipienten. Resultatet av en slik påvirkning kan for eksempel være noen svake årsklasser av fisk. Ammoniakken vil etter hvert delvis fordampe og delvis (avhengig av pH og temperatur) gå over til relativt ufarlig ammonium og videre oksidere til nitrat.

Med bakgrunn i tålegrenser for fisk, er det i veileder for tilstandsklassifisering av økologisk tilstand i vann (Direktoratsgruppen - vannforskriften, 2018) foreslått grenseverdier for fri ammoniakk (NH_3) og totalt ammonium ($\text{NH}_4 + \text{NH}_3$). Forholdet mellom ammoniakk og ammonium avhenger av pH og temperatur i vannet, hvor andelen ammoniakk øker med økt pH og temperatur.

Herregårdsbekken er i Vann-nett karakterisert som moderat, kalkrik, humøs og leirpåvirket vanntype, og kategoriseres som vanntype R111. Det er ikke gitt grenseverdier for nitrogen for vanntype R111. Ettersom vanntype R108 også er moderat, kalkrik humøs, er grenseverdiene for R108 benyttet også for Herregårdsbekken.

Tabell 4. Klassegrenser for fri ammoniakk (NH_3) og totalt ammonium ($NH_3 + NH_4$), hentet fra veileder 02:2018 (Direktoratsgruppen - vannforskriften, 2018).

Parameter	Referanseverdi	SG/G	G/M	M/D	D/SD
NH_3 ($\mu g/l$)	1	5	10	15	25
$NH_4 + NH_3^*$ ($\mu g/l$)	10	30	60	100	160

* Gjelder kun ved pH > 8 og temperatur > 25°C. Ved lavere pH og temperatur er denne parameteren ikke relevant.

Tabell 5. Klassegrenser for totalt nitrogen hentet fra veileder 02:2018 (Direktoratsgruppen - vannforskriften, 2018).

Vanntype	Resipient	Referanseverdi	SG/G	G/M	M/D	D/SD
R107, moderat kalkrik, klar ($\mu g/l$)	Haslerbekken	275	425	675	950	1425
R108, moderat kalkrik, humøs ($\mu g/l$)	Rutua, Heistadbekken	326	550	775	1325	2025
R108 moderat kalkrik, leirpåvirket.	Herregårdsbekken	326	550	775	1325	2025

Både ammonium og nitrat er plantenæringsstoffer. I ferskvann er fosfor begrensende faktor med hensyn til eutrofiering, mens i saltvann er vanligvis nitrogen begrensende faktor. Ved utslipp til Eidangerfjorden og/eller Frierfjorden, som er en saltvannsresipienter, kan utslipp av ammonium og nitrat bidra til eutrofiering. Utslippspunktet legges på et dyp som er tilpasset fjordenes strømningsmønster, utenfor registrerte naturtyper som bløtbunn og ålegras langs land, og på et slik dyp man unngår eutrofiering.

I ferskvannsresipientene forventes det ikke eutrofiering som følge av nitrogenutslipp, men pH må overvåkes for å sikre at ammonium ikke omdannes til ammoniakk. Grenseverdier for næringsstoffer i kystvann er vist i Tabell 6 (sommer), og Tabell 7 (vinter).

Tabell 6. Klassifisering av tilstand for næringsalter (nitrogenforbindelser) ved ulike saltholdigheter i overflatelag sommer (Direktoratsgruppen - vannforskriften, 2018). Eidangerfjorden er karakterisert med saltholdighet «Skagerak» (> 25), mens Frierfjorden er karakterisert med saltholdighet «Skagerak» (5 - 25) i Vann-nett (Miljødirektoratet, Vann-nett, 2021).

Overflatelag Sommer (Juni - august)		Tilstandsklasser				
		I	II	III	IV	V
Parameter	Saltinnhold (psu)	Svært god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
Total Nitrogen (µg/l)	5	< 250	250 - 383	383 - 538	538 - 800	> 800
	18	< 250	250 - 337	337 - 505	505 - 800	> 800
	> 18	< 250	250 - 330	330 - 500	500 - 800	> 800
Nitrat + nitritt (µg/l)	5	< 97	97 - 156	156 - 223	223 - 363	> 363
	18	< 24	24 - 41	41 - 86	86 - 265	> 265
	> 18	< 12	12 - 23	23 - 65	65 - 250	> 250
Ammonium (µg/l)	> 18	< 19	19 - 50	50 - 200	200 - 325	> 325

Tabell 7. Klassifisering av tilstand for næringsalter (nitrogenforbindelser) ved ulike saltholdigheter i overflatelag vinter (Direktoratsgruppen - vannforskriften, 2018). Eidangerfjorden er karakterisert med saltholdighet «Skagerak» (> 25), mens Frierfjorden er karakterisert med saltholdighet «Skagerak» (5 - 25) i Vann-nett (Miljødirektoratet, Vann-nett, 2021).

Overflatelag Vinter (Desember - februar)		Tilstandsklasser				
		I	II	III	IV	V
Parameter	Saltinnhold (psu)	Svært god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
Total Nitrogen (µg/l)	5	< 261	261 - 385	385 - 553	553 - 800	> 800
	18	< 291	291 - 398	398 - 559	599 - 800	> 800
	> 18	< 291	291 - 380	380 - 560	560 - 800	> 800
Nitrat + nitritt (µg/l)	5	< 143	143 - 226	226 - 326	326 - 478	> 478
	18	< 97	97 - 139	139 - 239	239 - 367	> 367
	> 18	< 97	97 - 125	125 - 225	225 - 350	> 350
Ammonium (µg/l)	> 18	< 33	33 - 75	75 - 155	155 - 325	> 325

3.1.2 Partikkelforurensning / suspendert stoff (SS)

Driving av tunneler kan generere store mengder partikler. Tunnelvannet og massene vil i perioder ha høyt innhold av suspendert materiale i form av blant annet steinstøv fra boring og sprengning. Tilsvarende vil aktiviteter på rigg-, og anleggsområdene (eks. graving) føre til avrenning med økt innhold av partikler.

Partikler kan forårsake fysiske skader på organismer. Fisk tåler normalt høye konsentrasjoner av suspendert stoff over lang tid når partiklene er avrundet og ikke skader gjellevevet. Skarpe partikler fra sprengsteinstøv kan imidlertid gi mekaniske skader på blant annet fiskegjeller. Betydelige mengder suspendert materiale kan føre til nedslamming av resipienten og påvirke ledningsnett og renseanlegg

negativt. I vannresipienten kan suspendert materiale medføre forandring i yngelforholdene, oksygenmangel i vannmassene og endring i næringstilgang til bunndyrene. Kortvarig naturlig erosjon i flomperioder kan overstige verdiene i Tabell 8 uten at det er påvist skadelige effekter på fisk.

Tabell 8. Retningsgivende verdier for hvilke effekter ulike konsentrasjoner av partikler i form av naturlig erodert materiale kan ha på fisket (retningslinjer fra den europeiske innlandsfiskekommisjonen EIFAC) (NFF, 2009)

Suspendert stoff (mg/l)	Effekter på fisk
< 25 mg/l	Ingen skadelig effekt
25 – 80 mg/l	Godt til middels godt fiske, noe redusert avkastning.
80 – 400 mg/l	Betydelig redusert fiske.
> 400 mg/l	Meget dårlig fiske, sterkt redusert avkastning.

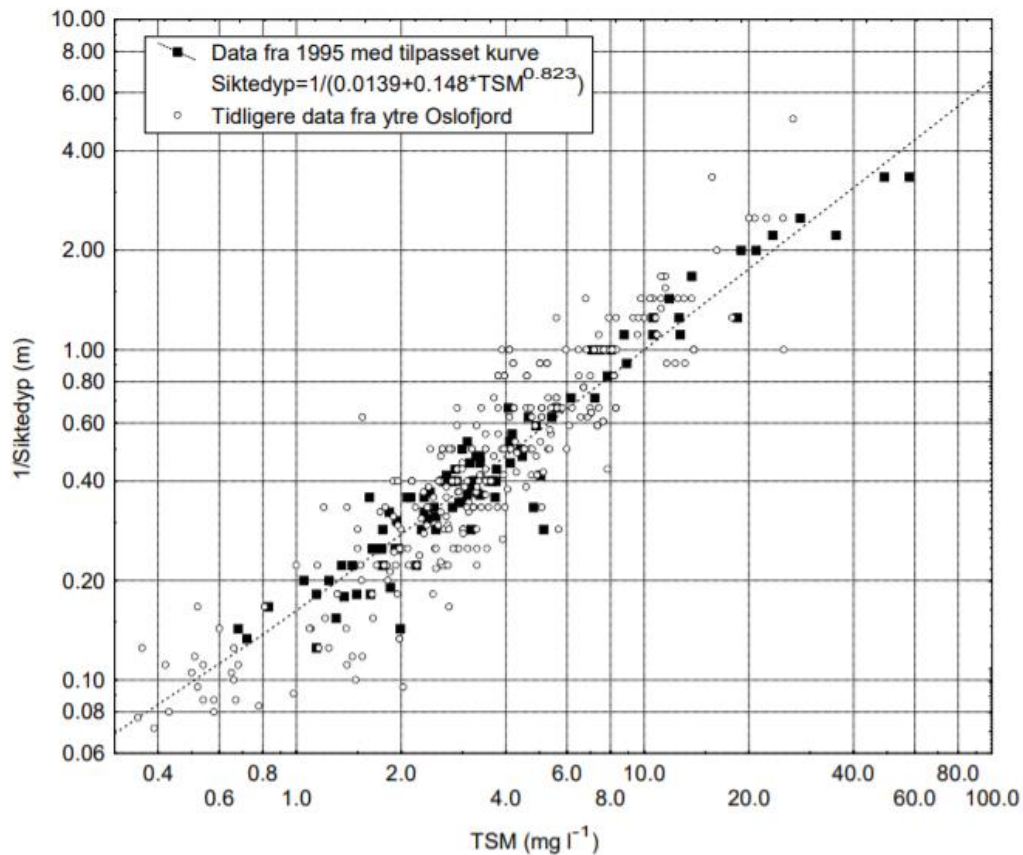
Verdier i Tabell 8 refererer til naturlige partikler som eroderes fra jordbruksarealer og elveleier. Verdiene er angitt for effekter på avkastning av fisk og kan derfor ikke brukes til å estimere subletale skader. De er heller ikke relatert til fiskeart. Det suspenderte stoffet i tunnelvann og tunnelmasser vil derfor kunne utgjøre en høyere risiko for effekt på fisk, ettersom partikler fra fjellsprengeing kan være små og skarpe. Ved høye konsentrasjoner av partikler i vannmassene, vil voksen fisk sannsynligvis prøve å unngå utslippsområdet, og komme seg raskt unna påvirkningen (NIVA, 2011). Se også kapittel 4 til 4.5.

Tabell 9 viser til grenseverdier i tidligere versjon av klassifisering av økologisk tilstand i vann (SFT, 1997). I nyere (gjeldende) versjon av klassifiseringsveilederen er partikler tatt ut av tilstandsklassifiseringen.

Tabell 9. Klassegrenser for suspendert stoff, hentet fra veileder 97:04 (SFT, 1997).

Parameter	Svært god	God	Middels	Dårlig	Svært dårlig
SS (mg/l)	< 1,5	1,5 – 3	3 – 5	5 – 10	> 10

Siktedyp gir informasjon om mengde partikler i vannet og hvor langt ned synlig lys vil gå i vannsøylen. I perioder med høy planteplanktonbiomasse og/eller stor avrenning, blir siktedypet dårligere, som medfører at siktedypet i stor grad er sesongavhengig. Ettersom det ikke er en direkte korrelasjon mellom partikkelkonsentrasjon og siktedyp, er det vanskelig å knytte tiltaket direkte opp mot denne parameteren. Det er imidlertid gjort studier hvor korrelasjon mellom siktedyp og innhold av partikler i vannet er undersøkt, bl.a. i en undersøkelse gjennomført av NIVA i ytre deler av Oslofjorden etter storflommen i 1995 (NIVA, 1999).



Figur 34. Sammenheng mellom det inverse av siktedypet ($1/D$) og partikkelinnhold (mg/l) i ytre Oslofjord. Bemerk dobbeltlogaritmisk skala.

Figur 3 Sammenheng mellom siktedyp og partikkelkonsentrasjon (NIVA, 1999).

3.1.3 pH

Ved tunnelsprengning kan det ved behov benyttes alkalisk sprøytebetong for sikring. Dersom alkaliske sementprodukter benyttes, vil dette kunne føre til at avrenningsvannet får høy pH (basisk), noe som gjør at større deler ammonium (NH_4^+) omdannes til ammoniakk (NH_3). Det er ikke uvanlig at pH kommer opp i 10-12,5 rett etter bruk av sprøytebetong. Høy pH og store variasjoner i pH vil i seg selv kunne påvirke plante- og dyreliv negativt.

Det er relativt lite kjent hvilke direkte effekter høy pH har på fisk og i enda mindre grad om innvirkningen på bunndyr og fiskens unnavikelsesreaksjoner. Den europeiske innlandsfiskekommisjonen, EIFAC, har på grunnlag av laboratorietester og feltundersøkelser gjort følgende vurderinger av direkte effekter (Alabaster og Lloyd, 1982 i (NFF, 2009)):

Tabell 10. Effekter av variasjoner i pH \geq 5 (NFF, 2009).

pH	Effekter 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 perioder. Kan være skadelig overfor 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 er mest utsatt og dør i løpet av kort tid. Forlenget eksponering gjør at også andre fiskeslag dør.
11,0 – 11,5	Alle fiskearter dør i løpet av kort tid.

Det er uklart hva som her menes med korte og lengre eksponeringstider, men 48 timer vurderes til å ligge innenfor «kort eksponeringstid».

Det er ikke satt grenseverdier for pH for utslipp til fjord. Årsaken til dette er at fjordene har god bufferkapasitet, og det anses som lite relevant å sette grenseverdier. I veileder til vannforskriften 02:2018, er det ikke satt grenseverdier for pH i kystvann (Direktoratsgruppen - vannforskriften, 2018).

3.1.4 **Tungmetaller**

Metaller kan løses ut i forbindelse med tunnelarbeid og vaskes ut i resipienten fra metallholdige massedeponier. Generelt vil det kunne være høy konsentrasjon av tungmetaller ved analyse av tunnelvann med høyt partikkelinnhold. Disse metallene er i stor grad partikkelbundet og representerer berggrunnen i området og dermed ikke nødvendigvis økt miljørisiko.

Berggrunnsgeologien innenfor parsell 2 er beskrevet i kapittel 3.2, og det er ikke forventet avrenning med høy konsentrasjon av metaller fra bergmassene.

3.1.5 **Olje og kjemikalier (hydrokarboner/organiske forbindelser/THC)**

Ved større anleggsarbeider er det muligheter for oljespill og utslipp av andre kjemikalier, f.eks. ved tanking og oljeskift på maskiner eller tanker. Særlig utsatt er laksefisk i elver. Tunnelvann inneholder også oljerester fra borolje og fra uomsatt sprengstoff. Akseleratorer til bruk i sprøytebetong kan også ved uhell vaskes ut i resipienter og medføre betydelig skade på fiskebestander (Kroglund et al. 2005 i (NIVA, 2011)).

Kontrakten med totalentreprenør krever oljeutskiller eller andre rensetiltak for å redusere konsentrasjonen av olje i renset anleggsvann til et minimum. Erfaring viser at det er lite utslipp av olje fra rensenanlegg.

3.1.6 **Plast**

I anleggsfasen er hovedproblematikken til plast knyttet til bruk av plast i sprøytebetong, og plastikk i tennere i forbindelse med sprengning. Det skal ikke benyttes plastfiber i sprøytebetong. Overskuddsmasser i prosjektet er blant annet planlagt å benytte til utfylling i sjø. Elektroniske tennere vil synke, og forbli liggende i fyllingen, eller rett utenfor, slik at spredning av plast reduseres, som

beskrevet i Miljødirektoratets faktaark M108 *Problemer med plast i utfylling* (Miljødirektoratet, 2018). Synlig plastavfall etter sprengning separeres fra sprengsteinsmasser før det leveres til deponi eller gjenbrukes enten innenfor prosjektet, eller til andre formål. Generelt skal entreprenør sikre gode rutiner for å hindre at plast spres til resipientene. Eventuelle fiber fra sprøytebetong eller rester av tennere skal hverken forurense resipienter, grunn eller masser.

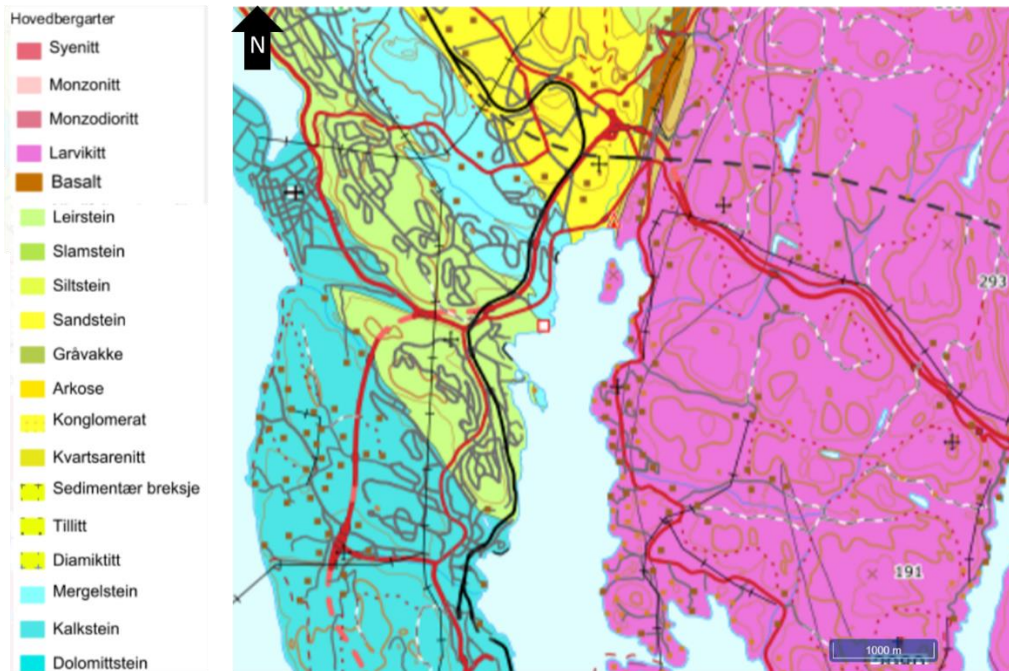
3.2 Berggrunssgeologi og miljøaspekter

Området fra Langangen til Herregårdsbekken er i hovedsak kartlagt som larvikitt, en grovkornet og relativt ensartet bergart. Hovedmineralene i larvikitt er pyroksen, feltspat, biotitt og amfibol (Hagen, 2018). Se kart i Figur 4.

Eidanger består, ifølge kartgrunnlag fra NGU (NGU, 2021), av Oslofeltets kambrosilurbergarter, og Grenlandstunnelen vil gå gjennom disse bergartene. Området er i berggrunnsdatabasen markert som leirskifer, sandstein og kalkstein. Ifølge utførte undersøkelser, er det ikke forventet å møte på syredannende berg innenfor tunneltraseen (Bergh, 2018). Bergartene som ligger i nærheten av overgangssonen mellom Larvikitt og Oslofeltet, er omdannet på grunn av varmpåvirkning.

Herregårdsbekken ligger i en overgangssone mellom berggrunnen på Eidangerhalvøya og larvikitten på Lanner-siden. Denne overgangssonen består av basalt, som er sterkt omdannet, og opptrer som brekkasje. I denne sonen er mineralet Krokidolitt observert på sprekkeflater i dagen. Krokidolitt er et asbestmineral, og er bedre kjent som blåasbest (Hagen, 2018).

Bergartene utgjør generelt ikke en miljømessig utfordring i seg selv. Utfordringene er tilknyttet skarpkantede partikler i avrenning fra tunnelstein, og sprengstoffrester. Med hensyn til funn av blåasbest, er det viktig å understreke at dette skal fraktes til deponi, og ikke ligge på mellomager. Det er oppgitt i massehåndteringsplan at overskuddsmaterialer med blåasbest skal leveres til deponiet på Lillegårdsættet.



Figur 4 Berggrunnsgeologien i området består av larvikitt (rosa område) i øst på Lanner-siden, en overgangssone ved Herregårdsbekken og Lillegård (brunt område, og Oslo feltets kambrosilurbergarter; Sandstein (gult område), mergelstein (lyseblå), leirstein (lysegrønn) og kalkstein (turkis). Kartet er hentet fra NGU, og gitt i målestokk 1:250 000 (NGU, 2021).

3.3 Forundersøkelser – før-tilstand

NIBIO har på oppdrag for Nye Veier gjennomført forundersøkelser (2016-2020) av vannmiljø på strekningen Langangen – Rugtvedt. Forundersøkelsen omfatter prøvetaking av økologiske elementer (bunndyr, begroing og fisk), samt kjemisk vannkvalitet. Våren 2021 ble det, som en del av forundersøkelsene, utført elfiske iblant annet Lillegårdsbekken for å avklare om bekkene er oppgang- og oppvekstområder for sjørrett. Resultatene er kommentert under respektive vannforekomst i kap. 3.4, og rapporten kan sees i sin helhet i vedlegg10.3.

Forundersøkelsene omfattet overvåkning av følgende resipienter i parsell 2: omfatter dette overvåkning av:

Lanner – Preståsen:

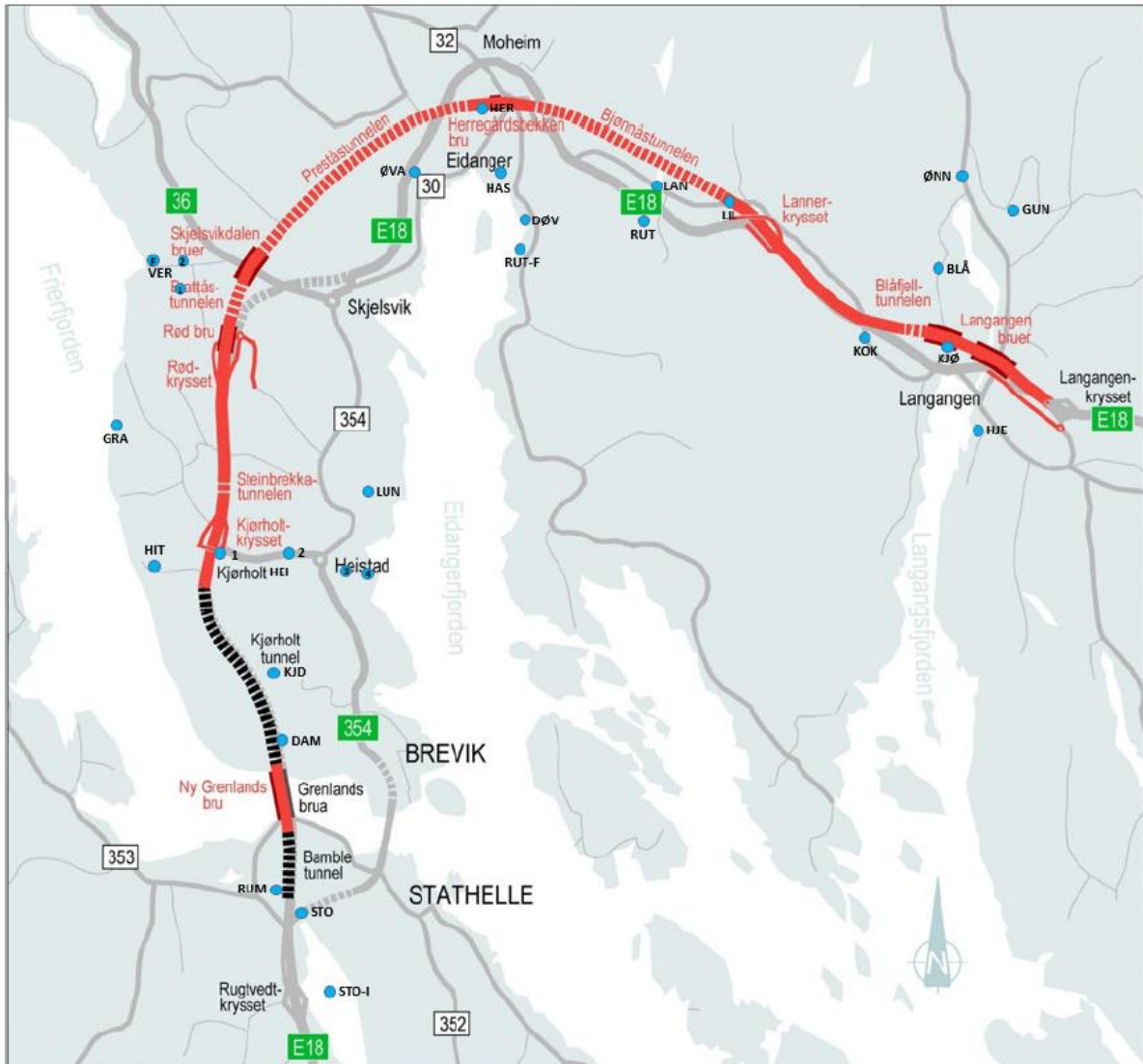
- Herregårdsbekken (HER)
- Haslerbekken (HAS) (forventes ikke å bli påvirket)
- Døvikbekken (DØV) (forventes ikke å bli påvirket)
- Rutua nederst ved fiskestasjonen (RUT-F)
- Rutua ved Stulen (RUT)
- Lillegårdsbekken (LIL)

Preståsen – Kjørholt:

- Heistadbekken oppstrøms (HEI1)
- Heistadbekken ved Bakkevegen (HEI2)
- Heistadbekken ved pumpestasjon (HEI3)
- Lundebekken (LUN) (forventes ikke å bli påvirket)
- Gravabekken (GRA) (forventes ikke å bli påvirket)
- Versviksbekken sideløp (VER1)

- Versviksbekken oppstrøms (VER2)
- Versviksbekken nederst ved fiskestasjon (VER-F)
- Øvalsbekken (forventes ikke å bli påvirket)
- Hitterødbekken (HIT)

Kart er vist i Figur 5. Vannforekomstene som ikke er forventet å bli påvirket, omtales ikke videre i denne søknaden, men er vurdert i NIBIO sine forundersøkelser (vedlegg 10.4).



Figur 5. Oversikt over prøvetakingspunkter ved forundersøkelser, utført av NIBIO (Rognan, et al., 2021). Kartet viser gammel trasé før omregulering av parsell 2.

Resultatene av forundersøkelsen er tatt med i vurdering av dagens miljøtilstand i kapitlene under.

3.4 Miljøtilstand og påvirkning av berørte vannforekomster

Planområdet omfatter sju definerte vannforekomster, med vannforekomstens ID i vann-nett i parentes; Rutua (ID 016-2669-R), Eidangerfjorden vest bekkefelt (ID 016-3207-R), Haslerbekken (ID 016-1973-R), Herregårdsbekken (ID 016-2657-R), Eidangerfjorden (ID 0110010600-C) og Frierfjorden bekkefelt (ID 016-2673-R), og Frierfjorden (ID 0110010701-C) (Miljødirektoratet, Vann-nett, 2021).

I mai 2021 ble det utført el-fiske iblant annet Lillegårdsbekken i Rutua. Ved denne undersøkelsen ble det observert fisk langs hele den observerte strekningen, og utført el-fiske på en strekning på 15 m (se vedlegg i kapittel 10.3). Forundersøkelsene utført av NIBIO, og funnene ved el-fiske, indikerer at Lillegårdsbekken, og andre bekker i området er anadrome. Det er også observert rik bunndyrfauna i flere av bekkene. Dette betyr at bekkene vil være sårbare for påvirkning fra utslipp fra anleggsfasen. Se omtale i kapitlene under.

Vannforekomster som kan bli berørt av avrenning fra anleggsarbeider, tunnelarbeid, brukryssing, riggområder etc. er vist i Tabell 11. Resipienter som ligger i umiddelbar nærhet til anleggsområdet er inkludert i tabellen. Tabellen og vurderingene i kapitlene under er gjort etter resultater fra forundersøkelsen, og data fra Vann-nett. Forundersøkelsene er kun utført for ferskvannsresipientene, og der resultater i forundersøkelsen avviker fra Vann-nett er data fra forundersøkelsen gjeldende. Tilstand i fjordene er kun gjort ut fra data i Vann-nett, med dertil usikkerheter i grunnlagsdata.

Mulig påvirkning på vannforekomstene er omtalt på et overordnet nivå, for mer detaljerte vurderinger og beregninger vises det til kapittel 4 - 4.5.

I forbindelse med reguleringsarbeidet er det utført sårbarhetsanalyse av bekkene i parsell 2 (AsplanViak, Sårbarhetsvurdering E18 Langangen-Rugtvedt parsell 2, 2021). Sårbarhetsvurderingen er utført etter Statens Vegvesens håndbok for konsekvensutredning, håndbok V712 Vedlegg 11.

Tabell 11. Oversikt over berørte vannforekomster. Klassifisering av bekkene er hentet fra forundersøkelser utført av NIBIO (Rognan, et al., 2021) og vann-nett (Miljødirektoratet, Vann-nett, 2021). Klassifisering er utført etter klassifiseringsveileder Klassifisering av miljøtilstand i vann (Direktoratsgruppen vanddirektivet, 2018).

Resipient (navn/vann ID)	Aktivitet med utslipp	Økologisk og kjemisk tilstand
Rutua (Røtua) (ID 016-2669-R) Aktuelle bekker: Lillegårdsbekken Lannerdammen	Anleggsaktivitet Tunnelpåslag Lillegårdsbekken vil påvirkes av avrenning fra anleggsaktivitet på strekningen Lanner kontrollstasjon – påhugg Bjønnåstunnelen. Det søkes ikke om utslipp til Lannerdammen, eller strekningen fra Lannerdammen ned til samløp med Lillegårdsbekken. Lannerdammen skal inkluderes i overvåkningsprogrammet. Det søkes om utslipp til Lillegårdsbekken, og dermed Rutua.	Forundersøkelsene indikerer moderat økologisk tilstand i Lillegårdsbekken, men det er kun undersøkt for næringsstoffer i bekken. Resultatene fra stasjonen i Rutua viser god økologisk tilstand for biologiske parametere. Økologisk tilstand vurderes som moderat. Rutua er en anadrom bekk, med både gytende og stasjonære arter. Vann-nett vurderer bekken til moderat økologisk tilstand og dårlig kjemisk tilstand.

Resipient (navn/vann ID)	Aktivitet med utslipp	Økologisk og kjemisk tilstand
<p>Eidangerfjorden vest bekkefelt (ID 016-3207-R)</p> <p>Aktuell bekker: Heistadbekken</p>	<p>Anleggsarbeid i dagsone etablering av bru og tunnel.</p> <p>Avrenning fra anleggsarbeidet skal ledes i rør til Eidangerfjorden og det søkes ikke om utslipp til Heistadbekken.</p>	<p>Heistadbekken: Dårlig økologisk tilstand grunnet bunndyrundersøkelsene. Det er registrert gode forhold for begroingsalger og fisk, men høye nitrogenverdier (tilsvarende svært dårlig tilstand). Heistadbekken er anadrom.</p> <p>Bekkefelt vurdert i Vann-nett: Dårlig økologisk tilstand, udefinert kjemisk tilstand.</p>
<p>Herregårdsbekken (ID 016-2657-R)</p>	<p>Anleggsarbeid, tunneldriving og mulig etablering av midlertidig bru.</p> <p>Det søkes ikke om utslipp til Herregårdsbekken. Tunnel- og anleggsvann i dette området skal legges i rør, og føres til Eidangerfjorden.</p>	<p>Tilstand basert på forundersøkelser i Herregårdsbekken: God til svært god økologisk tilstand i 2020 for alle biologiske parametere (bunndyr, begroingsalger og fisk), men høye verdier av nitrogen medfører moderat økologisk tilstand for bekken. Anadrom bekk.</p> <p>Vurdering i vann-nett viser moderat økologisk tilstand, og udefinert kjemisk tilstand.</p>
<p>Eidangerfjorden (ID 0110010600-C)</p>	<p>Utslipp fra rensed anleggsvann og tunnelvann. Avrenning fra anleggsvirksomhet</p> <p>Det søkes om utslipp til Eidangerfjorden av tunnel- og anleggsvann via rørledning fra anleggsvirksomhet ved Herregårdsbekken.</p>	<p>Vurdering i vann-nett viser moderat økologisk tilstand, og dårlig kjemisk tilstand.</p>
<p>Frierfjorden bekkefelt (ID 016-2673-R)</p> <p>Aktuelle bekker: Versvikbekken Hitterødbekken</p>	<p>Etablering av nytt Rød-kryss, anleggsarbeid i dagsone og tunneldrift.</p> <p>Avrenning fra anleggsarbeidet skal ledes i rør til Frierfjorden og det søkes ikke om utslipp til Versvikbekken eller Hitterødbekken.</p>	<p>Versvikbekken: Bekken har moderat økologisk tilstand, som følge av bunndyrundersøkelsene i 2020. Begroing og fisk viser god tilstand. Bekken har høye verdier av nitrogen. Versvikbekken er anadrom.</p> <p>Undersøkelser har påvist sjeldne vårflue-arter som den sterkt truede vårflue-arten <i>Wormaldia Occipitalis</i> i Hitterødbekken.</p>

Resipient (navn/vann ID)	Aktivitet med utslipp	Økologisk og kjemisk tilstand
		Vurdering i vann-nett viser moderat økologisk tilstand, og dårlig kjemisk tilstand.
Frierfjorden	Tunneldrift, utslipp av rensset anleggsvann, og anleggsvirksomhet i dagsone. Det søkes om utslipp til Frierfjorden fra anleggsvirksomhet i Skjelsvikdalen og ved Kjørholt.	Vurdering fra Vann-nett: Moderat økologisk tilstand, dårlig kjemisk tilstand

Vann-nett vurderer pålitelighet for klassifisering av økologisk tilstand etter følgende prinsipper (Direktoratsgruppen - vannforskriften, 2018):

Pålitelighetsgrad ved klassifisering

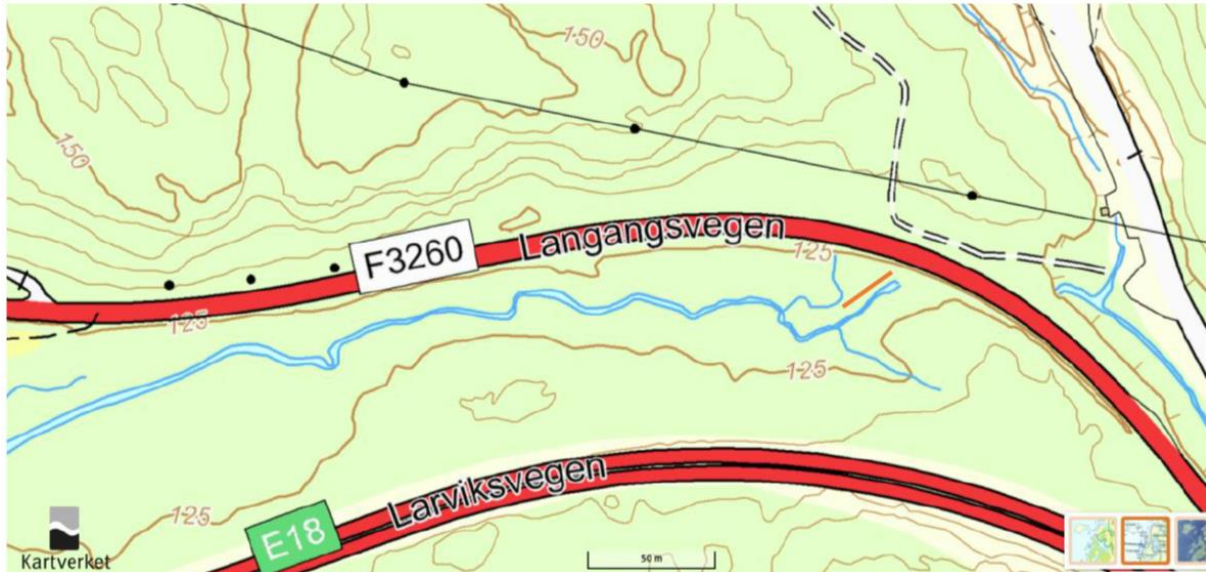
- Høy pålitelighet: Klassifiseringen er basert på overvåkingsdata for minst ett biologisk kvalitetselement og noen støtteparametere, samt andre kriterier som f.eks. bruk av interkalibrerte indekser og klassegrenser, mange prøver, lite standardavvik og middel-verdi som ikke er i nærheten av en klassegrense
- Middels pålitelighet: Klassifiseringen er basert på solide overvåkingsdata for minst ett biologisk kvalitetselement, og alle unntatt ett av kriteriene som kreves for høy pålitelighet er innfridd
- Lav pålitelighet: Klassifiseringen er gjort uten overvåkingsdata, er basert på ekspert vurderinger, eller sparsomme data for ett kvalitetselement finnes, men ingen av kriteriene som kreves for høy pålitelighet er innfridd.

3.4.1 Rutua

Dagens miljøtilstand:

Rutua har to hovedgrener; En som kommer fra området oppstrøms Lannerdammen, og en fra Lillegårdssættet. Rutua samles i ett felles løp nedenfor Lannerdammen. Bekken er vist i kart i Figur 7.

Rutua er registrert som anadrom, med både gytende og stasjonær fisk. Kart i Figur 8 viser vandringshinder for fisk. Det er fisk oppstrøms vandringshinder både i Lillegårdsbekken og Lannerbekken. Våren 2021 ble det utført fiskeundersøkelser med el-fiske i Lillegårdsbekken. Under undersøkelsene utført i Lillegårdsbekken våren 2021 ble strekningene vist i kart i Figur 6 undersøkt. Et utvalg av fisk i den undersøkte kulpen, ble fanget for artsbestemmelse, og det ble påvist både ørret og bekkerøye (Rognan, et al., 2021).



Figur 6 Kart hentet fra fiskeundersøkelser utført av NIBIO i forbindelse med forundersøkelsene (Rognan, et al., 2021). Kartet viser hele strekningen av bekken som ble befart fra land, og en strekning på 15 m som ble undersøkt fra land.

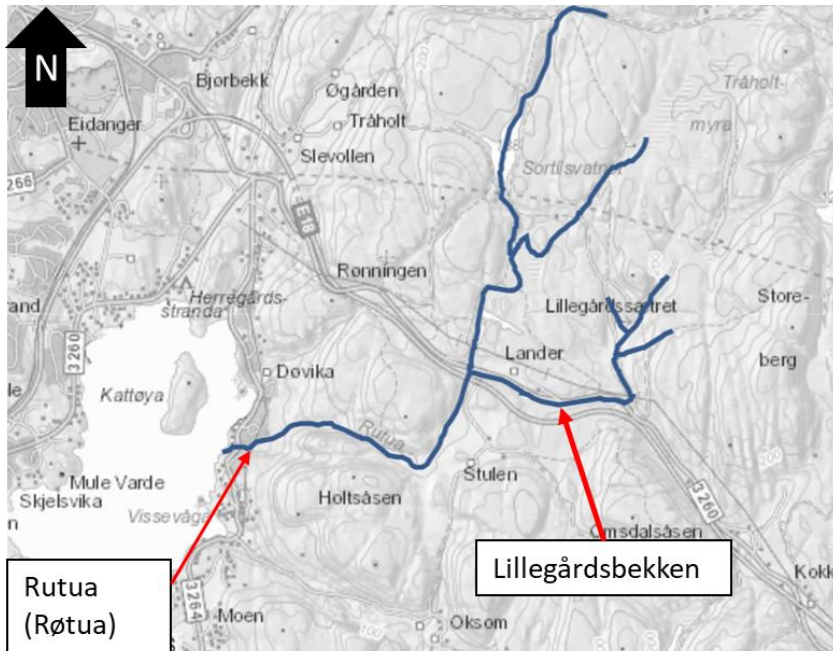
Resultatene fra forundersøkelsen indikerer at Rutua har moderat økologisk tilstand i Lillegårdsbekken, men det er kun undersøkt for næringsstoffer i bekken. Resultatene fra stasjonen i Rutua viser god økologisk tilstand for biologiske parametere. Økologisk tilstand vurderes som moderat.

Rutua er tidvis partikkelpåvirket, fosforkonsentrasjoner tilsvarende «svært god», avtagende nitrogenkonsentrasjoner i perioden fra «svært dårlig» i 2017 til «god» i 2020. Metallene viste i hovedsak «god tilstand».

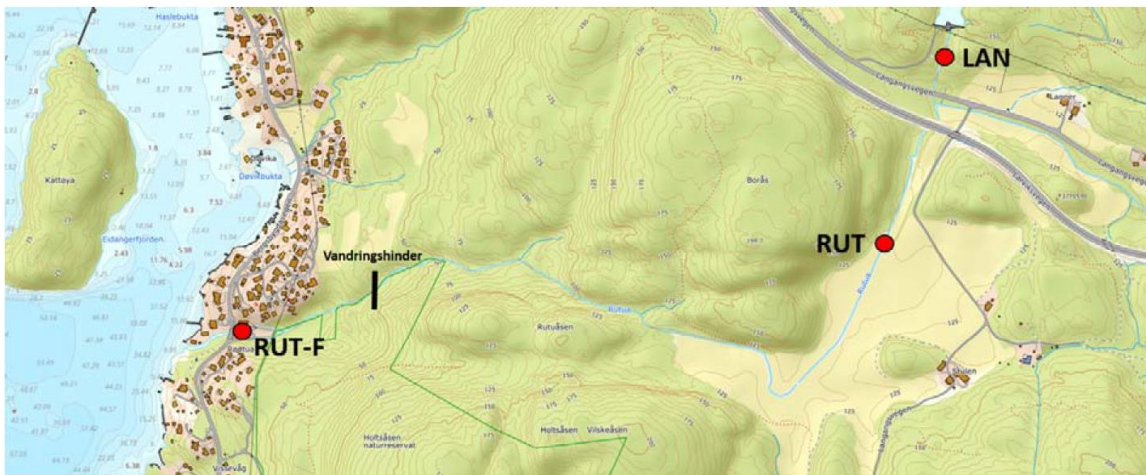
Rutua er i innledende sårbarhetsvurdering (AsplanViak, Sårbarhetsvurdering E18 Langangen-Rugtvedt parsell 2, 2021) vurdert med høy sårbarhet.

Vann-nett vurderer bekken til moderat økologisk tilstand og dårlig kjemisk tilstand.

Basert på resultatene fra de ulike parametere i forundersøkelsene vurderes det ifm. denne søknaden at Rutua har moderat økologisk tilstand. Dette tilsvarer samme økologiske tilstand for vannforekomsten som registrert i vann-nett.



Figur 7. Kart over vannforekomst Rutua bekkfelt, hentet fra vann-nett. Lillegårdsbekken markert med rød pil.



Figur 8 Kart over benyttede målestasjoner i Rutua ved forundersøkelsene. Kartet er hentet fra NIBIO sin rapport (Rognan, et al., 2021).

Forundersøkelsen oppsummerer tilstanden i Rutua (LIL, LAN og RUT-F) på følgende måte:

Rutua har et nedbørfelt på 5,8 km², med 93% skog, 3,5% jordbruksareal samt mindre arealer med myr, vann, vei og bebyggelse. Bekken har to hovedstrenger, Lillegårdsbekken og Lannerbekken, som renner sammen til Rutua nedstrøms Lannerdammen og dagens E18. Rutua renner ut i Eidangerfjorden ved Rødtua og Kattøya, og har en sjørret- og lakseførende strekning på 425 m. Det er fisk oppstrøms i vassdraget, både i Lillegårdsbekken og Lannerbekken. Enkelt elfiske i Lillegårdsbekken utført i mai 2021, avdekket stasjonære bestander av både ørret og bekkerøye.

Lillegårdsbekken kommer fra området oppstrøms Lillegårdssættet, med drenering av større steindeponier lagt opp i forbindelse med tunneldriving av Storbergettunnelen for jernbane Farriseidet – Porsgrunn i perioden 2013-2016. Ved bygging av ny E18 vil Lillegårdsbekken belastes med avrenning fra anleggsaktivitet på strekningen Lanner kontrollstasjon tom tunnelpåslaget for Bjønnåstunnelen. Eventuelle tverrslag, deponier eller annen anleggsaktivitet videre vestover mot vannskillet Borås/Bjønnåsen vil kunne påvirke bekken. Det er en skytebane i nedbørfeltet. Det har

blitt tatt vannprøver i bekken på stasjonen LIL i perioden 2016 – 2020. LIL viste høye kalsiumkonsentrasjoner og forhøyede sulfatkonsentrasjoner sammenlignet med Herregårdsbekken og Haslerbekken. Det antas at dette har sammenheng med avrenning fra nevnte deponier med godt nedknust tunnelstein fra jernbaneprosjektet. Effektene kan skyldes nedknusing eller at tunnelsteinen fra Storbergettunnelen delvis er kalkstein siden tunnelen er drevet dypere nede i den geologiske lagpakka. Kloridkonsentrasjonene indikerer at bekken er påvirket av veisalt.

Bekken har en pH på rundt 7,5, tidvis noen partikler og fargetallet viser at den er humuspåvirket. Fosforkonsentrasjonen tilsvarer «svært god tilstand». Nitrogenkonsentrasjonen har gradvis blitt lavere fra 2016 til 2019, fra «svært dårlig» til «moderat», noe som har sammenheng med redusert avrenning av sprengstoffnitrogen fra nevnte deponier. Metallene viste i hovedsak «god» tilstand, og ingen tydelig forhøyede verdier av skytebanemetallene kobber og bly. Det ble ikke påvist PAH-forbindelser i noen av vannprøvene. Men analysemetoden EPA-PAH gir ikke lav nok deteksjon til å klassifisere forbindelsene med lavest grenseverdi, som benzo(a)pyren.

Det har også blitt tatt ut vannprøver ved utløpet av Lannerdammen (LAN), som fanger opp det andre delnedbørfeltet som danner Rutua. Til sammen tre vannprøver i løpet av 2016 og 2017. Disse prøvene viste vesentlig lavere kalsium- og sulfatkonsentrasjoner enn fra Lillegårdsbekken, og lavere og mer normal pH med en snittverdi på 6,6 i 2017. Det var normale bakgrunnskonsentrasjoner for klorid. Fosfor og nitrogen viste lave konsentrasjoner tilsvarende «svært god» tilstand for prøvene tatt i 2017. Metallene viste «god» eller «svært god» tilstand. 118 NIBIO RAPPORT 7 (96) Stasjonen nederst i Rutua (RUT) viste lavere konsentrasjoner av kalsium og sulfat, omtrent som forventet basert på fortyningen fra Lannerbekken. pH var stabil rundt 7,2 og fargetall og TOC viste at bekken var humuspåvirket. Det var tidvis noe partikler i bekken, som nok tilføres fra dyrket mark ved Stulen. Det var lave konsentrasjoner av fosfor tilsvarende «svært god» tilstand. Som beskrevet for LIL avtok nitrogenkonsentrasjonene gjennom måleperioden fra «svært dårlig» i 2016 til «god» i 2020. Metallene viste i hovedsak «god» tilstand og det ble ikke påvist PAH-forbindelser. Samlet sett mottar Rutua veisalt og trafikkforurensning fra dagens E18 på strekningen mellom Lanner kontrollstasjon og fram til vannskillet mellom Borås og Bjønnåsen, en strekning på nærmere 2 km. Med ny tunnel vil mengden trafikkskapt forurensning til Rutua reduseres.

Fiskeundersøkelsene utført på RUT i perioden 2018 – 2020 viste høy tetthet av sjørret og laksunger, fra 209 til 381 fisk per 100 m², der den høyeste tettheten ble påvist i 2020 og den laveste i tørkeåret 2018. I 2020 ble det målt tettheter på 299,6 ørretunger og 81,7 laksunger per 100 m² i Rutua. Undersøkt stasjon viste gode gyte- og oppvekstforhold, tilsvarende habitatklasse 3. Tettheten av ørret og laksunger tilsvarte «svært god» tilstand. Det ble fisket på samme stasjon som brukt ved forundersøkelser og oppfølging av utbygging av dobbeltspor Farriseide-Porsgrunn, slik at resultatene for hele perioden 2011-2020 kan sammenlignes. Tettheten har variert fra 68 til 381 fisk per 100 m², der de høyeste tetthetene ble registrert i perioden 2018 – 2020 og de laveste i 2011 og 2012.

Bunndyrundersøkelsene synes å ha vist en gradvis forbedret tilstand på RUT fra 2017 til 2020, fra «moderat» i 2017 til «god» i 2018, 2019 og 2020. For prøven tatt våren 2020 var tilstanden «svært god». Antallet EPT arter har variert fra 7 til 21, med det høyest antallet for undersøkelsene vår og høst 2020. Også for bunndyr foreligger det data for hele perioden 2011 – 2020.

Lillegårdsbekken

Lillegårdsbekken er et sideløp som kommer fra Lillegårdssættet. Den har tidligere mottatt avrenning fra tverrslag og deponier i forbindelse med driving av Storberget-tunnelen for nytt dobbeltspor Farriseidet –Porsgrunn i perioden 2013 – 2016. Det var tidvis høye nitrogenkonsentrasjoner i bekkevannet i denne perioden. I forbindelse med feltarbeid har det blitt observert fisk i bekken, og det ble utført en enkel fiskeundersøkelse våren 2021. Prøvetakingstasjonen LIL er plassert som vist i figur 2.27. Eidanger jeger og fisk har en skytebane for rifle og hagle ved Lillegårdssæter. Skytebanen ble gjort om og oppgradert i forbindelse med bygging av dobbeltspor i perioden 2012-2018.

Under bygging av ny E18 vil Lillegårdsbekken belastes med avrenning fra anleggsaktivitet på strekningen fra Lanner kontrollstasjon og fram tom tunnelpåslaget for Bjønnåstunnelen. I tillegg vil det kunne bli avrenning fra evt. tverrslag eller deponier for tunnelstein på strekningen fram mot vannskillet ved Borås/Bjønnåsen. Lillegårdsbekken mottar i dag urensset overvann fra dagens E18, og er noe påvirket av veisalt og trafikkskapt forurensning. Driftsfase for ny vei antas å gi redusert påvirkning av trafikkskapt forurensning til Lillegårdsbekken og Rutua. Figur 2.28 viser påslag for Bjønnåstunnelen ved Lillegårdssættet, og gir oversikt over nedbørfeltet til Rutua. Figuren viser også områder for deponering og aktivitet i forbindelse med tidligere bygging av Storåstunnelen, dobbeltspor Farriseidet-Porsgrunn.

Lillegårdsbekken viste uvanlig høye kalsiumkonsentrasjoner for området, med snittverdier mellom 17 og 32 mg/l (tabell 6.18). Påviste kloridkonsentrasjoner var høyere enn normal bakgrunn og indikerer påvirkning fra bruk av veisalt. Sulfatkonsentrasjonene var vesentlig forhøyet sammenlignet med resultatene fra Kokkersvoll- og Kjøyabekken, med snittkonsentrasjoner mellom 39 og 69 mg/l.

Det er naturlig å anta at særlig høye konsentrasjoner av kalsium og sulfat kan ha sammenheng med to større deponier med tunnelstein oppstrøms Lillegårdssættet. Steinen er fra Storberget-tunnelen (4680 m) tatt ut fra tverrslaget i dette området. Tunnelen ble bygget i perioden 2013 – 2015, som en del av nytt dobbeltspor på strekningen Farriseidet – Porsgrunn.

Som de andre bekkene i området viste Lillegårdsbekken høy pH, gjennomgående relativt lavt partikkelinnhold målt som turbiditet og SS, noe forhøyet konduktivitet og en humuspåvirket vannkvalitet med høyt fargetall og noe forhøyede verdier for TOC (tabell 6.19).

Bekken viste i all hovedsak konsentrasjoner av total fosfor tilsvarende «svært god» tilstand (tabell 6.20). Totalnitrogen viste avtakende konsentrasjoner fra 2016 til 2019, med tilsvarende bedring i tilstand fra «svært dårlig», via «dårlig» til «moderat» i 2019. Dette har sammenheng med gradvis avtakende utvasking av sprengstoffnitrogen fra nevnte deponier med tunnelstein ferdigstilt i 2015/16.

Under vannprøvetaking ble det observert fisk i bekken, som ble antatt å være ørret. Våren 2021 ble det gjennomført en enkel fiskeundersøkelse i Lillegårdsbekken for sikker påvisning av fisk. Undersøkelsen avdekket forekomst av både bekkerøye og ørret.

Påvirkning:

Lillegårdsbekken vil påvirkes av anleggsvirksomhet fra Lanner til påhugget på Bjønnåstunnelen, samt tunnelarbeider. Det vil være påvirkning fra planlagt utslipp fra driving av tunnel, generell anleggsvirksomhet, og fra etablering av anleggsvei i tidlig fase. Påvirkning på bekken er mer detaljert vurdert i videre kapitler.

3.4.2 Eidangerfjorden vest bekkefelt

Dagens miljøtilstand:

Eidangerfjorden vest bekkefelt (ID 016-3207-R) består av bekkene Heistadbekken, Lundebekken, Skjelsvikbekken og Øvalsbekken. Det er kun Heistadbekken som påvirkes av anleggsarbeidene.

Heistadbekken

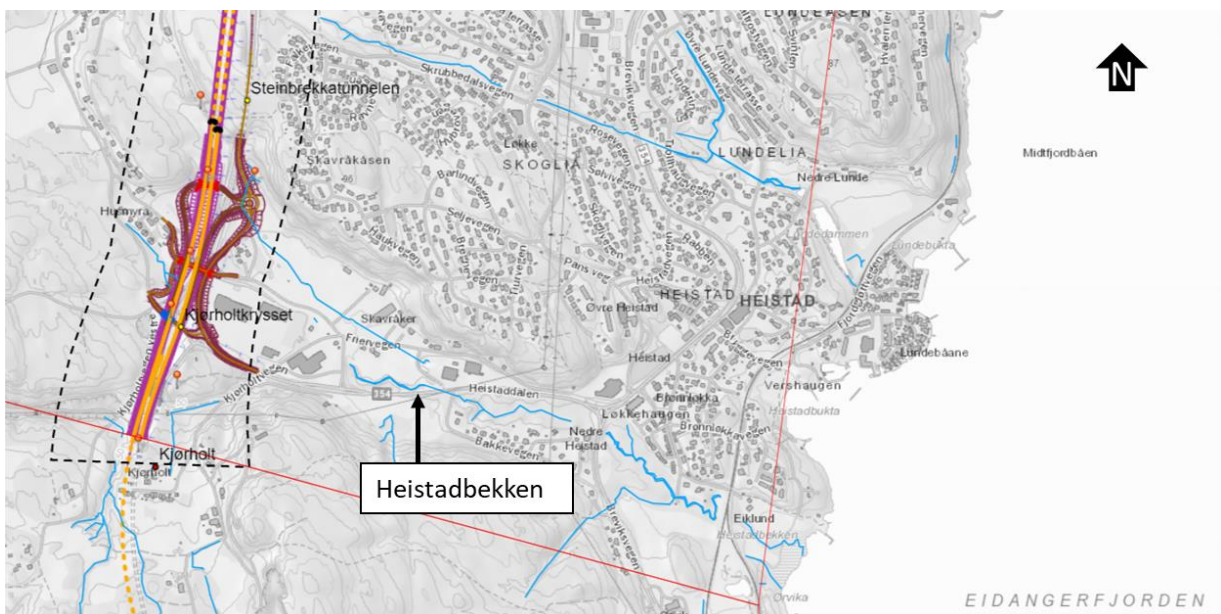
Heistadbekken er en anadrom bekk med gode forutsetninger for produksjon av sjørret. Forundersøkelsene har vist at bekken er påvirket av kalkrik berggrunn med høye kalk- og sulfatkonsentrasjoner. Nitrogen har vist svært dårlig tilstand, med økende konsentrasjoner ved målingene i 2018- og 2019, som sannsynligvis skyldes sprengningsarbeid i Kjørholtunnelen. Kombinasjonen av ammonium, pH og temperatur ga likevel ikke konsentrasjoner av ammoniakk som var toksisk for sjørreten i bekken. Metaller viste i hovedsak «god» til «svært god» tilstand, med unntak av arsen og nikkel.

Bunndyrundersøkelsene har vist «dårlig» til «moderat» tilstand i undersøkelsesperioden, mens i 2019 viste alle stasjoner «dårlig» tilstand.

Bekken er i innledende sårbarhetsvurdering (AsplanViak, Sårbarhetsvurdering E18 Langangen-Rugtvedt parsell 2, 2021) vurdert med middels sårbarhet.

Basert på resultatene fra de ulike parametere i forundersøkelsene vurderes det ifm. denne søknaden at Heistadbekken har dårlig økologisk tilstand.

Kart over Heistadbekkens plassering, og plassering for prøvetakingspunkter i forundersøkelsene er vist i hhv. Figur 9 og Figur 10



Figur 9. Heistadbekkens plassering, med utløp i Eidangerfjorden.



Figur 10. Kartet er hentet fra NIBIO-rapporten, og viser prøvetakingspunkter i Heistadbekken. Kartet viser også et vandringshinder for anadrom fisk (Rognan, et al., 2021)

Forundersøkelsene sammenfatter undersøkelsene for Heistadbekken slik:

Heistadbekken har et nedbørfelt på 2,4 km², med mye skog, noe jordbruksareal og en god del bolig-, vei og næringsareal. Vannkvaliteten i Heistadbekken har vært påvirket av avrenning fra nevnte arealer. Tidligere har den også blitt tilført urensset tunnelvaskevann fra Kjørholtunnelen. Ved bygging og oppgradering av Kjørholtunnelene ble det etablert renseløsning for tunnelvaskevannet.

Heistadbekken er en viktig sjøørretbekk, men en anadrom strekning på 660 m, og gode forutsetninger for produksjon av sjøørret. Bekken mottar avrenning fra rundt 1,3 km med dagsone samt også urensset tunnelvaskevann fra den kortere Steinbrekkatunnelen. Ny E18 vil ha rensing av både overvann og tunnelvaskevann før avrenning mot bekken.

Undersøkelsene av vannkjemi i perioden 2016 – 2019 har vist at bekken er svært kalkrik og med forhøyede sulfatverdier som funksjon av lokalt kalkfjell. Bekken er tydelig preget av tilførsler av veisalt med klart forhøyede konsentrasjoner av klorid og natrium. pH er høy. Bekken har tidvis vist forhøyede verdier for SS og turbiditet, delvis fra anleggsaktivitet i forbindelse med bygging av ny Kjørholtunnel i perioden april 17 til august 18, og delvis tilført fra jordbruksarealer og næringsarealer i nedbørfeltet.

Nederste stasjon i bekken, HEI4, som ligger i anadrom sone viste «god» tilstand for fosfor både i 2016 og 2017 og «dårlig» i 2018 og 2019. Noe av endringen antas å være anleggsskapt som følge av økte tilførsler av jordpartikler gjennom erosjon og utvasking fra anleggsområdene. Nitrogen viste «svært dårlig» tilstand gjennom hele måleperioden, men ble vesentlig forhøyet i 2018 og 2019 som følge av tilførsler av sprengstoffsøkt nitrogen fra arbeid og anvendt sprengstein fra Kjørholtunnelen. Øverst i bekken, rett nedstrøms anlegget, ble det målt en maksimal nitrogenkonsentrasjon på 28 mg N/l i 2017 og 18 mg N/l i 2018. Det ble målt høye ammoniumkonsentrasjoner i bekken, maksimalt 1000 µg/l på den nederste fiskeførende stasjonen HEI4. Kombinasjonen av ammonium, pH og temperatur ga likevel ikke konsentrasjoner av ammoniakk som var toksisk for sjøørreten i bekken.

Metallene vist i hovedsak «god» eller «svært god» tilstand med unntak av arsen som viste «moderat» gjennom hele perioden, også før oppstart av anleggsarbeid i Kjørholtunnelen. Nikkel viste «moderat» tilstand på de øverste stasjonene i bekken, HEI1 og HEI2. Det ble påvist noen PAH-forbindelser på alle stasjoner, og særlig i 2018. I 2019 ble det ikke påvist PAH i prøvene fra bekken.

Bunndyrundersøkelser ble utført på tre stasjoner, HEI1, HEI3 og HEI4 i 2017, 2018 og 2019. Resultatene varierte mellom «dårlig» og «moderat» tilstand, og i 2019 viste alle stasjonene «dårlig» tilstand. Antallet EPT-arter varierte fra 2 til 10, men i gjennomsnitt for alle tre stasjoner ble de påvist flere EPT-arter i 2019 enn i 2017. Siden Heistadbekken er kalkrik, så ville den hatt potensiale for en rik bunndyrfauna dersom den ikke hadde uheldig påvirkning av økologisk tilstand fra aktivitet i nedbørfeltet samt påvirkning fra utbyggingsaktivitet.

Begroingsalger og heterotrof begroing på HEI4 viste «moderat» tilstand i 2018 og «god» i 2019. Fiskeundersøkelsene på HEI-F i den anadrome delen av bekken viste «moderat» tilstand i 2018 og «svært god» tilstand i 2019. Beregnede tettheter var henholdsvis 81 og 177 fisk per 100 m². I 2018 var det lav tetthet av eldre ungfisk, noe som kan skyldes tørke eller anleggspåvirkning. De automatiske målingene viste forhøyet ledningsevne i bekken under anleggsvirksomheten i 2017 og 2018. Samtidig var pH tidvis noe høyere enn 8. I 2019, etter ferdig anlegg, var både ledningsevne og pH jevnt over lavere.

Påvirkning:

Bekken mottar i dag urensset overvann fra dagens E18, en 1,3 km lang strekning i dagsone fra Steinbrekka frem til Kjørholtunnelen. Dette inkluderer avrenning og tunnelvask fra Steinbrekkatunnelen, som er 170 m lang. Ny E18 vil ha avrenning i samme område, men overvann skal renses før påslipp til Heistadbekken.

3.4.3 Herregårdsbekken

Dagens miljøtilstand:

Herregårdsbekken (bekk ID 016-2657-R) er det største vassdraget langs parsellen, med den lengste lakseførende strekningen på 2 km, med gode gyte- og oppvekstforhold.

Forundersøkelsene viser at Herregårdsbekken har gode oppvekst- og gyteforhold for laks og sjøørret, og det er påvist god tilstand for bunndyr. Tilstand for metaller er i all hovedsak «god», mens det for nitrogen ble påvist «svært dårlig» i 2016 til «moderat» tilstand i 2019, med tendens til avtagende nitrogenkonsentrasjon. Bekken er noe påvirket av jordbruk.

Sårbarhetsvurdering utført i tidlig fase (AsplanViak, Sårbarhetsvurdering E18 Langangen-Rugtvedt parsell 2, 2021), viser høy sårbarhet for Herregårdsbakken.

Basert på resultatene fra de ulike parametere i forundersøkelsene vurderes det ifm. denne søknaden at Herregårdsbekken har moderat økologisk tilstand. Dette tilsvarer samme økologiske tilstand for vannforekomsten som registrert i vann-nett.

Herregårdsbekken er vist i kart i Figur 11.

Herregårdsbekken mottar diffus avrenning fra rundt 1,5 km av dagens E18, fra Slevollen til Prestealleen. Med planlagte tunneler (Bjønnås og Prestegård) så antas tilførslene av trafikkskapt avrenning til Herregårdsbekken å avta, litt avhengig av håndtering og utslipp av tunnelvaskevann. Under anleggsfasen blir det større arbeider og mye aktivitet i forbindelse med tunneler og brukryssing, med fare for midlertidig påvirkning av vannkvalitet, økologiske og fysiske forhold nedstrøms i Herregårdsbekken.

Påvirkning:

Herregårdsbekken kan under anleggsfasen påvirkes av aktivitet i forbindelse med etablering av tunneler og brukryssing, som gir fare for midlertidig påvirkning av vannkvaliteten, økologiske og fysiske forhold nedstrøms i Herregårdsbekken. Brukryssing ved Herregårdsbekken er omtalt i kapittel 4.5.

3.4.4 Eidangerfjorden

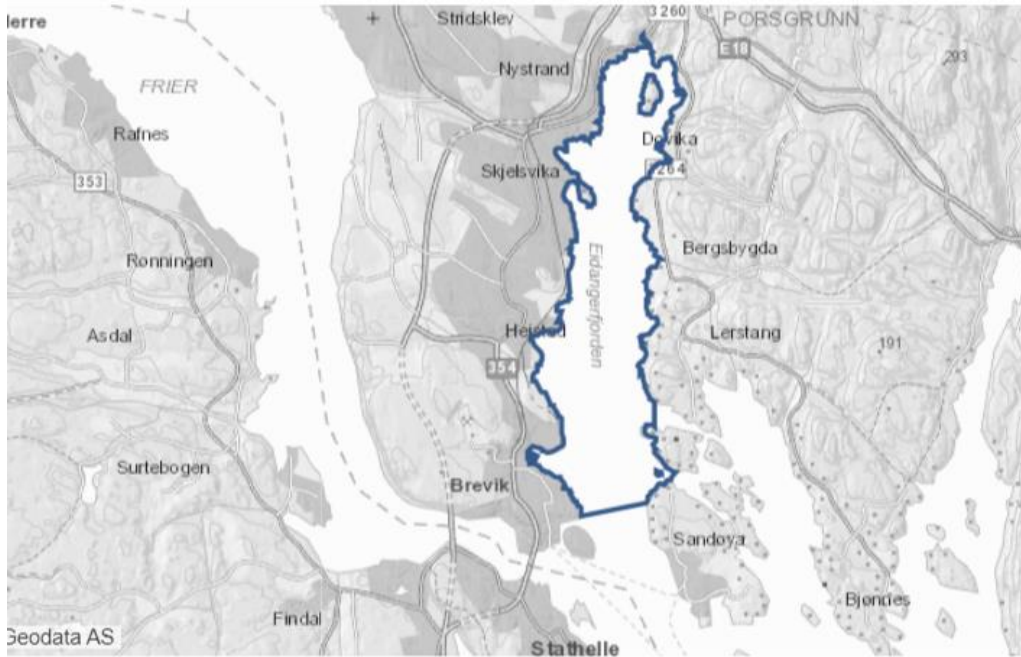
Dagens miljøtilstand:

Eidangerfjorden (vann ID 0110010600-C) er beskrevet med informasjon fra vann-nett (Miljødirektoratet, Vann-nett, 2021). Resipienten er karakterisert som en saltvannsresipient med saltholdighet «Skagerak > 25» med moderat økologisk tilstand (middels pålitelighet). Kjemisk tilstand er dårlig (høy pålitelighet). Eidangerfjorden har utsatt frist for mål om minst god økologisk og kjemisk tilstand, da tiltak er uforholdsmessig kostnadskrevende. Fjorden er omfattet av beskyttede områder i vannforskriften: Nasjonal laksefjord (Svennerbassenget) og flere badeplasser.

Vann-nett oppgir følgende informasjon om fjorden:

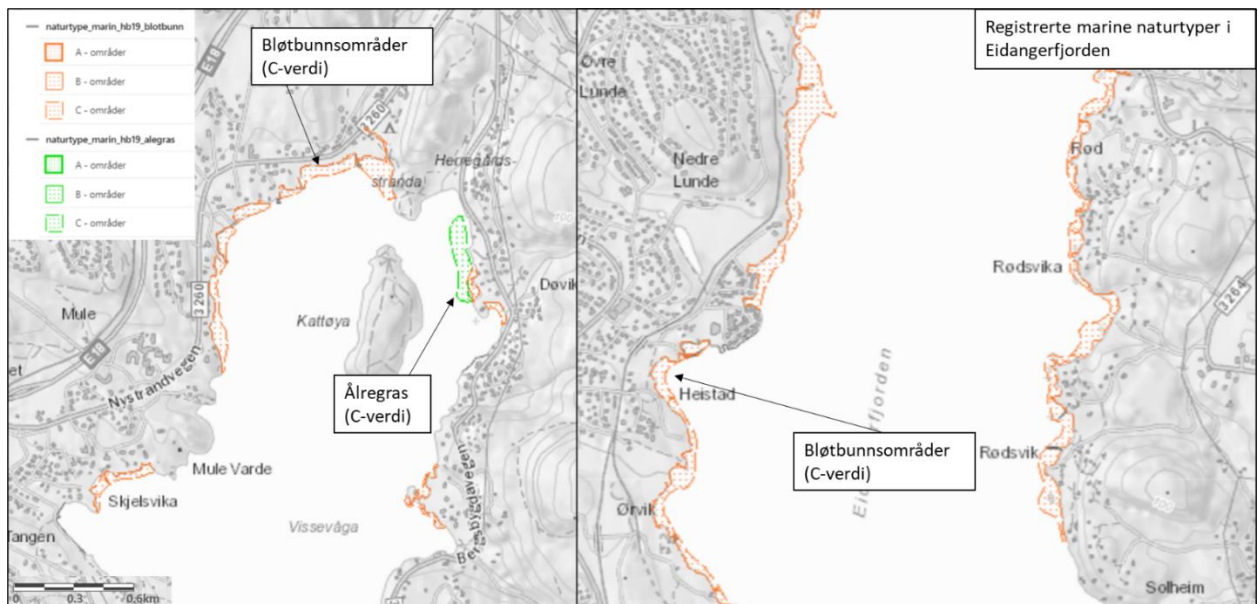
- Oppholdstid for bunnvann: Moderat (uker)
- Vannkategori: Kystvann
- Saltholdighet: Skagerak (>25)
- Bølgeeksponering: Beskyttet
- Tidevann: Liten (<1 m)
- Miksing i vannsøylen: Delvis blandet
- Strømningshastighet: Moderat (1 – 3 knop)

I forbindelse med denne søknaden, vurderes Eidangerfjorden, basert på data i Vann-nett med moderat økologisk tilstand, og dårlig kjemisk tilstand (Miljødirektoratet, Vann-nett, 2021).



Figur 12 Kart over vannforekomsten Eidangerfjorden, henter fra vann-nett (Miljødirektoratet, Vann-nett, 2021).

Det er registrert marine naturtyper langs kystlinjen i Eidangerfjorden (Miljødirektoratet, Naturbase, 2021). Ved Haslerbakkens utløp til Eidangerfjorden, er det kartlagt ålegras, som er lokalt viktig (C). Ved Herregårdsbekkens- og Heistadbekkens utløp er det registrert bløtbunnsområder i strandsonen, som er lokalt viktige naturtyper (C), som vist i kart i Figur 13.



Figur 13 Registrerte marine naturtyper i Eidangerfjorden. Kart hentet fra Naturbase (Miljødirektoratet, Naturbase, 2021).

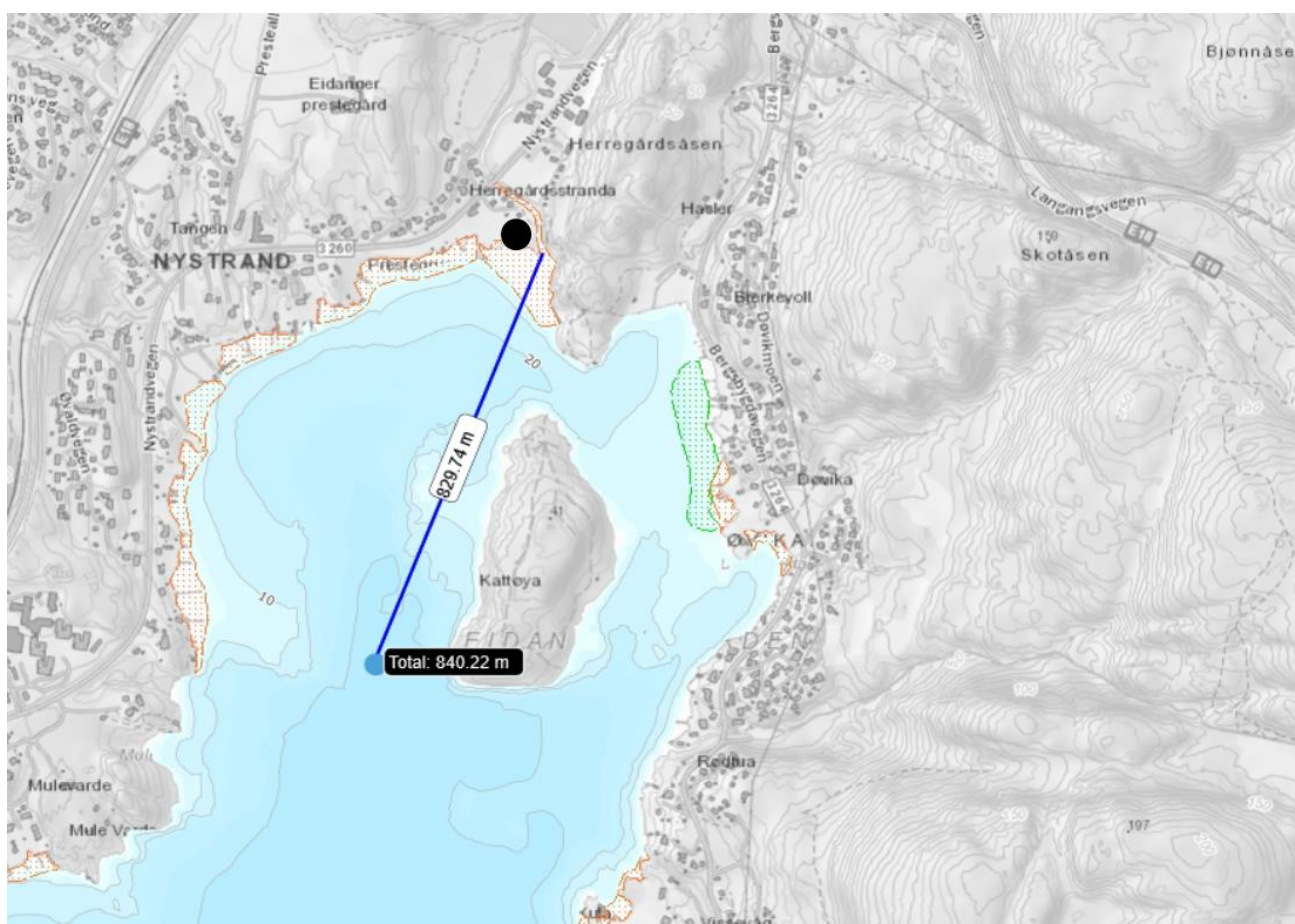
Påvirkning:

Eidangerfjorden er mottagende resipient for flere av bekkene som er omtalt i forundersøkelsene, og kan berøres av anleggsarbeidene. Eidangerfjorden blir direkte påvirket når det legges midlertidige rør

til fjorden. Det er lite informasjon om Eidangerfjordens hydrofysiske utforming, og utskifting i vannsøylen. Undersøkelser utført av NIVA på 1990-tallet, viste at overflatelagets tykkelse varierte, men antas å ligge på ca. 10 meters dyp (NIVA, 1999). Basert på informasjon fra Vann-nett, antas det at Eidangerfjorden ikke er spesielt ferskvannspåvirket, men den kan være ferskvannspåvirket innerst i fjorden ved Herregårdsbekkens utløp. Det skal i forbindelse med dette prosjektet utføres undersøkelser i Eidangerfjorden for å kartlegge den mest hensiktsmessige plasseringen. Et utslippspunkt i Eidangerfjorden skal plasseres slik at:

- Registrert bløtbunn og ålegras langs land hensyntas (Figur 13),
- Påvirkning på Olavsberget badeplass unngås (markert med svart prikk i Figur 14).
- Det ligger under antatt sprangsjikt, 10 meters dybde slik at eutrofiering og algeoppblomstring unngås, og oppnår tilstrekkelig fortykning i vannsøylen

Estimater for nødvendig fortykning er vist i Tabell 30.



Figur 14 Tentativ plassering for utslippspunkt ved Herregårdsbekken. Punktet tar hensyn til antatt sprangsjikt på > 10 m dyp, registrerte naturtyper langs land, samt badeplassen ved Olavsberget, markert med svart prikk. Det skal utføres undersøkelser av fjordens strømningsforhold, laginndeling og sammensetning for å bekrefte punktets plassering.

For jernbaneprosjektet «Intercity Farriseidet – Porsgrunn», (strekning åpnet 2018) ble utslippspunktet ved Herregårdsbekken plassert på vestsiden av Kattøya, ca. 700 m fra Herregårdsbekkens utløp. Hensikten med denne plasseringen i tillegg til ovenfornevnte årsaker, i tillegg til å legge utslippspunktet på et slik dyp, at man kan oppnå god utskifting i vannmassene.

3.4.5 Frierfjorden bekkefelt

Frierfjorden bekkefelt (bekker ID 016-2673-R) består av bekkene Versviksbekken, Gravabekken og Hitterødbekken. Det skal ikke slippes anleggsvann til noen av disse bekkene. Ettersom Versviksbekken ligger langs, og inntil anleggsområdet i Skjelsvikdalen, er det rimelig å anta at bekken kan bli påvirket.



Figur 15 Kart over aktuelle bekker i Frierfjorden bekkefelt. Gravabekken og Hitterødbekken vil ikke påvirkes av anleggsarbeidene (Miljødirektoratet, Vann-nett, 2021).

Versviksbekken

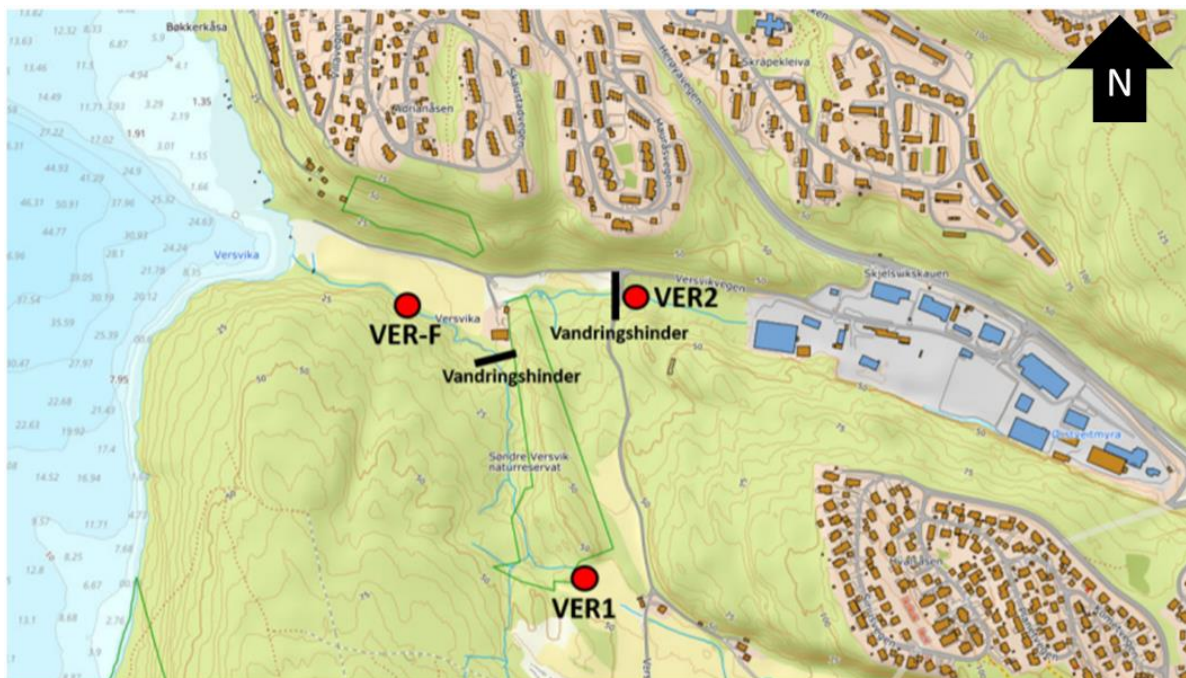
Dagens miljøtilstand:

Versviksbekken er sjørett-førende med en anadrom strekning. Et sideløp går gjennom Søndre Versvik naturreservat med verneformål å bevare en spesiell geologisk forekomst med fossiler og en bekkekløft med rik sumpskog og artsrik plante- og moseflora. Versviksbekken har utløp i Frierfjorden.

Hovedløpet i Versviksbekken mottar avrenning fra næringsområdet på Ørstveitmyra, der det ligger et gammelt deponi for næringsavfall, og slagg fra Eramet Porsgrunn. Forundersøkelsene påviste nitrogenkonsentrasjoner i sideløpet tilsvarende «svært dårlig» tilstand. I hovedløpet ble det påvist noe lavere nitrogenkonsentrasjoner tilsvarende «svært dårlig» og «dårlig tilstand». Årsaken til nitrogenkonsentrasjonene kan være avrenning fra sprengsteinsmasser oppstrøms.

Sårbarhetsvurdering (AsplanViak, Sårbarhetsvurdering E18 Langangen-Rugtvedt parsell 2, 2021) viser høy sårbarhet for Versviksbekken.

Basert på resultatene fra de ulike parametere i forundersøkelsene vurderes det ifm. denne søknaden at Versviksbekken har moderat økologisk tilstand.



Figur 16. Kartet viser NIBIOs prøvetakingspunkter i bekken, samt vandringshinder for anadrom fisk (Rognan, et al., 2021).

Forundersøkelsene sammenfatter undersøkelsene for Versvikbekken slik:

Versvikbekken har et nedbørfelt på 1,7 km², er svært kalkrik og har vist noe økt kloridinnhold fra veisalt. Bekken har forhøyede sulfatkonsentrasjoner som følge av berggrunn. Det ligger en gammel slaggfylling (fra Eramet) under næringsområdet på Ørstveitmyra som kan gi avrenning mot bekken. Et større sideløp til bekken (VER1) går gjennom Versvika naturreservat. Dette sideløpet fra Rød har avrenning fra jordbruksområder og forhøyede nitrogenkonsentrasjoner tilsvarende «svært dårlig» tilstand. Hovedløpet (VER2) har noe lavere nitrogenkonsentrasjoner med snittverdier som varierer mellom «svært dårlig» og «dårlig», der tilførslene kan skyldes bruk av sprengsteinsmasser oppstrøms.

Snittverdiene for fosfor varierer fra «god» til «svært dårlig» i VER1 og fra «god» til «moderat» for VER2. Metallene viste verdier tilsvarende «god» og «svært god tilstand», men unntak av arsen, som viste «moderat» for alle år i VER2 og «moderat» i 2019 i VER1. Kvikksølv viste «moderat» i VER2 i 2018. For PAH ble det påvist to forbindelser, indeno[1,2,3-cd]pyren og pyren i VER2, begge i konsentrasjoner tilsvarende «dårlig» tilstand.

Bunndyrprøvene fra VER2 viste i snitt «moderat» tilstand for ASPT-indeksen i perioden 2017 til 2020. Høyeste og laveste antall EPT-arter var 12 og 7, begge påvist i 2020, henholdsvis vår og høst. Fiskeundersøkelsen utført på stasjonen VER-F innenfor anadrom sone i Versviksbekken viste en samlet tetthet av ørretunger på 222,4 fisk per 100 m² bekk, tilsvarende «svært god tilstand». Bekken har en sjørrettførende strekning på 260 m.

I dag tilføres Versvikbekken diffus eller overvannbasert avrenning fra rundt 1,4 km av E18 inkludert urensset vaskevann fra Brattåstunnelen. Ved bygging av ny vei vil det lages renseløsninger for overvann og vaskevann.

Etablering av Rød-krysset på myrområde med marine avsetninger med graving og masseutskifting vil kunne gi økt avrenning av partikler og nitrogen til VER1. I forbindelse med bygging av Preståstunnelen, så kan det være aktuelt å tilrettelegge for utskipping av tunnelstein fra Versvika. Anleggsinngrep for etablering av vei og havn, samt påvirkning under transport vil kunne påvirke vannkvalitet og evt. fysiske forhold ved utløpet av bekken.

Påvirkning:

Ettersom Versvikbekken ligger langs, og inntil anleggsområdet i Skjelsvikdalen, er det rimelig å anta at bekken kan bli påvirket fra avrenning fra anleggsområdet i dagsonen. Aktuelle anleggsarbeider i området omfatter etablering av påkjøringsramper og mellomlagring av sprengsteinsmasser. Det skal etableres tiltak for å hindre avrenning til bekken. Renset tunneldrivevann skal ikke ledes til bekken.

Hitterødbekken

Dagens miljøtilstand

Hitterødbekken synes å være grunnvannsmattet, og vil derfor ha stabil vannføring selv i tørkeperioder. Naturreservatet Hitterød ligger langs bekkeløpet nær utløpet av bekken og har verneformål edelløvsskog i bekkekløft. Undersøkelser har påvist sjeldne vårflue-arter som den sterkt truede vårflue-arten *Wormaldia Occipitalis* i Hitterødbekken.

Vannprøvene tatt i perioden 2016-2019 viste at bekken var kalkrik med høye kalsiumkonsentrasjoner og med noe naturlig forhøyede konsentrasjoner av sulfat. Bekken viste høy pH. Påviste konsentrasjoner av fosfor indikerte «god» eller «svært god» tilstand, mens nitrogenkonsentrasjonen var forhøyet tilsvarende «svært dårlig» tilstand, også før oppstart av anleggsarbeider ved Kjørholtunnelen. Dette antas å ha sammenheng med nitrogen tilført fra jordbruksområder samt oppstrøms fylling og vei tilført nitrogenholdig sprengstein i perioden før 2016.

Sårbarhetsvurdering viser høy sårbarhet for Hitterødbekken. Bekken ligger i Hitterød naturvernområde. Området har særskilt naturvitenskapelig verdi på grunn av forekomst av flere sjeldne og trua arter av sopp og lav, samt en bekkekløft med funn av flere nasjonalt sett sjeldne vårfluearter (*AsplanViak*, Sårbarhetsvurdering E18 Langangen-Rugtvedt parsell 2, 2021).

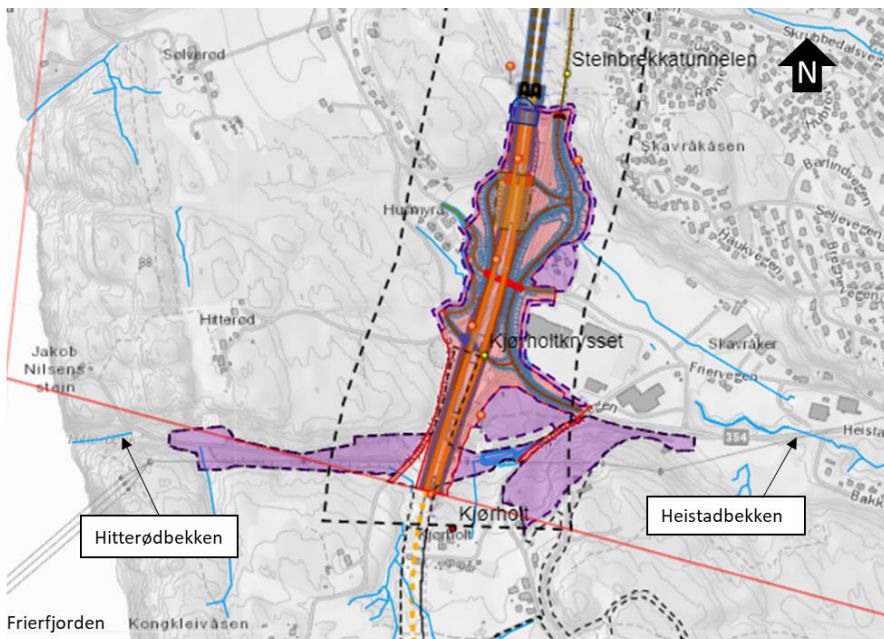
Basert på resultatene fra de ulike parametere i forundersøkelsene vurderes det ifm. denne søknaden at Hitterødbekken har moderat økologisk tilstand.



Figur 17 Prøvetakingspunkt for NIBIOS forundersøkelser

Påvirkning

I forundersøkelsene er det beskrevet at Hitterødbekken ikke forventes å bli påvirket av anleggsarbeidene. Det er ikke planlagt eller utført beregninger for utslipp av anleggsvann til Hitterødbekken, men bekken ligger i umiddelbar nærhet til anleggsområdet, som vist i Figur 18.



Figur 18 Rigg- og anleggsområder ved Kjørholt, og nærhet til Hitterøddalen og Hitterødbekken.

3.4.6 Frierfjorden

Dagens miljøtilstand:

Frierfjorden (vann ID 0110010701-C) er karakterisert som en sterkt ferskvannspåvirket fjord med moderat økologisk tilstand (middels pålitelighet). Kjemisk tilstand er dårlig. Frierfjorden har utsatt frist for mål om minst god økologisk og kjemisk tilstand, da tiltak er uforholdsmessig konstanskrevende. Fjorden er sterk påvirket av forurensede sedimenter (NIVA, 2017). Fjorden er videre omfattet av beskyttede områder i vannforskriften: nasjonal laksefjord (Svennerbassenget) og flere badeplasser.

Vann-nett oppgir følgende informasjon om fjorden:

- Oppholdstid for bunnvann: Lang (Måneder/år)
- Saltholdighet: Skagerak (5 - 25)
- Bølgeeksponering: Beskyttet
- Tidevann: Liten (<1 m)
- Miksing i vannsøylen: Lagdelt
- Strømningshastighet: Moderat (1 – 3 knop)

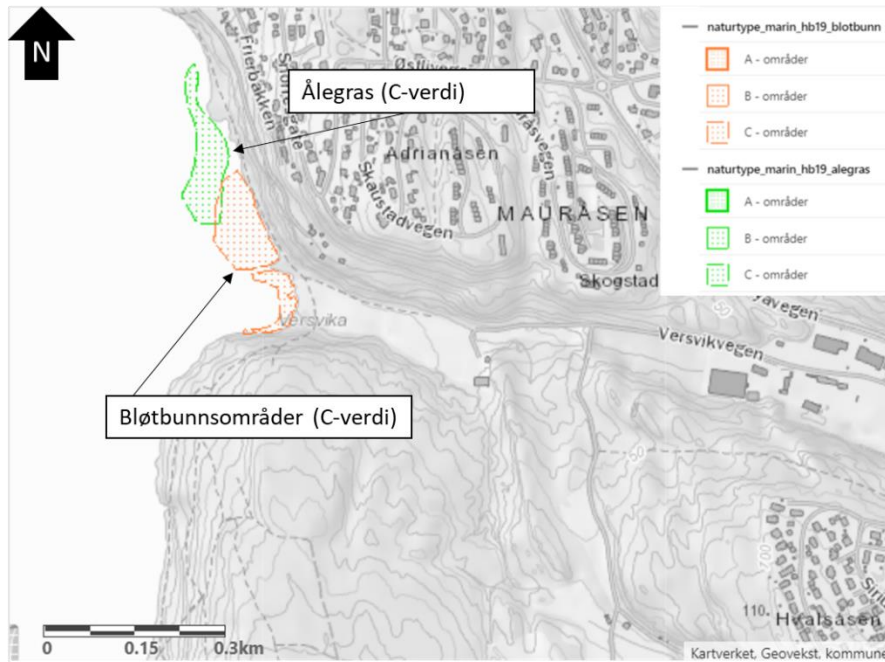


Figur 19. Kart over vannforekomst Frierfjorden, hentet fra vann-nett.

Påvirkning

I Skjelsvikdalen er det planlagt å drive tunnel på totalt fire tunnellop, to løp mot Kjørholt, og to løp mot Preståsen. Vann fra tunneldriving er ønskelig å legge i ledning langs Versviksbekken med utløp til Frierfjorden. Ved Versvikbekkens utløp til Frierfjorden, er det registrert bløtbunn som er lokalt viktig (C-verdi), samt ålegrass noe lenger ut (Figur 20).

Utslipp til Frierfjorden ble vurdert i søknad om utslipp for driving av Grenlandstunnelene, hvor bl.a. hydrofysiske forhold er omtalt. Utdrag fra søknaden er vist i tekstboks under – «4.1.2 Hydrofysiske forhold» (Nye Veier, 2017).



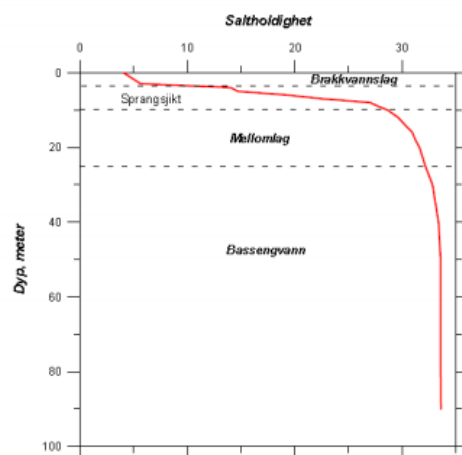
Figur 20 Registrerte marine naturtyper. Kart hentet fra Naturbase (Miljødirektoratet, Naturbase, 2021)



Figur 21 Tentativ plassering for utslippspunkt ved Skjelsvikdalen. Punktet tar hensyn til antatt sprangsjikt på > 10 m dyp og registrerte naturtyper langs land. Det skal utføres undersøkelser av fjordens strømningsforhold, laginndeling og sammensetning for å bekrefte punktets plassering.

4.1.2 Hydrofysiske forhold

Vannutsiftingning i bunnvannet i Frierfjorden er lav som følge av at fjorden er en terskelfjord. Terskelen ved Brevik fører til at bassengvannet under 23 m dyp er avskåret fra vannmassene i Breviksfjorden og Langesundsfjorden. Den store ferskvannstilførselen og fjordterskelen gjør at man kan skille mellom tre hovedvannmasser i Frierfjorden, hhv: brakkvannslaget som preges av ferskvannstilførselen, mellomlaget som strekker seg ned til omkring terskeldypet og litt dypere, og bassengvannet, vist i Figur 14 [10]. Brakkvannslaget varierer i tykkelse mellom 2 m og 8 m, avhengig av ferskvannstilførsel og vindforhold. Dette laget strømmet raskt ut gjennom fjordområdet. Den øvre delen av mellomlaget er preget av en inngående sjøvannsstrøm som erstatter sjøvannet som transporteres ut av fjorden med brakkvannsstrømmen. Mellomlaget er også sterkt påvirket av tidevann og av inn- og utstrømninger pga. variasjoner i vannmassenes egenvekt utenfor Brevik. Bassengvannet har en mer sporadisk vannfornyelse og større fornyelser foregår med flere års mellomrom (opptil 5 års intervall er registrert). Utenom de kortvarige og store dypvannsfornyelsene er dypvannet i Frierfjorden preget av langsomme variasjoner. De tre vannmassene er også preget av ulikt temperaturmønster og temperatur og saltholdighet [10].



Figur 14. Skjematisk beskrivelse av vannmasser i Frierfjorden sett opp mot dybde i fjorden, med hhv. brakkvannslag, mellomlag og bassengvann [10].

[10] Molvær, J., Bakke, T., Utslipp til sjø fra RHI Normag, Herøya. Konsekvensvurdering av omsøkt endring i utslipp. Norsk Energi. Niva, 2012. Rapp.nr:6292-201

4 Utslipp av anleggsvann og avrenning fra deponiområder

Anleggsvann omfatter vann som stammer fra rigg- og anleggsvirksomhet i forbindelse med prosjektet. Informasjon om rigg- og midlertidige deponiområder er noe begrenset. Arealene som er benyttet er oppgitt av entreprenøren, og fra kart. Begrensningen for riggområdene på parsell 2 er plangrensen. Plangrenser ble godkjent i reguleringsplan vedtatt 12.12.2016, revidert 03.02.2017 med plan-ID 0805_835.

Dette temaet beskriver konsekvenser for utslipp av anleggsvann, massehåndtering og anleggsvirksomhet.

Avrenning fra riggområder kan være forurenset på parameterne som er beskrevet i kapittel 3.1 Forurenset anleggsvann skal samles opp, og renses før det slippes til resipient. Ved anleggsarbeid er det risiko for oljesøl, for eksempel ved fylling av drivstoff, oljeskift på maskiner, lekkasjer fra midlertidige oljelagre eller avrenning av klebemiddel ved legging av asfalt. Krav til lagring, beredskap og varsling ved uhellsutslipp vil innarbeides i entreprenørs beredskapsplaner. Plassering av olje/dieseltanker og/eller andre kjemikalietanker må være i god avstand fra resipient, samt etableres med tilstrekkelig sikring mot søl.

Aktiviteter som kan medføre avrenning med betydelig andel partikler inkluderer anleggsvirksomhet i dagsonen, masseforflytning, masselagring og graving. Partikkelavrenning fra tunnelstein inneholder skarpkantede partikler. Anleggsarbeidene vil i tillegg medføre større fare for erosjon i områder hvor vegetasjonen er fjernet. Partikkelavrenning fra naturlige løsmasser (ikke sprengsteinsmasser) er mindre skadelige for mekanisk skade på fiskegjeller, men vil i like stor grad som sprengsteinspartikler medføre nedslamming av resipientene, og dertil medføre endringer i yngelforhold, næringstilgang og oksygenmangel i vannmassene.

Utslipp av anleggsvann med høy pH er spesielt aktuelt i de områdene hvor det skal utføres større betongarbeider i forbindelse med tunneldrift og bru. I parsell 2 skal det etableres bru over Herregårdsbekken, og bruforbindelse over Kjørholtkrysset. Avrenning fra arbeid med tunneler er videre omtalt i kap. 4.5. Det skal også sprenges i forbindelse med av- og påkjøringsrampe i Skjelsvikdalen, hvor det også genereres anleggsvann.

Omtrentlig plassering av anleggsområdene og avrenning til resipient er vist i kart i Figur 35 og Figur 36.

4.1 Massehåndtering

4.1.1 **Håndtering av overskuddsmasser**

Tabell 13 beskriver massebalansen utarbeidet i forbindelse med reguleringsplan for parsell 2. Omregulering av parsell 2 har ført til en endring for lengden av Grenlandstunnelen, som fører til et større masseoverskudd sammenlignet med opprinnelig forslag til reguleringsplan. Oversiktskartet i Figur 20 er hentet fra massehåndteringsplan utarbeidet som vedlegg til reguleringsplan (Nye Veier, 2021). Massehåndteringsplanen er vedlegg 17 til reguleringsplan med plan-id 841, og finnes her: <https://www.porsgrunn.kommune.no/lokalpolitikk/hoeringer/hva-mener-du-om-planforslaget-for-e18-prestaasen-kjoerholt/#index1>

Figur 23 viser planen for masseforvaltning i prosjektet (Nye Veier, 2021). I «Reguleringsplan E18 Preståsen – Kjørholt. Massehåndteringsplan – parsell 2» står følgende i kapittel 6:

«Deponier og lagringssteder som foreløpig er undersøkt i forbindelse med reguleringsplan for parsell 2 kan motta totalt ca. 2,7 millioner am³ (deponert m³) masser. Det er beregnet at totalt overskudd av masser for deponi er ca. 2,2 millioner am³. Det understrekes at det fortsatt pågår undersøkelser for å identifisere andre deponier i nærheten».

Tabell 12. Tabell hentet fra «Reguleringsplan E18 Preståsen – Kjørholt. Massehåndteringsplan – parsell 2». Oversikt over beregnet kapasitet i foreløpig identifiserte deponier for permanent lagring av masse (am³ er anbrakte kubikkmeter).

Foreløpig vurderte deponier	Potensiale for deponering av steinmasser am ³
Lillegårdssæter (MD13 og MD14)	320 000 (benyttes hovedsakelig til overskuddsmasser fra parsell 1 – ca. 220 000 m ³)
Eidanger sandtak	630 000
Gunnkleiv	1 700 000
Sum	2 700 000

Overskuddsmassene stammer i hovedsak fra tunneldriving, men i Skjelsvikdalen vil det også være overskuddsmasser fra sprengning i forbindelse med etablering av på- og avkjøringsramper. Avrenning fra masser som deponeres i eksisterende massetak vil omfattes av deres konsesjon og utslippstillatelse. Disse massene omtales derfor ikke videre i denne søknaden.

Det er pågående diskusjoner på nyttiggjøring av overskuddsmasser til andre formål, blant annet ved Herøya industripark.

Områder avsatt for mellomlagring er vist med lilla markering i kart i kapittel 4.4.



Figur 23 Oversiktskart over vurderte deponiområder for vegprosjektet i reguleringsplan (Nye Veier, 2021).

Tabell 13 Beregnet uttak av masser, forbruk og overskudd av fjellmasser i parsell 2, strekningen Lanner - Kjørholt i prosjektet, hentet fra «Reguleringsplan E18 Preståsen – Kjørholt. Massehåndteringsplan - parsell 2 «utarbeidet til reguleringsplan (Nye Veier, 2021). Tabellen oppgir mengder i anbrakte masser (am³), dvs. volum etter sprengning.

Strekning	Fjell fra anlegget			Forbruk av fjell i anlegget					Over- skudd (am ³)
	Fjell fra skjæring (am ³)	Fjell fra tunnel (am ³)	Sum fjell (am ³)	Fylling (am ³)	Knuste masser (am ³)	Masse-utskifting (am ³)	Masse-behov i parsell 3 (am ³)	Sum forbruk (am ³)	
Lanner-Kjørholt	760,000	2,432,000	3,192,000	493,000	358,000	30,000	75,000	956,000	2,236,000

4.1.2 Håndtering av bunnrenskmasser

Bunnrenskmasser er masser som danner den midlertidige veibanen under tunnelbygging, og fjernes når endelig vei etableres. Dette er ofte masser som består av sprengstein som ikke er kjørt ut. Massene kan i varierende grad, være forurenset som følge av anleggsdriften. Forurensningen består

vanligvis av olje fra anleggsvirksomheten, rensmidler fra vasking, sprengstoffrester, metaller som gjenspeiler berggrunnsgeologien, og rester fra sprøytebetong.

Bunnrenskmasser skal prøvetas, og klassifiseres i henhold til Miljødirektoratets veileder for forurenset grunn, *Helsebaserte tilstandsklasser for forurenset grunn, TA-2553/2009*, og håndteres i henhold til Avfallsforskriftens kapittel 9.

4.2 Vannmengder

Generelle vannmengder for riggområdet, med anlegg for vask av anleggsmaskiner, for tunnelpåhugg (mellom på Lannersiden for Bjønnåstunnelen og Herregårdsbekksiden, samt Herregårdsbekksiden av Grenlandstunnelen og Kjørholtsiden av Grenlandstunnelen) er medregnet i vannmengder for tunnelvann, se kap. 5.2.

Resterende rigg- og anleggsområder i dagen er avgrenset til areal innenfor reguleringsgrensen. Aktivitetene i disse områdene vil i hovedsak omfatte generelle gravearbeider og masseforflytning som medfører avrenning av partikler.

Store områder hvor vegetasjon fjernes medfører risiko for avrenning og erosjon, og dermed avrenning av partikler. Arbeider i områder med leire og myr vil også kunne medføre erosjon og avrenning med høyt innhold av partikulært materiale. Vurderinger av annen forurensning (olje, avrenning med høy pH m.m) fra disse områdene er ikke beregnet nøyaktig, da innhold av forurensende stoffer avhenger av hvilke aktiviteter som gjøres i de ulike områdene.

Utslipp av forurenset overvann fra rigg-, og anleggsområdene forutsettes rensset og kontrollert slik at vannet overholder grenseverdier.

Det er beregnet teoretisk avrenning (m^3/dag). Beregningene er estimater og gir indikasjoner på forventede konsentrasjon av partikler og olje i resipienten. Arealer for rigg- og anleggsområder, vist i Tabell 14, er beregnet ved hjelp av den rasjonelle metode;

$$Q = CiA,$$

hvor C = avrenningskoeffisient, i er nedbørintensitet/avrenning og A er areal. Avrenning (i) benyttet for de ulike områdene er oppgitt i

Tabell 14. Det er benyttet en avrenningskoeffisient C på 0,8. Beregningsgrunnlag er oppgitt i vedlegg 10.3. For tette flater er det benyttet en avrenningskoeffisient C = 1. Det må forventes betydelig større avrenningsmengder i perioder med stor nedbør, hvor det i NEVINA er beregnet avrenning av medianflom. Se vedlegg 10.2

Avrenning fra arealene med bru over Herregårdsbekken er ikke beregnet. Utslipp av vann fra betongproduksjon og annet anleggsarbeid fra disse områdene skal ledes til renseanlegg. Entreprenør er ansvarlig for å unngå miljøskade i berørte vassdrag, og skal sikre at renseløsninger for anleggsvann dimensjoneres slik at utslipp av rensset vann tilfredsstiller grenseverdiene, se kap. 4.5. Det anbefales at renseanlegg dimensjoneres for avrenning tilsvarende 2-års nedbørshendelse, se kap. 4.3.

Tabell 14. Beregnet teoretisk avrenning fra riggområder. Rigg-, og anleggsområdenes areal er angitt tilsvarende reguleringsgrensen, og avrenningen er derfor større enn reel avrenning fra områdene.

Rigg-, og anleggsområder / deponiområde	Resipient	Avrenning /Nedbørsintensitet	Areal (km ²). Omtrentlig tall	Avrenning ved normalnedbør		Avrenning ved beregnet middelflom (l/s)
		l/s*km ²		(l/s)	(m ³ /dag)	
Lanner ved Bjønnåstunnelen	Lillegårdsbekken/ Eidangerfjorden	16,5	0,03	0,4	35	8
Herregårdsbekken	Eidangerfjorden	15,7	0,05	0,6	55	10
Skjelsvik	Frierfjorden/ Versvikbekken	16,6	0,04	0,5	45	10
Kjørholt	Frierfjorden/ Heistadbekken	16	0,05	0,6	55	13

4.3 Forslag til grenseverdier for utslipp av anleggsvann

Avrenningsvann fra rigg- og anleggsområder, eller vann som potensielt er tilført annen forurensing fra anleggsarbeidene (eks vaskevann), skal samles opp, renses og prøvetas før det slippes til resipient. Det samme gjelder avrenningsvann fra midlertidige deponiområder. Grenseverdier for de aktuelle parameterne er vurdert på bakgrunn av resipienten som mottar avrenningen og utslippet, der effekten på fisk (sjøørret) og bunndyr, er avgjørende. I tillegg er det sett på grenseverdier gitt i «Søknad om tillatelse etter forurensningsloven – E18 Langangen – Rugtvedt. Parsell 1 og 3». Herregårdsbekken, Lillegårdsbekken, Rutua og Heistadbekken vurderes som mer sårbare resipienter enn Frierfjorden og Eidangerfjorden pga. registrerte naturverdier. På bakgrunn av registrerte naturverdier, samt registrert økologisk situasjon i forundersøkelsene, søkes det ikke om utslipp til Heistadbekken og Herregårdsbekken.

Rensesystem i områder med gravevirksomhet skal dimensjoneres for å motta flom tilsvarende 2 års gjentaksintervall. Ved større nedbørsepisoder vil partikkelavrenning og erosjonsproblemer fra områder med gravevirksomhet, bli høy. Derfor er det svært viktig at rensesystemene er dimensjonert til å motta denne avrenningsmengden. Bakgrunnen for beregningene, er plassering av rigg- og deponiområder, samt planlagt utslipp til bekkene (kart i Figur 26).

Det settes ikke grenseverdier for nitrogen i Frierfjorden eller Eidangerfjorden. Frierfjorden er en sterkt ferskvannspåvirket fjord (Miljødirektoratet, Vann-nett, 2021). Nitrogen er vanligvis ikke en begrensende faktor med hensyn til eutrofiering i ferskvann (Direktoratsgruppen vanndirektivet, 2018). Eidangerfjorden regnes ikke som ferskvannspåvirket ifølge Vann-nett, og tilførsel av nitrogen kan føre til algeoppblomstring og eutrofiering. Per i dag finnes det ikke rensemetoder for nitrogen tilpasset anleggsprosjekter. Det settes derfor ikke grenseverdi for nitrogen i Eidangerfjorden, men konsentrasjonene skal overvåkes.

pH er en indirekte indikator på hvorvidt det er risiko for omdanning fra ammonium til ammoniakk. Derfor er det satt krav til pH i utslippsvann til bekker. Ved behov skal pH skal justeres, for å unngå

omdannelse av ammonium til ammoniakk. Det foreslås ikke grenseverdier for pH i kystvann, da sjø/saltvann har god bufferkapasitet og stor fortynningsfaktor.

Påvirkning fra midlertidig deponi på resipienten ved foreslåtte grenseverdier er vurdert under, se kap. 4.4.

I Tabell 15 er foreslåtte grenseverdier for utslipp til bekker innenfor parsell 2 oppgitt. I Tabell 16 er grenseverdier for henholdsvis Eidanger og Frierfjorden foreslått.

Maksimalkonsentrasjonene er satt med hensyn til kontinuerlig logging av konsentrasjonen i utslipp fra renseanlegget, og er basert på konsentrasjonen midlet over en kort periode på 5 minutter. Ved overskridelse av maksimumskonsentrasjon skal det gå alarm, slik at entreprenør kan iverksette tiltak.

Tabell 15. Foreslåtte grenseverdier ved utløp av renseanlegg for utslipp til bekk fra rigg,- anlegg-, og deponiområder.

Utslippskomponent til bekk	Mengdeproporsjonal ukeblandprøve	Maksimalkonsentrasjon
Suspendert stoff (partikler)	50 mg/l	100 mg/l
pH*	5,5 - 8,0	5,5 - 8,0
THC (olje)	5 mg/l	50 mg/l

* pH som indirekte parameter for avrenning av sprengstoffrester fra lagring av sprengstein (nitrogenforbindelser)

Tabell 16. Foreslåtte grenseverdier ved utløp av renseanlegg for utslipp til Frierfjorden og Eidangerfjorden fra rigg,- anlegg-, og deponiområder.

Utslippskomponent til sjø	Mengdeproporsjonal ukeblandprøve	Maksimalkonsentrasjon
Suspendert stoff (partikler)	100 mg/l	1000 mg/l
THC (olje)	5 mg/l	50 mg/l

4.4 Beregning av utslipp av nitrogen og partikler fra midlertidig deponiområde

Det er store usikkerheter rundt behov for eventuelle midlertidige deponier for sprengstein som tas ut av Grenlandstunnelen og Bjønnåstunnelen. Grunnlag for volumberegninger for tunnelene finnes i beregningsgrunnlag i vedlegg 10.1. For å utføre beregningene er det gjort antagelser, på bakgrunn av informasjon oppgitt av entreprenør, kart og andre rapporter utført i forbindelse med prosjektet.

Det er beregnet avrenning fra midlertidig deponi av steinmasser fra 1 dags uttak. Påvirkning på miljøet som følge av avrenning fra midlertidige deponier for sprengstein, er vurdert basert på beregnet avrenning fra deponiområdene.

Dette inkluderer fire områder:

- Lillegårdsbekken (området ved Lanner)
- Herregårdsbekken
- Frierfjorden (området ved Skjelsvikdalen)

- Heistadbekken (området ved Kjørholt)

Konsentrasjonsvurderingen utført for Herregårdsbekken, er gjort med hensyn til avstanden fra bekken til anleggsområdet og midlertidig deponiområde. I Skjelsvikdalen er det utført beregninger for to alternativer:

1. Å slippe ut anleggsvann til Versvikbekken
2. Lede anleggsvann sammen med tunneldrivevannet via rør til Frierfjorden.

Tunnelene skal drives fra begge sider, og det antas at tunnelene drives 50 % fra hver side. Grenlandstunnelen skal drives fra Preståsen mot Skjelsvik, Skjelsvik mot Preståsen, Skjelsvik mot Kjørholt og Kjørholt mot Skjelsvik (Figur 35 og Figur 36). For å se på et verste tilfelle-scenario for utslipp til bekkene, og hvorvidt de er egnet som resipient basert på vannføring, er det gjort noen antagelser. Det er sett på et tilfelle der ett dags uttak av masser ligger på mellomagring, der en nedbørshendelse med varighet på et døgn og normalvannføring inntreffer. Ved denne hendelsen antas det at alt nitrogen og partikulært materiale i haugen vaskes ut i løpet av et døgn. I kapittel 4.4.1-4.4.4 er forutsetninger for hvert anleggsområde beskrevet, mens resultatene er lagt frem i kapittel 4.4.5.

Ved beregning av maksimal teoretisk belastning, er det antatt følgende driftstall:

- Gjennomsnittlig 2,5 salver pr. dag, med fremdrift på 5,4 m pr. salve
- Sprengningsprofil på 80 m²
- Beregning på to løp
- Det antas at 1 % av deponerte masser foreligger som partikler, og at 1 % av dette vil følge vannet for en nedbørshendelse på ett døgn.

Tall for beregnet maksimal teoretisk belastning finnes i Tabell 17 og Tabell 18.

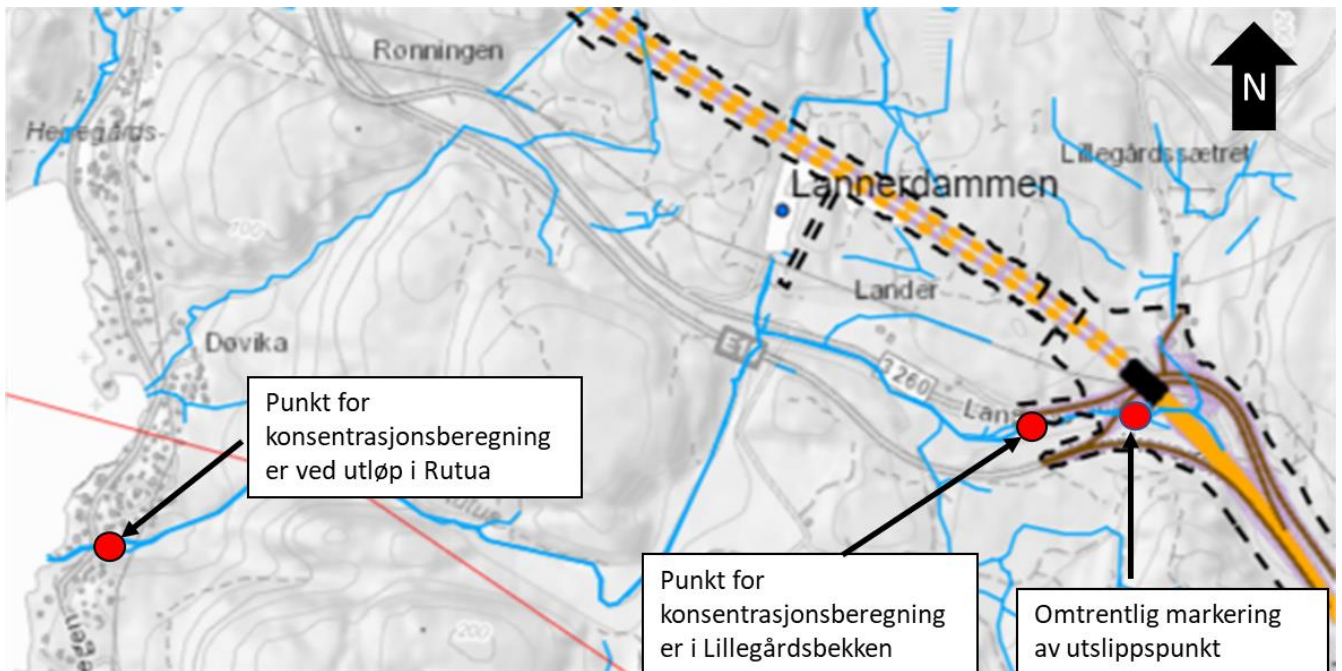
Beregninger for utslipp av rensset tunnelvann er utført i kapittel 5.

4.4.1 **Lillegårdsbekken (Lanner, Bjønnåstunnelen)**

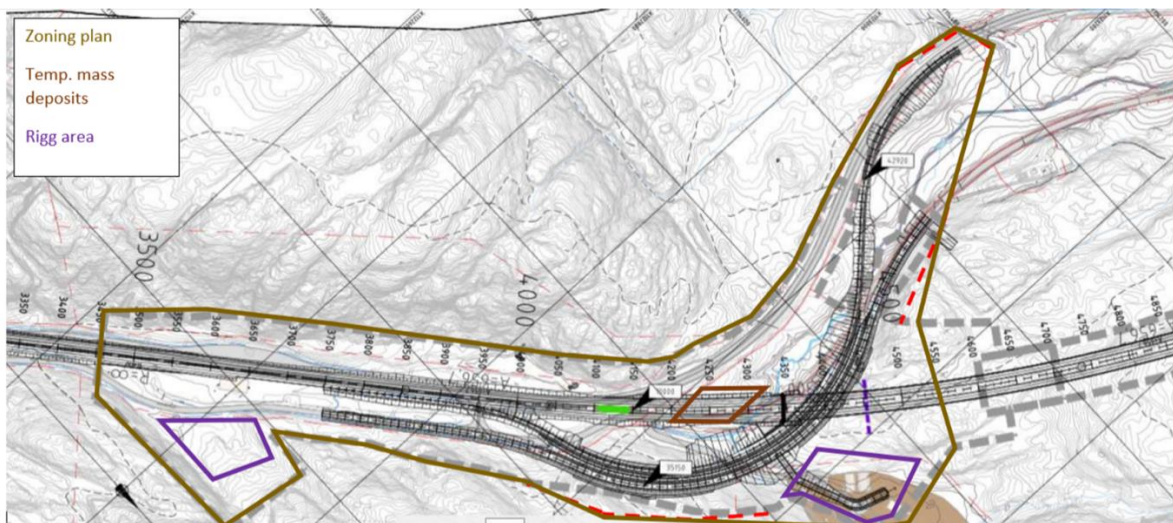
Aktuell resipient ved rigg- og deponiområdene ved Lanner, er Lillegårdsbekken. Lillegårdsbekken og Rutua drenerer til Eidangerfjorden. Det søkes om utslipp til Lillegårdsbekken. Årsaken til dette er avstanden til nærmeste fjord, samt terreng og terrenghelning.

Følgende er antatt for avrenning fra det aktuelle nedbørsfeltet for å se på maksimal teoretisk belastning på vassdraget:

- Avrenning fra midlertidig deponiområde tilsvarer 0,13 l/s. Avrenning fra Lillegårdsbekken ved normalvannføring er ca. 26 l/s.
- Normalvannføring er benyttet i beregningene.
- Avrenning fra riggområdene er beregnet til 0,26 l/s.
- En nedbørshendelse varer i ca. et døgn (dimensjonerende nedbørshendelse)
- Det er ikke forutsatt rensning i beregningene
- En dags uttak gir 1080 m³ faste masser



Figur 24. Kartet viser punkter for konsentrasjonsberegninger utført i Lillegårdsbekken og ved Rutuas utløp, samt omtrentlig utslippspunkt for anleggsvann ved tunnelpåhugget for Bjønnåstunnelen ved Lanner.



Figur 25 Omtrentlig skisse av rigg- og anleggsområder ved Lanner, samt midlertidig masselagring. Midlertidige deponiområder er markert med brunt, mens riggområder er markert i lilla. Nord er ned.

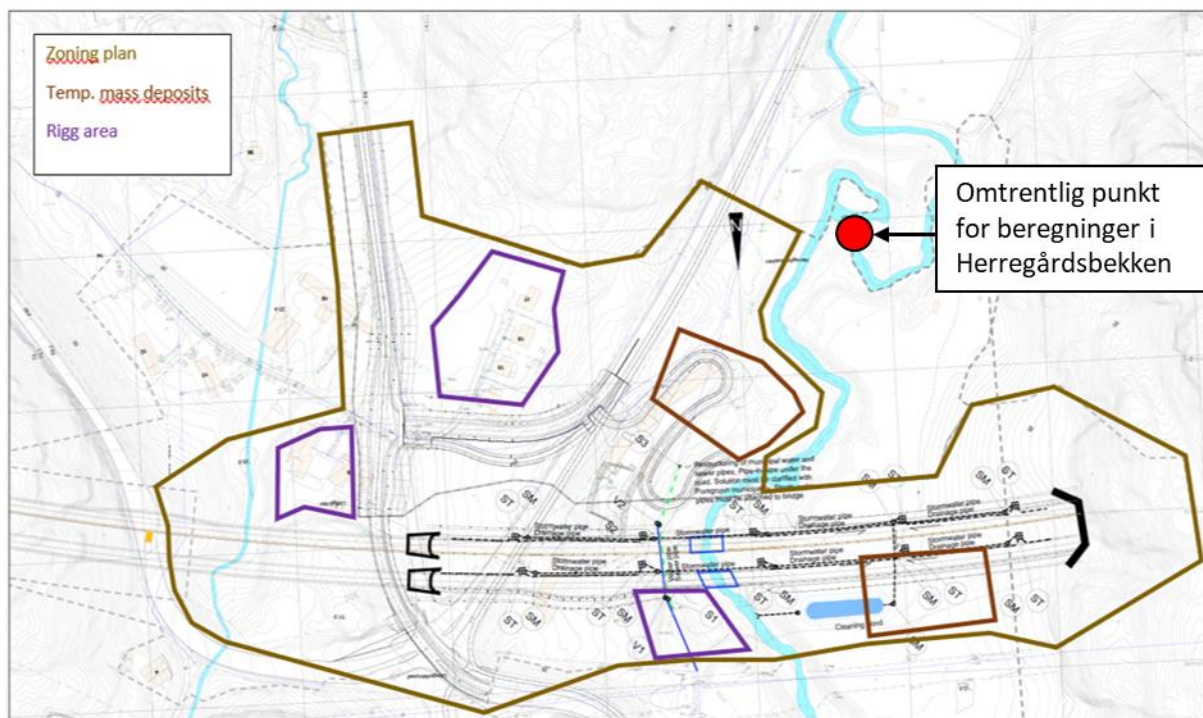
4.4.2 Herregårdsbekken

Ved Herregårdsbekken vil det være anleggsarbeid både i forbindelse med driving av Bjønnåstunnelen, og Grenlandstunnelen, som medfører uttak av masser fra fire tunnelfronter (stuffer). Renset tunnelvann og øvrig anleggsvann skal ledes via rør langs Herregårdsbekken til Eidangerfjorden. Nedenfor er det gjort beregninger på maksimalt teoretisk utslipp fra avrenning fra rigg- og deponiområder med hensyn til plassering i nærheten av Herregårdsbekken (kart i Figur 26). Rigg- og deponiområdets plassering medfører behov for tiltak for å hindre avrenning direkte til Herregårdsbekken. Områder for mellomlagring av masser skal minimum ligge 10-15 m fra bekken. Avrenning fra mellomlagring skal samles opp, og renses før utslipp. Midlertidig deponiområde er antatt

(basert på informasjon i kart) til være ca. 0,02 km², mens riggområdene innenfor planområdet er ca. 0,03 km².

For maksimal utslipp til Herregårdsbekken er følgende antagelser benyttet:

- Avrenning fra midlertidig deponiområde tilsvarer 0,25 l/s. Avrenning i Herregårdsbekken ved normalvannføring er ca. 280 l/s ((NVE, 2020)
- Normalvannføring er benyttet i beregningene.
- En nedbørshendelse varer i ca. et døgn (dimensjonerende nedbørshendelse)
- Det er ikke forutsatt rensning i beregningene da det er sett på behovet for tiltak
- En dags uttak omfatter 2160 m³ faste masser



Figur 26 Omtrentlig skisse av rigg- og anleggsområder ved Herregårdsbekken, samt midlertidig masselagring. Nord er ned. Rød prikk markerer omtrentlig punkt for beregninger.

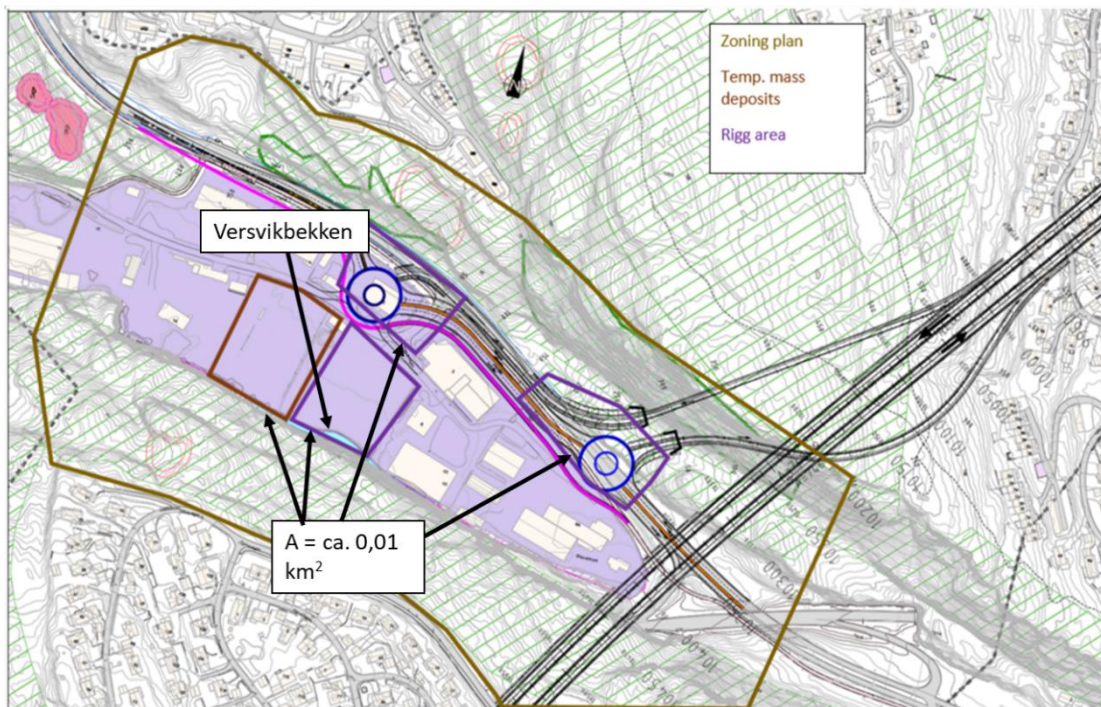
4.4.3 Frierfjorden (Skjelsvikdalen)

I Skjelsvikdalen skal tunnelen drives på fire fronter, to mot Prestås, og to mot Kjørholt. Anleggsvann og tunnelvann, samt avrenning samles og renses før utslipp. Utslipp av tunnelvann og øvrig anleggsvann skal ledes via rør til Frierfjorden. Dette er beregnet og beskrevet i kapittel 5. På bakgrunn av Versvikbakkens plassering i forhold til rigg- og anleggsområder, er det likevel utført estimater for maksimal teoretisk belastning fra avrenning av øvrig anleggsvann til bekken (Figur 27 og Figur 28).

Det er sett på en nedbørshendelse med varighet på et døgn og normalvannføring. Ved denne hendelsen antas det at alt nitrogen og partikulært materiale i haugen vaskes ut i løpet av ett døgn. For beregnet avrenning er det tatt utgangspunkt i Versvikbakkens nedbørsfelt (Vedlegg 10.2.5).

For maksimalt utslipp til Versvikbekken er følgende antagelser benyttet:

- Avrenning fra midlertidig deponiområde tilsvarer 0,13 l/s. Avrenning i Versvikbekken ved normalvannføring er ca. 26 l/s.
- Normalvannføring er benyttet i beregningene.
- En nedbørshendelse varer i ca. et døgn (dimensjonerende nedbørshendelse)
- Det er ikke forutsatt rensning i beregningene
- En dags uttak omfatter 2160 m³ faste masser.



Figur 27 Tentativt forslag fra entreprenør på områder for midlertidig masselagring og riggområder i Skjelsvikdalen. Kartet illustrerer størrelsen på de ulike arealene som er benyttet i beregningene. Nord er opp på kartet.



Figur 28 Omtrentlig punkt for beregninger i Versvikbekken er markert med rød prikk.



Figur 29 Kart over områder avsatt anleggsområde i Skjelsvikdalen. Rødt område markerer områder avsatt til permanent vegformål, lilla markere midlertidig anleggsområde, og brun er markering for mellomlagring av masser.

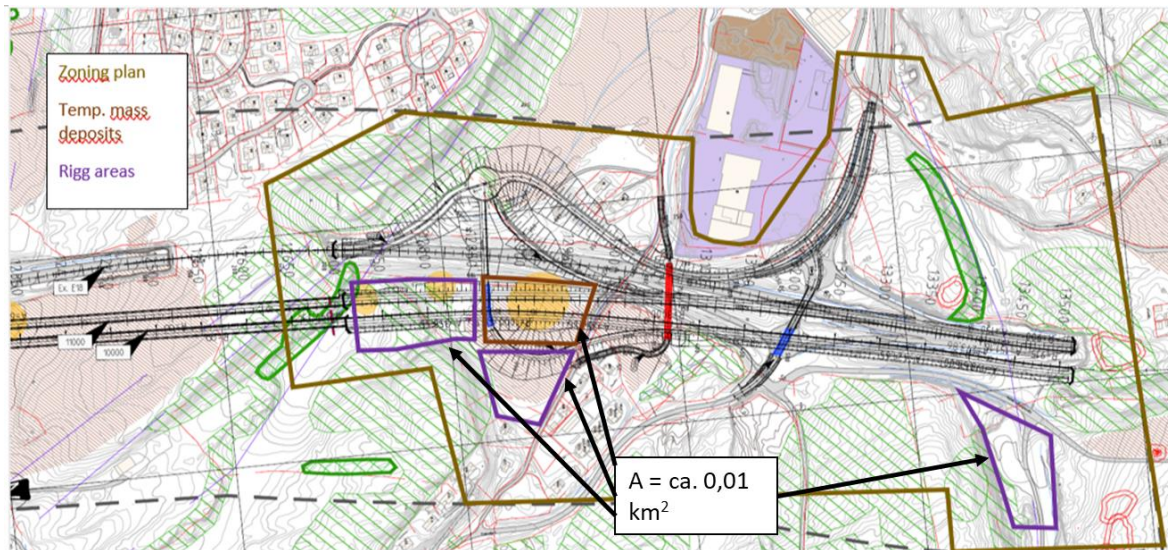
4.4.4 Heistadbekken (Kjørholt)

Ved Kjørholt er det tatt utgangspunkt i Heistadbekkens nedbørsfelt for å beregne avrenning fra midlertidig deponi- og riggområder. Det skal drives to tunnelløp mot Skjelsvik. Heistadbekkens plassering i forhold til anlegget medfører risiko for påvirkning som følge av anleggsarbeidet.

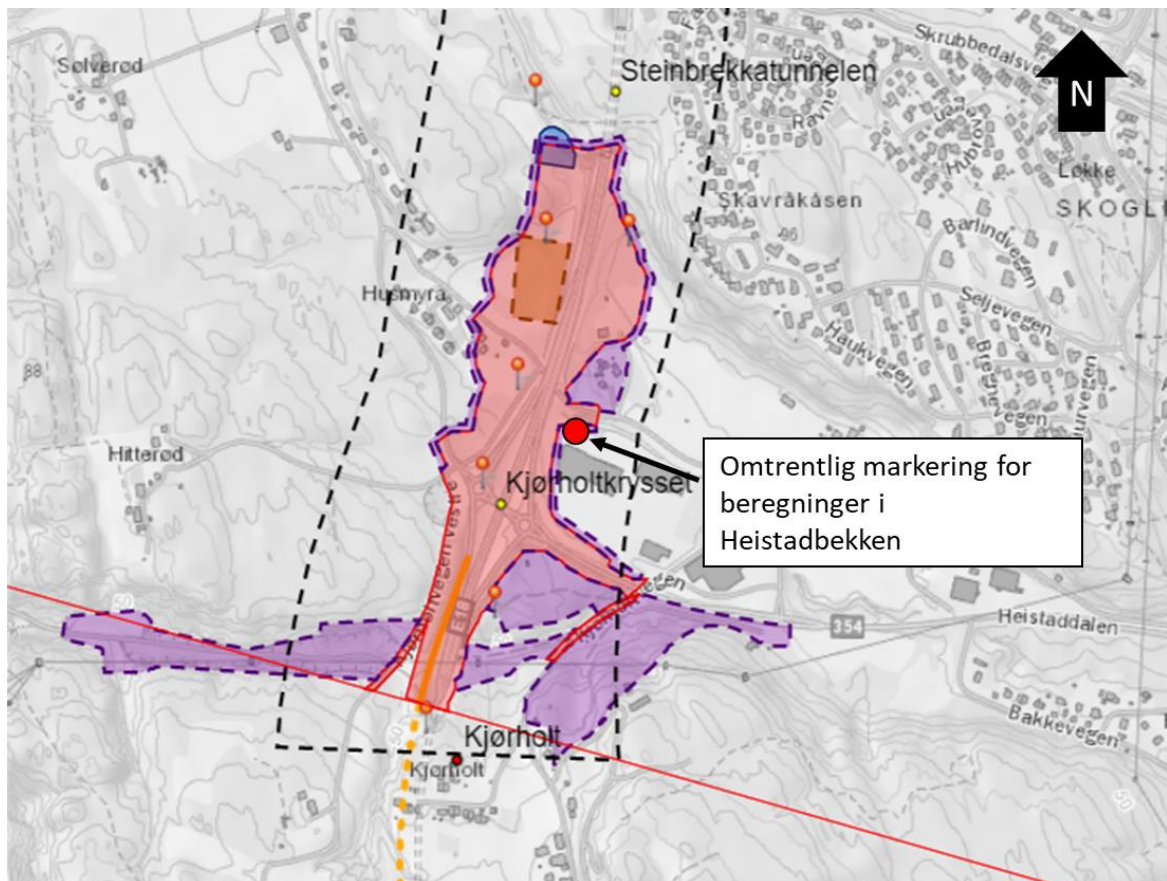
Ved Kjørholt skal anleggsvann ledes via rør i Hitterødalen til Frierfjorden. Dette ble gjort i prosjekt Kjørholt- og Bamble tunellene (KBT) i 2017-2018. Løsningen ble godkjent i tillatelse fra Fylkesmannen i Telemark. På bakgrunn av Heistadbekkens nærhet til anleggsområdet, er det utført beregninger for worst case. Ved Kjørholt er det satt av tre områder til riggområder som totalt (Figur 30).

For maksimal utslipp til Heistadbekken er følgende antagelser benyttet:

- Avrenning fra midlertidig deponiområde tilsvarer 0,13 l/s. Avrenning i Heistadbekken (22 l/s) ved normalvannføring.
- Normalvannføring er benyttet i beregningene.
- En nedbørshendelse varer i ca. et døgn (dimensjonerende nedbørshendelse)
- Det er ikke forutsatt rensning i beregningene
- En dags uttak omfatter 1080 m³ faste masser.



Figur 30 Tentativt forslag for plassering av rigg- og midlertidig masselagring ved Kjørholt.



Figur 31 Kart over områder avsatt anleggsområde ved Kjørholt. Rødt område markerer areal avsatt til vegformål, lilla markere midlertidig anleggsområde, og brunt område markerer areal avsatt til mellomlagring av masser. Omtrentlig punkt for beregninger i Heistadbekken er markert med rød prikk.

4.4.5 Beregninger

Beregningene utført i Tabell 17 er teoretiske beregninger utført for å se på belastningen, dersom anleggsvann slippes til resipientene. Som følge av endringer i søknaden, søkes det ikke om utslipp til Herregårdsbekken eller Heistadbekken.

Tabell 17. Oversikt over totale mengder, og uttak av masser per dag, for å se på maksimal teoretisk belastning på resipienter av suspendert stoff og nitrogen i løpet av et døgn med nedbør.

		Lillegårdsbekken (Lanner)	Herregårdsbekken	Frierfjorden (Skjelsvikdalen)	Heistadbekken (Kjørholt)
Totalt volum (pfm)	m3	209100	422300	213200	217300
Mengde masser i deponi (pam = pfm*1,8)	m3	376380	760140	383760	391140
Andel nitrogen av sprengte masser (1,3 kg/m3)	kg	271830	548990	277160	282490
Andel nitrogen	kg	70676	142737	72062	73447
Andel udetonert nitrogen i massene: Av 15 % prosent udetonert, antas 10 % å følge massene	kg	1060	2141	1081	1102
Midlertidig deponi 1 dags uttak optimal drift (pfm3)	m3	1080	2160	2160	1080
Sprengstoff pr 1 dags drift	kg	1404	2808	2808	1404
Andel nitrogen pr. 1 dags drift	kg	365	730	730	365
Andel udetonert nitrogen i massene: Av 15 % prosent udetonert, antas 10 % å følge massene	kg	5	11	11	5
Antatt partikkelinnhold i massene (1% av totalt deponerte masser)	kg	300	580	580	300
Antar at 1 % av partikkelinnholdet følger avrenning	mg/l	130	25	260	150

Grenseverdi for god tilstand på partikler (suspendert stoff), er i henhold til SFTs veileder (SFT, 1997) 3 mg/l, og mer enn 10 mg/l tilsvarer svært dårlig tilstand. Verdiene i Tabell 18 illustrerer hva som kan skje dersom renseanlegg ikke etableres, eller er ute av drift. Antagelsene som er gjort i beregningene medfører at beregnet konsentrasjon i bekken vil være en ekstrem situasjon, og normal konsentrasjon i bekken vil i praksis være lavere. Konsentrasjonen beregnet for partikler er ikke reell, og indikerer at resipientene blir totalt nedslammet dersom det ikke etableres renseanlegg for fjerning av partikler. Ettersom det anses som lite sannsynlig at alt partikulært materiale og nitrogen vaskes ut ved lavvannføring, er konsentrasjonene oppgitt i Tabell 18 lite sannsynlig. Resultatene viser likevel at resipientene er lite egnet til å ta imot urensset avrenning fra anleggsområdene. Det er lite trolig at disse situasjonene inntreffer, med fullstendig utvasking av massene over kort tid (1 døgn). Normalt vil det være høyest avrenning fra deponiet i starten, og avrenningen vil avta utover deponiperioden. Beregningene viser at konsentrasjonen i bekken ved midlertidig deponering av 1 dags uttak vil tilsvare svært dårlig tilstand iht økologisk tilstandsklasse for nitrogen. Det er viktig å ha kontroll på pH i

avrenningsvannet, slik at omdannelse av ammonium til ammoniakk unngås. Ved pH innenfor foreslåtte grenseverdier vil det være liten effekt på fisk nedstrøms.

Partikkelkonsentrasjon fra eventuelle midlertidige deponier vil være begrenset av grenseverdien.

Tabell 18. Ved midlertidig deponi, 1 dags uttak, hvor alt vaskes ut i løpet av dagen. Beregnet uten renseløsning. Grønn farge viser tilstandsklasse «god», gul er «moderat» og rød er «svært dårlig». Rød farge viser til tilstandsklasse «svært dårlig», (Direktoratsgruppen - vannforskriften, 2018) og (SFT, 1997).

Resipient	Anleggsområde	Normal vannføring		Lavvannføring	
		N [mg/l]	SS [mg/l]	N [mg/l]	SS [mg/l]
Lillegårdsbekken	Lanner	2,4	130	200	10550
Utløp Rutua	Lanner	0,7	40	40	1950
Herregårdsbekken	Herregårdsbekken	0,5	25	140	750
Versviksbekken	Skjelsvikdalen	0,5	260	375	19850
Heistadbekken	Kjørholt	2,8	150	230	12050

Beregningene i Tabell 18 viser at utslipp av urensset anleggsvann til Lillegårdsbekken, Heistadbekken og Versvikbekken kan forringe vannkvaliteten, og ha negativ effekt på liv i vann, med «betydelig redusert fiske» for suspendert stoff, i henhold til Tabell 8. Verdiene i Herregårdsbekken og ved Rutuas utløp tilsvarer «Godt til middels godt fiske, noe redusert avkastning». Det understrekes at verdiene i Tabell 8 gjelder for naturlig partikulært materiale.

I Tabell 19 er det gjort beregninger for utslipp til aktuelle resipienter med rensing. For nitrogen antas det de samme konsentrasjonene som uten rensing. Det er ikke utført beregninger for utslipp til Herregårdsbekken, Heistadbekken og Versvikbekken, da det skal etableres rør til fjord for å håndtere disse vannmengdene. Grenseverdi for god tilstand på partikler (suspendert stoff), er i henhold til SFTs veileder (SFT, 1997) 3 mg/l, og svært dårlig tilstand tilsvarer mer enn 10 mg/l. **Med rensing og foreslått grenseverdi på 50 mg/l SS**, er utslippene for suspendert stoff godt innenfor «god tilstand». Beregningene viser at konsentrasjonen for nitrogen i bekken ved midlertidig deponering av 1 dags uttak tilsvarer svært dårlig tilstand iht. økologisk tilstandsklasse for nitrogen. Det er viktig å ha kontroll på pH i avrenningsvannet, slik at en unngår omdannelse av ammonium til ammoniakk. Ved pH innenfor foreslåtte grenseverdier vil det være liten effekt på fisk nedstrøms.

Tabell 19 Tabellen viser beregnede mengder for 1 dags uttak. Beregninger utført med rensing, der foreslåtte grenseverdier er benyttet i beregning.

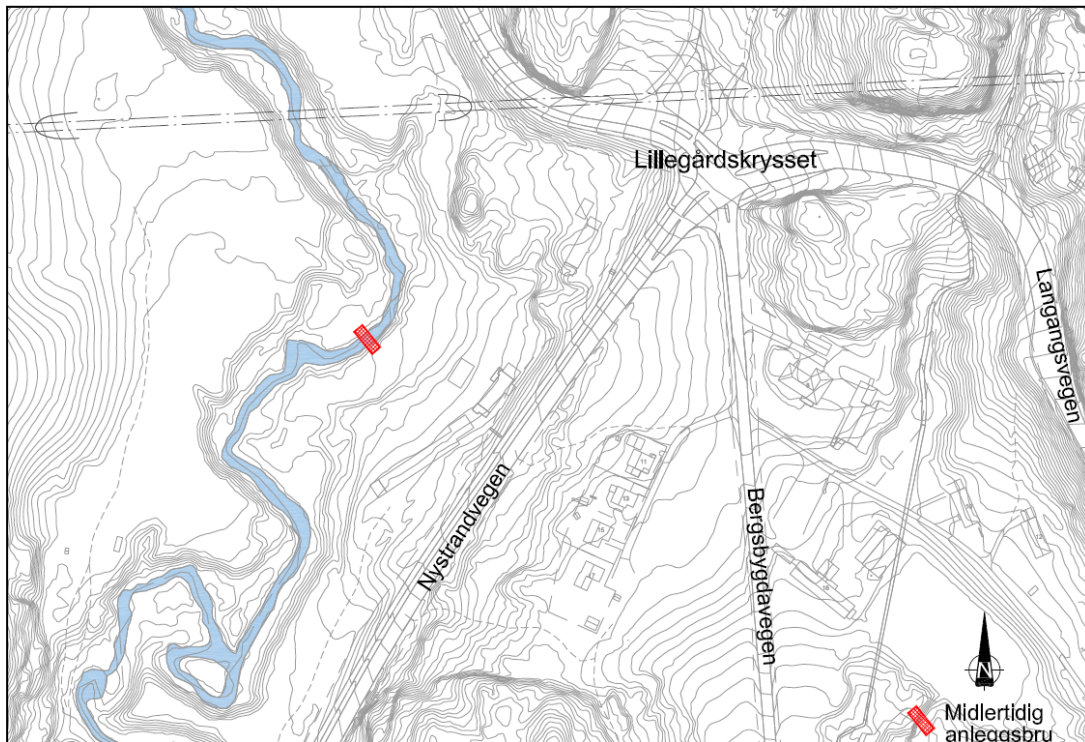
Avrenning til resipient ved maksimal belastning en dags uttak midlertidig deponi					
Resipient	Anleggsområde	Normal vannføring		Lavvannføring	
		N [mg/l]	SS [mg/l]	N [mg/l]	SS [mg/l]
Lillegårdsbekken	Lanner	2,4	0,9	200	0,94
Utløp Rutua	Lanner	0,7	0,21	40	0,17

4.5 Utslipp av anleggsvann bra brubygging

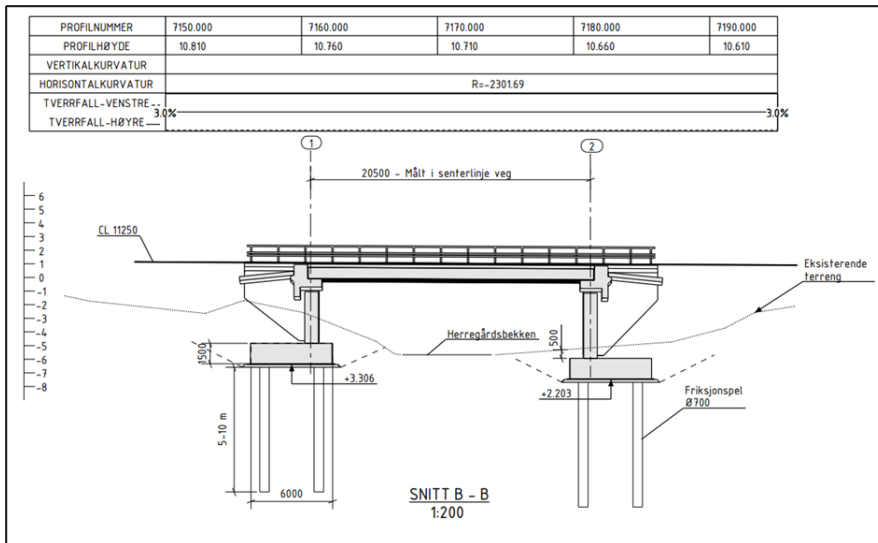
På parsell 2 skal det bygges en dobbelt bru som krysser Herregårdsbekken (Figur 33) og en midlertidig bru sør for anleggsområdet, vist i Figur 32. Ved Herregårdsbekken skal det etableres en midlertidig bru med prefabrikerte betongelementer. Den permanente bruen over Herregårdsbekken blir ca. 15 m lang. Det skal settes ned spuntvegger, som fungerer som erosjonssikring og beskyttelse av elva i anleggsfasen, og mot erosjon rundt brupilarene for ferdig prosjekt. Spuntveggene skal settes ned med minimum 5 meters avstand til bekken, og kuttes ned til terrengnivå etter anleggsslutt, og vil dermed virke som permanent erosjonssikring. Det skal ikke utføres arbeid utenfor spuntveggene (utenfor anleggsområdet), eller i bekken.

Bruarbeidene i dette prosjektet krever ikke forbruk av vann, med unntak av vaskevann, som er inkludert i generelt anleggsvann.

Avrenning fra betongarbeider ifm. etablering av bru vil med stor sannsynlighet ha høy pH og partikler. Totalentreprenøren er ansvarlig for å samle opp avrenning, og dimensjonere renseløsninger slik at grenseverdier overholdes, på lik linje som for øvrige arbeider på strekningen.



Figur 32 Skisse som viser planlagt plassering av midlertidig bru vist med rød skravur



Figur 33 Skisse over planlagt bru for kryssing av Herregårdsbekken.

Resipient for arbeid med brukonstruksjon er antatt å være:

Bru	Resipient	Nedstrøms resipient
Kryssing av Herregårdsbekken	Herregårdsbekken	Eidangerfjorden
Kjørholt	Heistadbekken	Frierfjorden

Sårbarheten i de ulike resipientene er vurdert i kapitlene for utslipp av anleggsvann fra rigg-, anlegg-, og deponiområder og utslipp av vann fra driving av tunnel. Oppsummert er bekkene vurdert som mer sårbare resipienter enn Frierfjorden og Eidangerfjorden. Som følge av registrerte naturverdier, lavere vannføring, og dermed mindre fortykning, er det foreslått strengere grenseverdier for utslipp av anleggsvann direkte til bekkene.

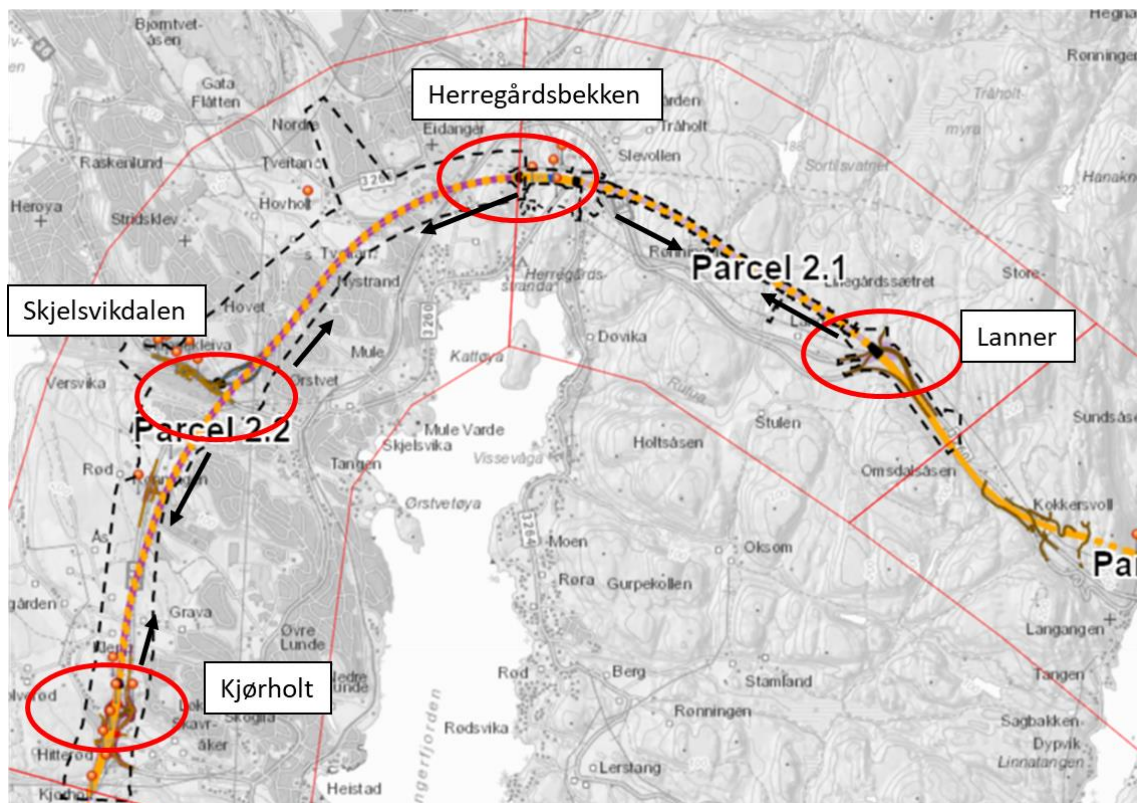
Grenseverdier for utslipp av anleggsvann ved bru settes tilsvarende som utslipp av annet anleggsvann, se Tabell 15 og Tabell 16 i kap. 4.3.

5 Utslipp av vann fra driving av tunnel

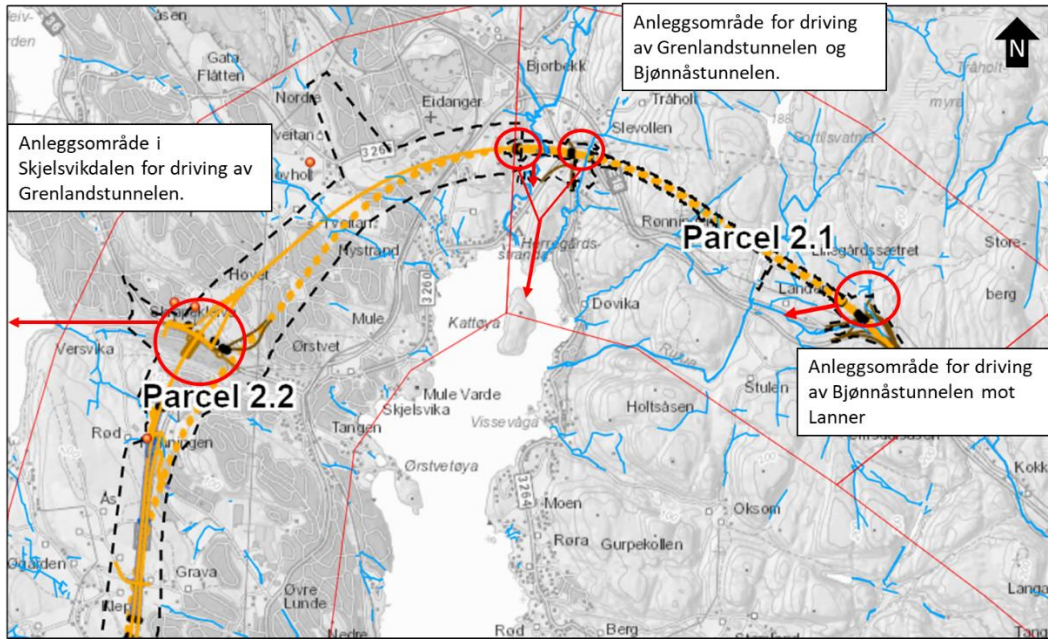
Norsk Forening for Fjellsprengningsteknikk Tekniske Rapport 09, Behandling og utslipp av driftsvann fra tunnelanlegg (NFF, 2009) er med mindre annet er angitt benyttet som kilde for beskrivelse og beregninger.

Entreprenøren har oppgitt en resirkuleringsgrad av drivevann på 70%. Ved høyere grad av resirkulering vil vannmengden til resipient reduseres, og dermed også belastningen på resipienten.

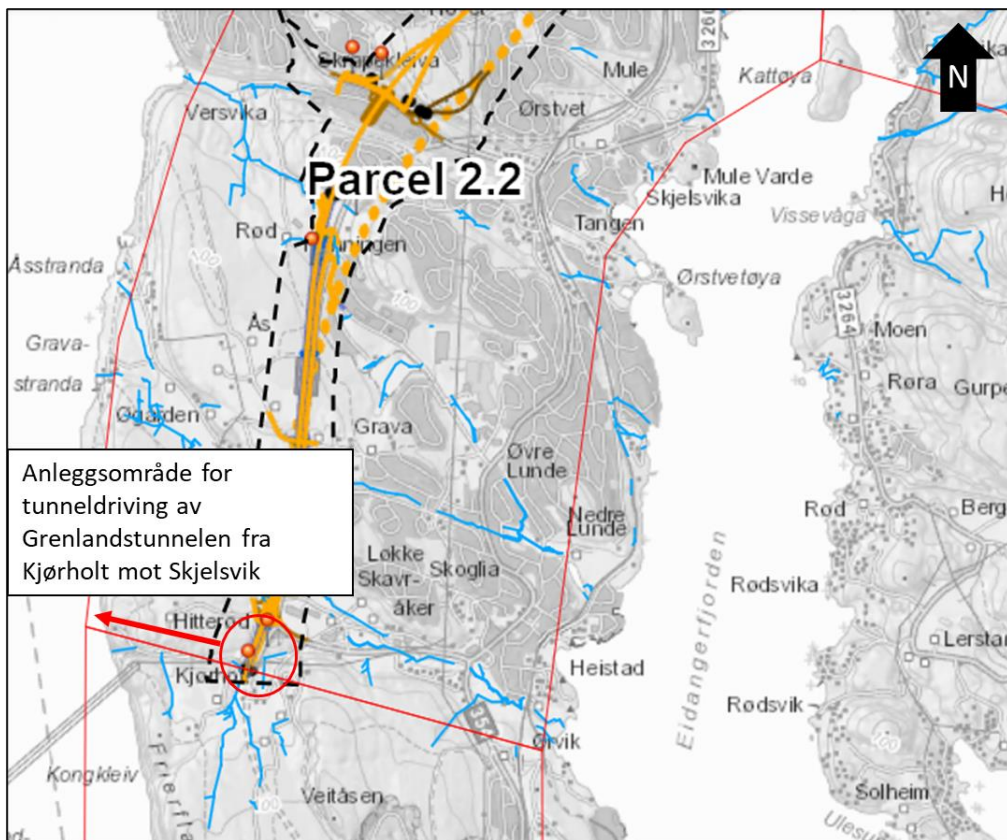
Anleggsområder og vist i kart i Figur 34, Figur 35 og Figur 36. Utslippspunkter for tunnelvann er de samme som oppgitt i kapittel 4.



Figur 34 Kart over tunnelportalenes plassering, markert med røde sirkler. Svarte piler indikerer driveretning. Ved Herregårdsbekken og Skjelsvikdalen, skal det drives tunnel på fire tunnelfronter (stuffer).



Figur 35. Kart viser planområdet inndelt i ulike deler. Piler viser til utslippsresipient for de ulike delene.



Figur 36 . Kart viser planområdet inndelt i ulike deler. Rød sirkel viser omtrentlig plassering av anleggsområdet ved Kjørholt, og rød piler viser retning for utslipp av anleggsvann, her mot Frierfjorden.

Bjønnåstunnelen

Bjønnåstunnelen er ca. 2550 meter lang. Den skal drives fra Lanner-siden og fra Herregårdssiden. Det antas at tunnelene driftes 50 % fra hver side. Det medfører et omtrentlig masseuttak fra to løp på 215 000 m³ på hver side, totalt 430 000 m³ totalt fra Bjønnåstunnelen. Det er forutsatt et sprengningsprofil på 82 m², opplysninger gitt av entreprenøren.

Grenlandstunnelen

Grenlandstunnelen er 5200 m lang. Den skal drives fra fire sider; Herregårdsbekken/Preståsen, Skjelsvikdalen mot Preståsen, Skjelsvikdalen mot Kjørholt, og fra Kjørholt mot Skjelsvik. Dette medfører et omtrentlig masseuttak fra to løp på 215 000 m³ fra hver side, og et totalt masseuttak på 853 000 m³ faste masser.

For begge tunnelene er det antatt et sprengningsprofil på 82 m². Der ikke annet er oppgitt, er opplysningene innhentet fra entreprenør. Videre forutsetninger for beregningene er oppgitt i Tabell 20. Det er forutsatt 2,5 salver per dag. Støvende arbeider skal pågå i tidsrommet 07-23.

I denne søknaden er det utført beregninger både for utslipp til Herregårdsbekken, og for utslipp via midlertidig rørledning til Eidangerfjorden. For Kjørholtsiden av Grenlandstunnelen er det gjort beregninger for utslipp av rensed anleggs- og tunnelvann til Heistadbekken, for å illustrere påvirkning

I denne søknaden er det gjort beregninger både for:

- Utslipp til Herregårdsbekken og via midlertidig rør ledning til Eidangerfjorden, og
- Utslipp til Heistadbekken og Frierfjorden på Kjørholtsiden av Grenlandstunnelen.

Utslipet til Herregårdsbekken og Heistadbekken er utført for å illustrere påvirkning, men det søkes ikke om utslipp til disse bekkene.

Forutsetninger for beregninger for utslipp fra driving av er som følger:

Tabell 20. Forutsetninger for beregninger for utslipp fra driving av Grenlandstunnelen og Bjønnåstunnelen. Opplysninger er hentet inn fra totalentreprenør der ikke annet er oppgitt.

	Grenlandstunnelen	Bjønnåstunnelen
Lengde tunnel (ett løp, inkludert område med tunnelportal)	5200 m	2550 m
Driving og ant. stuffer	4 sider, 8 stuffer	2 sider, 4 stuffer
Antatt arbeidstid på anlegg	20 timer (kl. 06-02)	24 timer
Tunnelarbeid	16 timer (tidsrom 07-23)	24 timer
Fremdrift driving	35 – 40 m/uke	60 m/uke
Masseuttak (2 tunnellop)	852 800 pfm ³	418 200 pfm ³
Resirkulering drivevann	70 %	70 %
Påboret vann (NFF, 2009)	200 l/min	200 l/min
Innlekkasjevann (Nye Veier, 2018)	5, 10 eller 20 l/minx100 m tunnel	Innlekkasjekrav er omtalt i kap. 5, 10 eller 20 l/minx100 m tunnel gitt i prosjektet

5.1.1 Tunnelvann (produksjon, lekkasjevann og påboret vann)

For utslippspunktet er det gjort en vurdering av de enkelte bidragene til den totale vannmengden som skal behandles i renseanlegget. Maksimalt forventet vannmengde danner grunnlaget for å beregne hydraulisk kapasitet på renseanlegget.

Tunnelvannet må renses, før det slippes til resipient eller gjenbrukes. Entreprenøren har oppgitt en resirkuleringsgrad på drivevann på 70%. Ved økt resirkulering av drivevann vil mengden vann til resipienten reduseres, noe som anses som positivt da dette medfører redusert belastning på resipienten.

I drivefasen av en tunnel anses følgende parametere å være mest sentrale når det gjelder utslipp til vann:

- Suspendert stoff (SS)
- Nitrogenforbindelser (ammonium NH_4^+ og nitrater NO_3^-)
- pH
- Olje og kjemikalier (hydrokarboner/organiske forbindelser)
- Tungmetaller

Under driving av tunnelen vil det bli dannet anlegg- og drenevann (tunnelvann) fra ulike kilder:

Produksjonsvann (Qb):

For å drive tunnelarbeid må en borerigg tilføres vann for å fjerne borkaks og kjøle maskinelt utstyr. I beregningene er det benyttet en vannmengde på 40 m³ per 5 m, og i snitt 2,5 salver per dag. Videre er det antatt injeksjon per 30 m tunnel. Ved injeksjon pågår 12 timer per runde, med et forbruk på ca. 20 m³ vann per time. Tallene er oppgitt av entreprenør.

Beregnet produksjonsvann for Grenlandstunnelen og Bjønnestunnelen er vist i Tabell 21 og Tabell 22. Det vil også oppstå produksjonsvann i forbindelse med sprenging for av- og påkjøringsrampe i Skjelsvikdalen. Dette omfatter to ramper på henholdsvis 300 og 400 m.

Lekkasjevann (Qi):

Innlekkasje av grunnvann og overvann fra omliggende berg er avhengig av geologiske forhold i området. Vannmengden i beregningene tilsvarer lekkasjekrav etter tetting av tunnelen. For parsell 2 er det benyttet ulike innlekkasjekrav, anbefalt i hydrogeologisk rapport i prosjektet. Avhengig av ovenforliggende berg, natur og aktivitet, er det anbefalt 20, 10 og 5 l/min x 100 m tunnel. 5 l/min x 100 m tunnel er satt for områder der ovenforliggende landskap er sensitivt for endringer i grunnvanns- og strømningsforhold. Strengere innlekkasjekrav medfører etter tetning lavere mengde vann ut av tunnelen, som igjen medfører mindre vann til renseanlegg, og til slutt ut i resipient.

Påboret vann (Qp):

Påboret vann er tilfeldige vanninntrenginger i tunnelen som opptrer i forbindelse med boringen. Dimensjonerende mengde er 200 l/min i en time før lekkasjen tettes (NFF, 2009). Det er da tatt høyde for tilfeldige store vanntilførsler.

Diverse vannforbruk (Qdiv):

Vannforbruk til diverse formål er satt til 2 m³/time gjennom hele døgnet. Dette er bla vann til vask og avrenning fra anleggsområdene til renseanlegg.

5.2 Beregning av vannmengder

Vannbehovet til riggene, innlekkasjene i tunnelene, samt størrelsen på berørte anleggsområder med avrenning med behov for rensing, er dimensjonerende for vannmengden som skal renses, mens utslippskrav er dimensjonerende for rensegraden.

For å beregne dimensjonerende vannmengde, benyttes (NFF, 2009):

$$Q_{dim} = Q_b + Q_i + Q_p + Q_{div} \quad , \text{ der}$$

- Q_b er borevann
- Q_i er innlekkasje fra berggrunnen
- Q_p er påboret vann
- Q_{div} er innlekking fra dagsone, og inkluderer diverse vannforbruk utenfor tunnelportal

Borvann (Q_b) vil bidra med vann under arbeidstiden, anslagsvis 16 timer per døgn. Innlekkasje (Q_i) vil i begynnelsen være mindre, men vil øke når tunnelen blir lengre. Verdi i tabeller under er når hele tunnelen er drevet. Påboret vann (Q_p) er tilfeldige vanninntrenginger i tunnelen som opptrer i forbindelse med boringen. Denne vannstrømmen vil opphøre etter hvert som en tetter hullet med pakker, det antas at det tar en time før en eventuell lekkasje tettes.

Arealene i dagen på riggområdene og om avrenning fra disse områdene også skal ledes til renseanlegget til tunnelen, er ikke endelig avklart. Det er heller ikke kvantifisert vannforbruk til vask av biler. Det er i stedet regnet med vannforbruk til diverse formål på 2 m³/time gjennom hele døgnet for å sikre kapasitet i renseanlegget.

Utslippsmengdene, totalt og per dag, presentert i Tabell 21 og Tabell 22, er basert på standard verdier pr borerigg, maksimal innlekkasje og standard drivetid. Da en ennå ikke kjenner entreprenørens driftsopplegg, er totale vannmengder pr time og sekund kun anslag og vil kunne variere. Det er forutsatt 70% resirkulering av drivevann i beregningene.

I Tabell 23 er dimensjonerende vannmengde for tunneldriving (Q_{dim}) per resipient oppgitt. For utslipp av rensset anleggsvann og tunnelvann, er det for Bjønnåstunnelen antatt utslipp til Lillegårdsbekken på Lannersiden. På Herregårdssiden, er det forutsatt at vann fra drift på Grenlandstunnelen og Bjønnåstunnelen samles, og ledes via midlertidig rør til Eidangerfjorden. I Skjelsvikdalen og Kjørholt er det gjort beregninger både for utslipp til nærmeste resipient, henholdsvis Versvikbekken og Heistadbekken, og til fjorden. Heistadbekken er en sårbar resipient med relativt lav vannføring. I forbindelse med prosjekt Kjørholt-Bambletunnelene ble det lagt midlertidige rør fra anleggsområdet ved Kjørholt til Frierfjorden gjennom Hitterøddalen. Frierfjorden ble kartlagt den gangen.

5.2.1 **Bjønnåstunnelen**

Det antas at Bjønnåstunnelen drives med to stuffer (to løp) fra Lanner mot Herregårdsbekken, og to stuffer fra Herregårdsbekken mot Lanner.

Total vannmengde per løp er oppgitt i Tabell 21 (Qdim) i fet skrift, og tilsvarer 625 og 850 m³/døgn. Variasjon i Qdim for hver side av Bjønnåstunnelen skyldes ulike innlekkasjekrav for ulike deler av tunnelene.

Tabell 21 Beregninger av vannmengde for driving av to løp i Bjønnåstunnelen (avrundet). Dimensjonerende vannmengde (Qdim) er markert med fet skrift.

Tunnelvann	Lanner mot Herregårdsbekken (halv Bjønnåstunnel)	Herregårdsbekken mot Lanner (halv Bjønnåstunnel)	Kommentar
	m ³ /døgn		
Qb sprengning	100	100	40 m ³ vannforbruk og 5 m fremdrift per salve. Oppgitt av entreprenør.
Qb injeksjon	120	120	Injeksjon per 30 m i 12 timer med 20 m ³ vannforbruk per time. Oppgitt av entreprenør.
Qi	170	275	Anbefalt innlekkasjekrav varierer mellom 5-20 l/minx100 m tunnel
Qp	25	25	Kan være aktuelt der tunnelen krysser svakhetssoner/sprekkesoner. Dimensjonerende mengde er 200 l/min i en time før lekkasjen tettes (NFF, 2009). Dette må betraktes som en sikkerhetsfaktor for å ta hensyn til tilfeldige store vanntilførsler.
Qdiv	50	50	Vannforbruk til diverse formål er satt til 2 m ³ /time gjennom hele døgnet. Dette er bla vann til vask og avrenning fra anleggsområdene til renseanlegg.
Qdim	625	850	Dimensjonerende (maks) vannmengde for renseanleggene. Beregnet maks vann for innlekkasje gjelder når tunnelen er tilnærmet ferdig drevet. Ved gjenbruk av vann for driving, vil vannmengde til resipient utgjøre en betydelig mindre mengde.

5.2.2 Grenlandstunnelen

Grenlandstunnelen drives med to løp fra Preståsen til Skjelsvik, to løp fra Skjelsvik mot Preståsen, to løp fra Skjelsvik mot Kjørholt, og to løp fra Kjørholt mot Skjelsvik. Ettersom tunnelen skal drives fra fire sider, er Q_{dim} antatt fra hver kant, mot midten. Dette fordi dimensjonerende vannmengde regnes for hvert anleggsområde, og gir føringer for dimensjonering av vannrenseanlegget. Beregningene er gjort for to løp, halv strekning fra anleggsområde til anleggsområde. Total vannmengde for to løp (Q_{dim}) er oppgitt i nederste rad i Tabell 22. Tallene er beregnet etter anbefalt innlekkasjekrav.

Tabell 22. Beregninger av vannmengde for driving av to løp i Grenlandstunnelen (avrundet). Dimensjonerende vannmengde (Q_{dim}), oppgitt i $m^3/døgn$, er markert med fet skrift nederst i tabellen.

Tunnelvann	Preståsen-Skjelsvik	Skjelsvik mot Preståsen	Skjelsvik mot Kjørholt	Kjørholt mot Skjelsvik	Kommentar
	$m^3/døgn$				
Q_b sprengning	100	100	100	100	40 m^3 vannforbruk og 5 m fremdrift per salve. Oppgitt av entreprenør.
Q_b injeksjon	120	120	120	120	Injeksjon per 30 m i 12 timer med 20 m^3 vannforbruk per time. Oppgitt av entreprenør.
Q_i	180	130	220	250	Anbefalt innlekkasjekrav varierer mellom 5, 10 og 20 l/minx100 m tunnel
Q_p	25	25	25	25	Kan være aktuelt der tunnelen krysser svakhetssoner/sprekkesoner. Dimensjonerende mengde er 200 l/min i en time før lekkasjen tettes (NFF, 2009). Dette må betraktes som en sikkerhetsfaktor for å ta hensyn til tilfeldige store vanntilførsler.
Q_{div}	50	50	50	50	Vannforbruk til diverse formål er satt til 2 m^3 /time gjennom hele døgnet. Dette er bla vann til vask og avrenning fra anleggsområdene til renseanlegg.

Tunnelvann	Preståsen-Skjelsvik	Skjelsvik mot Preståsen	Skjelsvik mot Kjørholt	Kjørholt mot Skjelsvik	Kommentar
	m ³ /døgn				
Qdim	800	680	950	1300	Dimensjonerende (maks) vannmengde for renseanleggene. Beregnet maks vann for innlekkasje gjelder når tunnelen er tilnærmet ferdig drevet. Ved gjenbruk av vann for driving, vil vannmengde til resipient utgjøre en betydelig mindre mengde.

Tabell 23 Dimensjonerende vannmengde for tunneldriving (Qdim) per resipient

Resipient	Qdim (m ³ /døgn)
Lillegårdsbekken (Lanner)	625
Eidangerfjorden (Herregårdsbekken)	850+800=1650
Frierfjorden (Skjelsvikdalen)	700+950=1650
Heistadbekken (Kjørholt)	1300

5.3 Rensetiltak i anleggsfasen og forslag til grenseverdier

Foreslåtte parametere er ikke direkte knyttet til klassifisering av økologisk tilstand i vannforekomster, men har en indirekte påvirkning på vannkvaliteten ved at parametere kan påvirke vannlevende organismer (biologiske kvalitetselementer som f.eks. fisk og bunndyr). Påvirkning i resipienten ved foreslåtte grenseverdier er vurdert under, kap. 5.4.

Relevante parametere å sette grenseverdier for avrenning i forbindelse med tunneldriving er:

- Partikler (suspendert stoff)
- pH (indirekte parameter for vurdering av avrenning av ammonium fra sprengstein) i bekkene
- Olje

Grenseverdier for bekker

Rutua har registrert sjøørret i nedre del av bekken. Det er også observert fisk oppstrøms vandringshinder både i Lillegårdsbekken og i Lannerbekken. Enkelt elfiske utført i mai 2021 påviste stasjonere bestander av både ørret og bekkerøye i Lillegårdsbekken (Rognan, et al., 2021). Grenseverdier for utslipp fra tunneldrivingen settes med bakgrunn i tålegrenser for fisk.

Det gis ikke konsentrasjonskrav til totalt nitrogen, da nitrogen ikke er begrensende for algevekst i ferskvann. pH blir en indirekte indikator på om det er risiko for omdanning fra ammonium til ammoniakk, som er akutt giftig for fisk. Det er derfor heller satt krav til pH i utslippsvann.

Tabell 24. Foreslåtte grenseverdier ved utløp av renseanlegg for utslipp til Lillegårdsbekken/Ruta fra tunnelvann.

Utslippskomponent til bekk	Mengdeproporsjonal ukeblandprøve	Maksimalkonsentrasjon
Suspendert stoff (partikler)	50 mg/l	100 mg/l
pH*	5,5 - 8,0	5,5 - 8,0
THC (olje)	5 mg/l	50 mg/l

* pH som indirekte parameter for avrenning av sprengstoffrester fra lagring av sprengstein (nitrogenforbindelser).

Grenseverdier for Eidangerfjorden og Frierfjorden

Foreslåtte grenseverdier for utslipp til Eidangerfjorden og Frierfjorden er oppgitt i Tabell 25. Beregninger for ulike grenseverdier er oppgitt i vedlegg 10.2.7.

Tabell 25. Foreslåtte grenseverdier for utslipp av rensset anleggsvann til Eidangerfjorden og Frierfjorden

Utslippskomponent til bekk	Mengdeproporsjonal ukeblandprøve	Maksimalkonsentrasjon
Suspendert stoff (partikler)	100 mg/l	1000 mg/l
THC (olje)	5 mg/l	50 mg/l

5.4 Beregning av utslipp av nitrogen, partikler og olje fra tunnelvann

Det er mange faktorer som påvirker tunnelvannets innhold av nitrogen, partikler (SS) og olje. Ved beregning av sannsynlig maksimalt utslipp av nitrogen til resipientene er det antatt at 5 % av totalt nitrogen i sprengstoffet følger tunnelvannet (NFF, 2009). Videre antas at det drives 16 timer pr dag. 6 dager i uka.

For avrenning av partikler vil konsentrasjonen ut av rensset vann ut renseanlegg til resipient avgjøres av grenseverdi for partikler som settes i tillatelsen. Beregning for konsentrasjon av partikler er utført på bakgrunn av den satte grenseverdien i kapittel kap. 5.3 over.

Et anslag på maksimalt utslipp av nitrogen, partikler og olje er vist i og er basert på total mengde tunnelvann (borevann, innlekkasjevann og vannforbruk til diverse formål) og foreslåtte grenseverdier for utslipp av vann som vist i Tabell 25. Det presiseres at beregnede maksimale utslipp av nitrogen, partikler og olje vist i Tabell 26 vil være maksimale utslipp basert på grenseverdier fra renseanleggene. Det vil i tillegg være ulik belastning på anlegget ved forskjellige tider av døgnet. Drivetiden for de ulike tunnelene er benyttet i beregning av totale volumer, gjennomsnittlig vannmengde ut av renseanlegg, samt konsentrasjonsberegninger. For å beregne totalt vannvolum ut i resipient, er i antall uker per tunnel, 6 dager i uka og 16 timer per dag antatt. Det er antatt 70 % resirkulering av drivevann.

Tabell 26. Oversikt over antall driftsuker ved de ulike riggområdene. Tallene er benyttet i beregningen av total utslipp til vann i resipient.

Resipient	Hvor	Driftsuker
Lillegårdsbekken	Bjønnåstunnel (Lanner)	86
Eidangerfjorden	Bjønnåstunnel (Herregårdsbekken)	74
Eidangerfjorden	Grenlandtunnelen (Herregårdsbekken)	120
Frierfjorden	Skjelsvik mot Preståsen Nordre pårampe	115
Frierfjorden	Skjelsvik mot Kjørholt Søndre avrampe	102

Tabell 27 Beregnet maksimalt samlet utslipp av nitrogen, partikler og olje fra tunneldriving med 70 % resirkulering av drivevannet. Grenseverdier for resipientene, benyttet i beregningene, er oppgitt i Tabell 15 og Tabell 16.

Resipient	Hvor	Antatt total vannmengde til resipient	Totalt utslipp av nitrogen til resipient	Totalt utslipp av partikler	Totalt utslipp olje til resipient
		m ³	kg	Tonn	kg
Lillegårdsbekken	Bjønnås (Lanner)	12 240	530	0,6	60
Eidangerfjorden	Anleggsområdet ved Herregårdsbekken	25 000	1100	2,4	120
Frierfjorden	Skjelsvikdalen	25 000	1100	2,5	125
Frierfjorden	Kjørholt	25 000	550	1,3	60

Beregnet konsentrasjon i resipientene er gjort ved omtrentlig antatt utslippspunkt, der nedbørsfeltet for de ulike resipientene er definert, samt ved utslippspunkt til fjorden. Konsentrasjonen forutsetter «null-konsentrasjon» i bekkene før utslipp fra renseanlegg. Middelvannføring i bekkene er beregnet i Nevina (NVE, 2020), se vedlegg 10.2. Middelvannføring ut av renseanlegget er beregnet ved å anta et jevnt utslipp over driftsperioden (antall driftsuker er oppgitt i Tabell 26). Detaljer for beregningene finnes i vedlegg 10.2

Nitrogenkonsentrasjoner i bekkene er utført for å se på den økologiske belastningen. Beregnet konsentrasjon i Lillegårdsbekken er basert på antatt totalt uttak av masser, totalt vannforbruk, samt produsert nitrogen, og antatt at 5 % av mengden uomsatt nitrogen (15%) følger tunnelvannet (NFF, 2009).

Beregning for konsentrasjon av nitrogen og suspendert stoff ved utløp Rutua, er utført for å verifisere fortyningen som skjer etter samløp av Rutua og Lillegårdsbekken. Grenseverdiene for beregningene er satt til samme verdi som ved utslippspunktet ved Lillegårdsbekken. Suspendert stoff vil sedimentere, og konsentrasjonen vil i realiteten være lavere enn den beregnede konsentrasjonen i Tabell 28. Det understrekes at beregningene er utført med en antagelse om «null-konsentrasjon» i bekkene før utslipp.

For beregning av utslipp til Eidangerfjorden og Frierfjorden, er det antatt et volum på 1m x 1m x 1m = 1m³. Det er videre antatt at avrenning fra midlertidig deponiområde samles opp, og at øvrig avrenning fra nedbør avskjæres med grøfter.

Tabell 28. Beregnet teoretisk konsentrasjon i resipient etter fortynning av rensset overvann fra tunneldriving ved normal vannføring i bekkene. Konsentrasjon av partikler og olje ved utløp fra renseløsning tilsvarer foreslåtte grenseverdier. Blå og grønn farge viser «svært god» og «god» tilstandsklasse, mens oransje farge viser til tilstandsklasse «dårlig» (Direktoratsgruppen - vannforskriften, 2018) og (SFT, 1997).

Resipient	N* [mg/l]	SS [mg/l]	THC [mg/l]	Beregnet vannføring ut av renseanlegget m ³ /døgn	Middelvannføring i resipient ved normalvannføring m ³ /døgn
Lillegårdsbekken	0,45	0,5	0,05	315	2281
Rutua	0,1	0,1	0,02		8018
Eidangerfjorden (utslipp fra Herregårdsbekken)	0,1	3,4	0,04	750	
Frierfjorden (Utslipp fra Skjelsvikdalen)	0,1	3	0,04	675	

*Nitrogenkonsentrasjonen er beregnet ut ifra teoretisk konsentrasjon i tunnelvannet, og er beregnet til ca. 40 mg/l ut av rensanlegget.

Det er også beregnet konsentrasjon i resipientene ved lavvannføring. Lavvannføringen i bekken er så lav at vannføringen ut av rensanlegget vil dominere. Dermed vil konsentrasjonen i stor grad gjenspeile konsentrasjon i vannet ut av rensanlegget. Selv om lavvannsperioder ofte inntreffer i sommermånedene vil det også kunne være lavvannsperioder om vinteren, f.eks. ved stabilt og kaldt vær. Anleggsarbeidene skal pågå fra første halvdel 2022 til 2025. Det betyr at det blir perioder med lavvannsføring, og konsentrasjoner beregnet Tabell 29 kan ikke utelukkkes.

Tabell 29. Beregnet teoretisk konsentrasjon i resipient etter fortynning av rensset overvann fra tunneldriving ved lavvannføring. Konsentrasjon av partikler og olje ved utløp fra renseløsning tilsvarer foreslåtte grenseverdier. Rød farge viser til tilstandsklasse «svært dårlig» (Direktoratsgruppen - vannforskriften, 2018) og (SFT, 1997).

Resipient	N* [mg/l]	SS [mg/l]	THC [mg/l]	Lavvannføring i resipient ved lavvannføring m ³ /døgn
Grenseverdi		50	5	
Lillegårdsbekken	20	23	2,3	28
Rutua	6	6,8	0,7	150

*Nitrogenkonsentrasjonen er beregnet ut ifra teoretisk konsentrasjon i tunnelvannet. Nitrogenkonsentrasjonen er beregnet til ca. 40 mg/l ut av rensanlegget.

Fjordene er utelatt fra Tabell 29 fordi lavvannføring ikke vil ha betydning for utslippene hit. Vurdering av nødvendig fortynningsvolum er gitt i Tabell 30.

6 Vurdering av samlet belastning på resipientene

De planlagte arbeidene som produserer avrenningsvann med potensielt høyt innhold av forurensning (partikler, nitrogen og høy pH) fordeler seg til de omsøkte resipientene.

Å lede rensert anleggsvann via midlertidige rør til fjordene vil redusere belastningen på bekkene. Det er likevel stor sannsynlighet for at bekkene som ligger i umiddelbar nærhet til anleggsområdene, som Versvikbekken, Heistadbekken og Herregårdsbekken kan påvirkes av anleggsarbeidene. Innenfor nedbørsfeltet til både Herregårdsbekken og Versviksbekken vil det være anleggsarbeid ved to tunnelpåhugg og fire tunnelfronter. Avrenning fra anlegg- og riggområdene utgjør en betydelig mindre vannmengde, enn fra driving av tunnel, og sprengningsarbeider i dagsone. Det vil foregå betydelig masseutskifting, graving og noe kalksementstabilisering i området.

Bekkene i parsell 2 er i hovedsak fiskeførende, og er sårbare for utslipp av anleggsvann med høye konsentrasjoner av partikler, og ammonium, i kombinasjon med utslipp med høy pH.

For ferskvann er den økologiske tilstanden for nitrogen vurdert iht grenseverdier i gjeldende veileder *Klassifisering av miljøtilstand i vann 02:2018*, oppdatert i 2020 (Direktoratsgruppen vanddirektivet, 2018). Grenseverdier for totalt nitrogen i kystvann er fremlagt i Tabell 6 og Tabell 7. Beregninger utført for utslipp av nitrogen til bekkene ved lavvannsføring, viser at konsentrasjonene vil tilsvare tilstandsklasse «svært dårlig».

Uomsatt sprengstoff inneholder om lag like deler ammonium (NH_4^+), - og nitratforbindelser (NO_3^-), og dette forholdet forventes å gjenspeiles i avrenningsvannet fra tunnelen. Det er ikke satt grenseverdier for nitrogen, men for pH i bekken. Ammoniakk er akutt toksisk for fisk i lave konsentrasjoner. Ettersom omdannelse fra ammonium (NH_4^+) til ammoniakk (NH_3) er en funksjon av pH og temperatur, og det ikke finnes gode nok renseløsninger for nitrogen, er det svært viktig å ha kontroll på pH. I tillegg er det for flere av bekkene påvist «svært dårlig» tilstand på nitrogen under forundersøkelsene.

Grenseverdier for suspendert stoff er ikke videreført i gjeldende veiledere, og beregnede konsentrasjoner er vist med tilstand satt etter grenseverdier gitt i veileder 97:04 (SFT, 1997). Tabell 28 og Tabell 29 beskriver den økologiske tilstanden basert på 97:04s gamle veiledere. Tabell 8 beskriver når konsentrasjonen av naturlig partikler (suspendert stoff) er skadelig for fisk.

Med utslippskonsentrasjon på 50 mg/l ut fra rensenanlegg vurderes konsentrasjonen ved normalvannføring ved utløp/fiskeførende strekke å ikke utgjøre større skade på vannmiljøet eller fisken. Ved lavvannføring er alle konsentrasjoner i «*Godt til middels fiske, noe redusert avkastning*», kategorisert i henhold til Tabell 8.

For olje (THC) finnes det ingen klassegrenser, men ved maksimalkonsentrasjon på 5 mg/l ut fra rensenanlegg vil det være liten fare for skade på fisk og vannlevende organismer. Det er skal etableres rutiner for å unngå oljesøl, og avbøtende tiltak ved oljeuhell. Absorbent skal være til stede på anleggsplassen til enhver tid, og olje og kjemikalier plasseres lengst vekk fra resipienter.

Utslippspunkt for midlertidige rør til fjorden, legges slik at bløtbunn og ålegras-forekomster ikke påvirkes, og på et slik dyp at man unngår eutrofiering.

Påvirkning fra anleggsarbeid

Herregårdsbekken:

Herregårdsbekken påvirkes potensielt kun av anleggsvann (fra anleggsarbeid i dagsone). Herregårdsbekken har en anadrom strekning på 2 km, hvor hele strekningen nedstrøms anleggsområdet er anadrom. Forundersøkelsene viser gode gyte- og oppvekstforhold for fisk, og det ble i perioden 2018-2020 påvist høy tetthet av ungfisk. I forundersøkelsene ble det påvist nitrogenkonsentrasjoner tilsvarende «svært dårlig» tilstand i 2016-2019, og «moderat» tilstand i 2020. Herregårdsbekken er vurdert som en sårbar resipient i konsekvensutredningen for parsell 2. Utslipp fra anleggsarbeidene kan innebære tilførsel av vann med høy pH. Til tross for fortykning i Herregårdsbekken, kan avrenning med høy pH i kombinasjon med avrenning fra sprengsteinsmasser medføre akutt fiskedød, som følge av omdannelse fra ammonium til ammoniakk.

For å unngå avrenning til Herregårdsbekken på dager med mye nedbør, skal det etableres avskjærende grøfter. Renset tunneldrivevann skal ikke ledes til bekken. Det vurderes dermed at Herregårdsbekken ikke vil påvirkes negativt av anleggsarbeidet.

Lillegårdsbekken:

Lillegårdsbekken påvirkes av utslipp fra tunnelvann (drivevann fra tunnel) og anleggsvann (fra anleggsarbeid i dagsone). Lillegårdsbekken har stasjonær fisk, som medfører at det er en sårbar resipient. Forundersøkelsene viste avtakende konsentrasjoner på totalt nitrogen fra 2016 til 2019, med tilsvarende bedring i tilstand fra «svært dårlig», via «dårlig» til «moderat» i 2019. Beregnet utslipp av nitrogen fra tunneldriving viste «god tilstand» ved normal vannføring, og «svært dårlig» tilstand ved lavvannføring (Tabell 28 og Tabell 29). Sannsynligheten for utvasking av nitrogen fra midlertidig deponi ved lavvannføring er svært lav, som medfører at det ikke forventes å få slike situasjoner. Det illustrerer like fullt at ved lav vannføring, vil Lillegårdsbekken være påvirket av nitrogenutslipp fra tunneldrivinga. Nitrogenkonsentrasjonene i Lillegårdsbekken har liten betydning for fisken, så lenge pH er lavere enn 8.

I henhold til SFTs gamle verdier, viste Lillegårdsbekken henholdsvis «dårlig» og «svært dårlig» tilstand for partikler ved normal- og lavvannsføring ved grenseverdi på 50 mg/l ut av renseanlegg. Beregningen som er gjort for utløpet ved Rutua viser ikke en reell konsentrasjon, men at det vil være en fortykning og sedimentasjon på strekningen, som fører til lavere konsentrasjon («svært god» tilstand). I lavvannssituasjoner vil vannføringen i Lillegårdsbekken domineres av vannmengdene fra renseanlegget. Beregnet konsentrasjon av partikler i bekken på fiskeførende strekninger, og grenseverdi på 50 mg/l suspendert stoff, indikerer at fisken er ivaretatt iht Tabell 8 også ved lavvannssituasjoner.

Det vurderes at anleggsarbeidene med utslipp til Lillegårdsbekken ikke medfører varig endring av økologisk tilstand i bekken. Det forutsettes at drivevann fra tunnel renses iht krav før utslipp til resipient, og at øvrige avbøtende tiltak følges opp.

Versvikbekken:

Versvikbekken påvirkes potensielt kun av anleggsvann (fra anleggsarbeid i dagsone). Forundersøkelsene viste nitrogenkonsentrasjoner tilsvarende «svært dårlig» tilstand gjennom hele

måleperioden, også i 2019. Versvikbekken er en sjøørrettførende bekk, med en anadrom strekning på 260 m.

For å unngå avrenning og negativ påvirkning på Versvikbekken på dager med mye nedbør, skal det etableres avskjærende grøfter. Renset tunneldrivevann skal ikke ledes til bekken. Det vurderes dermed at Versvikbekken ikke vil påvirkes negativt av anleggsarbeidet.

Heistadbekken:

Heistadbekken påvirkes potensielt kun av anleggsvann (fra anleggsarbeid i dagsone).

Heistadbekken har en fiskeførende strekning på 660 m. Bekken har ved tidligere undersøkelser vist god produksjon av sjøørretunger (Rognan, et al., 2021). I konsentrasjonsberegningene er det forutsatt at konsentrasjonen i bekken før utslipp er null. Det ble imidlertid påvist nitrogenkonsentrasjoner tilsvarende «svært dårlig» tilstand i forundersøkelsene på alle fire målestasjoner, og for alle år (2017-2019). Ved oppgradering av Kjørholttunnelen fra april 2017-september 2018 ble bekken benyttet som resipient for både urensset og rensset tunnelvann. I tillegg mottar bekken urensset vann fra dagsonen mellom Steinbrekka frem til Kjørholttunnelen. Denne strekningen er 1,3 km lang (Rognan, et al., 2021). Bekkens miljøtilstand i dag, medfører at den er sårbar for ytterligere påvirkning.

For å unngå avrenning og negativ påvirkning på Heistadbekken på dager med mye nedbør, skal det etableres avskjærende grøfter. Renset tunneldrivevann skal ikke ledes til bekken. Det vurderes dermed at Heistadbekken ikke vil påvirkes negativt av anleggsarbeidet.

Eidangerfjorden:

Eidangerfjorden vil motta tunnel- og anleggsvann fra anleggsvirksomhet ved Herregårdsbekken via rør, og fra anleggsvirksomheten på Lanner via Lillegårdsbekken og Rutua. Eidangerfjorden karakteriseres i vann-nett som en salt fjord. Eidangerfjorden kan være sårbar for eutrofiering ved tilførsel av nitrogen. Beregningene utført for fjorden illustrerer stor fortynning. Det faktiske vannvolumet som utslippet fortynnes i, er mye større enn det som er benyttet i beregningene. Det er ikke satt grenseverdier for utslipp av nitrogen. Ved forslag til plassering av utslippspunkt for rørledning fra Herregårdsbekken, er bløtbunnsområder og ålegras hensyntatt vist i Figur 13. Tabell 30 viser estimert utslipp av nitrogen per dag, og behovet for vannvolum for å oppnå fortynning tilsvarende «god økologisk tilstand».

Det vurderes at anleggsarbeidene med utslipp til Eidangerfjorden ikke medfører varig endring av økologisk tilstand. Det forutsettes at anleggsvannet renses iht foreslåtte krav til grenseverdier før utslipp til resipient, og at øvrige avbøtende tiltak følges opp.

Frierfjorden:

Frierfjorden vil påvirkes av utslipp fra tunnelvann (drivevann fra tunnel) og anleggsvann (fra anleggsarbeid i dagsone). Frierfjorden er ferskvannspåvirket, og det er ikke satt grenseverdier for utslipp av nitrogen med hensyn til eutrofiering. Det er likevel viktig å ha kontroll på pH for å unngå omdannelse fra ammonium til ammoniakk.

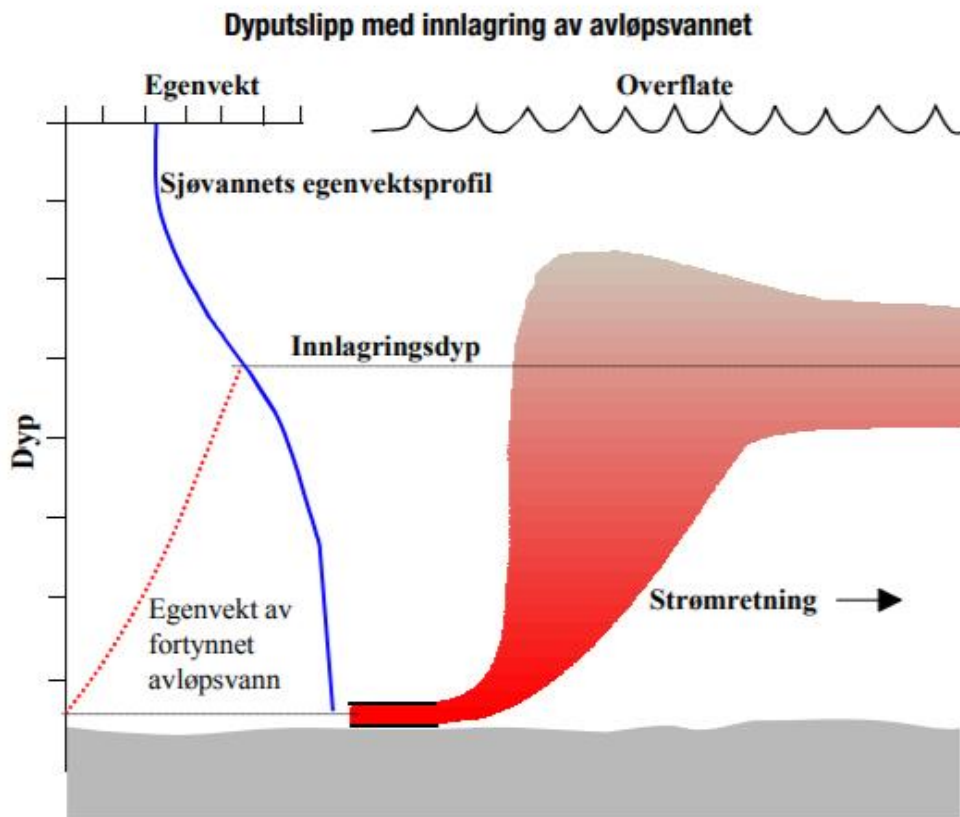
Estimatet i Tabell 30 er utført som bulkutslipp, det vil si at alt teoretisk beregnet nitrogen som følger tunnelvannet i løpet av en dag, slippes ut samtidig. Det betyr at det faktiske behovet for vannmengde per tidsenhet for å oppnå tilstrekkelig fortynning, er lavere. Estimaten er utført med øvre grense for god tilstand, altså 330 µg/l nitrogen på sommerhalvåret, som gir de strengeste grenseverdiene. For Frierfjorden tilsvarer tilstandsklasse god 337 µg/l, som er benyttet i estimatene.

Det vurderes at anleggsarbeidene med utslipp til Frierfjorden ikke medfører varig endring av økologisk tilstand. Det forutsettes at anleggsvannet renses iht foreslåtte krav til grenseverdier før utslipp til resipient, og at øvrige avbøtende tiltak følges opp.

Tabell 30 Estimert utslipp av nitrogen per dag og fortynningsfaktor. Estimert et utført gitt at utslippspunktet legges på minimum 10 m.

Resipient	Beregnet mengde nitrogen som følger vann pr. dag	Nødvendig vannmengde som trengs for å fortynne og oppnå god tilstand	Fortynningsareal, gitt minimum 10 m dybde	Dyp for utslipp
	[kg]	[m ³]	[m]	[m]
Eidangerfjorden (Utslipp fra Herregårdsbekken)	11	Ca. 33.000 m ³ , eller ca. 400 l/s.	60x60 m	>10
Frierfjorden (utslipp i Skjelsvikdalen)	6	Ca. 18.000 m ³ eller ca. 200 l/s	42x42 m	>10
Frierfjorden (Utslipp fra Kjørholt)	6	Ca. 18.000 m ³ eller ca. 200 l/s	42x42 m	>10

Det antas at utslippsvannet fordeler seg jevnt (kubisk), og at fortynningen skjer i hele vannsøylen. Utslippspunktet skal minimum legges på 10 meters dyp, altså under sprangsjiktet (se videre beskrivelse under). Med utslippspunkt på 10 meter dyp, er det behov for et areal på 60x60 meter for å oppnå tilstrekkelig fortynning og god økologisk tilstand. Med økende dyp, vil også arealet (tverrsnittet) avta. Det vurderes dermed at sannsynligheten for tilstrekkelig fortynning er god. Under vises prinsippet for hvordan utslipp av avløpsvann fra husholdninger med lettere egenvekt enn resipienten fordeler seg i resipienten. Innlagringsdypet avhenger av tetthet/egenvekt på avløpsvann (i dette prosjektet tunneldrivevann) og vannet i resipienten. Ved utslipp på 10 m dyp ligger utslippspunkt under antatt nivå av det naturlige sprangsjiktet i vannmassene. Det er imidlertid usikkerhet knyttet til egenvekten av tunneldrivevann sammenlignet med avløpsvann fra husholdninger, men det antas i dette tilfellet at tunnelvann har lavere egenvekt enn sjøvann.



Figur 37 Prinsipp for spredning av utslippsvann med lavere egenvekt enn (Berge, Schaanning, & Staalstrøm, 2018)

Undersøkelser utført i Frierfjorden i 1999 (NINA, 1999) viser generell vertikal inndeling i vannmassene. Rapport fra samme område, utført i 1991 (NIVA, 1991) viser at overflatelaget i Frierfjorden varierer fra 2-8 m. Variasjonen avhenger av årstid og tilførsel av ferskvann fra Skienselva.

7 Avbøtende tiltak og rensing

7.1 Avbøtende tiltak

For å redusere avrenning fra anleggsvirksomheten, er det viktig å utføre avbøtende tiltak.

Det viktigste tiltaket for naturlig avrenning med dreneringsveier gjennom planlagte anleggsområder, er å lede rent vann utenom anleggsområdet. Tiltak som skal gjennomføres for å redusere og forhindre forurensning og partikkelspredning er:

- Etablere avskjærende grøfter slik at overvann over anleggsområder reduseres
- Samle opp avrenning i nærheten av bekker, og lede det via renseanlegg
- Der det er mulig, bevare kantvegetasjon langs bekker for å forhindre erosjon

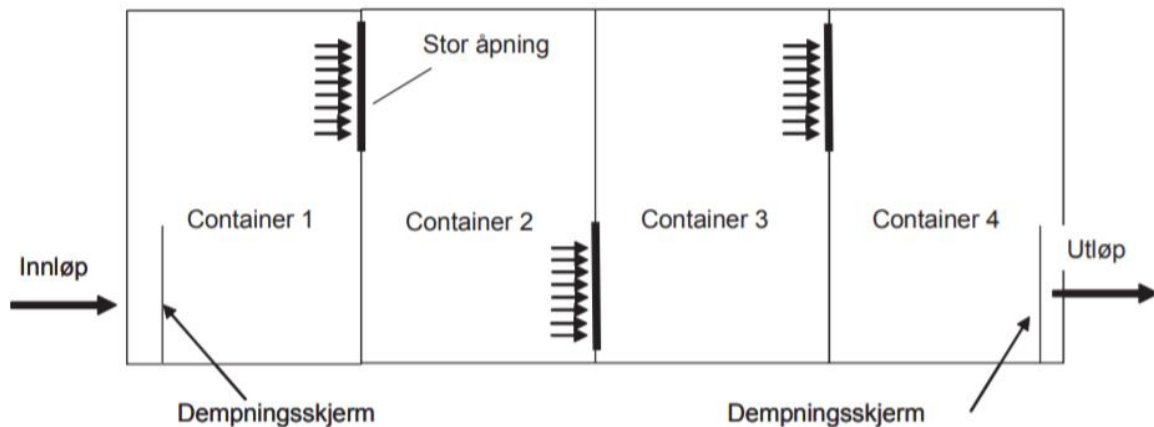
Mellomlagring av jordmasser til senere bruk, skal lagres, og sikres mot erosjon ved mellomlagring. Midlertidige deponiområder skal legges slik at avrenning fra området ikke drenerer direkte til resipient, og avrenning av partikler fra deponiområdet skal håndteres/renses før overvannet ledes til resipient. Masselagring skal skje utenfor flomsoner og slik at avrenning direkte til resipient ikke forekommer.

7.2 Rensing av tunnel- og anleggsvann

Alle renseanlegg skal planlegges og bygges etter anerkjente prinsipper og anleggene skal ha daglig tilsyn. Det vil bli etablert drifts- og kontrollrutiner for å sikre en stabil drift slik at grenseverdiene overholdes. Overvåkningsprogrammet som er utarbeidet for parsell 1&3 skal følges for parsell 2, og grenseverdier for de respektive resipientene overholdes. Det skal utarbeides et overvåkningsprogram som sørger for at grenseverdier overholdes og dokumenteres. Alle renseanlegg skal følge samme overvåkningsprogram, se kap. 8. Det er totalentreprenør som er ansvarlig for å gjennomføre overvåkning av anleggsvann ut av renseanleggene, før utslipp til resipient.

Det er opp til entreprenør å velge rensemetode, så lenge kravene overholdes. Renseanlegg for partikler må dimensjoneres for 2-års nedbørhendelser. Rensemetode for partikler kan omfatte tilsetning av fellingsmidler for å oppnå tilfredsstillende resultat. Miljøeffekter ved eventuelt bruk av fellingskemikalier må vurderes, og kunne dokumenteres (databled). Ved fare for avrenning med høy pH vil tilsetning av syre/karbondioksid redusere konsentrasjonen av ammoniakk for utslipp til resipient. Forhøyet pH i avrenningsvannet kan forekomme i forbindelse med betongarbeider. Det er planlagt å benytte karbondioksid for pH-justering i prosjektet. Dette medfører økt resirkulering av vann på boreriggene.

Prinsippskisse i Figur 38 viser hvordan renseløsning for anleggsfasen er planlagt. Ved rensing av tunnelvann skal det installeres sedimentasjonstanker med pH-justering, oljeutskiller og kjemisk felling. I oppstartsfasen vil det være hyppig prøvetaking, for å sørge for at rensegraden er tilstrekkelig, og at rensert vann er innenfor grenseverdiene.



Figur 38 Prinsippskisse for containerløsning på sedimentasjonsbasseng (NFF, 2009).

Drift av renseanlegg og overvåkning iht overvåkningsprogram (ut fra renseanlegg og i resipient) skal utføres gjennom hele anleggsfasen og frem til verdier og vannkvalitet er godkjent etter at anleggsarbeidene er avsluttet.

Det skal etableres et system for regelmessig tømning av partikler og slam fra renseanleggene. Slammet skal analyseres for pH, ammonium, relevante tungmetaller, PAH og olje før deponering for å avgjøre forureningsgraden og egnet deponi. Forurenset slam skal til godkjent deponi.

Eventuell plast og annet avfall som følger tunnelvannet skal fjernes før utslipp til resipient.

7.3 Håndtering av tunnel- og anleggsvann

Renset anleggsvann og tunnelvann ledes via rør til Frierfjorden og Eidangerfjorden. Dette medfører at utslippenes påvirkning på sårbare resipienter minimeres. Utslippenes effekt i resipienten blir i tillegg mindre avhengig av årstidene, og av vannføring i bekkene. Dette reduserer risiko for utslipp med for høye grenseverdier, samt overskridelse av maksverdier.

Det understrekes at pH skal overvåkes kontinuerlig, for å ha kontroll på at utslipp av ammonium ikke omdannes til ammoniakk, hverken i Lillegårdsbekken eller i fjordene.

Kartene i vedlegg 10.4 viser hvor rørledningene fra anleggsområdene til fjordene skal legges. Det kan forekomme små justeringer avhengig av terreng. Midlertidig rør fra Kjørholt til Frierfjorden legges samme sted som for Kjørholt-Bamble-prosjektet. Løsningen ble godkjent av Fylkesmannen i Telemark med saksnummer 16/4900. Ved Herregårdsbekken legges rørledning langs Herregårdsbekken, omtrent samme plassering som for jernbaneprojektet «Intercity Farriseidet – Porsgrunn».

8 Overvåkningsprogram for utslipp og resipientovervåking

Totalentreprenøren skal vurdere forurensningspotensialet og mulighetene for miljøskade for alt utslipp av vann som oppstår ved anleggsdriften. Det skal tas vannprøver av rensset anleggsvann og installeres automatiske loggere i bekkene for ha kontroll på utslippene. Eksempler er avrenning av overflatevann, vann i byggegroper, vaskevann, prosessvann. Aktuelle tiltak basert på forurensningsgrad er sedimentasjonsbasseng, renseløsninger eller infiltrasjon. Vann som pumpes ut av byggegroper, spunkasser, og opphopning av overflatevann, skal håndteres slik at det ikke er fare for forurensning av vannforekomster eller grunn. Slikt vann skal aldri pumpes direkte til vannforekomst.

Ved arbeid i vannlokaliteter skal det alltid foreligge en vurdering av hvorvidt arbeidet kan føre til tilslamming eller annen forurensning. Det skal iverksettes tiltak for å hindre forurensning basert på disse vurderingene. Eksempel er bruk av grove, rene masser fremfor finere masser som gir mye suspendert stoff, løsninger for å redusere omfanget av suspendert stoff, som siltgardiner. Vurderingene skal inngå i tiltaksplanene for ytre miljø for det aktuelle arbeidet.

Ved arbeid nær vassdrag skal det være oljelenser tilgjengelig på stedet og foreligge rutiner for bruk av lenseutstyr.

8.1 Overvåkningsprogram for utslipp av rensset vann fra anleggsvirksomheten

Entreprenør er ansvarlig for at alt overvann som ledes til resipient overholder fastsatte grenseverdier, og det skal etableres overvåkningsprogram som omfatter prøvetaking ut fra renseanlegg og ved utslipp i resipient, samt nedstrøms i resipient.

Overvåkning ut fra renseanlegg bør i tillegg til ukeblandprøver omfatte kontinuerlig logging av nitrogen, pH, temperatur og turbiditet.

8.2 Resipientovervåking

NIBIO har gjennomført prøvetaking / forundersøkelser av berørte vassdrag før oppstart av anleggsarbeidene. Forundersøkelsene er gjennomført i perioden 2016 – 2020. Rapporten finnes vedlagt i vedlegg 10.3.

Overvåkningsprogram for vann i anleggsfasen skal utarbeides, og tar utgangspunkt i overvåkningsprogrammet som er utarbeidet for parsell 1 og 3. Programmet vil være en videreføring av forundersøkelsene utført av Nibio. Programmet omtales ikke i detalj i søknaden, men det foreslås å inkludere automatiske loggere i Lillegårdsbekken/Rutua, ved utløpet av Herregårdsbekken til Eidangerfjorden, utløpet av Versviksbekken til Frierfjorden, samt i Heistadbekken. Automatiske loggere skal minimum overvåke pH, turbiditet og temperatur. Hensikten med automatisk logging, er å ha kontroll på vannkvaliteten i resipientene til enhver tid, og for å kunne iverksette tiltak ved overskridelse av grenseverdier. Loggerne plasseres etter vurdering i felt.

Programmet inkluderer prøver av bunndyr og elfiske både underveis og etter anleggsarbeidene.

8.3 Etter ferdigstilling av anleggsarbeidene

For resipientene hvor det er registrert bunndyr og fisk før anleggsstart (Lillegårdsbekken, Rutua og Heistadbekken) bør det utføres en bunndyrsregistrering og fiskeundersøkelser umiddelbart etter anleggsslutt dersom dette ikke er dekket ved den øvrige biologiske overvåkingen. En tilsvarende registrering bør gjøres 2 - 5 år etter anleggsslutt.

9 Referanser

- AsplanViak. (2021). *Rap 08 Masseforvaltning Lanner-Kjørholt*. Rap-08.
- AsplanViak. (2021). *Sårbarhetsvurdering E18 Langangen-Rugtvedt parsell 2*.
- Aure, J., & Dansielssen, D. S. (2011). *Miljøundersøkelser i norske fjorder, Grenlandsfjordene 2000-2009*. NINA.
- Berge, J. A., Schaanning, M. T., & Staalstrøm, A. (2018). *Utslipp til sjø - kan enkle modeller gi tilstrekkelig grunnlag for vurdering av spredning, fortykning og surhetsgrad?*. Vannforeningen.
- Bergh. (2018). *Rap 045- Ingeniørgeologisk rapport til reguleringsplan Preståstunnelen*. Nye Veier.
- Direktoratsgruppen - vannforskriften. (2018). *Klassifisering av miljøtilstand i vann*. Veileder 02:2018 .
- Direktoratsgruppen vanddirektivet. (2018). *Veileder 02:2018 Klassifisering av miljøtilstand i vann*.
Direktoratsgruppen for gjennomføring av vannforskriften.
- Fylkesmannen i Telemark. (2017). *Tillatelse til utslipp av tunneldriftsvann fra nye og eksisterende tunnellop på E18 Kjørholt- / Bambletunnelene i Porsgrunn og Bamble kommuner*.
Saksnummer 16/4900, Tillatelsesnummer 2017.0672.T, Anleggsnummer 0805.0190.01.
- Hagen. (2018). *Ingeniørgeologisk rapport til reguleringsplan av Bjønnås tunnel, E18 Langangen - Rugtvedt. Fagrapport Ingeniørgeologi for ny Bjønnåstunnel, reguleringsplan*. Nye Veier.
- Jernbaneverket. (2016). *Bekkeundersøkelser 2011-2016, statusrapport*. Byggeplan, UVV
Vestfoldbanen, parsell 12 Farriseidet - Porsgrunn.
- Krogstad, L., & Lauritzen, B. E. (2014). *Kartlegging av anadrome bekker i Telemark - høsten 2014*. NJFF.
- Miljødirektoratet. (2018). *Problemer med plast ved utfylling i sjø - faktaark M108/2018*.
- Miljødirektoratet. (u.d.). *Naturbase*. Hentet fra <https://www.miljodirektoratet.no/tjenester/naturbase/>
- Miljødirektoratet, Naturbase. (2021). Hentet fra <https://kart.naturbase.no/>
- Miljødirektoratet, Vann-nett. (2021). <https://vann-nett.no/portal/#>.
- NFF. (2009). *Teknisk rapport 09, ISBN 978-82-92641-14-9, Behandling og utslipp av driftsvann ra tunnelanlegg*. Norsk Forening for Fjellsprengningsteknikk. Hentet fra http://nff.no/wp-content/uploads/2014/01/Teknisk_rapport_09.pdf
- NGU. (2021). *NGU berggrunnskart*. Hentet fra http://geo.ngu.no/kart/berggrunn_mobil/
- NIVA. (1991). *Undersøkelse av Eutrofiering i Grenlandsfjordene. Delrapport 3: Vannutskifting i fjordene*. NIVA-rapport;2588, Overvåkingsrapport;450/91. NIVA.
- NIVA. (1999). *Grenlandsfjordene, En vurdering av kystvannets innflytelse på overflatelaget*.
Overvåkingsrapport;757-99. TA 1627-99. NIVA.
- NIVA. (2011). *Miljørisikovurdering av tunnelvann for fellesprosjektet E6 - Dovrebanen på strekningen Minnesund - Espa i Eidsvoll og Stange kommuner*.
- NIVA. (2017). *NIVA*. Hentet fra Norsk Institutt for vannforskning : <https://www.niva.no/rapporter/liten-fjord-med-store-utfordringer>
- NVE. (2020). *Nevina*. Hentet fra <http://nevina.nve.no/>
- NVE. (2021). *NVE Atlas*. Hentet fra <https://atlas.nve.no/>
- Nye Veier . (2019). *Masseforvaltningsplan, Detaljreguleringsplan E18 Langangen - Rugtvedt*. Rap-080, rev 02.
- Nye Veier. (2017). *Utbygging av nytt tunnellop E18 Kjørholt- og Bambletunnelene. Søknad om tidsavgrenset tillatelse etter forurensningsloven*. Nye Veier.
- Nye Veier. (2018). *Ingeniørgeologisk rapport til reguleringsplan - Blåfjell tunnel, Regulering E18 Langangen - Rugtvedt*. rap-046, rev 03.
- Nye Veier. (2021). *E18 Langangen - Rugtvedt, Reguleringsplan E18 Preståsen – Kjørholt*.
Massehåndteringsplan - parsell 2.

Rognan, Y., Kristiansen, C. T., Carr, C. H., Roset, R., Roer, O., & Våge, K. Ø. (2021). *E18 Rugtvedt - Langangen. Forundersøkelser av vannkjemi og biologi i vassdrag 2016-2020*. NIBIO / FAUN - Rapport 7/96/2021 - utkast pr. 20.05.21.

SFT. (1997). *Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann, 97:04*.

Vikan, H. (2013). Avrennings av ammoniumnitrat fra uomsatt sprengstoff til vann - Giftvirkninger i resipient og renseløsninger. *Vann(03)*, ss. 333-340.

10 Vedlegg

10.1 Beregningsgrunnlag for utslipp av driving av tunnel

10.1.1 Bjønnåstunnelen

Hva	Verdi	
Kg sprengstoff pr m ³ *	1,3	kg sprengstoff / pfm ³ (spreng fjell, prosjektert faste masser)
Mengde nitrogen i sprengstoff	26 %	
Uomsatt nitrogen, kan finnes igjen i drenevatnet og tunnelmassene	15 %	7 %-15 %
Av uomsatt N; mengde som følger vann	33 %	30 %-50 %
Av uomsatt N; mengde som følger masser	67 %	50 %-70 %
Av totalt N; mengde som følger vann	5,0 %	2 %-5 %
Av totalt N; mengde som følger masser	10,0 %	10 %-13 %
Mengde uomsatt nitrogen som følger vann	22,2	g N/fm ³
Mengde uomsatt nitrogen som følger sprengstein	44,8	g N/fm ³
Vekt tunnelstein (larvikitt)	2,7	tonn/m ³
Mengde partikler i steinmassene	1 %	
Mengde partikler i steinmasser	27	kg partikler/m ³
Drivetid tunnel, m pr uke*	60	m/uke
Arbeidsdager pr uke*	6	dager
Arbeidstid pr døgn (antatt aktiv tunneldriving)	24	timer
Antatt drivetid*	86	Uker
Total mengde masseuttak fra Lannersiden	209 100	Pfm ³ (Faktor 1,8 fra faste masser til deponert volum)
Total mengde masseuttak fra Herregårdsbekken	209 100	Pfm ³ (Faktor 1,8 fra faste masser til deponert volum)

* Oppgitt for prosjektet (EIFFAGE/Nye Veier)

Mengde sprengstoff = Lengde tunnel x areal tverrsnitt x Kg sprengstoff pr m³
Sprengningsprofil har areal = 82 m², opplysninger gitt i prosjektet.

10.1.2 **Grenlandstunnelen**

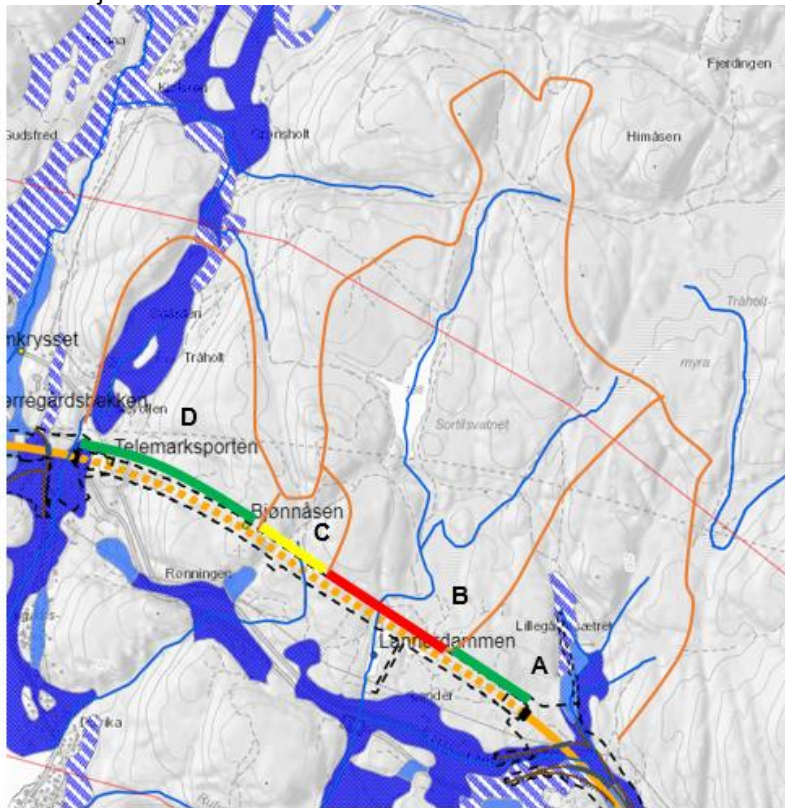
Hva	Verdi	
Kg sprengstoff pr m ³ *	1,3	kg sprengstoff / pfm3 (spreng fjell, prosjektert faste masser)
Mengde nitrogen i sprengstoff	26 %	
Uomsatt nitrogen, kan finnes igjen i dreinsvannet og tunnelmassene	15 %	7 %-15 %
Av uomsatt N; mengde som følger vann	33 %	30 %-50 %
Av uomsatt N; mengde som følger masser	67 %	50 %-70 %
Av totalt N; mengde som følger vann	5,0 %	2 %-5 %
Av totalt N; mengde som følger masser	10,0 %	10 %-13 %
Mengde uomsatt nitrogen som følger vann	22,2	g N/fm ³
Mengde uomsatt nitrogen som følger sprengstein	44,8	g N/fm ³
Vekt tunnelstein (sandstein)	2,8	tonn/m ³
Mengde partikler i steinmassene	1 %	
Mengde partikler i steinmasser	27	kg partikler/m ³
Drivetid tunnel, m pr uke*	35 - 40	m/uke
Arbeidsdager pr uke*	6	dager
Arbeidstid pr døgn, 6-02*, 7-23 for støyende arbeider (antatt aktiv tunneldriving)	20 16	timer timer
Antall uker drift	120	Uker
Total mengde masseuttak fra Grenlandstunnelen	852 800	Pfm ³

* Oppgitt for prosjektet (EIFFAGE/Nye Veier)

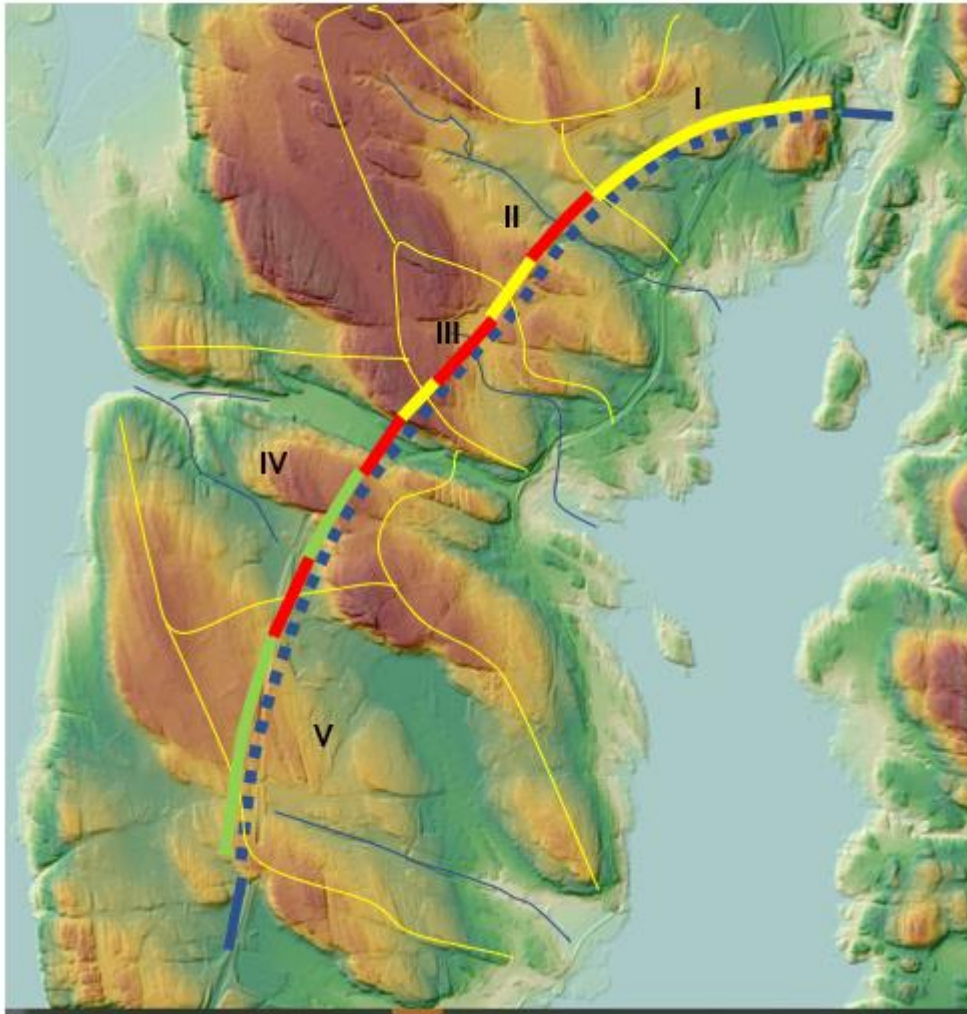
Mengde sprengstoff = Lengde tunnel x areal tverrsnitt x Kg sprengstoff pr m³
Sprengningsprofil har areal = 82 m², opplysninger gitt i prosjektet.

10.1.3 *Grunnlag for beregning av innlekkasje i tunnelene*

Kartene under er hentet fra hydrogeologisk notat utført i prosjektet, og er benyttet for å estimere innlekkasje i tunnelene.



Figur 39 Skisse av omtrentlig inndeling for innlekkasjekrav i Bjønnåstunnelen. Inndeling er ikke nøyaktig, men er benyttet til å gjøre et estimat. Grønn: 20 L/100m, gul: 10 l/100m og rød: 5 l/100 m

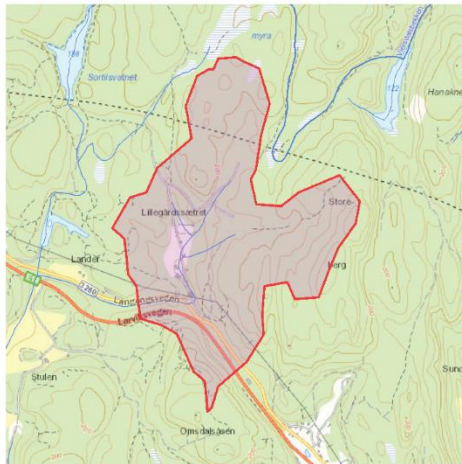


Figur 40 Skisse av omtrentlig inndeling for innlekkasjekrav i Grenlandstunnelen. Inndeling er ikke nøyaktig, men er benyttet til å gjøre et estimat. Grønn: 20 L/100m, gul: 10 l/100m og rød: 5 l/100 m

10.2 Vannberegninger og nedbørsfelt

10.2.1 Lillegårdsbekken

For å fange opp belastningen på Lillegårdsbekken, og vurdere om bekken er egnet for utslipp av tunnelvann, er det benyttet et nedbørsfelt for Lillegårdsbekken. Resultat med 0 % klimafaktor er vist under (NVE, 2020).



Norges
vassdrags- og
energidirektorat

Kartbakgrunn: Statens Kartverk
Kartdatum: EUREF89 WGS84
Projeksjon: UTM 33N
Beregn.punkt: 199863 E
6563690 N

Nedbørfeltgrenser, feltparametere og lavvannsindeks er automatisk generert og kan inneholde feil. Resultatene må kvalitetskontrolleres.

Lavvannindekser

Vassdragsnr.: 016.31
Kommune.: Porsgrunn
Fylke.: Vestfold og Telemark
Vassdrag.: KYSTFELT

Hypsografisk kurve	
Høyde _{MIN}	120 m
Høyde _{MAX}	290 m

Feltparametere	
Areal (A)	1.7 km ²
Effektiv sjø (A _{SE})	0 %
Elvleengde (E _L)	1.3 km
Elvegradient (E _G)	39.3 m/km
Elvegradient ₁₀₈₅ (E _{G,1085})	36.1 m/km
Helning	11.4 °
Dreneringstetthet (D _T)	1.2 km ⁻¹
Feltlengde (F _L)	1.7 km

Lavvannsindeks	
Alminnelig lavvannføring	0.2 l/s*km ²
5-persentil (år)	0.3 l/s*km ²
5-persentil sommer (1/5-30/9)	0.1 l/s*km ²
5-persentil vinter (1/10-30/4)	1.4 l/s*km ²
Base flow	6.25 l/s*km ²
Base flow index (BFI)	0.38 -

Arealklasse	
Bre (A _{BRE})	0 %
Myr (A _{MVR})	0.2 %
Leire (A _{LEIRE})	10.9 %
Skog (A _{SKOG})	96.7 %
Sjø (A _{SJO})	0 %
Snau fjell (A _{SF})	0 %

Klima- /hydrologiske parametere	
Klimaregion	Sor -
Lavvannsperiode	Sommer -
Avrenning 1961-90 (Q _N)	16.5 l/s*km ²
Sommernedbør	402 mm
Vinternedbør	527 mm
Årstemperatur	5.5 °C
Sommertemperatur	12.5 °C
Vintertemperatur	0.4 °C
Temperatur juli	15.1 °C
Temperatur august	14.3 °C

Det er generelt stor usikkerhet i beregning av lavvannsindeks. Resultatene må verifiseres mot egne observasjoner eller sammenlignbare målestasjoner.

I nedbørfelt med høy breprosent eller stor innsjøprosent vil tørværsavrenning (Base flow) ha store bidrag fra disse lagringsmagasinene.

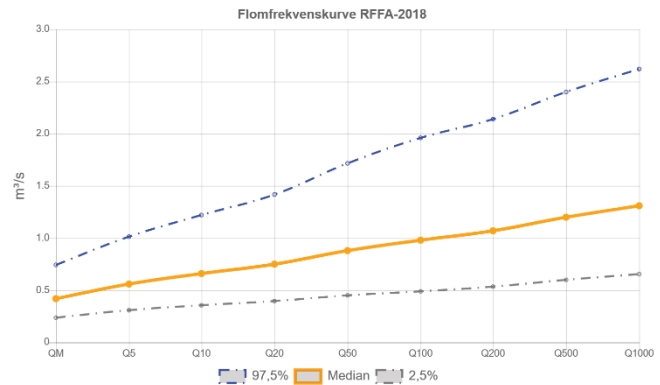
Regional flomberegning

Vassdragsnr.: 016.31
Kommune.: Porsgrunn
Fylke.: Vestfold og Telemark
Vassdrag.: KYSTFELT
Nedbørfeltareal: 1.67 km²

Flomestimer er beregnet basert på «Regional flomfrekvensanalyse (RFFA-2018)». Om nedbørfeltet er mindre enn 60 km², er det alternativt beregnet kulminasjonsflommer basert på NIFS-formelverk (2015).

Anbefalinger om klimapåslag er gitt i NVE rapport nr. 81-2016 og klimaprofiler for fylker (se www.klimaservicesenter.no).

Hvordan bruke resultatene fra rapporten, se her.



RFFA-2018

Tidsopløsning	Døgn	-
Indeksflom (QM): Medianflom	251	l/s*km ²
Klimapåslag	0	%
Kulminasjonsfaktor	1.86	-

NIFS-2015

Tidsopløsning	Kulminasjon	-
Indeksflom (QM): Middelflom	509	l/s*km ²
Klimapåslag	40	%

Annet

Tilførselsflom	Nei	-
----------------	-----	---

RFFA-2018 (døgnmiddel)

	Q _M	Q _S	Q ₁₀	Q ₂₀	Q ₅₀	Q ₁₀₀	Q ₂₀₀	Q ₅₀₀	Q ₁₀₀₀	Q ₂₀₀₀ Klima
Flomfrekvensfaktor (QM / QT)	1	1.33	1.57	1.79	2.10	2.33	2.55	2.86	3.12	-
Flomverdier, m ³ /s	0.4	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.1
Flom usikkerhet (97,5%), m ³ /s	0.7	1.0	1.2	1.4	1.7	2.0	2.1	2.4	2.6	-
Flom usikkerhet (2,5%), m ³ /s	0.2	0.3	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.6	0.7	-
NIFS (kulminasjon)										
Flomfrekvensfaktor (QM / QT)	1	1.26	1.51	1.76	2.15	2.48	2.86	3.45	3.96	-
Flomverdier, m ³ /s	0.8	1.1	1.3	1.5	1.8	2.1	2.4	2.9	3.4	3.4
Flom usikkerhet (97,5%), m ³ /s	1.5	1.9	2.4	2.8	3.6	4.2	4.9	5.9	6.7	-
Flom usikkerhet (2,5%), m ³ /s	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.1	1.2	1.5	1.7	-

Flomverdier er automatisk generert og kan inneholde feil. Resultatene må kvalitetssikres. Verdiene kan ikke benyttes direkte, men må sammenlignes med andre metoder, sammenligningsstasjoner og/eller egne data.

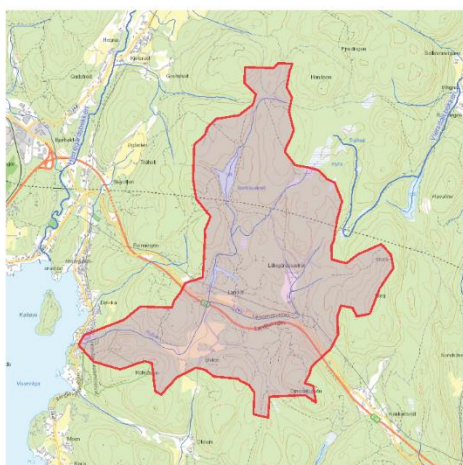
Rapportdato: 6/11/2021

© nevina.nve.no

10.2.2 Rutua ved utløp

Det er benyttet et nedbørfelt etter samløpet av bekken fra Lannerdammen og Lillegårdsbekken, for å se på belastning i Rutua. Resultat med 0 % klimafaktor er vist under (NVE, 2020).

SØKNAD OM TILLATELSE ETTER FORURENSNINGSLOVEN E18 RUGTVEDT – LANGANGEN, PARSELL 2



Kartbakgrunn: Statens Kartverk
Kartdatum: EUREF89 WCS84
Projeksjon: UTM 33N
Beregn.punkt: 197765 E
6563406 N

Nedbørfeltgrenser, feltparametere og lavvannindekser er automatisk generert og kan inneholde feil. Resultatene må kvalitetssikres.

Lavvannindekser

Vassdragsnr.: 016.31
Kommune.: Porsgrunn
Fylke.: Vestfold og Telemark
Vassdrag.: KYSTFELT

Hypsografisk kurve	
Høyde _{MIN}	12 m
Høyde _{MAX}	290 m

Feltparametere	
Areal (A)	5.8 km ²
Effektiv sjø (A _{SE})	0.29 %
Elvleengde (E _L)	4.9 km
Elvegradient (E _G)	43.3 m/km
Elvegradient ₁₀₈₅ (E _{G,1085})	35.1 m/km
Helning	10.7 °
Dreneringstetthet (D _T)	1.5 km ⁻¹
Feltleengde (F _L)	3.9 km

Lavvannindekser	
Alminnelig lavvannføring	0.3 l/s*km ²
5-persentil (år)	0.5 l/s*km ²
5-persentil sommer (1/5-30/9)	0.2 l/s*km ²
5-persentil vinter (1/10-30/4)	1.5 l/s*km ²
Base flow	6.57 l/s*km ²
Base flow index (BF)	0.41 -

Arealklasse	
Bre (A _{BRE})	0 %
Myr (A _{MYR})	0.6 %
Leire (A _{LEIRE})	13.1 %
Skog (A _{SKOG})	93.4 %
Sjø (A _{SJO})	1.4 %
Snaufjell (A _{SF})	0 %

Klima- /hydrologiske parametere	
Klimaregion	Sor -
Lavvannperiode	Sommer -
Avrenning 1961-90 (Q _N)	16.0 l/s*km ²
Sommernedbør	401 mm
Vinternedbør	524 mm
Årstemperatur	5.5 °C
Sommertemperatur	12.6 °C
Vintertemperatur	0.5 °C
Temperatur juli	15.2 °C
Temperatur august	14.4 °C

Det er generelt stor usikkerhet i beregning av lavvannindekser. Resultatene må verifiseres mot egne observasjoner eller sammenlignbare målestasjoner.

I nedbørfelt med høy breprosent eller stor innsjøprosent vil tørrværsavrenning (Base flow) ha store bidrag fra disse lagringsmagasinene.

Rapportdato: 6/11/2021 © nevina.nve.no

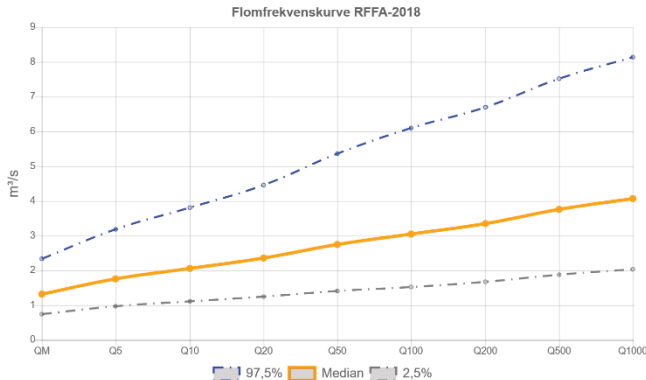
Regional flomberegning

Vassdragsnr.: 016.31
Kommune.: Porsgrunn
Fylke.: Vestfold og Telemark
Vassdrag.: KYSTFELT
Nedbørfeltareal: 5.78 km²

Flomestimer er beregnet basert på «Regional flomfrekvensanalyse (RFFA-2018)». Om nedbørfeltet er mindre enn 60 km², er det alternativt beregnet kulminasjonsflommer basert på NIFS-formelverk (2015).

Anbefaling om klimapåslag er gitt i NVE rapport nr. 81-2016 og klimaprofiler for fylker (se www.klimaservicesenter.no).

Hvordan bruke resultatene fra rapporten, se her.



RFFA-2018	
Tidsoppløsning	Døgn -
Indeksflom (QM): Medianflom	228 l/s*km ²
Klimapåslag	0 %
Kulminasjonsfaktor	1.47 -
NIFS-2015	
Tidsoppløsning	Kulminasjon -
Indeksflom (QM): Middelflom	367 l/s*km ²
Klimapåslag	40 %
Annet	
Tilførsflom	Nei -

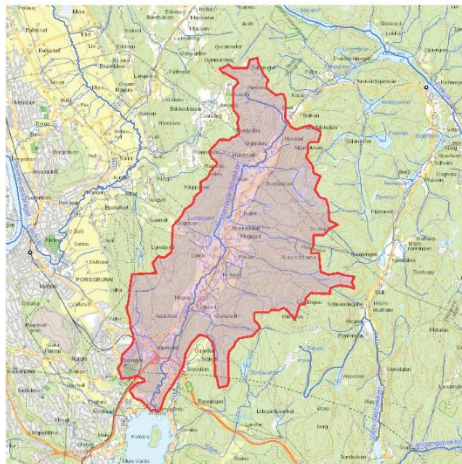
RFFA-2018 (døgnmiddel)	Q _M	Q ₅	Q ₁₀	Q ₂₀	Q ₅₀	Q ₁₀₀	Q ₂₀₀	Q ₅₀₀	Q ₁₀₀₀	Q ₂₀₀₀ K178
Flomfrekvensfaktor (QM / QT)	1	1.33	1.56	1.79	2.08	2.31	2.54	2.85	3.08	-
Flomverdier, m ³ /s	1.3	1.8	2.1	2.4	2.8	3.0	3.4	3.8	4.1	3.4
Flom usikkerhet (97,5%), m ³ /s	2.3	3.2	3.8	4.5	5.4	6.1	6.7	7.5	8.1	-
Flom usikkerhet (2,5%), m ³ /s	0.7	1.0	1.1	1.2	1.4	1.5	1.7	1.9	2.0	-
NIFS (kulminasjon)										
Flomfrekvensfaktor (QM / QT)	1	1.26	1.51	1.77	2.16	2.5	2.89	3.48	4.01	-
Flomverdier, m ³ /s	2.1	2.7	3.2	3.8	4.6	5.3	6.1	7.4	8.5	8.6
Flom usikkerhet (97,5%), m ³ /s	3.8	4.9	5.9	7.1	8.9	10.6	12.2	14.8	17	-
Flom usikkerhet (2,5%), m ³ /s	1.2	1.5	1.7	2.0	2.3	2.6	3.1	3.7	4.3	-

Flomverdier er automatisk generert og kan inneholde feil. Resultatene må kvalitetssikres. Verdiene kan ikke benyttes direkte, men må sammenlignes med andre metoder, sammenligningsstasjoner og/eller egne data.

Rapportdato: 6/11/2021 © nevina.nve.no

10.2.3 Herregårdsbekken

Beregnet vannføring i Herregårdsbekken, ved utløp til Eidangerfjorden er gjort i NVE sin kartportal NEVINA. Resultat fra beregningen med 0% klimapåslag vises under:



Norges
vassdrags- og
energidirektorat

Kartbakgrunn: Statens Kartverk
Kartdatum: EUREF89 WGS84
Projeksjon: UTM 33N
Beregnpunkt: 197376 E
6564348 N

Nedbørfeltgrenser og feltparametere er automatisk generert og kan inneholde feil. Resultatene må kvalitetssikres.

Nedbørfeltparametere

Vassdragsnr.: 016.3Z
Kommune.: Porsgrunn
Fylke.: Vestfold og Telemark
Vassdrag.: Herregårdsbekken

Feltparametere	
Areal (A)	17.9 km ²
Effektiv sjø (A _{SE})	0.61 %
Elvleengde (E _L)	9.8 km
Elvegradient (E _G)	19.0 m/km
Elvegradient ₁₀₈₅ (E _{G,1085})	8.5 m/km
Hekning	10.7 °
Dreneringstetthet (D _T)	1.7 km ⁻¹
Feltlengde (F _L)	8.1 km

Arealklasse	
Bre (A _{BRE})	0 %
Dyrket mark (A _{JORD})	7.5 %
Myr (A _{MYR})	0.8 %
Leire (A _{LEIRE})	18.8 %
Skog (A _{SKOG})	79.0 %
Sjø (A _{SJØ})	1.6 %
Snau fjell (A _{SF})	0 %
Urban (A _U)	0.6 %
Uklassifisert areal (A _{REST})	10.4 %

Hypsografisk kurve	
Høyde _{MIN}	1 m
Høyde ₁₀	67 m
Høyde ₂₀	79 m
Høyde ₃₀	92 m
Høyde ₄₀	113 m
Høyde ₅₀	133 m
Høyde ₆₀	153 m
Høyde ₇₀	177 m
Høyde ₈₀	201 m
Høyde ₉₀	231 m
Høyde _{MAX}	353 m

Klima- /hydrologiske parametere	
Avrenning 1961-90 (Q _N)	15.7 l/s*km ²
Sommernedbør	405 mm
Vinternedbør	526 mm
Årstemperatur	5.7 °C
Sommertemperatur	12.9 °C
Vintertemperatur	0.6 °C

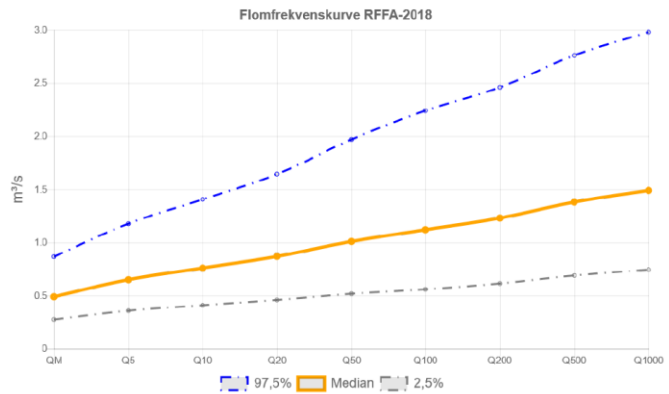
Regional flomberegning

Vassdragsnr.: 016.23
Kommune.: Porsgrunn
Fylke.: Vestfold og Telemark
Vassdrag.: KYSTFELT
Nedbørfeltareal: 1.90 km²

Flomestimer er beregnet basert på «Regional flomfrekvensanalyse (RFFA-2018)». Om nedbørfeltet er mindre enn 60 km², er det alternativt beregnet kulminasjonsflommer basert på NIFS-formelverk (2015).

Anbefalinger om Klimapåslag er gitt i NVE rapport nr. 81-2016 og klimaprofiler for fylker (se www.klimaservicesenter.no).

Hvordan bruke resultatene fra rapporten, se her.



RFFA-2018	
Tidsoppløsning	Døgn -
Indeksflom (QM): Medianflom	258 l/s*km ²
Klimapåslag	0 %
Kulminasjonsfaktor	1.83 -
NIFS-2015	
Tidsoppløsning	Kulminasjon -
Indeksflom (QM): Middelflom	505 l/s*km ²
Klimapåslag	40 %
Annet	
Tilførsflom	Nei -

RFFA-2018 (døgnmiddel)	Q _M	Q ₅	Q ₁₀	Q ₂₀	Q ₅₀	Q ₁₀₀	Q ₂₀₀	Q ₅₀₀	Q ₁₀₀₀	Q _{200-klima}
Flomfrekvensfaktor (QM / QT)	1	1.33	1.55	1.78	2.06	2.29	2.51	2.82	3.04	-
Flomverdier, m ³ /s	0.5	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.4	1.5	1.2
Flom usikkerhet (97,5%), m ³ /s	0.9	1.2	1.4	1.6	2.0	2.2	2.5	2.8	3.0	-
Flom usikkerhet (2,5%), m ³ /s	0.3	0.4	0.4	0.5	0.5	0.6	0.6	0.7	0.7	-
NIFS (kulminasjon)										
Flomfrekvensfaktor (QM / QT)	1	1.26	1.5	1.75	2.14	2.47	2.85	3.44	3.95	-
Flomverdier, m ³ /s	1.0	1.2	1.4	1.7	2.0	2.4	2.7	3.3	3.8	3.8
Flom usikkerhet (97,5%), m ³ /s	1.7	2.2	2.7	3.2	4.0	4.7	5.5	6.6	7.6	-
Flom usikkerhet (2,5%), m ³ /s	0.5	0.7	0.8	0.9	1.1	1.2	1.4	1.6	1.9	-

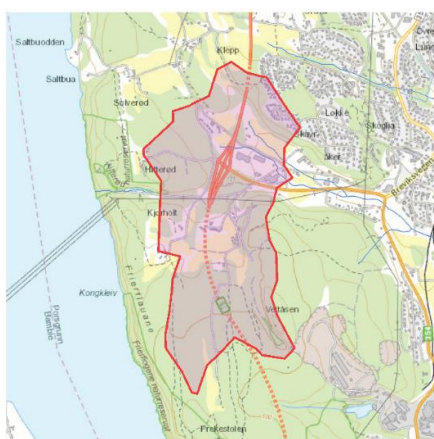
Flomverdier er automatisk generert og kan inneholde feil. Resultatene må kvalitetssikres. Verdiene kan ikke benyttes direkte, men må sammenlignes med andre metoder, sammenligningsstasjoner og/eller egne data.

Rapportdato: 5/12/2021 © nevina.nve.no

10.2.4 Heistadbekken

Heistadbekken har forekomst av anadrom bekk. Nedbørfeltet for Heistadbekken er satt opp før samtløp av to bekkearmer, og etter samtløp av bekkene.

SØKNAD OM TILLATELSE ETTER FORURENSNINGSLOVEN E18 RUGTVEDT – LANGANGEN, PARSELL 2



Kartbakgrunn: Statens Kartverk
Kartdatum: EUREF89 WGS84
Projeksjon: UTM 33N
Beregn.punkt: 194708 E
6560637 N

Nedbørfeltgrenser, feltparametere og lavvannsindeks er automatisk generert og kan inneholde feil. Resultatene må kvalitetssikres.

Lavvannindekser

Vassdragsnr.: 016.32
Kommune.: Porsgrunn
Fylke.: Vestfold og Telemark
Vassdrag.: KYSTFELT

Hypsografisk kurve

Høyde _{MIN}	36 m
Høyde _{MAX}	142 m

Lavvannsindeks

Alminnelig lavvannføring	0.2 l/s*km ²
5-persentil (år)	0.3 l/s*km ²
5-persentil sommer (1/5-30/9)	0.1 l/s*km ²
5-persentil vinter (1/10-30/4)	1.5 l/s*km ²
Base flow	6.74 l/s*km ²
Base flow index (BFI)	0.42 -

Klima- /hydrologiske parametere

Klimaregion	Sør	-
Lavvannsperiode	Sommer	-
Avrenning 1961-90 (Q _N)	16.0	l/s*km ²
Sommernedbør	397	mm
Vinternedbør	517	mm
Årstemperatur	6.3	°C
Sommertemperatur	13.6	°C
Vintertemperatur	1.1	°C
Temperatur juli	16.2	°C
Temperatur august	15.4	°C

Feltparametere

Areal (A)	1.4	km ²
Effektiv sjø (A _{SE})	0	%
Elvleengde (E _L)	0.6	km
Elvgradient (E _G)	24.6	m/km
Elvgradient ₁₀₈₅ (E _{G,1085})	23.4	m/km
Helling	5.9	°
Dreneringstetthet (D ₊)	0.7	km ⁻¹
Feltleengde (F _L)	1.6	km

Arealklasse

Bre (A _{BRE})	0	%
Myr (A _{MYR})	0	%
Leire (A _{LEIRE})	28.9	%
Skog (A _{SKOG})	70.8	%
Sjø (A _{SJØ})	0	%
Snøfjell (A _{SF})	0	%

Det er generelt stor usikkerhet i beregning av lavvannsindeks. Resultatene må verifiseres mot egne observasjoner eller sammenlignbare målestasjoner.

I nedbørfelt med høy breprosent eller stor innsjøprosent vil tørrværsverring (Base flow) ha store bidrag fra disse lagringsmagasinene.

Rapportdato: 6/10/2021

© nevina.nve.no

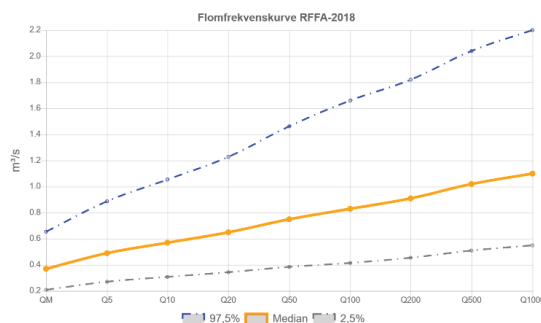
Regional flomberegning

Vassdragsnr.: 016.32
Kommune.: Porsgrunn
Fylke.: Vestfold og Telemark
Vassdrag.: KYSTFELT
Nedbørfeltareal: 1.45 km²

Flomestimer er beregnet basert på «Regional flomfrekvensanalyse (RFFA-2018)». Om nedbørfeltet er mindre enn 60 km², er det alternativt beregnet kulminasjonsflommer basert på NIFS-formelverk (2015).

Anbefalinger om klimapåslag er gitt i NVE rapport nr. 81-2016 og klimaprofiler for fylker (se www.klimaservicesenter.no).

Hvordan bruke resultatene fra rapporten, se her.



RFFA-2018	
Tidsoppløsning	Døgn -
Indeksflom (QM): Medianflom	255 l/s*km ²
Klimapåslag	0 %
Kulminasjonsfaktor	1.89 -
NIFS-2015	
Tidsoppløsning	Kulminasjon -
Indeksflom (QM): Middeflom	510 l/s*km ²
Klimapåslag	40 %
Annet	
Tilførsel	Nei -

RFFA-2018 (døgnmiddel)		Q _M	Q ₅	Q ₁₀	Q ₂₀	Q ₅₀	Q ₁₀₀	Q ₂₀₀	Q ₅₀₀	Q ₁₀₀₀	Q ₂₀₀ k/vne
Flomfrekvensfaktor (QM / QT)		1	1.32	1.54	1.76	2.03	2.24	2.46	2.76	2.97	-
Flomverdi, m ³ /s		0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.8	0.9	1.0	1.1	0.9
Flom usikkerhet (97,5%), m ³ /s		0.7	0.9	1.1	1.2	1.5	1.7	1.8	2.0	2.2	-
Flom usikkerhet (2,5%), m ³ /s		0.2	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	0.5	0.6	-
NIFS (kulminasjon)											
Flomfrekvensfaktor (QM / QT)		1	1.26	1.50	1.76	2.14	2.47	2.85	3.45	3.96	-
Flomverdi, m ³ /s		0.7	0.9	1.1	1.3	1.6	1.8	2.1	2.5	2.9	3.0
Flom usikkerhet (97,5%), m ³ /s		1.3	1.7	2.1	2.5	3.1	3.7	4.2	5.1	5.9	-
Flom usikkerhet (2,5%), m ³ /s		0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.1	1.3	1.5	-

Flomverdier er automatisk generert og kan inneholde feil. Resultatene må kvalitetssikres. Verdiene kan ikke benyttes direkte, men må sammenlignes med andre metoder, sammenligningsstasjoner og/eller egne data.

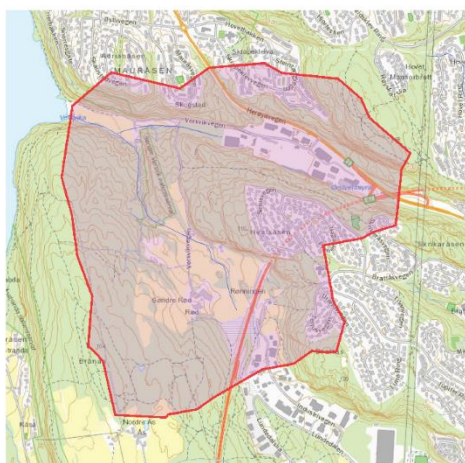
Rapportdato: 6/10/2021

© nevina.nve.no

10.2.5 Versviksbekken

Beregnet vannføring for Versviksbekken, med utløp til Frierfjorden er gjort i NVE sin kartportal NEVINA. Resultat fra beregningen med 0% klimapåslag vises under:

SØKNAD OM TILLATELSE ETTER FORURENSNINGSLOVEN E18 RUGTVEDT – LANGANGEN, PARSELL 2



Kartbakgrunn: Statens Kartverk
Kartdatum: EUREF89 WCS84
Projeksjon: UTM 33N
Beregn.punkt: 193865 E
6563690 N

Nedbørfeltgrenser, feltparametere og lavvannsindekser er automatisk generert og kan inneholde feil. Resultatene må kvalitetssikres.

Lavvannsindekser

Vassdragsnr.: 016.32
Kommune.: Porsgrunn
Fylke.: Vestfold og Telemark
Vassdrag.: KYSTFELT

Hypsografisk kurve	
Høyde _{MIN}	3 m
Høyde _{MAX}	127 m

Feltparametere	
Areal (A)	1.7 km ²
Effektiv sjø (A _{SE})	0 %
Elvleengde (E _L)	1.2 km
Elvegradient (E _G)	37.7 m/km
Elvegradient ₁₀₈₅ (E _{G,1085})	37.2 m/km
Helning	9.3 °
Dreneringstetthet (D _T)	1.0 km ⁻¹
Feltleengde (F _L)	1.5 km

Lavvannsindekser	
Alminnelig lavvannføring	0.2 l/s*km ²
5-persentil (år)	0.3 l/s*km ²
5-persentil sommer (1/5-30/9)	0.1 l/s*km ²
5-persentil vinter (1/10-30/4)	1.4 l/s*km ²
Base flow	6.65 l/s*km ²
Base flow index (BF)	0.44 -

Arealklasse	
Bre (A _{BRE})	0 %
Myr (A _{MYR})	0 %
Leire (A _{LEIRE})	21.6 %
Skog (A _{SKOG})	64.9 %
Sjø (A _{SJO})	0 %
Snaufjell (A _{SF})	0 %

Klima- /hydrologiske parametere	
Klimaregion	Sor -
Lavvannsperiode	Sommer -
Avrenning 1961-90 (Q _N)	15.1 l/s*km ²
Sommernedbør	398 mm
Vinternedbør	516 mm
Årstemperatur	6.1 °C
Sommertemperatur	13.5 °C
Vintertemperatur	0.9 °C
Temperatur juli	16.1 °C
Temperatur august	15.2 °C

Det er generelt stor usikkerhet i beregning av lavvannsindekser. Resultatene må verifiseres mot egne observasjoner eller sammenlignbare målestasjoner.

I nedbørfelt med høy breprosent eller stor innsjøprosent vil tørrværsavrenning (Base flow) ha store bidrag fra disse lagringsmagasinene.

Rapportdato: 6/10/2021 © nevina.nve.no

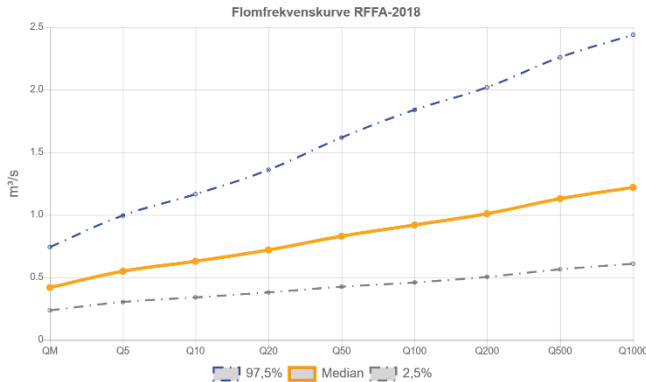
Regional flomberegning

Vassdragsnr.: 016.32
Kommune.: Porsgrunn
Fylke.: Vestfold og Telemark
Vassdrag.: KYSTFELT
Nedbørfeltareal: 1.69 km²

Flomestimer er beregnet basert på «Regional flomfrekvensanalyse (RFFA-2018)». Om nedbørfeltet er mindre enn 60 km², er det alternativt beregnet kulminasjonsflommer basert på NIFS-formelverk (2015).

Anbefaling om klimapåslag er gitt i NVE rapport nr. 81-2016 og klimaprofiler for fylker (se www.klimaservicesenter.no).

Hvordan bruke resultatene fra rapporten, se her.



RFFA-2018	
Tidsoppløsning	Døgn -
Indeksflom (QM): Medianflom	249 l/s*km ²
Klimapåslag	0 %
Kulminasjonsfaktor	1.82 -
NIFS-2015	
Tidsoppløsning	Kulminasjon -
Indeksflom (QM): Middelflom	473 l/s*km ²
Klimapåslag	40 %
Annet	
Tilførsflom	Nei -

RFFA-2018 (døgnmiddel)	Q _M	Q ₅	Q ₁₀	Q ₂₀	Q ₅₀	Q ₁₀₀	Q ₂₀₀	Q ₅₀₀	Q ₁₀₀₀	Q ₂₀₀₀ K178
Flomfrekvensfaktor (QM / QT)	1	1.31	1.5	1.71	1.98	2.19	2.40	2.69	2.90	-
Flomverdier, m ³ /s	0.4	0.6	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.0
Flom usikkerhet (97,5%), m ³ /s	0.7	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	2.3	2.4	-
Flom usikkerhet (2,5%), m ³ /s	0.2	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	0.5	0.6	0.6	-
NIFS (kulminasjon)										
Flomfrekvensfaktor (QM / QT)	1	1.26	1.51	1.76	2.15	2.5	2.87	3.47	3.99	-
Flomverdier, m ³ /s	0.8	1.0	1.2	1.4	1.7	2	2.3	2.8	3.2	3.2
Flom usikkerhet (97,5%), m ³ /s	1.4	1.8	2.2	2.7	3.4	4	4.6	5.6	6.4	-
Flom usikkerhet (2,5%), m ³ /s	0.5	0.6	0.7	0.7	0.9	1	1.1	1.4	1.6	-

Flomverdier er automatisk generert og kan inneholde feil. Resultatene må kvalitetssikres. Verdiene kan ikke benyttes direkte, men må sammenlignes med andre metoder, sammenligningsstasjoner og/eller egne data.

Rapportdato: 6/10/2021 © nevina.nve.no

10.2.6 Vannføring i berørte bekker

Tabell 31 Vannføring i bekker som påvirkes direkte av anleggsarbeidene.

Bekk	Middelvannføring Qm	Lavvannføring
	l/s	l/s
Herregårdsbekken	281s	8,95
Rutua ved utløp	92,8	1,7
Lillegårdsbekken	26,4	0,32
Heistadbekken (ved stasjon HE1 som ved forundersøkelsene)	22,4	0,28
Versviksbekken	25,7	0,34

10.2.7 Konsentrasjonsberegninger fra tunnelvann

Det er antatt 70 % gjenbruk av vann på boreriggen ved utregning av vannmengder.

Resipient	Konsentrasjon ut av renseanlegg	Volum ut av rensed anker	Volum i resipient	Konsentrasjon i resipient
Lillegårdsbekken	mg/l	l/s	l/s	mg/l
Suspendert stoff	50	0,27	26,67	0,51
Nitrogen	43,31	0,27	26,67	0,45
THC	5	0,27	26,67	0,05
Utløp Rutua				
Suspendert stoff	50	0,3	93,1	0,1
Nitrogen	43,31	0,3	93,1	0,1
THC	5	0,3	93,1	0,0
Heistadbekken				
Suspendert stoff	50	0,3	22,7	0,6
Nitrogen	43,31	0,3	22,7	0,5
THC	5	0,3	22,7	0,1
Herregårdsbekken				
Suspendert stoff	50	0,5	281,5	0,09
Nitrogen	45,16	0,5	281,5	0,08
THC	5	0,5	281,5	0,01
Eidangerfjorden			Volum Eidangerfjorden=1m*1m*1m=1 m3=1000l	
Suspendert stoff	100	0,5	1000,5	0,05
Nitrogen	45	0,5	1000,5	0,02
THC	5	0,5	1000,5	0,003
Frierfjorden (fra Skjelsvikdalen)				

Suspendert stoff	100	0,45	1000,45	0,18
Nitrogen	43	0,4	1000,4	0,02
THC	5	0,4	1000,4	0,002
Versvikbekken				
Suspendert stoff	50	0,4	26,1	0,9
Nitrogen	43,08	0,4	26,1	0,7
THC	5	0,4	26,1	0,1

10.2.8 Konsentrasjonsberegninger for avrenning fra rigg- og deponiområder

Resipient/Stoff	Ut av rensanlegg	Avrenning fra deponi- og riggområde	Vannføring i bekk + avrenning fra deponi	Konsentrasjon i resipient
Lillegårdsbekken	mg/l	l/s	l/s	mg/l
Suspendert stoff	50	0,4	26,8	0,74
THC	5	0,4	26,8	0,074
Rutua				
Suspendert stoff	50	0,4	93,2	0,21
THC	5	0,4	93,2	0,021
Heistadbekken				
Suspendert stoff	50	0,6	23,04	1,4
THC	5	0,6	23,04	0,14
Herregårdsbekken				
Suspendert stoff	50	0,63	281,7	0,11
THC	5	0,63	0,04	0,01
Versviksbekken				
Suspendert stoff	50	0,5	26,2	1,01
THC	5	0,5	26,2	0,10

10.3 Forundersøkelser NIBIO – rapportutkast

Data fra forundersøkelsen utført av NIBIO er benyttet i vurderingene, og er vedlagt som eget dokument. Rapporten inkluderer EI-fiske utført i Kjøyabekken, Kokkersvollbekken og Lillegårdsbekken våren 2021.

10.4 Kart over plassering av rørledning fra anleggsområdene

Kartene nedenfor viser plassering av midlertidige rørledninger fra anleggsområdene til fjordene for utslipp av rensset anleggsvann.

