



# Utslippssøknad for anleggsfasen

Detaljregulering E39 Mandal – Lyngdal øst  
Utbyggingstrinn 1 Mandalselva-Blørstad

---

Søker Nye Veier AS

NV Dokumentnummer: NV42E39ML-YML-RAP-0004

ENT Dokumentnummer:

Nye Veier AS | Kjøita 6  
4630 Kristiansand  
nyeveier.no

UTSLIPPSSØKNAD FOR ANLEGGSPASEN  
DETALJREGULERING E39 MANDAL – LYNGDAL ØST  
UTBYGGINGSTRINN 1 MANDALSELVA-BLØRSTAD

Rev:01

Prosjekt nr:	10219378
Oppdragsnavn:	E39 Mandal – Lyngdal øst
Kunde	Nye Veier AS

Revisjonsoversikt

Revisjon	Dato	Årsak til utgivelse	Utarbeidet av	Kontrollert av	Godkjent av
01	04.05.2023	Original	NOGUSA	NOJJEN	NOHOLL

## Sammendrag

Nye Veier skal bygge ny firefelts motorvei mellom Mandalskrysset i Lindesnes og Herdal i Lyngdal som en totalentreprise (TE) hvor totalentreprenør har ansvar for prosjektering og bygging. Anleggsarbeidet omfatter 21 km dagsone og bygging av 3 tunneler (samlet 4 km lengde) og 7 bruer. Detaljreguleringsplanen tillater også etableringen av 7 permanente masselagre. I tillegg vil anleggsarbeidet medføre behov for midlertidige og permanente anleggsveier. Utslipp til vann og luft, inkl. støy fra anleggsaktivitetene vil være av et slikt omfang at Nye Veier søker Statsforvalteren i Agder om tillatelse til utslipp fra midlertidig anleggsvirksomhet etter forurensningsloven § 11.

Denne søknaden gjelder første utbyggingstrinn fra Mandalskrysset til Blørstad. Søknaden omfatter utslipp fra anleggsarbeid i dagsoner, driving av tunneler og fra masselager for rene masser. Tidspunkt for byggestart er ikke satt, men det planlegges for en oppstart i løpet av andre halvår 2024. Det er anslått at anleggsfasen vil vare ca. 3 år.

Det er gjennomført kartlegging av før-tilstanden i alle større vannresipienter der det er forventet påvirkning. Resultatene er oppsummert i egen rapport som er vedlagt søknaden. Det er ikke forventet at anleggsarbeidet vil forringe den økologiske tilstanden permanent i noen av de berørte vannforekomstene. Det er også beskrevet andre temaer i denne søknaden, slik som støy, støv, massehåndtering og plastforurensning.

For å minimere de negative effektene på natur og lokalbefolkning vil Nye Veier gjennomføre en rekke avbøtende tiltak, som for eksempel bruk av siltgardiner i innsjøer, etablere renseanlegg for drivevann fra tunnelbyggingen og gjennomføre tidlig etablering av støyskjermingstiltak for å avdempere negative effekter for lokalbefolkningen.

Søknaden underbygger sårbarhet og belastning i resipientene gjennom generelle risikovurderinger. Det gis også forslag til overvåking og oppfølging i anleggsfasen. De konkrete valgene og utforming/dimensjonering av renseløsninger må gjøres med et høyere presisjonsnivå i forbindelse med detaljprosjekteringen.

Basert på kartlegging av før-tilstand og miljørisikovurdering/sårbarhetsvurdering av vannforekomster, er det foreslått grenseverdier for akseptabel rensegrad for prosessvann til de ulike resipientene. Nye Veier vil overvåke effektene av anleggsarbeidet for å dokumentere at krav som settes i utslippstillatelsen overholdes.

Nitrogenavrenning til sjø har fått stigende fokus de senere årene. Den omsøkte utbyggingen drenerer via Mandalselva, Sjølingstadbekken og Audna til relativt åpen kyst med god resipientkapasitet. N-rensing anses derfor ikke å være nødvendig.

Hovedresipient*	Utslippspunkt	Tunneldriving
Mandalselva	Sodelandsbekken	Ja
Ommundsvatn	Storebekken	Ja
Audna øst	Tredalsbekken	Nei

\* sårbarhet hovedresipient (rød bakgrunn=sårbar, oransje bakgrunn = middels sårbar)

Forslåtte krav/grenseverdier er knyttet til spesifiserte målepunkter i respektive resipienter.

	Prosessvann til sårbare resipienter	Prosessvann til middels sårbare resipienter
pH	Bakgrunnsverdi $\pm 0,3^*$	Bakgrunnsverdi $\pm 0,5^*$
Suspendert stoff (mg/L) **	Bakgrunnsverdi + 30 mg/L	Bakgrunnsverdi + 40 mg/L
Oljeforbindelser (mg/L) **	5 mg/L	5 mg/L

\* absolutt nedre grense er pH=5.\*\*Ukeblandprøve

Innhold

1	Innledning .....	7
2	Avgrensning .....	7
3	Opplysninger om søker.....	8
4	Prosjektbeskrivelse.....	8
4.1	Prosjektets formål .....	8
4.2	Overordnet om prosjektet .....	8
4.3	Hovedtrekkene i tiltaket .....	9
4.4	Utbyggingsområde 1.....	9
4.5	Anleggsbeskrivelse.....	10
4.6	Detaljreguleringsplan .....	11
5	Generelt om forurensning fra veianlegg.....	12
5.1	Partikler .....	12
5.2	Nitrogen.....	15
5.3	Plastforurensning.....	17
5.4	Avrenning fra myrholdige masser .....	17
5.5	Avrenning fra sulfide masser.....	18
6	Gjennomføring av anleggsarbeidene .....	19
6.1	Skreheiatunnelen .....	19
6.2	Vråheiatunnelen .....	21
6.3	Avrenning fra sprengstein i dagsonene .....	22
6.4	Utslipp fra midlertidige rigg- og anleggsområder.....	23
7	Lagring av naturlige og utsprengte masser .....	24
7.1	Permanente masselager .....	24
7.2	Midlertidige masselager .....	25
7.3	Knuseverk.....	25
7.4	Krav til miljøoppfølging av masselager .....	25
8	Berørte nedbørsfelt og resipienter .....	26
8.1	Kartlegging av før-tilstand i vannforekomster .....	26
9	Generelle utslippsberegninger.....	32
9.1	Hovedresipient Mandalselva .....	34
9.2	Hovedresipient Ommundsvann.....	42
9.3	Hovedresipient Audna.....	49

10	Forslag til måle- og overvåkningsprogram.....	58
10.1	Overvåkning av vannresipienter.....	58
10.2	Resipientkontroll - vannovervåkning .....	58
10.3	Anleggskontroll- vannovervåkning.....	59
10.4	Tunneldrivevann.....	60
11	Luft og støy.....	60
11.1	Støv.....	60
11.2	Støy.....	61
12	Avbøtende tiltak og beredskap mot forurensninger .....	62
12.1	Miljøoppfølging på anlegg.....	62
13	Referanser .....	63
14	Vedlegg .....	65

## 1 Innledning

Nye Veier søker forurensningsmyndigheten om tillatelse til midlertidig anleggsvirksomhet etter forurensningsloven § 11 for utbygging på strekningen Mandalskrysset-Blørstad, som er første utbyggingstrinn innen prosjektet E39 Mandal – Lyngdal øst.

Søknaden omfatter:

- Utslipp til vann
  - Utslipp av tunneldrivevann
  - Diffus avrenning fra store masselager
  - Diffus avrenning fra anleggsområder i dagsone
  - Avrenning fra betongarbeider
- Utslipp til luft
- Støy

Den planlagte utbyggingen vil berøre flere innsjøer, elver og bekker. Flere av disse er viktige anadrome og katadrome vassdrag. Risikoen for utslipp til vann og luft inkludert støy fra anleggsaktivitetene er av et omfang som krever tillatelse fra forurensningsmyndigheten Statsforvalteren i Agder (SFA) etter forurensningsloven § 11.

Statsforvalteren i Agder har fra et tidlig stadium og i flere møter gitt innspill til hvilke krav som skal stilles til kartlegging av før-tilstand i vannforekomster og hva som forventes av en søknad om utslippstillatelse for anleggsfasen. Denne søknaden er tilpasset kunnskapsgrunnlaget som følger av det eksisterende plannivået (detaljregulering).

## 2 Avgrensning

Søknaden gjelder alle utslipp som følger av anleggsarbeidene for strekningen E39 Mandal – Blørstad med unntak av mulig utfylling av masser i Mandalselva og enkelte innsjøer, som Nye Veier avklarer i egen søknad etter forurensningsforskriftens kapittel 22. For detaljer rundt gjennomføring av arbeid ved/i bekker som er viktige for fisk, vil det også gjennomføres en egen søknadsprosess etter forskrift om fysiske tiltak i vassdrag. Lokalisering av riggområder skal detaljeres av TE og søkes om separat dersom det planlegges utslipp eller påslipp til offentlig avløp. Det samme gjelder utslipp av oljeholdig avløpsvann, som er regulert av forurensningsforskriften kapittel 15, og utslipp av sanitært avløpsvann, regulert av forurensningsforskriften kapittel 12 eller 13.

Søknad om gjenbruk av bunnrenskmasser fra tunneler vil sannsynligvis også måtte utarbeides. Omfang og plassering av slike masser avgjøres av TE. SFA har fått permanent overføring av myndighet fra Miljødirektoratet for deponering av bunnrenskmasser på de deler av E39 som ligger i Agder.

Det vises ellers til risikovurderingen for forurenset grunn (vedlegg 2), kartlegging av sedimenter i utfyllingsområder (vedlegg 3) og det forutsettes at fysisk kartlegging av forurenset grunn utføres og detaljeres av TE.

### 3 Opplysninger om søker

Tabell 1. Søker.

Organisasjon	Nye Veier AS
Adresse	Kjøita 6, 1430 Kristiansand
Organisasjonsnummer	915 488 099
Prosjekt	E39 Mandal – Lyngdal øst
Besøksadresse	Svanedamsveien 10, 4621 Kristiansand
Telefon/e-post	479 72 727/post@nyeveier.no

### 4 Prosjektbeskrivelse

#### 4.1 Prosjektets formål

Ny E39 Mandal – Lyngdal øst omfatter ny E39 mellom Mandalselva i Lindesnes kommune og Herdal i Lyngdal kommune. Strekingen er en del av ny hovedveiforbindelse mellom Kristiansand (Vige) og Stavanger (Ålgård). Prosjektet skal bidra til bedre fremkommelighet for personer og gods, og sikre god flyt av varer og tjenester i regionene. Prosjektet har som målsetting å redusere transportulykker, redusere klimagassutslipp, bedre miljøet for de som bor langs eksisterende E39 og bedre grunnlaget for en positiv samfunnsutvikling.

#### 4.2 Overordnet om prosjektet

Ny E39 Mandal – Lyngdal øst planlegges som nasjonal hovedvei (veiklasse H3). Ny E39 planlegges med påkobling mot Mandalskrysset i øst og påkobling mot Herdalskrysset i vest (figur 1). Veien skal bygges med fire felt og dimensjonerende fartsgrense 110 km/t.



Strekningen utgjør totalt ca. 25 km. Utbyggingen forventes å foregå i to trinn, der strekningen fra Mandalskrysset til Blørstad bygges først.



Figur 1. Nåværende E39 (grå linje) mellom Mandal i øst og Lyngdal i vest, og planlagt ny E39 med tilførselsvei (rød linje). Svart tykk strek markerer grensen mellom de to delstrekningene Mandal-Blørstad (utbyggingstrinn 1) og Blørstad-Lyngdal øst (utbyggingstrinn 2). Kommunegrense er vist med stiptet linje. Kilde: Nye Veier AS.

### 4.3 Hovedtrekkene i tiltaket

Denne søknaden omfatter tiltak som vil skje i Agder fylke, for en strekning på ca. 9 km mellom Mandalselva til Blørstad, inkludert tilførselsvei fra Tredal (utbyggingstrinn 1), vist i Figur 1. Hele strekningen som ligger i kommunene Lindesnes og Lyngdal, er ca. 25 km lang. Den planlagte veitraséen ligger i all hovedsak i jomfruelig terreng, nord for eksisterende E39-trasé. I øst kobles ny E39 til den nybygde parsellen Mandal øst–Mandal by ved Mandalskrysset og i vest kobles den mot den nybygde parsellen Herdal – Røyskår rett vest for Litleåna.

Tiltaket omfatter tre hovednedbørfelt (Mandalselva, Ommundsvatnet og Audna) som presenteres nærmere under.

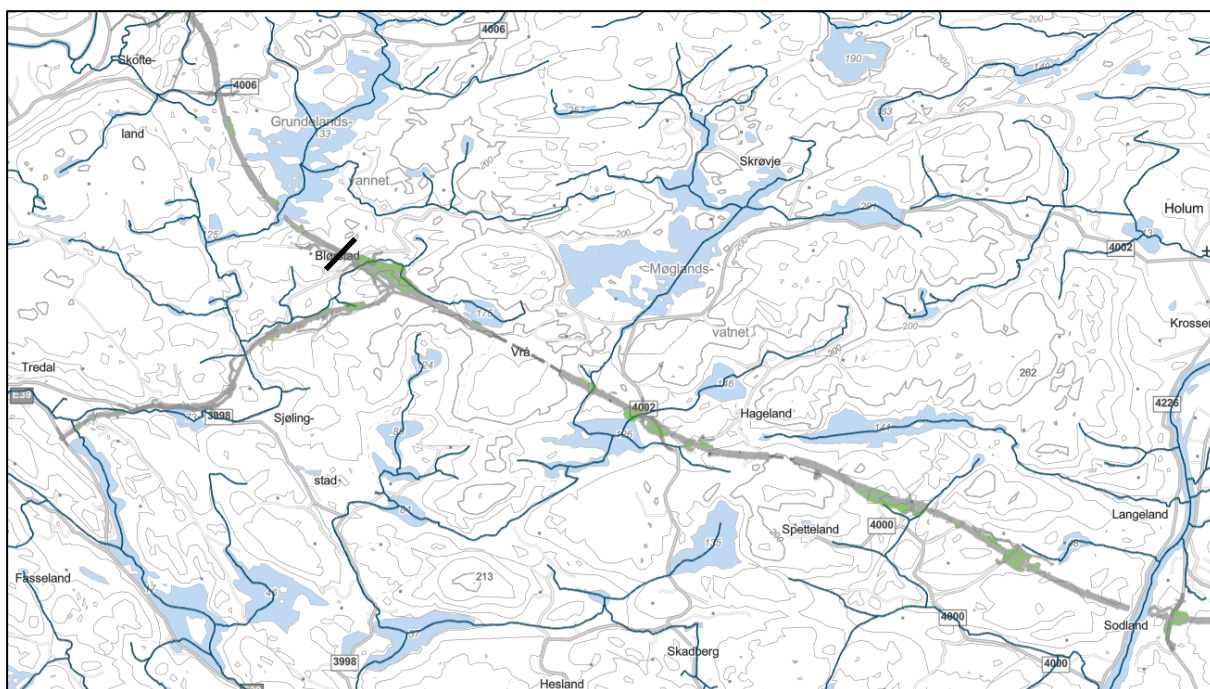
### 4.4 Utbyggingsområde 1

Strekningen går fra Mandalskrysset i øst til Blørstad. Ved Blørstad etableres nytt kryssområde med tilførselsvei fra dagens E39 ved Tredal, ca. 2,5 km øst for elva Audna (Figur 2). Det planlegges en ca. 235 m lang bru over Mandalselva. Gjennom Vråheia nord-vest for Ommundsvannet ligger Vråheia tunnelen, som er ca. 700 m lang. Skreheia tunnelen er ca. 230 meter lang og ligger rett sør-vest for Moslandsvatnet.

Strekningen Mandalselva - Blørstad vil omfatte:

- Ett kryssområde
- 2 tunneler
- 1 bro i hovedlinja
- 2 broer på tilførselsveien fra Tredal

- 9 km dagsone (hovedlinje) og 3,5 km dagsone (tilførselsvei)
- 930 m tunnel
- 4 innregulerte områder med mulighet for plassering av rene masser



Figur 2. E39 Mandal- Lyngdal øst, strekningen Mandalskrysset til Blørstad, som ligger i Lindesnes kommune. Svart strek markerer grensen mellom utbyggingstrinn 1 og 2.

#### 4.5 Anleggsbeskrivelse

Det vil foregå omfattende anleggsvirksomhet på strekningen, inkludert etablering av midlertidige anleggsveier, graving og masseutskiftning av naturlige løsmasser/myr og sprengning i dagsone, samt bygging av tunnel, bruer og andre konstruksjoner. Forventet byggetid er ca. 3 år. Det er usikkerhet knyttet til tidsrom for gjennomføringen, men det planlegges for en mulig oppstart i løpet av andre halvår 2024. Faseplaner og tidspunkter for når det er formålstjenlig å utføre ulike aktiviteter vil være avhengig av TE sin detaljprosjektering og fremdriftsplan.

All massetransport mellom Mandalskrysset og Blørstad er planlagt innenfor prosjektområdet. Egen anleggsvei i annen veggrunn eller midlertidig bygge- og anleggsområde på sidene av veitraseen etableres for transport av masser til fylling i veillinja og områder for masselagring på strekningen. Det planlegges en rekke faseomlegginger med midlertidige trafikkomlegginger for å opprettholde adkomst og minimere anleggsulemper. I Lindesnes kommune beskriver detaljreguleringsplanen totalt

14 slike omlegginger. Det vises til fagrapporter for anleggsgjennomføring for ytterligere detaljer.

Tabell 2. Oversikt over masser som produseres på strekningen Sødland-Blørstad inkludert tilførselsveien Blørstad-Tredal. Mengdene er basert på informasjon i detaljreguleringsplanen. Mengdene er brukt i utslippsberegninger.

Kommune	Strekning	Jordskjæring/ Vegetasjons- dekke pfm <sup>3</sup>	Bergskjæring pfm <sup>3</sup>	Tunnel pfm <sup>3</sup>	Fylling pam <sup>3</sup>	Masse- utskiftning pam <sup>3</sup>
Lindesnes	Sodland- Blørstad	190 000	1 750 000	141 000	2 300 000	158 000
Lindesnes	Blørstad- Tredal	124 000	190 000	0	215 000	30 000
<b>Totalt</b>		<b>314 000</b>	<b>1 940 000</b>	<b>141 000</b>	<b>2 515 000</b>	<b>188 000</b>

Til tross for at prosjektet som helhet oppnår god massebalanse, vil det lokalt oppstå behov for å permanent lagre overskuddsmasser. Minimering av massetransport og anleggstekniske forhold er viktige grunner til dette. Det er i detaljreguleringen satt at totalt 7 områder til permanent lagring av overskuddsmasser, fem av disse omfattes av byggetrinn 1.

Tabell 3. Oversikt over arealer avsatt til permanente masselagre i område for byggetrinn 1.

Kommune	Strekning	Permanent masselager*	Kapasitet
Lindesnes	Sodland-Blørstad	Stemmen BA1	50 000 m <sup>3</sup>
	Sodland-Blørstad	Nedre Unndal BAA1	135 500 m <sup>3</sup>
	Sodland-Blørstad	Djupedalen BAA2/BAA3	40 200 m <sup>3</sup>
	Sodland-Blørstad	Stiland BAA4	105 000 m <sup>3</sup>
	Blørstad-Tredal	Blørstadkrysset BAA1	150 000 m <sup>3</sup>
<b>Totalt</b>			<b>480 700 m<sup>3</sup></b>

\*på alle masselagre kan det legges dokumentert rene masser (sprengstein/jord/myr)

## 4.6 Detaljreguleringsplan

Denne søknaden bygger på detaljreguleringsplan for E39 Mandal – Lyngdal øst (PlanID 201817 og PlanID 201818) med tilhørende dokumenter, og kommunedelplan for ny E39 Fardal – Vatlandstunnelen (Plan ID: 1029201604) og kommunedelplan for E39 Døle bru – Livold (PlanID: 201508).

## 5 Generelt om forurensning fra veianlegg

Generelt vil avrenningsvann fra veiutbygging og tunneldriving særlig inneholde forurensninger i form av:

- Partikkelbelastning fra sprengning, graving, fylling, masselagring, jorderosjon og arbeider i dagsone og nært vassdrag
- Nitrogenavrenning fra sprengsteinsarbeider og sprengsteinsfyllinger
- Oljeprodukter fra maskinpark og riggområder
- Avrenning av surt vann, sulfat og metaller fra sulfidholdige bergarter og myrer (skjæringer og fyllinger/masselager)
- Høy pH i avrenning fra betong og injiseringsarbeider
- Plastrester fra tennere, lunter og koblingsblokker, mm.

I tillegg vil volumet av overvann på anleggsområder, uavhengig av forurensningsgrad, kunne være stort i forhold til små vannforekomster (mindre bekker). Dette kan medføre endringer i strømforhold, erosjon og sedimentasjon og levetilstand for ferskvannsorganismer. Hovedkilder til vann med mulig forurensning er graving og massehåndtering, drivevann fra tunnel, og avrenningsvann fra massefyllinger og riggområder.

Utslippene fra anleggsarbeidene vil i hovedsak være diffuse utslipp fra dagsoner og riggområder.

### 5.1 Partikler

Veibyggingen vil føre til kjøring med anleggsmaskiner, graving og flytting av masser samt sprengning nært vassdrag som krysser den fremtidige veien. Utsprengte masser vil benyttes i fyllinger og veikroppen. Det vil også etableres midlertidige anleggsveier og bekkekryssinger med stikkrenner ved hjelp av sprengsteinsmasser. I tillegg vil overskuddsmasser mellomlagres og deponeres langs linja. Disse aktivitetene vil i varierende grad kunne gi partikkelflukt til vassdrag. Sprengning i fjell og bruk av sprengsteinmasser til fyllinger ved vassdrag kan også føre til avrenning av vann med skarpe sprengsteinspartikler/steinstøv.

Konsentrasjonen av partikler som følger med sprengsteinen kan variere mye, bl.a. avhengig av type berggrunn og sprengemetode. Kornstørrelsen og særlig finstoffmengden vil variere med type sprengstoff (trykk, detonasjonshastighet og gassutvikling) (SVV, 2015).

Mengde finstoff som kan bli vasket ut fra massefylling til vassdrag, vil avhenge av hvor stor andel av partiklene som følger med ved oppgraving/flytting, størrelsen på utfylt areal og hvor stor andel av massens overflateareal som er eksponert for infiltrasjon. Samtidig vil intensitet og varighet av nedbør som renner igjennom masselageret og grad av filtrering gjennom underliggende og tilstøtende avsetninger også i stor grad påvirke mobilisering og tilbakeholdelse av partikler.

Det er en pågående diskusjon hvilke konsekvenser utslipp av suspendert stoff har for fisk og annet liv i vassdragene våre. Kunnskapsgrunnlaget har gradvis økt gjennom flere større utbyggingsprosjekter. Under følger noen relativt nye vurderinger (sitater) av risikoforhold og studier av registrert konsekvens av forhøyet partikkelinnhold i vannforekomster som følge av store infrastrukturprosjekter.

*«Viktige konsekvenser av høye konsentrasjoner av suspendert stoff i vann kan være nedslamming av planter og bunnområder. I vassdrag har dette blant annet effekt på gyteområder, hvor fiskeegg kan bli tildekt av sedimenterte partikler. Videre vil utslipp av anleggsvann med høyt innhold av suspendert stoff gi visuell forurensning med synlig blakking i elva, og vil ved langvarige utslipp kunne forårsake redusert fotosyntese som følge av redusert lysgjennomtrengning. Indirekte virker partiklene ved å slamme til bunnområder, vegetasjon og vannmassene i elver, innsjøer og fjordområder. Leveområdene for planter og dyr kan da bli betydelig forringet; lystilgangen for plantene reduseres, i elver blir det en stadig skuring mot bunnsubstrat og vegetasjon (begroing og annen vegetasjon), bunnsubstratet tettes til og ødelegger tilholdssted for bunndyr og dekker til gyteplasser for fisk. I tillegg gir dette redusert næringstilgang for bunndyr og fisk, og derved mindre produksjon. Denne situasjonen må i større eller mindre grad forventes i alle resipienter med avrenning fra tunneler og massedeponier, men også som følge av annen anleggsvirksomhet. Tiltak for å redusere partikkeltilførselen til vassdragene kan i betydelig grad redusere skadeomfanget.*

Det er i prinsippet snakk om to typer partikler med forskjellig skadepotensiale:

1. Nydannede skarpe, flisige eller nåleformede partikler fra sprengning, tunneldriving og knusing. Partikkeltypen avhenger av bergarten. Flisige og nåleformede partikler har vist seg å kunne gi skader ved forholdsvis lave konsentrasjoner.

2. Naturlige avrundede partikler som eroderes fra jordbruksarealer og elveleier. Gravearbeider i naturlige masser i eller nært vassdrag kan gi høye konsentrasjoner. Økt tilførsel av naturlig avrundede partikler kan også være en problemfaktor under oppriggingsfasen hvor vegetasjon fjernes for opprigging av anleggsutstyr og i forbindelse med forberedende ryddeaktiviteter.

*For borestøv og partikler fra sprengning og fullprofilboring, er bergartenes type avgjørende for den direkte virkningen på faunaen. Bløte bergarter som knuses til fibrige nåleformet støv, kleberstein/grønnstein, etc., synes mest skadelige. Metamorfe leirskifer kan også tenkes å gi flisige, nåleformede skadelige partikler, mens vulkanske bergarter som porfyrer, granitter, syenitter, samt grunnfjell som gneis, synes mindre skadelig. De skarpe partiklene penetrerer gjelleepitel hos fisk og bunndyr. Dette forårsaker slimutsondring på gjellene, "åndenød" og/eller infeksjoner. I enkelte tilfeller kan dette føre til massiv fiskedød» (Norconsult 2019).*

*«Utslipp av partikler kan medføre biologiske effekter for fisk og andre vannlevende organismer. Formålet med denne sammenstillingen var å undersøke hvordan tetthet av ørret og bunndyrsamfunn ble påvirket av økte partikkelkonsentrasjoner ved fire ulike anleggsprosjekter i Vestfold og Telemark. Undersøkelsene indikerte at økte partikkelkonsentrasjoner ikke ga vesentlige negative effekter på tetthet av ungfisk og sammensetningen av bunndyrsamfunnet. Flere av bekkene viste økende tetthet av ørretunger, både under og rett etter anleggsfasen. For bunndyr var det små endringer i ASPT-indeksen, men med større variasjon for registrert antall EPT-arter. Erfaringene kan bidra til kunnskapsbaserte utslippskrav for suspendert stoff (SS) og turbiditet i samferdselsprosjekter». (Roseth m.fl 2021).*

Tabell 4 under har lenge vært brukt som grunnlag for å vurdere konsekvenser av suspendert stoff på fisk:

*Tabell 4. EIFACs (1964) retningslinjer for hvordan konsentrasjoner av naturlige partikler kan påvirke produksjon av fisk i vassdrag.*

<b>Suspendert stoff (mg/l)</b>	<b>Effekt</b>
<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

I fortynningsberegninger senere i denne søknaden er det brukt en grense på 80 mg/l for når det oppstår negative effekter for fisk som følge av partikkelkonsentrasjon. I resultattabellene fra disse beregningene er dette markert med rød skrift. Risikosoner for nålformede partikler er også kort omtalt.

Generelt må det også tas hensyn til at fiskepopulasjonene er spesielt sårbare ved lavvann og det må derfor være spesielt høyt fokus på avbøtende tiltak i denne perioden

(Norconsult 2020). Håndteringsplaner og tiltaksplaner må derfor ivareta denne risikoen og beskrive planlagte tiltak.

Risikoen for liten vannføring er størst i sommerhalvåret, og kan korrelere med perioder der yngel av laks og ørret er sårbare (plommesekken forsvinner vanligvis i mai/juni). I tillegg til akutte effekter vil den største risikoen sannsynligvis være knyttet til mulig tilslamming av gyteområder, påvirkning av yngel, og nedsatt effektivitet av fødeopptaket som kan gi effekter over tid.

Det må forventes en periodevis økt tilførsel av partikler i anleggsperioden. Det er gjort en konservativ beregning av mulige konsentrasjoner basert på erfaringsbaserte konsentrasjoner i anleggsvann (Norconsult 2020) og fortykning i resipient ved normal avrenning.

## 5.2 Nitrogen

Avrenning fra sprengningsarbeid og sprengsteinsmasser vil normalt inneholde nitrogenforbindelser, som ammoniumnitrat, fra uomsatt sprengstoff. Verdiene vil typisk være høyest i starten, og avta etter hvert som massene vaskes rene ved nedbør. I dette prosjektet vil det hovedsakelig være sprengt stein fra dagsoner og skjæringer (ca. 87 % av utsprengte masser), og slike masser inneholder normalt langt mindre sprengstoffrester sammenlignet med tunnelmasser (ca. 13 % av utsprengte masser) som kan ha betydelig høyere konsentrasjoner, generelt 3 ganger høyere (Roseth, mfl. 2022).

Avrenning av nitrogenforbindelser som nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ) og ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ) er ikke nødvendigvis problematisk for vannkvaliteten i resipienten, men økt tilførsel av næringssalter kan virke eutrofierende (øke algeveksten), da særlig i resipienter med liten fortykningsgrad og naturlig underskudd på nitrogen. Normalt er nitrogen en begrensende faktor for algevekst i saltvann, mens fosfor er en begrensende faktor i ferskvann. Nitrogenholdig avrenning kan derfor ha større eutrofierende effekt i brakkvann og saltvann enn i ferskvann (Vikan, 2013).

En utfordring med avrenning av ammonium er potensial for dannelse av ammoniakk ( $\text{NH}_3$ ), som er toksisk for vannlevende organismer i høye konsentrasjoner (Vikan, 2013). Laksefisk tolerer ikke konsentrasjoner av fri ammoniakk over 25  $\mu\text{g/L}$ . Omdanning av ammonium til ammoniakk er avhengig av både pH og temperatur, ved pH 10 og temperatur 5 °C vil f.eks. 55 % av ammoniumet være omdannet til ammoniakk ved likevekt, mens ved pH 9 er det ca. 10 % som vil foreligge som ammoniakk.

Der det utføres arbeid som gir høy pH i avrenningen, for eksempel betongarbeid, kan dette føre til at mye av nitrogenet potensielt foreligger som giftig ammoniakk i utslippsvannet. Høy konsentrasjon av fri ammoniakk forekommer spesielt i situasjoner med høy pH ( $\text{pH} > 9$ ), høy temperatur (sommer) og lav vannføring i resipient. Dette er mest relevant for tunneldrivevann, hvor det benyttes mye sementbaserte produkter til injeksjon og sprøytebetong i kombinasjon med større mengder sprengstoffrester, og noe mindre aktuelt ved betongarbeider i dagsone.

Tilførsel av sprengstoffbaserte nitrogenforbindelser forventes å gi soner med en midlertidig økning av nitrogenkonsentrasjonene i de berørte vassdragene. NIBIO viser at særlig nitrat vaskes raskt ut, mens ammonium har en tendens til å binde seg til partikler og ha en forsinket utvasking etter at dette også gradvis omdannes til mer mobilt nitrat (Roseth m.fl. 2022). Rapporten til Roseth m.fl. gir også en oversikt over mulig renseteknologi for nitrogenavrenning fra anleggsområder. Dette er til nå lite utprøvd i norske anleggsprosjekter.

Det er et generelt stigende fokus på negative effekter av N-avrenning i det norske samfunnet. NIVA har blant annet påvist at Oslofjorden og deler av Skagerak er overbelastet med nitrogenavrenning fra land (Staasltrøm 2022). En viktig kilde er sigevann fra sprengsteinsfyllinger.

Ved beregning av N utslipp fra sprengstein blir det brukt ulike utslippsfaktorer. Noen vanlig refererte verdier er (Roseth m.fl 2022):

- Bækken 1998 → 24 g N/tonn
- Ranneklev m.fl 2017 → 17-22 g N/tonn
- FRE16 (Fellesprosjektet Ringeriksbanen og E16) → 13-40 g N/tonn

I denne søknaden bruker vi en utslippsfaktor på 26 g N/tonn for sprengstein fra dagsoner. Dette er samme utslippsfaktor som Norconsult/NyeVeier brukte på naboparsellen i vest E39 Herdal-Røyskår (Inga Greipsland m.fl. 2020). Deponert sprengstein fra driving av tunnel har vist seg å inneholde ca 3 ganger så mye N som sprengstein fra dagsone, derfor er en utslippsfaktor på 78 g N/tonn brukt for tunnelmasser.

### 5.2.1 Vurdering av N i denne søknaden

Nitrogenholdig avrenning fra anleggsområder har i tillegg til akutt forgiftningsfare for fisk ( $\text{NH}_3$ ) to konsekvenser:



1. Endret økologisk tilstand i nedstrøms nærliggende ferskvann (N overstiger klassegrenser).
2. Bidrag til en samlet N-belastning på sårbare fjordsystemer.

Utslippsberegningene i søknaden har mest fokus på den første av disse konsekvensene da dette ofte er den mest relevante problemstillingen i anleggsfasen. Samtidig ligger anleggsområdet parallelt med og ca. 7-8 km fra norskekysten. Det er derfor gitt en kort vurdering av mulige konsekvenser i denne søknaden.

### 5.3 Plastforurensning

På grunn av bruk av materialer som består av, eller inneholder plast (for eksempel plastledning med sprengstoff og sprengtråd), kan sprengsteinmasser fra bygging av veg inneholde betydelige mengder plast. Dersom platen ikke samles opp på et tidlig stadium, kan den spres til miljøet via utslipp av anleggsvann, i lagrede sprengsteinmasser på land eller utfylling av sprengsteinmasser i innsjøer.

Miljødirektoratet skriver i Faktaark M-1085/2018 *Problemer med plast ved utfylling av sprengstein i sjø* (Miljødirektoratet, 2018) at alle aktører som produserer sprengsteinmasser må vurdere tiltak for å redusere plastforbruket mest mulig.

I praksis er det nærmest umulig å fjerne plastrester fra sprengsteinmasser, så tiltak for å forebygge plastforurensning bør skje ved at TE minimerer plastforbruket og finner alternativer til plast der dette er mulig.

### 5.4 Avrenning fra myrholdige masser

Myrmaser inneholder i tillegg til store mengder syreholdig vann en del metallforbindelser. Masseutskiftning av myrmaser kan derfor gi utslipp av surt vann («surstøt»). Fisk (smolt) og bunndyr er sårbare for plutselige utslipp av surt vann (lav pH) til mindre bekker. Flere mindre bekker og vassdrag i området er sure, og balanserer trolig på grensen mht. å opprettholde fiskebestand og bunndyrsamfunn. Dette gjelder spesielt for tilførselsbekker til «toppvann» (små topografisk flate og høytliggende nedbørfelt med liten vannutskiftning).

Den lave pH-en i myrvannet gjør også at vannet er rikt på oppløst toverdige jern ( $Fe^{2+}$ ). Ved graving og eksponering for oksygen, vil dette kunne felles ut som treverdige jern ( $Fe^{3+}$ ) på gjeller til fisk og bunndyr og føre til såkalt okerkveling. I avrenning med høyt innhold av organisk materiale vil imidlertid mye jern være assosiert med dette, og dermed være mindre gjelle-reaktivt sammenlignet med jern i råvann fra grunnvann (Forskningsrådet, 2009).

Det henvises til rapport fra kartlegging av før-tilstand i vannforekomster der det er oppgitt resultater fra analyser av metallpåslag på gjeller i fiskeførende bekker.

Utfelt jern vil også kunne gi rødfarget vann og slam i resipienten, som i store mengder kan virke estetisk skjemmende. Avrenning fra myrmasse vil også gi økt innhold av humus i vannmasser, som kan gi utslag i høyere verdier for turbiditet samt gi farge på vannet. Økt humusinnhold i vannet vil vanligvis være mindre skadelig for dyre- og planteliv sammenlignet med suspendert stoff fra massefyllinger og dagsone.

Mange vannverk sliter allerede i dag med stigende humusinnhold i vannet, trolig som følge av klimaendringene. I planområdet ligger flere innsjøer som gir råvann til kommunale drikkevannskilder og det er derfor viktig å unngå at deponerte organiske masser avgir humusforbindelser til disse.

Antatt mengde myr som må masseutskiftes i utbyggingstrinn 1 er grovt estimert ca. 90 000 m<sup>3</sup>.

#### 5.5 Avrenning fra sulfide masser

På Sørlandet finnes det sulfidrike tynne bånd i ulike gneisvarianter, da særlig i amfibolitter. Det er vanskelig å oppdage disse båndene uten tilstrekkelig geologisk kartlegging. Generelt har bergartene fra Kristiansand og vestover lavere sulfidinnhold enn østover fra Kristiansand. Berggrunnen i planområdet består av ulike typer granitt, og varianter av gneis (hovedsakelig båndgneis). Dette er bergarter som er meget vanlig i det norske grunnfjellet. Båndgneis kan ha forekomster av sulfid. Selv om det vurderes som mindre sannsynlig å påtreffes sulfidholdig berg, skal det tas prøver av grunnen i anleggsfasen dersom det mistenkes sulfidholdige masser.

Egenskapene til slike syredannede bergarter og problemstillinger i forbindelse med håndtering av disse er spesielt knyttet til:

- Avrenning av vann med lav pH
- Utlekking av tungmetaller
- Forvitring og korrosjon av betong og stål
- Svelling og trykk mot konstruksjoner og fundamenter
- Redusert bæreevne/styrke av undergrunnen
- Potensiell dannelse av radongass

Ved en eventuell påvisning av sulfide bergmasser skal SFA kontaktes, og det skal lages en egen tiltaksplan for håndtering av eventuelle forekomster. Avhengig av sulfidinnhold kan påtruffet mengde sulfidholdig fjell enten håndteres lokalt, eller måtte fraktes til godkjent deponi i henhold til avfallsforskriftens regelverk.

## 6 Gjennomføring av anleggsarbeidene

Det er planlagt konkrete punktutslipp for behandlet prosessvann og innlekkasjevann i forbindelse med tunneldriving (se figurene 3 og 4 under). Drivevann fra tunnelbygging og avrenning fra annet anleggsarbeid inneholder forhøyede konsentrasjoner av nitrogen fra sprengstoffrester, høy pH på grunn av innsatsmidler med sement, olje fra anleggsmaskiner, og høyt innhold av suspendert stoff. Konsentrasjoner av nevnte stoffer, og mengder tunneldrivevann vil variere avhengig av anleggsgjennomføringen og graden av innlekkasje. Tunneldrivevann produseres konstant mens innlekkasjevann øker med lengden på tunnelen. Tunneldrivevann må renses før utslipp til resipient. TE vil måtte dimensjonere og drifte renseløsninger som oppfyller krav gitt i utslippstillatelsen. Spesielt der nedstrøms resipienter har liten kapasitet eller har høye biologiske verdier som må beskyttes er det viktig at renseløsningene er robuste slik at risikoen for uhellshendelser kan minimeres.

På strekningen Mandalselva – Blørstad er det planlagt to korte tunneler med en samlet lengde på ca. 930 m.

### 6.1 Skreheiatunnelen

Den østligste av de to tunnelene er Skreheiatunnelen i Lindesnes (Figur 3). Skreheiatunnelen er planlagt å bli ca. 230 meter lang, og planlegges som en toløpstunnel med tverrsnitt T10,5. Tunnelen går mellom Hageland/Vollen og Djubedalen/Stiland, på sør-vest siden av Moslandsvatnet.



Figur 3. Lokalisering av Skreheiatunnelen, vest for Moslandsvatnet. Renset tunneldrivevann skal transporteres ut av nedbørsfeltet til Moslandsvatn (blå strek) og inn i nedbørsfeltet til Sodelandsbekken. Den eksakte plasseringen av dette utslippspunktet må avtales i en dialog mellom Nye Veier/ (TE) og SFA.

På grunn av at tunnelen ligger inne i nedslagsfeltet for fremtidig reservedrikkevann for Mandal by (Moslandsvatn), stilles det særlig strenge krav til å minimere avrenning, både fra anlegget, og fra veien i driftsfasen. Det skal i utgangspunktet heller ikke lagres tunnelmasser inne i nedslagsfeltet til Moslandsvatn gjennom anleggsfasen og detaljreguleringsplanen tilrettelegger for lagring av masser sør på Stiland, hvor det også blir oppsamling og rensing av sigevann.

Det forventes en tunneldrift på ca. 35 meter/uke pr. stuff, gitt at TE utnytter kapasiteten til det maksimale i forhold til bruk av tunnelrigger etc. Drivetid forventes da å bli ca. 7 uker. Med hensyn på massebalanse forventes tunneldrifta i hovedsak å gå fra øst mot vest, da tunnelmasser kan nyttiggjøres som veifylling på Stiland. Vektet gjennomsnittlig tettekraft i denne tunnelen er 18,8 l/min/100 m.

Alt utslipp av rensert vann fra tunneldrivingen overføres til Sodelandsbekkens nedbørsfelt. Den eksakte plasseringen av utslippspunktet må finnes i en dialog mellom NV/TE og SFA.

## 6.2 Vråheiatunnelen

Vråheiatunnelen er i overkant av 700 meter lang, og planlegges som en toløpstunnel med tverrsnitt T10,5. Tunnelen går mellom Gjervollstad og Blørstad. Med hensyn på massebalanse forventes tunneldrifta i hovedsak å gå fra vest mot øst, da tunnelmasser kan nyttiggjøres til veibygging og fylling på Blørstad.



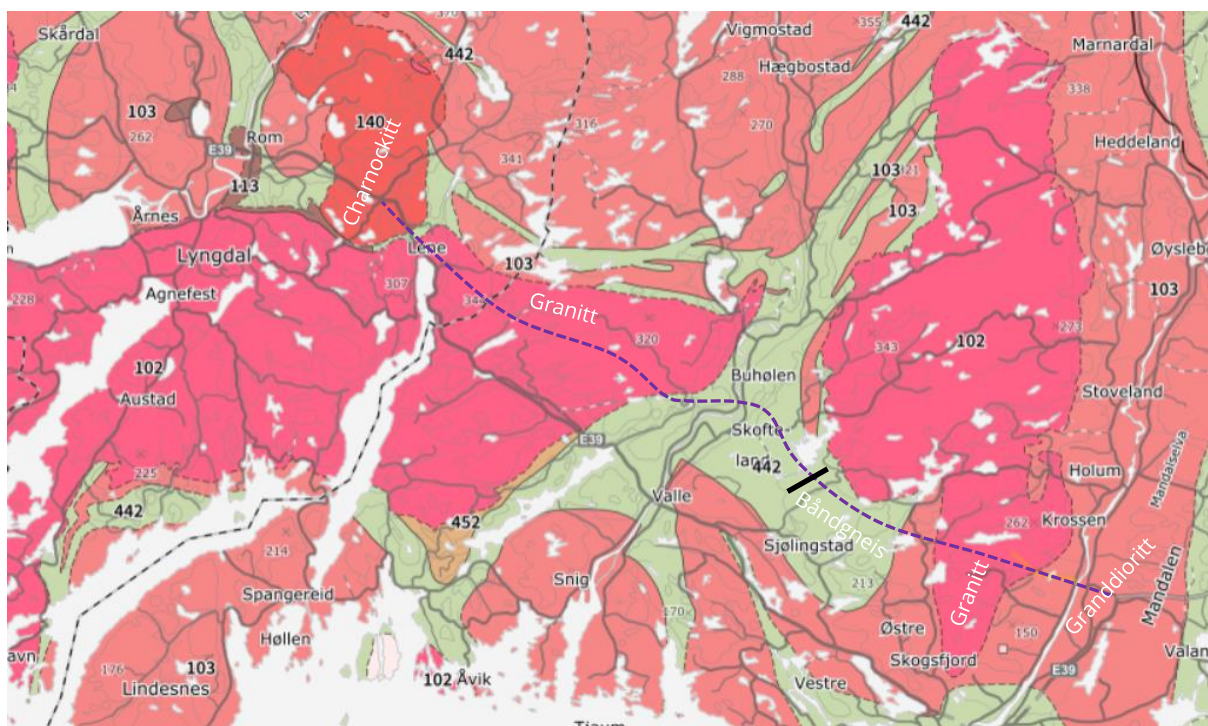
Figur 4. Lokalisering av Vråheiatunnelen, sør-øst for Vråvatn. Renset drivevann fra tunneldriften er planlagt ført til Storebekken for utslipp. Utslippspunkt antydnet med rødt.

Vråvatn har liten resipientkapasitet og ligger tett på vestlig påhugg for tunnelen, og det må gjøres korrigerende tiltak slik at konsekvensene i Vråvatnet blir så små som mulig. Derfor føres tunneldrivevann til østsiden av tunnelen for kontrollert behandling og utslipp til Ommundsvatn via Storebekken. Plan for anleggsgjennomføring legger opp til at det skal iverksettes særlige tiltak for å hindre avrenning som forurenser vassdraget, noe som er tenkt ved å etablere filtrering og rensing av vann på nordsiden av veilinja vest for Storebekken på Gjervollstad, før vannet slippes ut i Storebekken. Antatt drivetid er 120 dager.

Vektet gjennomsnittlig tettekrav i Vråheiatunnelen er 17,1 l/min/100 m.

### 6.3 Avrenning fra sprengstein i dagsonene

Betydelige mengder sprengstein vil inngå i den nye veikroppen og tilstøtende sideterreng. Tabell 2 viser et anslag for omfanget av masseproduksjon innenfor ulike delstrekninger i utbyggingsprosjektet. Sprengstein inneholder forurensninger fra selve sprengningsarbeidene og massehåndteringen, samt eventuelle forurensninger som følger av selve berggrunnen (spesielt sulfidholdig fjell) og eventuelt finstoff bestående av skarpe partikler. Figur 5 under viser overordnet berggrunn i planområdet med ny E39 skissert inn.



Figur 5. Berggrunnsgeologien i planområdet. Ny hovedlinje for E39 skissert inn med fiolett stiplet strek. Svart tykk strek antyder grensen mellom de to utbyggingstrinnene (kilde: NGU.no).

Figuren viser at granitt og granddioritt er de dominerende bergartene i området. Fra Osestadvannet til Audnedalen ligger det en sone med båndgneis og helt i vest ved Littleåna finner vi et mindre område med charnockitt.

Tabell 5. Hovedbergarter i planområdet (utbyggingstrinn 1).

Hovedbergart	Nåleformede partikler	Forutsetning for nåleform	Risiko Sulfid	Km (ca.)
Granodioritt	Små mengder	Mengde hornblende/biotitt	Ingen	2,3
Båndgneis	Ja	Mengde hornblende/biotitt	Lav risiko	3,1
Granitt	Nei		Ingen	2,7

Kilder: NGU berggrunnskart (hovedbergarter). E39ML Lindesnes Ingeniørgeologiske fagrapporter for skjæringer, Vråheia tunnelen og Skreheia tunnelen (Sweco 2021).

Båndgneis har risiko for å danne skarpe nåleformede partikler ved oppknusing og sprengning. Denne bergarten har også forhøyet risiko for å kunne inneholde sulfidholdige lag. Derfor vil det være viktig for TE å ha spesielt høyt fokus på avrenning til Audna og Tredalsbekken siden deler av berggrunnen i nedbørsfeltet består av båndgneis.

Muligheten og sannsynlighetene for å påtreffe syredannende bergarter er diskutert og vurdert i fagrapport for ingeniørgeologi i skjæringer (fagrapport til detaljreguleringen): «Sannsynligheten for å påtreffe syredannende bergarter i vesentlig omfang vurderes generelt som liten. Potensielle problebergarter befinner seg i området mellom Ommundsvannet og Hovstøl (båndgneisområdene)», (Sweco fagrapport ingeniørgeologi skjæringer). Vråheia tunnelen ligger også i sin helhet innenfor område med båndgneis (Sweco fagrapport ingeniørgeologi Vråheiatunnelen).

I utslippsberegningene for suspendert stoff er bakgrunnskonsentrasjon satt konservativt til 5 mg/l, og det er regnet på konsentrasjoner i anleggsvann på 10, 50 og 100 mg/l SS. Både rensedrivevann fra tunnel og massefyllinger har ved normale forhold en forventet konsentrasjon mellom 10 mg/l til 100 mg/l. Høyere konsentrasjoner kan også forekomme, f.eks. ved høye nedbørsmengder eller i situasjoner der rensesystemene ikke fungerer optimalt. Det er derfor også satt et «worst-case» - scenario med ingen rensing og konsentrasjon på 1000 mg/l SS. Denne risikoen er størst når vannføringen i elven også er høy og dermed mindre sårbar. Det er kjent at urensedrivevann kan gi episoder med enda høyere konsentrasjoner.

#### 6.4 Utslipp fra midlertidige rigg- og anleggsområder

Midlertidige rigg- og anleggsområder er arealer avsatt til mannskapsbrakker, oppbevaring av maskiner, verksteder og vaskeplasser, samt lagring av materiell og utstyr.

TE kan, gjennom god planlegging, iverksette tiltak for å redusere faren for forurensninger i overvannet fra riggområder. Dette innebærer eksempelvis tydelig driftsinstrukser og

tilgjengelige absorberingsmaterialer for håndtering av oljesøl og lignende. Det kreves også en bevisst utforming av stasjoner for påfylling av drivstoff, som bidrar til å forhindre overfylling, søl og spredning av forurensninger.

Avløp fra vaskeplasser for maskiner må ha oljeutskillere og gode prosedyrer for oppfølgingen av disse. TE må etablere prøvetakingsprogram for utslipp fra oljeutskillere som skal inngå i det øvrige miljøovervåkningsprogrammet for prosjektet. Avløp fra mannskapsbrakker føres til kommunalt renseanlegg, eller lukket tank i samråd med kommunen.

Overflateavrenning med høyt partikkelinnhold må fordrøyes i sedimentasjonsdam eller andre typer løsninger, som reduserer partikkelmengden før utslipp til resipient. Det er opp til TE å finne tilstrekkelig effektive løsninger og dokumentere at disse er egnet til å overholde utslippskravene.

Nøyaktig antall og eksakt plassering av riggområder innenfor anleggsområdet er ikke fastsatt. Naturlige riggområder vil være nær de store konstruksjonene og tunnelene.

Avsatte områder for masselagring kan også benyttes som riggområder i anleggsperioden. I tillegg er det mulighet for riggområder innenfor avsatt areal for midlertidige bygge- og anleggsområder, med lett tilgang fra offentlig veinett eller regulert anleggsvei der linjen ligger langt fra offentlig vei. Dette gjelder blant annet nær større konstruksjoner som bruene over Audnedalen og Mandalselva. Anleggslogistikk og andre tungtveiende hensyn gjør det nødvendig å ivareta en viss fleksibilitet for TE, men utslippskrav og god anleggsoppfølging må ivaretas uavhengig av riggplassering.

Nøyaktige riggplasseringer vil bli fastsatt av TE før oppstart av anlegget. Basert på informasjon om resipientene som har kommet frem under tidligere planfaser, må TE gjennomføre vurdering av forurensningsrisiko for det enkelte riggområde og tilpasse avbøtende tiltak og renseløsninger slik at utslippskravene overholdes.

## 7 Lagring av naturlige og utsprengte masser

### 7.1 Permanente masselager

Som beskrevet i kapittel 4.5 forventes det et masseoverskudd i prosjektet, og det er derfor et behov for områder for permanente masselagre for rene masser.

Selv med en optimalisering av veilinja for å få en best mulig massebalanse og gjenbruk av overskuddsmasser til både veioppbygging, voller og bakkeplaneringer, vil det fortsatt



være store mengder overskuddsmasser som må lagres i permanente områder for masselagring. I detaljreguleringsplanen er det avsatt sju ulike områder som kan benyttes for permanent eller midlertidig masselagring på strekningen. Fem av disse ligger innenfor utbyggingstrinn 1. Basert på regulert løsning og tillatelse fra SFA vil det være TE, i samråd med NV, som avgjør hvilke områder som skal disponeres.

Et viktig prinsipp har vært å legge til rette for masselagring jevnt fordelt i hele prosjektområdet, for å unngå store transportavstander med påfølgende miljøulemper, klimabelastning og kostnader. Samtidig er det søkt etter områder som har lavest mulig grad av konflikter med allmenne interesser.

Lokalisering av de ulike permanente masselagrene på strekningen og nærmere beskrivelse er gitt i vedlegg 4.

## 7.2 Midlertidige masselager

Som en del av veianlegget vil det være behov for håndtering og midlertidig lagring av masser i prosjektet. Det forutsettes å plassere løsmasser midlertidig i bygge- og anleggsområder eller på areal regulert til annen veigrunn langs veitraseen.

## 7.3 Knuseverk

Det er identifisert behov for bruk av knuseverk, men det er ikke avsatt spesifikke områder i detaljreguleringsplanen. Dette vil måtte detaljprosjekteres av TE og skal meldes til SFA iht. regelverket (forurensningsforskriften kapittel 30) i god tid innen oppstart. Så langt det er mulig vil knuseverk bli plassert innenfor anleggsområdet i god avstand fra bebyggelse. Kravene i T-1520 og T-1442 skal overholdes.

## 7.4 Krav til miljøoppfølging av masselager

TE skal gjennomføre avbøtende tiltak for å minimere avrenningen til resipient fra masselager.

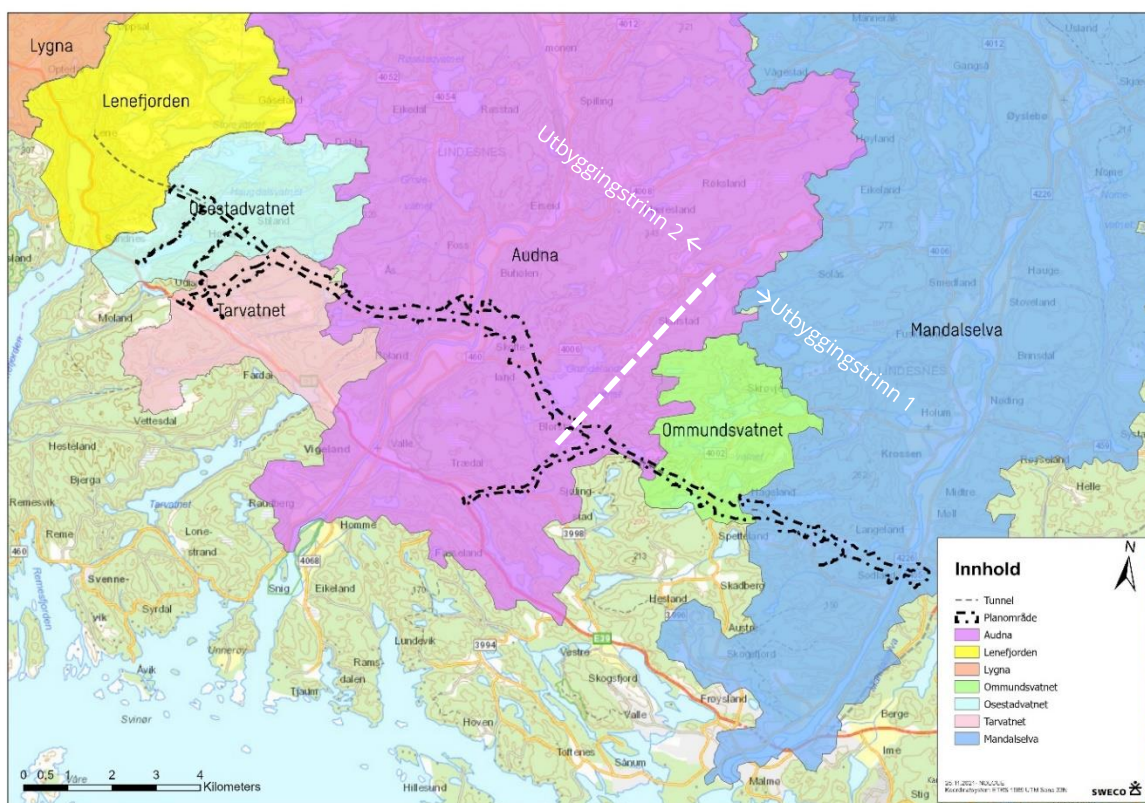
Der avbøtende tiltak ikke er tilstrekkelig for å avverge forurensning skal TE etablere robuste renseløsninger for avrenning fra masselager som har avrenning til sårbare resipienter. Dette gjelder både midlertidige og permanente terrengutfyllinger med sprengstein og myrmasser.

Avrenningen skal gjennomgå nødvendig grad av rensing og/eller behandling for å overholde de grenseverdiene som blir satt i utslippstillatelsen for anleggsfasen.

Synlig plastavfall/forurensning samles opp så langt det lar seg gjøre ift. å ivareta HMS for arbeiderne.

## 8 Berørte nedbørsfelt og resipienter

På strekningen E39 Mandal-Lyngdal øst krysser den planlagte veien totalt 7 hovednedbørfelt; Mandalselva, Ommundsvatn, Audna, Tarvatnet, Osestadvatn, Lenefjorden og Lygna (Figur 6). Utbyggingstrinn 1 vil påvirke hovednedbørfeltene Mandalselva, Ommundsvatnet og de østre delene av hovednedbørfelt Audna.



Figur 6. Inndeling etter hovedresipientene Mandalselva, Ommundsvatn, Audna, Tarvatnet, Osestadvatn, Lenefjorden og Lygna. Lys stiplet strek antyder grensen mellom de to utbyggingstrinnene.

### 8.1 Kartlegging av før-tilstand i vannforekomster

Nye Veier har i perioden oktober 2020 til september 2021 gjennomført en omfattende kartlegging av før-tilstand i vannforekomster mellom Mandalselva i øst og Litlåna i vest.

Før-tilstand kartleggingen har bestått av både biologiske og vannkjemiske undersøkelser i alle større bekker, elver og innsjøer som har potensiale for å bli påvirket av anleggsarbeidet. Vannprøvene er analysert for en rekke næringsstoffer, forsuringsparametere og miljøgifter. I innsjøene er det i tillegg gjennomført vertikalprofilering for sentrale parametere (temperatur, konduktivitet, turbiditet og oksygeninnhold).

Det er også gjennomført undersøkelser av bunndyr og begroingsalger for beregning av relevante indekser. I tillegg har det blitt gjennomført prøvetaking med garn i innsjøer og elektrofiske i mange fiskeførende bekker. I forbindelse med fiskeundersøkelsene ble det også gjort en bonitering med vurdering av habitategnethet, samt at det ble tatt ut gjelleprøver fra for analyse av metallpåslag. Under arbeidet med fiskeundersøkelsene ble det også gjort undersøkelser med tanke på forekomst av elvemusling, uten at denne arten kunne påvises. Det har også blitt brukt eDNA analyse for å undersøke forekomst av amfibier i antatt fiskeløse vannforekomster.



*Figur 7. Prøvetaking i Tredalsbekken høsten 2020.*

Sedimenter i innsjøer er dokumentert med foto av sedimentkjerner, mens bekkesedimenter er dokumentert med foto av sedimentoverflaten samt hulromsanalyser utført i forbindelse med kartlegging av habitatkvalitet for fisk. Det er også tatt prøver med grabb for dokumentasjon av eventuelle forurensninger med miljøgifter i områder der det forventes utfylling i vann og større vassdrag.

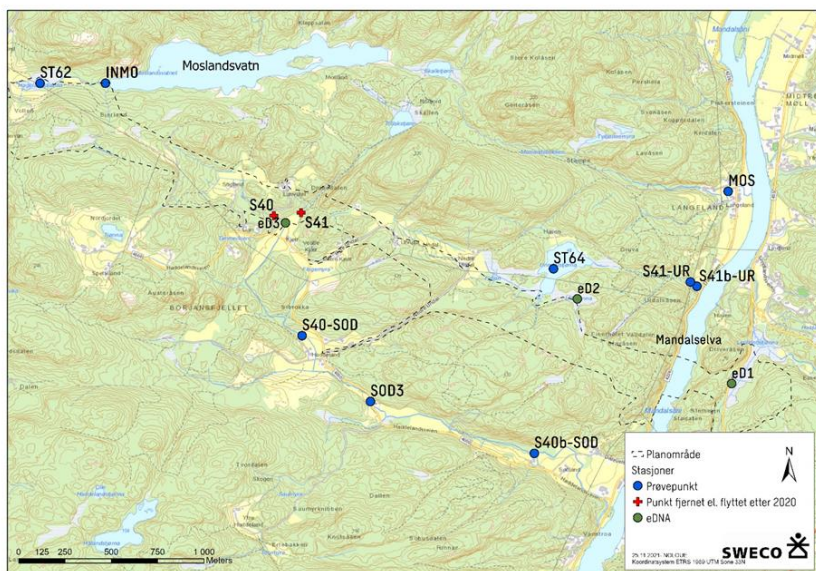
Alle resultater fra kartleggingen av før-tilstand er presentert i vedlegg 1. Her er også vannforekomstene presentert med vannforekomst ID (tabell 0-1) og klassifisert etter økologisk tilstand etter prinsippene i veileder 2018:02 og vedleggene til denne (Direktoratsgruppen for gjennomføring av Vanddirektivet).

Vannforekomstene langs ny veitrasé er organisert, vurdert og omtalt i hovedresipient med tilhørende hovedresipienter som følger av naturlige vassdrags- og nedbørfeltavgrensninger, men der det er relevant tar en også hensyn til hvor og hvordan anleggsarbeidet forventes organisert i de følgende vurderingene.

I tabellene som følger har resultater fra flere målestasjoner i samme bekk blitt slått sammen ut fra «det verste styrer» prinsippet. Det henvises til rapporten fra før-tilstand kartleggingen for mer nyansert informasjon om tilstanden i vannforekomstene.

### 8.1.1 Hovedresipient Mandalselva

Nedbørfeltet til Mandalselva strekker seg fra Øyuvsbu i Valle kommune i nord til Mandal i Lindesnes kommune i sør. Mandalselva tilhører vassdragsnummer 022.A11 og nedbørfeltet er på 1814,17 km<sup>2</sup> som består i hovedsak av skog, myr, jordbrukslandskap og spredt bebyggelse.



Figur 8. Oversikt over plassering av prøvepunkter med Mandalselva som hovedresipient.

Langs delstrekningen fra Stemmen øst for Mandalselva til Hagelandstjønnen rett nord for Skreheiatunnelen vil anleggsaktiviteten kunne komme i berøring med følgende vassdrag/nedbørsfelt:

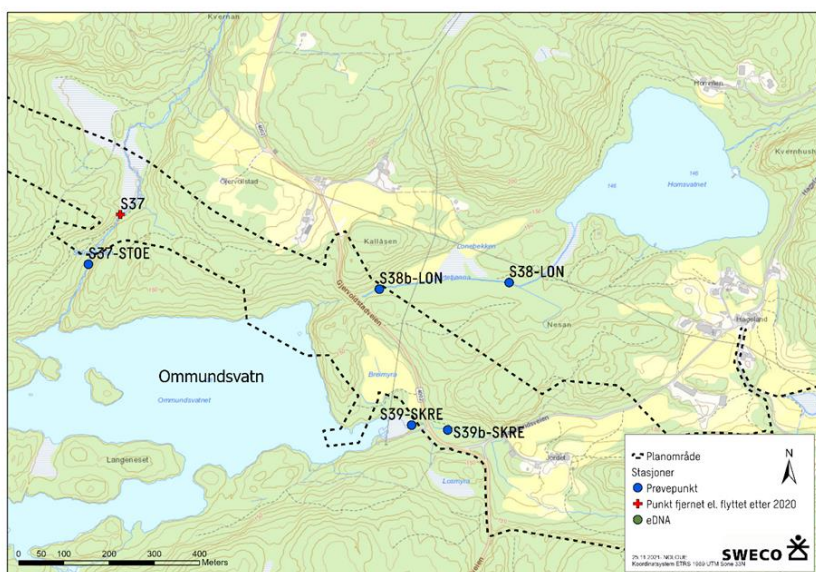
Tabell 6. Økologisk tilstand basert på før- tilstand kartlegging av vannforekomstene i nedbørsfeltet til Mandalselva.

Mandals- elva	Mandals- elva*	Moslands- bekken	Innløp Moslands- vatn	Sodelands- bekken	Urdals- bekken	Hagelands- tjønnen	Moslands- vatn	Unndals- tjønnen	Lindlands- bekken*
Økologisk tilstand	Dårlig	God	Dårlig	Svært dårlig	Svært dårlig	Svært dårlig	Moderat	Svært dårlig	Moderat

\*Lindlandsbekken og Mandalselva er kartlagt av NIVA og omfattet av utslippstillatelse for E39 Mandal øst-Mandal by.

### 8.1.2 Hovedresipient Ommundsvatn

Hovedresipienten Ommundsvatn inkluderer tilløpsbekkene Storebekken, Lonebekken og bekk fra Skreheia. Selve Ommundsvatn ble ikke inkludert i før-tilstand kartleggingen da grunnlagsdata fra før anses som tilfredsstillende.



Figur 9. Oversikt over plassering av prøvepunkter med Ommundsvatn som hovedresipient.

Langs delstrekningen fra Hagelandstjønnen til påhugg for Vråheiatunnelen vil anleggsaktiviteten kunne komme i berøring med følgende vassdrag/nedbørsfelt:

Tabell 7. Økologisk tilstand basert på før- tilstand kartlegging av vannforekomstene i nedbørsfeltet til Ommundsvatn.

Ommundsvatn	Bekk fra Skreheia	Lonebekken	Storebekken	Ommundsvatn
Økologisk tilstand	Dårlig	Dårlig	Dårlig	Moderat*

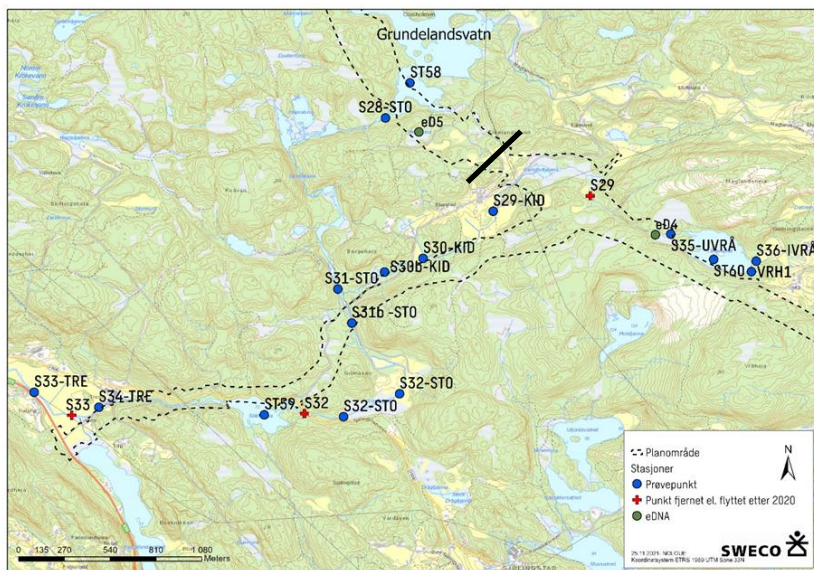
\* hentet fra Vann-nett

### 8.1.3 Hovedresipient Audna

Vassdraget Audna med vassdragsnummer 023.A21 strekker seg fra Byremo i nord til Snig og Snigsfjorden i sør. Nedbørsfeltet er på 451,68 km<sup>2</sup> og domineres av skog, myr, spredt bebyggelse og i mindre grad infrastruktur. Området er preget av kupert terreng med bratte fall og er hovedsakelig påvirket av diffus sur nedbør. Av praktiske årsaker er hovedresipient Audna omtalt som Audna øst og Audna vest. Svært mange bekker og elver som har potensiale for å bli berørt av anleggsaktivitet drenerer til Audna. Utbyggingstrinn 1 påvirker kun den østre delen av hovedresipient Audna og eneste tilførsel til Audna kommer via Tredalsbekken.

#### 8.1.3.1 Hovedresipient Audna øst

Audna har et stort nedbørsfelt som berøres av det regulerede tiltaket. Audna øst strekker seg fra Vråheiatunnelen i øst til Rosheitjønn i vest. Audna vest strekker seg fra Rosheitjønn i øst til Lille Faksevatn i vest. Mye av dette terrenget er forholdsvis uberørt natur med noe spredt landbruk innimellom.



Figur 10. Oversikt over plassering av prøvepunkter med Audna (øst) som hovedresipient. Svart strek markerer grensen mellom utbyggingstrinn 1 og 2.

Langs delstrekningen fra vestre påhugg for Vråheiatunnelen til Blørstad og langs tilførselsveien fra Tredal vil anleggsaktiviteten kunne komme i berøring med følgende vassdrag/nedbørsfelt:

Tabell 8. Økologisk tilstand basert på før- tilstand kartlegging av vannforekomstene i nedbørsfeltet til Audna (øst).

Audna (øst)	Stor-bekken	Tredals-bekken	Kiddels-bekken	Utløps-bekk Vråvatn	Innløps-bekk Vråvatn	Bekk fra Vråheia	Slåtteleona	Vråvatn	Blørstad-tjønnna
Økologisk tilstand	Svært dårlig	Svært dårlig	Svært dårlig	Ikke definert	Ikke definert	Dårlig	Moderat	Moderat	Dårlig

\* hentet fra Vann-Nett

#### 8.1.4 Tilstanden i vannforekomstene

Det generelle inntrykket er at den økologiske tilstanden er dårlig i mange av vannforekomstene. Dette samsvarer bra med den risikovurderingen som ble utarbeidet ved oppstart av planarbeidet (ihht SVV rapport 597). Forsuringsproblematikk ser ut til å være den dominerende årsaken til at mange vannforekomster har problemer med å oppnå god økologisk tilstand. For de parameterne som gjelder fisk er nok også hydromorfologiske endringer som kanalisering, fraføring av vann gjennom ulike typer vassdragsreguleringer og spredning av fremmede uønskede arter medvirkende årsaker.

For å kunne oppfylle kravene i vannforskriften skal ingen av vannforekomstene få permanent redusert sin miljøtilstand som følge av anleggsarbeidet. Dette skal dokumenteres gjennom et overvåkningsprogram for anleggsfasen.

#### 8.1.5 Vurdering etter Vannforskriften

Det er nedenfor gjort en overordnet vurdering av tiltakets konsekvens for om miljømålene i vannforskriften § 4–7 nås eller ikke. Dersom det vurderes å være risiko for at miljømålene ikke nås skal det gjøres en vurdering etter vannforskriften §12.

#### 8.1.6 Vurdering av utslippsgrenser generelt

SFA vil på vilkår kunne gi tillatelse til midlertidige utslipp i forbindelse med bygging av ny E39 Mandal-Lyngdal øst. Tidligere praksis har vært at SFA knytter sine utslippskrav til hovedresipienter. Dette gir TE en viss frihet til å finne de renseløsningene som er tilstrekkelige til at grenseverdiene i hovedresipienten og spesielt sårbare vannforekomster ikke overskrides. I dette ligger også en erkjennelse av at anleggsvirksomhet på det nivået som utbygging av en 4-felts motorvei er gir lokale vannforurensninger i mindre bekker og tjern, som ikke kan unngås uten uforholdsmessige rens tiltak.

I tråd med gjeldende praksis foreslås grenseverdier for utslipp av suspendert stoff (SS), pH og olje. Grenseverdier er foreslått der det er utslipp av prosessvann og et fåtall andre steder der anleggsarbeidet kan ha betydelige konsekvenser for resipienter.

Bakgrunnskonsentrasjon for suspendert stoff og pH fastsettes på bakgrunn av gjennomsnitt av prøver fra før-undersøkelser oppdatert med (oppstrøms) referanseprøver når anleggsarbeidet kommer i gang.

## 9 Generelle utslippsberegninger

Det arealmessig store planområdet og graden av fleksibilitet som er lagt inn i detaljreguleringsplanen, medfører at utslippsberegningene blir av en prinsipiell karakter. Basert på erfaring fra tilsvarende prosjekter må det forventes at anleggsvirkomheten vil kunne foregå innenfor nesten hele detaljreguleringsplanens ytteravgrensing. Selv om planen også inneholder hensynsoner og arealer der en ønsker å minimere, eller unngå inngrep helt, så anses det som en akseptabel «føre var» tilnærming å benytte planens ytteravgrensing som grunnlag for å definere anleggsområdenes utstrekning innenfor nedbørsfeltene. Det er også gjort forenklinger ved at estimert mengde utsprengte masser i hovedlinja er fordelt proporsjonalt med veilengden innenfor et nedbørsfelt.

Arealene av hydrologisk definerte nedbørsfelt knyttet til berørte vannforekomster sammenlignes med de regulerte arealene innenfor disse nedbørsfeltene. Graden av overlapp i arealer gir grunnlag for å bestemme anleggsprosent (hvor mye av nedbørsfeltet vil bli direkte påvirket av anleggsarbeid). En slik sammenligning kan si noe generelt om hvor mye utslippene fra anleggsområdene blir fortennet i en resipient. Dette er en relativt grov tilnærming, og det er feilkilder som kan underestimere eller overestimere effekter i resipienter. Noen viktige feilkilder er:

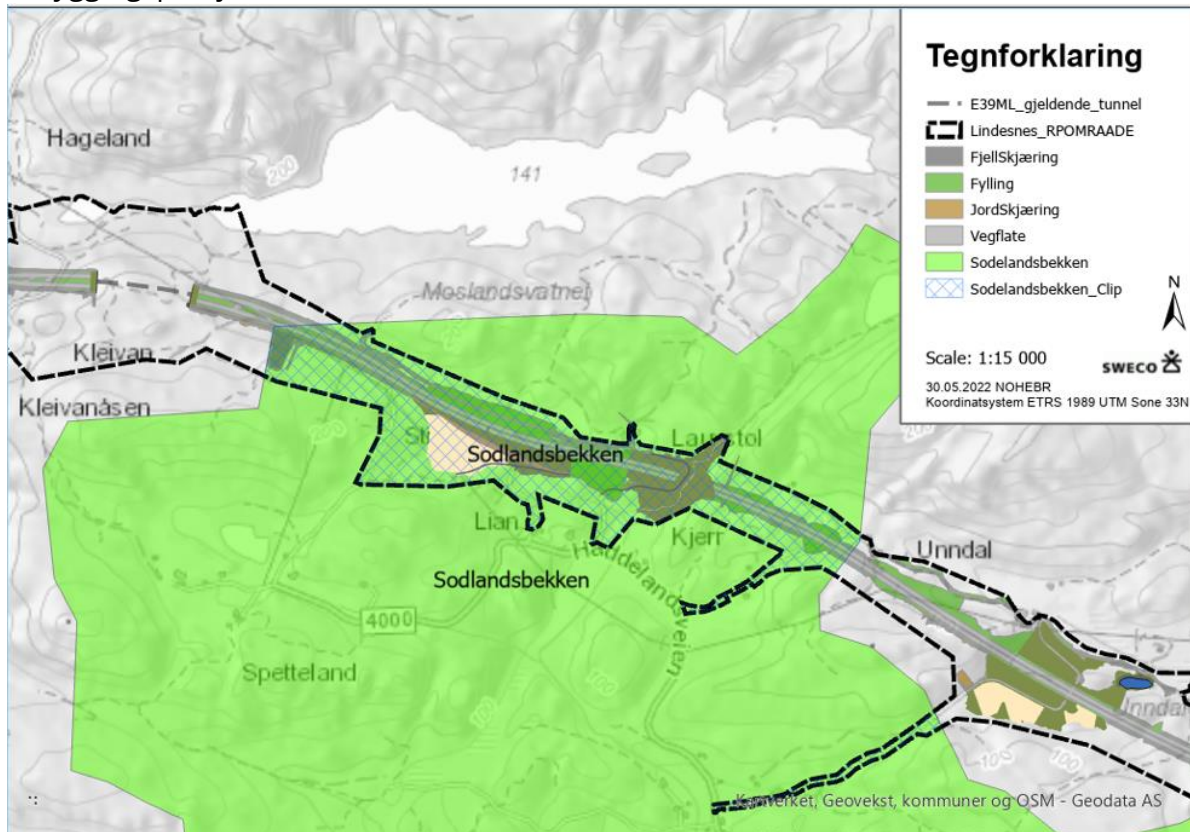
- Det vil ikke være forurenset avrenning fra alt areal innenfor detaljreguleringsplanen.
- Det er kun areal i dagsonen som oppgis som anleggsprosent. Utslipp av tunneldrivevann kommer i tillegg.
- Mengden tunnelvann øker som en funksjon av tunnellengden.
- Det vil være ulik mektighet av veifyllinger og masselagre som vil føre til ulik avrenning per arealenhet.
- Avrenning og utslipp vil ikke pågå kontinuerlig i hele anleggsfasen, og utslippsmengden vil ikke nødvendigvis være i fase med generell avrenning fra nedbørsfeltet.
- I nedbørsfelt som omfatter større og mindre innsjøer er det generelt ikke tatt høyde for oppholdstid og vannutskiftningshastighet i innsjøene.

Arealberegninger er gjennomført ved hjelp av ArcGIS med Geodata som kartkilde. Arealene av anleggsområder i dagsoner er grovt beregnet i ArcGIS med utgangspunkt i



detaljreguleringsplanens ytteravgrønsing. Nedbørsfeltene og nedbørsfeltindeksene er generert ved hjelp av NEVINA (publisert av NVE) med klimafaktor (RFFA-2018) 40%.

Selv om denne metodikken gir grove estimater av nedbørsfeltene og feltparametrene er resultatene tilpasset presisjonsgraden på detaljreguleringsplannivå for et så omfattende utbyggingsprosjekt.



Figur 11. Eksempel på arealberegning. Grønt areal er nedbørsfeltet hentet fra NEVINA, stiptet svart strek er plangrensen, mens blått rutenett viser utklipp (i denne sammenheng definert som areal anleggsområde).

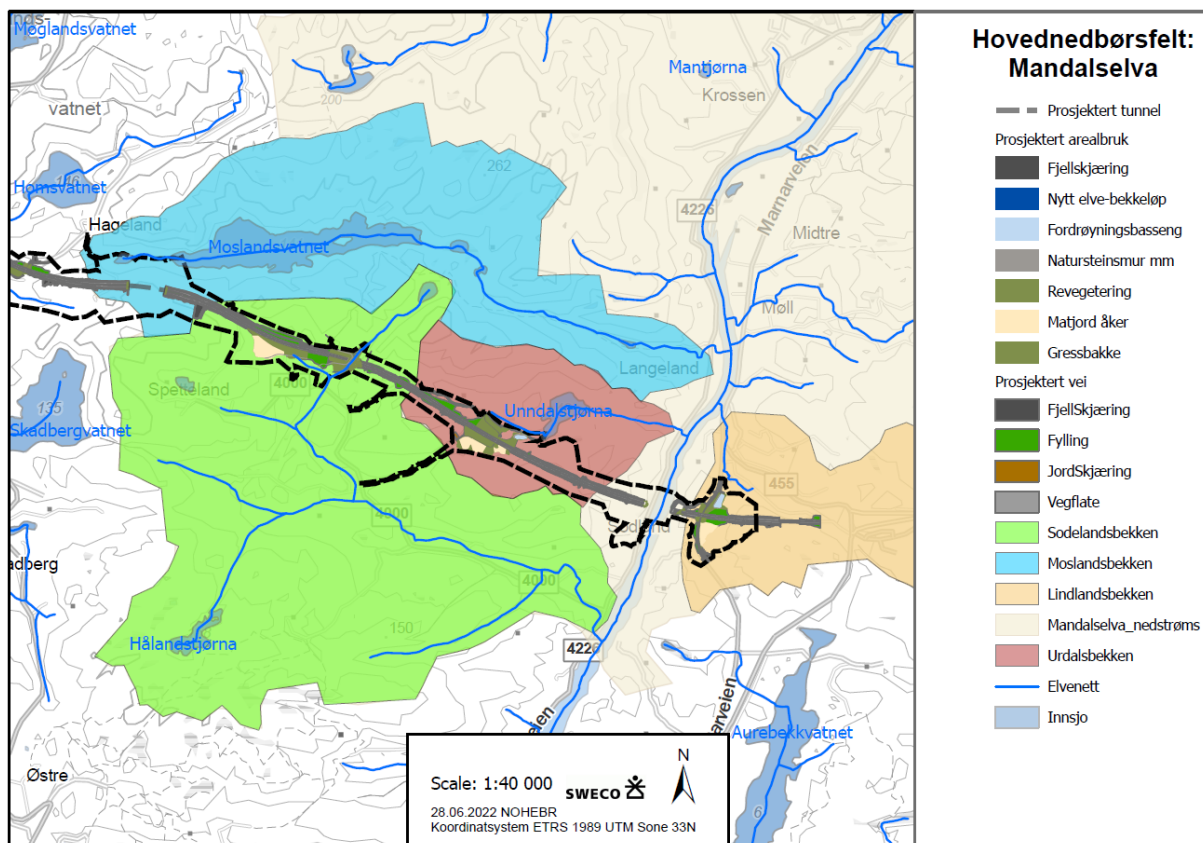
De parameterne som ofte påvirkes i betydelig grad i vassdragene som følge av anleggsarbeid er partikkelspredning (suspendert stoff), syre-base effekter (pH) og nitrogenutslipp (fra sprengstoffrester). Derfor er hovedfokus på disse i denne søknaden.

I beregningene fokuseres det særlig på sprengsteinsmassene og utslippene av prosessvann fra driving av tunneler, da disse forekommer i størst mengder og har det største forurensningspotensialet.

Formålet med beregningene under er ikke å forutsi nøyaktig hvilke konsentrasjoner vi kan forvente i resipientene, men å sannsynliggjøre hvilke resipienter som utfra en kombinasjon av sårbarhet og belastning vil trenge beskyttelse i form av utslippskrav.

### 9.1 Hovedresipient Mandalselva

Mandalselva (Vannforekomst ID 022-814-R) har et nedbørfelt på ca. 1814 km<sup>2</sup>, som i hovedsak består av skog, myr, jordbrukslandskap og spredt bebyggelse. Flere småbækker på østsiden og vestsiden inngår i Mandalselva - Øyslebø til Mandal bekkefelt (Vannforekomst ID 022-815-R).



Figur 12. Tiltaket og berørte nedbørfelt innenfor Mandalselva hovedresipient.

#### 9.1.1 Anleggsfase og resipienter

Hovedresipienten strekker seg fra Kleivan og Vollen nær Skreheiatunnelens vestre påhugg i vest til Mandalskrysset i øst.

Tabell 9. Oversikt over nedbørfeltareal og vannmengder for hovedresipient Mandalselva, kilde: nevina.no (NVE).

	Areal nedbørfelt km <sup>2</sup>	Areal anlegg km <sup>2</sup>	Anleggsprosent*	Middelvannføring resipient (l/s)	Sigevann Anleggsområder (l/s)	Alminnelig lavvannføring som andel av middelvannføring (%)
Lindlandsbekken	1,6	0,15	9,4 %	38	3,6	1,7 %
Moslandsbekken	3,4	0,18	5,2 %	94	4,9	1,3 %
Urdalsbekken	1,2	0,30	24,8 %	29	7,2	2,1 %
Sodelandsbekken	5,8	0,30	5,2 %	153	7,9	2,7 %
Mandalselva	1803	1,07	0,1 %	83479	49,6	15,6 %

\*Konservativt vurdert settes anleggsområdet lik detaljreguleringsplanens yttergrense.

### Lindlandsbekken

Denne bekken drenerer skog og landbruksarealer innover dalen langs Skoieveien der det nybygde Mandalskrysset nå ligger. Det betyr at Lindlandsbekken sannsynligvis vil være påvirket av betydelig anleggsaktivitet i de øvre og midtre delene av nedbørsfeltet i noen år fremover. Anleggsarbeid på delstrekningen videre mot Lyngdal vil også gi betydelige inngrep i de midtre og vestlige delene av nedbørsfeltet (9,4%). Det skal etableres et permanent masselager ved Stemmen. Lindlandsbekken har en anadrom strekning på ca. 1300 meter og er derfor svært viktig. Den naturlige dreneringsretningen fra myrområdene ved Stemmen vil være mot Lindlandstjønnen og Lindlandsbekken og derfor vil det være forurensningsrisiko i anleggsperioden.

### Moslandsbekken

Nedbørsfeltet som drenerer arealene innenfor Hagelandstjønnen og Skreheia har sitt utløp i Mandalselva etter å ha passert gjennom Moslandsvatn. Hoveddelen av nedbørsfeltet blir ikke direkte berørt av anleggsarbeid, men sør og vest for Moslandsvatn vil ny E39 passere nedbørsfeltet over ca. 800 meter, der også ny tunnel gjennom Skreheia inngår. Moslandsvatn er planlagt som ny reservedrikkevannskilde for Mandal by. Renset prosessvann fra tunnelarbeidene er tenkt ført mot Stiland for utslipp (utslippspunkt må avklares). Ved utløpet av Moslandsbekken i Mandalselva er det en kort anadrom strekning som ikke antas å kunne bli påvirket av anleggsarbeidet.

### Urdalsbekken

Nedbørsfeltet som strekker seg mellom Unndal og Mandalselva vil bli sterkt berørt (anleggsprosent 24,8 %) ved at ny E39 bygges i lengderetningen gjennom de sørlige delene av nedbørsfeltet. Ved nedre Unndal er det planlagt etablert et permanent masselager samt sedimentasjonsbasseng for rensing av veiovervann. Hele bekken fra Unndalstjønnen til Mandalselva er viktig for anadrom fisk. Nedbørsfeltet til Urdalsbekken får en teoretisk andel anleggsvann på 25 %. Unndalstjønnen med innløpsbekk fra Fidjan

som også ligger nær permanent lagerområde og veianlegget vil derfor måtte beskyttes mot sigevann fra massefyllinger og følges godt opp i anleggsfasen.

#### Sodelandsbekken

Mesteparten av nedbørsfeltet til Sodelandsbekken ligger sør for ny E39, men de indre og nordlige delene vil bli sterkt berørt av anleggsarbeidet over en strekning på ca. 1,8 km. Det planlegges to permanente lager for overskuddsmasser innenfor dette nedbørsfeltet. Renset prosessvann fra drivingen av Skreheiattunnelen vil også bli overført til dette nedbørsfeltet. De nedre delene av Sodelandsbekken er viktige gyteområder for anadrom fisk.

#### Mandalselva

Hovedresipienten Mandalselva har et stort nedbørsfelt som strekker seg langt oppover i Setesdal og dermed også stor vannføring. Vassdraget er klassifisert som et nasjonalt laksevassdrag og har derfor høy biologisk verdi. Siden det skal etableres bru over elva vil det bli en del inngrep i og nær vassdraget. Det skal av tekniske årsaker etableres en midlertidig utfylling på vestsiden og østre brukar skal bygges i elvekanten. Måten disse inngrepene og arbeidene gjennomføres på vil være viktige for å opprettholde en god vannkvalitet gjennom anleggsperioden. Endret flomrisiko og eventuelle hydromorfologiske konsekvenser som følge av de midlertidige og permanente inngrepene er utredet gjennom modellering kombinert med fysiske undersøkelser. Konsekvensene er vurdert som marginale. Totalt sett vil det som følge av ny E39 foregå anleggsarbeid i ca. 0,1 % av nedbørsfeltet til Mandalselva.

#### 9.1.2 Resultater før-tilstand kartlegging

Innenfor delstrekningen er dette hovedresipientet som har mest bebyggelse og landbruksvirksomhet. Jordsmonnet er generelt noe mektigere og løsmassene domineres av mineraljord i motsetning til myrområdene lengre vest. Dette reflekteres kjemisk i at noen av nitrogenmålingene er høye (trolig gjødselavrenning) og pH er også høyere enn lengre vest (bedre bufferkapasitet). Sodelandsbekken og Urdalsbekken er trolig begge noe landbrukspåvirkede. Partikkelinnholdet i bekker og elver er generelt lavt.

Tabell 10. Variasjonsbredde i målte konsentrasjoner av Total nitrogen (Tot-N), pH og suspendert stoff (SS) innenfor hovedresipient Mandalselva.

		Moslandsbekken (2 innsjøprøver) Lindesnes kommune 2019, Sweco 2020-2021	Urdalsbekken (1 bekkestasjon og innsjøprøver) Sweco 2020-2021	Sodelandsbekken (1 bekkestasjon) Sweco 2020-2021	Mandalselva (NIVA 2020, 1 bekkestasjon)
Tot-N (µg/l)	Min	180	420	260	220
	Gj. snitt	355	504	561	328
	Max	450	710	1100	390
pH	Min	5,7	5,6	5,5	6,1
	Gj. snitt	6,0	6,1	6,0	6,4
	Max	6,5	6,5	6,7	6,9
SS (mg/l)	Min	2,0	2,0	2,0	2,0
	Gj. snitt	3,4	2,1	2,7	2,6
	Max	6,0	3,0	8,0	4,0

### 9.1.3 Vannmengder fra tunneldriving

Sodelandsbekken vil få tilført rensert prosessvann fra tunneldrivingen i forbindelse med bygging av Skreheiatunnelen. Det er beregnet at 9 % av vannføringen vil være anleggspåvirket ved middelvannføring og denne prosenten stiger til 65 % i tørre perioder (alminnelig lavvannføring). Dette tilsier at det vil bli svært viktig å ha god kontroll med avrenningen til Sodelandsbekken, samt følge den opp med kontinuerlig overvåkning.

Tabell 11. Beregnet avrenning fra alle de berørte nedbørfeltene til Mandalselva.

Skreheiatunnelen	Vannmengde (l/s)	Alt prosessvann fra Skreheiatunnelen ledes mellom nedbørfeltene fra Moslandsvatn til Sodelandsbekken for utslipp etter rensing
Innlekkasjevann	0,65	Basert på tettekraft i ingeniørgeologisk rapport (17,4 l/min/100 m)
Drivevann	3,5	Vannforbruk ca. 350 l/min pr. borerigg, antatt krav om 70 % gjenbruk av vann, og 4 borerigger
Påboret vann	3,0	
SUM til Mandalselva	7	
	Middelvannføring (l/s)	Alminnelig Lavvannføring (l/s)
Vannføring Mandalselva	83479	12982
Sigevann anleggsområde	46,6	7,7
Drivevann tunnel	7	7
Prosent anleggsvann til Mandalselva av total (%), vil kunne være en del høyere i innblandingssonen	Prosent anleggsvann (%)	Prosent anleggsvann (%)
	0,07 %	0,12 %

#### 9.1.4 Vannforekomster innenfor hovedresipienten

Tabell 12 under viser forventet omfang av inngrep i nedbørfeltene til berørte vannforekomster.

Tabell 12. Areal delnedbørsfelt, vannføring og anleggsprosent for vannforekomster innenfor nedbørsfeltet til hovedresipient Mandalselva (NVE NEVINA).

Vannforekomster	Middelavrenning l/s*km <sup>2</sup>	Areal nedbørsfelt km <sup>2</sup>	Vannføring l/s	Areal anlegg km <sup>2</sup>	Anleggsprosent* (%)
Moslandsvatn	28,0	2,1	59	0,178	8 %
Unndalstjønnna	24,2	1,0	24	0,298	30 %
Hagelandstjønnna	28,7	0,1	3	0,048	48 %

\*Konservativt vurdert settes anleggsområdet lik detaljreguleringsplanens yttergrense.

Som det kommer frem av Tabell 12, er det særlig Hagelandstjønnna som vil få inngrep i en betydelig andel av sitt nedbørsfelt. Moslandsvatn har et betydelig større nedbørsfelt og noe større avstand til anleggsområdene, men gitt at vannet er verdifullt som drikkevann vil det være nødvendig å ha høyt fokus på avbøtende tiltak her i anleggsfasen. Det samme gjelder for Unndalstjønnna som vil få stor anleggsaktivitet i sine nærområder. Å hindre spredning av partikler til den biologisk viktige Urdalsbekken blir en prioritert oppgave under anleggsgjennomføringen i dette hovedresipientet.

#### 9.1.5 Nitrogen

På strekningen fra Mandalskrysset til Skreheiatunnelen er det beregnet at det anslagsvis blir produsert 666 000 m<sup>3</sup> sprengstein i veilinja. I tillegg vil de 4 planlagte masselagrene på strekningen bidra med ca. 330 700 m<sup>3</sup> dette tilsvarer ca. mengde tunnelsprengstein fra Skreheiatunnelen.

Med de forutsetningene som er lagt til grunn vil utfyllingsmassene og masselagrene produsere ca. 69 tonn. Fordelingen av denne belastningen vil være ca. 14% til Lindlandsbekken, 41% til Urdalsbekken, 34% til Sodelandsbekken og 12% til Moslandsbekken.

Dersom det antas at alt nitrogen fra steinmassene blir vasket ut i løpet av tre år, tilsvarer dette ca. 63 kg N/døgn som følger med de ulike bekkene ut til Mandalselva. I Sodelandsbekken vil det i tillegg bli tilført anslagsvis 34 kg N/døgn som følge av utslipp av tunneldrivevann i den relativt korte perioden tunneldrivingen pågår (7 uker).

Med en antatt bakgrunnsverdi på 0,5 mg N/l får vi anslagsvis en konsentrasjon på 0,513 mg N/l i Mandalselva ved normal vannføring, men ved alminnelig lavvannføring (langvarig

tørke) kan vi teoretisk få 3,3 mg N/l. Dette nitrogenet vil imidlertid bli sluppet ut over tid gjennom flere bekker og det antas derfor at N-påvirkningen på Mandalselva i praksis blir neglisjerbar med tanke på risiko for giftvirkning på fisk. Tilstanden i Mandalselva og Mannefjorden utenfor utløpet er ifølge Vann-nett svært god for totalnitrogen, noe som underbygger at N-tilførselen fra anleggsarbeidet ikke er forventet å ha noen negativ effekt her.

Derimot vil belastningen på Sodelandsbekken kunne bli betydelig i den perioden tunneldriften pågår. Dagsprengt stein og tunnelsprengstein i tillegg til utslipp av prosessvann vil bidra til dette. Med de samme forutsetningene vil den teoretiske konsentrasjonen av N kunne nå hele 166 mg N/l i de syv ukene når tunneldrivingen pågår, selv ved middelvannføring. Men dette forutsetter et utslipp direkte i bekken. I praksis vil et riktig plassert utslippspunkt på terreng dempe N-tilførselen til bekken i betydelig grad og disse beregningene må betraktes som «worst case». Derimot understreker tallene at det vil bli svært viktig å ha stort fokus på og god oppfølging av Sodelandsbekken i anleggsfasen.

#### 9.1.6 Partikler

Tabell 13 viser at Mandalselva har lav risiko for partikkelforurensning grunnet den store fortynningen.

Tabell 13. Teoretisk innhold av partikler (suspendert stoff) ved ulike mengder og konsentrasjoner med anleggsvann i Mandalselva.

Anleggsvann (5 mg/l SS i bakgrunn)	Mandalselva + 0,07 % anleggsvann (middelvannføring)	Mandalselva+ 0,11 % anleggsvann (lavvannføring)
10 mg/l SS	5,007	5,011
50 mg/l SS	5,035	5,055
100 mg/l SS	5,07	5,11
1000 mg/l SS (ingen rensing)	5,7	6,1

I Sodelandsbekken vil en i tørkeperioder ha stor risiko for å få for høye partikkelkonsentrasjoner som det går frem av Tabell 14.

Tabell 14. Teoretisk innhold av partikler (suspendert stoff) ved ulike mengder og konsentrasjoner med anleggsvann i Sodelandsbekken.

Anleggsvann (5 mg/l SS i bakgrunn)	Sodelandsbekken + 9,3 % anleggsvann (middelvannføring)	Sodelandsbekken+ 65 % anleggsvann (lavvannføring)
10 mg/l SS	5,93	11,5
50 mg/l SS	9,65	37,5
100 mg/l SS	14,3	70
1000 mg/l SS (ingen rensing)	98	655

\* rød tekstfarge viser at grensen på 80 mg/l SS i Tabell 4 er overskredet.

I anleggsfasen vil det også være viktig å ha fokus på vannkvaliteten i Hagelandstjønna som ligger nær anleggsområdene og samtidig drenerer til Moslandsvatnet som skal beskyttes mot forurensning.

#### 9.1.7 Samlet vurdering vannforskriften

Mandalselva er svært viktig for anadrom fisk og har status som nasjonalt laksevasdrag. Elva har stor vannføring og elva samt flere av sidebekkene er gode gyte- og oppvekstområder for sjørret og laks. Den største risikoen i anleggsfasen er knyttet til akutte tilførsler som skyldes uhell, til økt tilførsel av partikler som kan gi svakere årsklasser av yngel, og akutt påvirkning fra ammoniakk ved høy pH.

Det er betydelige fiske- og friluftinteresser knyttet til Mandalselva. Årlig høstes ca. 3000 laks og ca. 400 sjørret. Viktige produksjonsområder som Sodelandsbekken er derfor svært viktige å skåne mot negativ påvirkning.

Detaljreguleringsplanen legger til rette for at det skal kunne lages en midlertidig utfylling i Mandalselva i forbindelse med byggingen av brua. Det har blitt gjennomført biologiske og miljøkjemiske samt kulturhistoriske registreringer av bunnforholdene i de områdene som antas å kunne bli påvirket av tiltaket. Det ble ikke funnet verdier som er til hinder for en midlertidig utfylling, men SFA og NVE har begge gjennom innsigelser (som nå er løst) signalisert at det er viktig å ha høyt fokus på Mandalselva under anleggsarbeidene. Det er en forutsetning at flomrisiko ikke skal øke og at allmenne interesser ikke skal bli skadelidende.

Ifølge Vann-nett er den økologiske tilstanden i Mandalselva vurdert som dårlig. Forsuringseffekter, deriblant forhøyet labilt aluminium, samt tetthet av laks er utslagsgivende for klassifiseringen. Utbyggingen av E39 Mandal øst-Mandal by som nå er ferdigstilt, har også bidratt til noe økt påvirkning på Mandalselva og Lindlandsbekken. I tillegg vil eksisterende veier langs elva på begge sider og annen aktivitet langs vassdraget



bidra med tilførsler av forurensning. Sumeffekten av disse påvirkningene og vassdragets sårbarhet tilsier derfor strenge utslippskrav for Mandalselva.

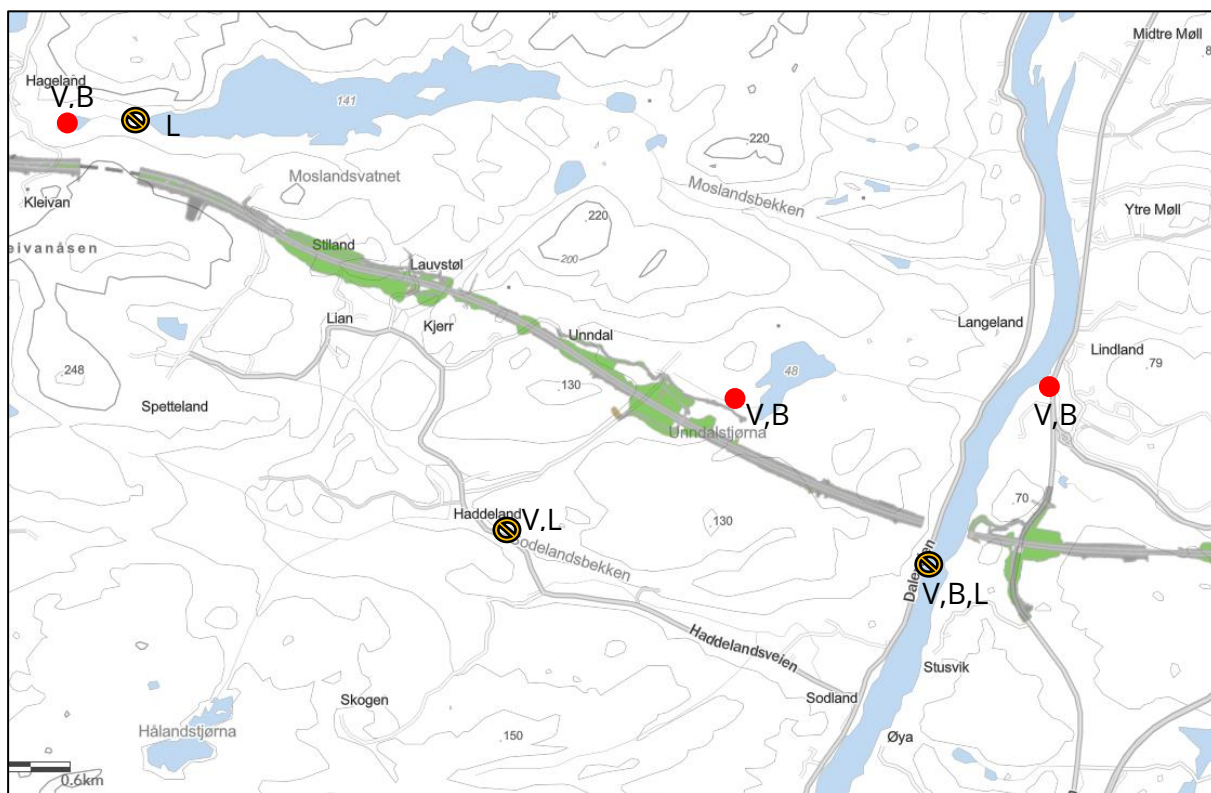
Utbyggingen skal ikke medføre permanent tap av leveområder for laks og sjørret innenfor hovedresipient Mandalselva, selv om det er risiko for midlertidig negativ påvirkning.

Anleggsarbeidet oppstrøms viktige anadrome strekninger må også planlegges og gjennomføres slik at påvirkningen minimeres. Det må likevel forventes svakere årsklasser av fisk, evt. ingen gyting det første året av anleggsperioden mens anleggsarbeidet pågår. Fisken er mest sårbar om våren (april/mai) og høsten (september/oktober) og anleggsarbeidet må derfor planlegges slik at disse periodene skjermes så langt det er råd.

#### 9.1.8 Forslag til overvåking og grenseverdier i anleggsfasen

Forslag til grenseverdier i anleggsfasen er gitt i Tabell 15. Figur 13 viser forslag til plassering av grenseverdi og overvåkningsstasjoner for resipienten i anleggsperioden. Det er foreslått automatisk målestasjon i Moslandsvatn nær innløp fra Hagelandstjønna, i Sodelandsbekken nær vandringshinder for anadrom fisk, og i Mandalselva nedstrøms ny bru. Det forutsettes også at TE etablerer et måleprogram for overvåking av viktige kjemiske parametere ved utløp av renseanlegg for tunneldrivevann innenfor nedbørsfeltet til Sodelandsbekken. Overvåkingen i de punktene som er vist med automatisk logger skal kunne påvise avvik fra miljøkrav, og må ha alarmfunksjoner som varsler om overskridelser.

Gjennom hele anleggsperioden og må det også gjennomføres tiltaksovervåking etter vannforskriften § 12. Tiltaksovervåkingen skal omfatte alle de viktigste resipienter og skal bygge på forundersøkelsene. Et forslag til stasjoner og hovedtype kvalitetselement for et slikt overvåkingsprogram i anleggsfasen er vist i Figur 13.



Figur 13. Oversikt over forslag til overvåkingspunkter i anleggsfasen. V=vannprøver, B=biologisk overvåking, L= automatisk logger for pH og suspendert stoff (turbiditet). Oransje sirkler = Forslag til plassering av grenseverdier (Tabell 15) i Mandalselva hovedresipient.

Tabell 15. Forslag til grenseverdier for overvåking av prosessvann og viktige elver/bekker innenfor Mandalselva hovedresipient

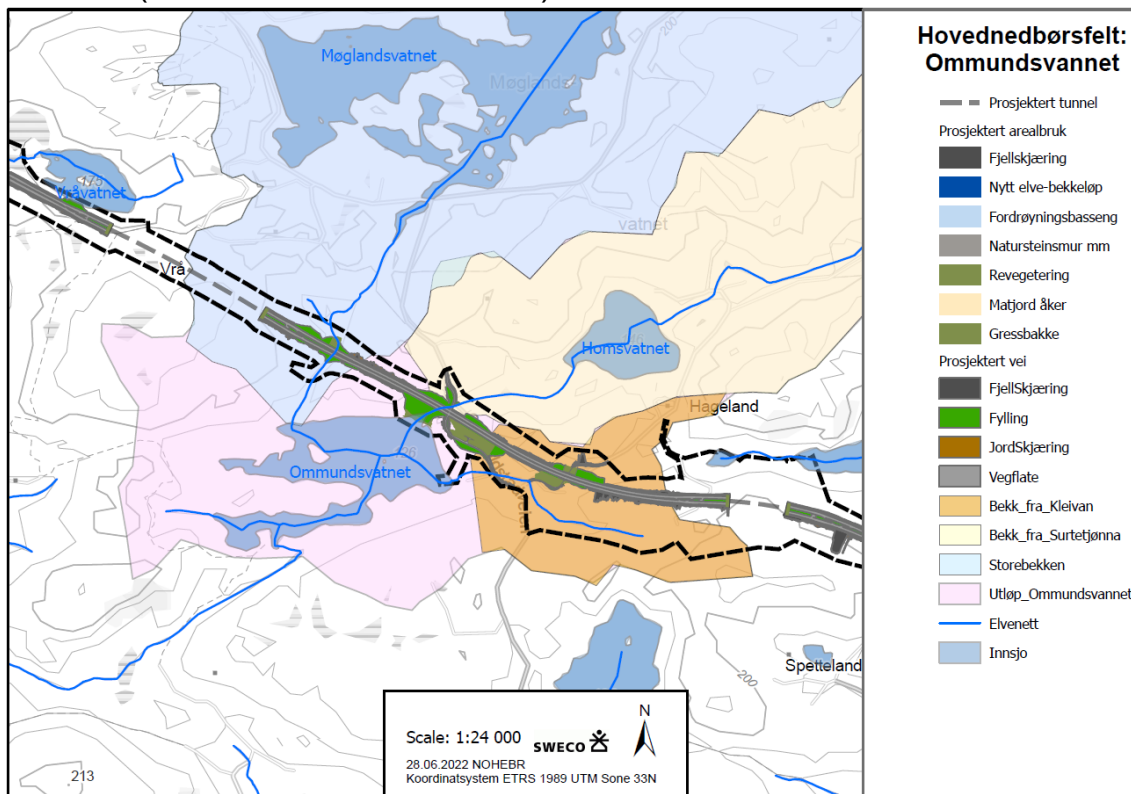
Prosessvann utslipp og spesielt sårbar resipient	Sodelandsbekken og innløp Moslandsvatnet
SS	Bakgrunnsverdi + 30 mg/l SS
pH*	Bakgrunnsverdi ± 0,3
Olje	5 mg/l
Anleggspåvirket vann	Mandalselva
SS	Bakgrunnsverdi + 40 mg/l SS
pH*	Bakgrunnsverdi ± 0,5
Olje	5 mg/l

\*absolutt nedre grense er pH=5

## 9.2 Hovedresipient Ommundsvann

Nedbørfeltet til Ommundsvatn er på ca. 10,86 km<sup>2</sup> og består i hovedsak av skogsområder med noe dyrket mark og myr. Hovedresipienten Ommundsvatn inngår i Sjølingstadbekken med Vannforekomst ID 022-883-R, som strekker seg fra utløp

Møglandsvatnet til bygda Skjølingstad. Øst i hovedresipienten ligger Sjølingstadbekken bekkefelt (Vannforekomst ID 022-886-R).



Figur 14. Tiltaket og berørte nedbørsfelt Ommundsvann hovedresipient.

### 9.2.1 Anleggsfase og resipienter

Hovedresipienten strekker seg fra Vråvatn i vest til Kleivan og Vollen nær vestre påhugg for Skreheiatunnelen i øst.

Tabell 16. Oversikt over nedbørsfeltareal og vannmengder for hovedresipient Ommundsvann, kilde: nevina.no (NVE).

	Areal nedbørsfelt km <sup>2</sup>	Areal anlegg km <sup>2</sup>	Anleggsprosent*	Middelvannføring resipient (l/s)	Sigevann Anleggsområder (l/s)	Alminnelig lavvannføring som andel av middelvannføring (%)
Bekk fra Skreheia	0,5	0,26	52,8 %	14	7,5	1,1 %
Lonebekken	1,9	0,03	1,4 %	56	0,8	2,0 %
Storebekken	7,6	0,12	1,6 %	236	3,8	5,5 %
Ommundsvann	11,2	0,45	4,5 %	339	15,3	5,0 %

\*Konservativt vurdert settes anleggsområdet lik detaljreguleringsplanens yttergrense.

Storebekken

Storebekken renner fra Møglandsvann til Ommundsvann. Begge innsjøer er viktige i vannforsyningsystemet til Mandal by. Ny E39 vil krysse Storebekken ca. 300 meter oppstrøms Ommundsvann og gi en anleggsprosenten på 1,6 %. I tillegg kommer utslipp av rensert prosessvann fra drivingen av Vråheiatunnelen. Det er ordinære biologiske verdier knyttet til Storebekken, men oppvandring av ål er kjent.

#### Lonebekken

Lonebekken drenerer områdene fra Homsvatnet og innenfor. Bekken er landbrukspåvirket. Anleggsprosenten er lav (1,4 %), men ned mot Ommundsvann vil bekken bli sterkt berørt som følge av utfylling i Ommundsvann. Det må lages nytt bekkeløp over fyllingen, men denne vil være så bratt at det ikke er realistisk å legge til rette for oppvandring av annen fisk enn ål.

#### Bekk fra Skreheia

Dette er en forholdsvis liten bekk som renner vestover fra området ved Kleivan. Bekken krysses av Gjervoldstadveien og Hagelandsveien. Utløp i Ommundsvann ligger rett ved dagens pumpestasjon tilknyttet Mandals vannforsyning. Det vil skje mye anleggsaktivitet i nærområdene til bekken (anleggsprosent 53 %) og den må ventes å bli betydelig påvirket i anleggsfasen. De nedre 70 m av bekken ligger utenfor regulert areal og vil derfor forbli fysisk uberørt.

#### Ommundsvann

Ommundsvann vil også i fremtiden være suppleringsvannkilde for Mandal by. I forbindelse med utbyggingen av ny E39 blir det lagt rørledning direkte fra Møglandsvann til Skadebergvannet, men VA infrastrukturen opprettholdes. Ommundsvann har ordinære verdier for fisk (problemarten sørv er påvist her). Oppvandring av ål er også kjent i vassdraget. I anleggsfasen vil Ommundsvann være utsatt for forurensningsfare som følge av mye anleggsarbeid langs og delvis uti vannet på nordsiden. Strekingen av ny E39 som har drenering til Ommundsvann er ca. 3 km, når en tar med Vråheiatunnelen. Totalt sett vil det foregå anleggsarbeid i ca. 4,5 % av nedbørsfeltet til Ommundsvann.

### 9.2.2 Resultater før-tilstand kartlegging

Hovedresipienten er mindre påvirket av forsurening enn lengre vest på delstrekningen. pH i området ligger jevnt opp mot 6, noe som er bra for akvatisk liv. Nitrogen ligger også noe høyere enn i de mer uberørte områdene lengre vest. Sannsynligvis er det effekter av landbruksaktivitet. Variasjon i konsentrasjon av totalt nitrogen, pH og SS for Storebekken, Lonebekken, bekk fra Skreheia og Ommundsvann er vist i Tabell 17.

Tabell 17. Variasjonsbredde i målte konsentrasjoner av Total nitrogen (Tot-N), pH og suspendert stoff (SS) innenfor hovedresipient Ommundsvann.

		Storebekken (1 bekkestasjon)	Lonebekken (1 bekkestasjon)	Bekk fra Skreheia (1 bekkestasjon)	Ommundsvann (Lindesnes kommune)
		Sweco 2020- 2021	Sweco 2020- 2021	Sweco 2020-2021	
Tot-N (µg/l)	Min	320	440	660	460
	Gj. snitt	488	607	906	547
	Max	600	870	2400*	650
pH	Min	5,9	4,6	6,1	5,8
	Gj. snitt	6,0	5,3	6,3	6,2
	Max	6,4	5,9	6,7	6,5
SS (mg/l)	Min	2	2	2	
	Gj. snitt	2,2	2,2	2,9	
	Max	4	4	7	

\* (22.04.21)

### 9.2.3 Vannmengder fra tunneldriving

Storebekken har størst vannføring av de tre innløpsbekkene til Ommundsvann. Renset prosessvann fra bygging av Vråheiatunnelen føres til utslippspunkt her. Samlet prosent anleggsvann som tilføres Ommundsvannet vil være ca. 7 % ved normalvannføring og denne andelen øker til ca. 37 % ved alminnelig lavvannføring (i tørkeperioder).

Tabell 18. Beregnet avrenning fra alle kilder til Ommundsvann.

Vråheiatunnelen	Vannmengde (l/s)	Alt prosessvann fra Vråheiatunnelen ledes til Ommundsvannet etter rensing
Innlekkasjevann	2,0	Basert på tettekrav i ingeniørgeologisk rapport (17,4 l/min/100 m)

Drivevann	3,5	Vannforbruk ca. 350 l/min pr. borerigg, antatt krav om 70 % gjenbruk av vann, og 4 borerigger
Påboret vann	3,0	
SUM til Ommundsvann	8	
	Middelvannføring (l/s)	Alminnelig Lavvannføring (l/s)
Vannføring Ommundsvann	339	17
Sigevann alle anleggsområder	12,1	0,8
Drivevann tunnel	8	8
Prosent anleggsvann av total (%), vil kunne være en del høyere i innblandingssonen	Prosent anleggsvann (%)	Prosent anleggsvann (%)
	7 %	37 %

#### 9.2.4 Nitrogen

På strekningen mellom Vråheiatunnelen og Skreheiatunnelen er det beregnet at det anslagsvis blir produsert 290 100 m<sup>3</sup> sprengstein i veilinja. Det er ikke planlagt permanente masselagre på denne delstrekningen. Ved bygging av Vråheiatunnelen er det planlagt utslippspunkt i Storebekken.

Med de forutsetninger som er lagt til grunn vil nitrogeninnholdet i utfyllingsmassene bli ca.12 tonn. Dersom det antas at alt nitrogen fra steinmassene blir vasket ut i løpet av tre år, tilsvarer dette ca. 11 kg N/døgn som følger med sigevannet til de ulike bekkene ut til Ommundsvann. Via Storebekken vil det i tillegg bli tilført anslagsvis 42 kg N/døgn som følge av utslipp av tunneldrivevann i perioden på ca. 120 døgn, mens tunneldrivingen pågår.

Med en antatt bakgrunnsverdi på 0,5 mg N/l får vi anslagsvis en konsentrasjon på 0,87 mg N/l i Ommundsvann ved normal vannføring (middelavrenning) i den perioden det ikke tilføres tunneldrivevann. I perioden med tunneldriving øker teoretisk konsentrasjon til 2,31 mg N/l. Grunnet at det vil ta tid før kjemisk likevekt oppnås (alt vann i Ommundsvann er skiftet ut) og at perioden med tunneldriving er forholdsvis kort må dette anses som «worst case». Det er imidlertid grunn til å ha stort fokus på å opprettholde stabil pH og minimere partikkeltilførselen til Ommundsvann i anleggsfasen.

Tilsvarende beregning der en bare ser på Storebekken (avrenning fra massefyllinger og tunneldrivevann) ca. gir 44,8 kg N/døgn i Storebekken. Her er beregnet konsentrasjon 2,7 mg N/l ved middelvannføring og hele 40,6 mg N/l i en tørkeperiode (alminnelig lavvannføring).

Disse tallene viser at det også vil være viktig å ha god kontroll med pH i Storebekken for å unngå giftige konsentrasjoner av ammoniakk. Spesielt i perioden det pågår tunneldriving er dette viktig.

### 9.2.5 Partikler

Tabell 19 under viser at Ommundsvann har risiko for partikkelforurensning. Fjellet i Vråheiatunnelen er ifølge ingeniørgeologisk rapport båndgneis med moderat risiko for sulfid. I anleggsfasen vil det være spesielt viktig å ha fokus på avbøtende tiltak for å unngå partikkeltransport og eventuell sur avrenning til Storebekken siden ca. 70% av vanntilførselen til Ommundsvann kommer herfra.

Tabell 19. Teoretisk innhold av partikler (suspendert stoff) ved ulike mengder og konsentrasjoner med anleggsvann i Ommundsvann.

Anleggsvann (5 mg/l SS i bakgrunn)	Ommundsvann + 7 % anleggsvann (middelvanneføring)	Ommundsvann+ 37 % anleggsvann (lavvanneføring)
10 mg/l SS	5,7	8,7
50 mg/l SS	8,5	23,5
100 mg/l SS	12	42
1000 mg/l SS (ingen rensing)	75	375

\* rød tekstfarge viser at grensen på 80 mg/l SS i Tabell 4 er overskredet.

### 9.2.6 Samlet vurdering vannforskriften

Ommundsvann og tilførselsbekkene er vurdert til å ha ordinære verdier for fisk utover å være vandre- og leveområde for ål, men vassdraget lengre ned (Sjølingstadbekken) er verdifullt også for anadrom fisk. Den største risikoen i anleggsfasen er knyttet til akutte tilførsler som skyldes uhell, til økt tilførsel av partikler som kan gi svakere årsklasser av yngel, og akutt påvirkning fra ammoniakk ved høy pH.

I Vann-nett er Ommundsvann ikke skilt ut som en egen vannforekomst, men som del av Sjølingstadbekken. Den økologiske tilstanden er vurdert som moderat. Det er total alkalitet og totalnitrogen som har vært utslagsgivende for tilstandsklassifiseringen. Totalt nitrogen er målt til 605 µg N/l noe som er ca. 100 µg N/l høyere enn standard bakgrunnskonsentrasjonen på 500 µg N/l som er lagt til grunn i fortynningsberegningene over. Siden rensing av N ikke er oppnåelig uten store ekstrakostnader vil det trolig måtte aksepteres at den økologiske tilstanden i vassdraget forblir moderat eller dårligere i anleggsperioden.

Etter at anleggsperioden er avsluttet er det forventet av utvaskingen av nitrogen gradvis vil avta inntil andre kilder til N igjen vil være utslagsgivende for den økologiske tilstanden.

I Sjølingstadbekken er det stor risiko for ikke å nå miljømål i anleggsfasen, men det er ikke ventet at tiltaket vil medføre permanent forringing av den økologiske tilstanden.

Sjølingstadbekken drenerer først ut i vannforekomsten Skogsfjord-indre som står i kontakt med vannforekomsten Skogsfjord-ytre. Den økologiske tilstanden i den indre delen av fjorden er moderat og udefinert med hensyn til nitrogen. Tilstanden moderat skyldes i stor grad forurensede sedimenter. I ytre del av fjorden er den økologiske tilstanden svært god med hensyn til totalnitrogen.

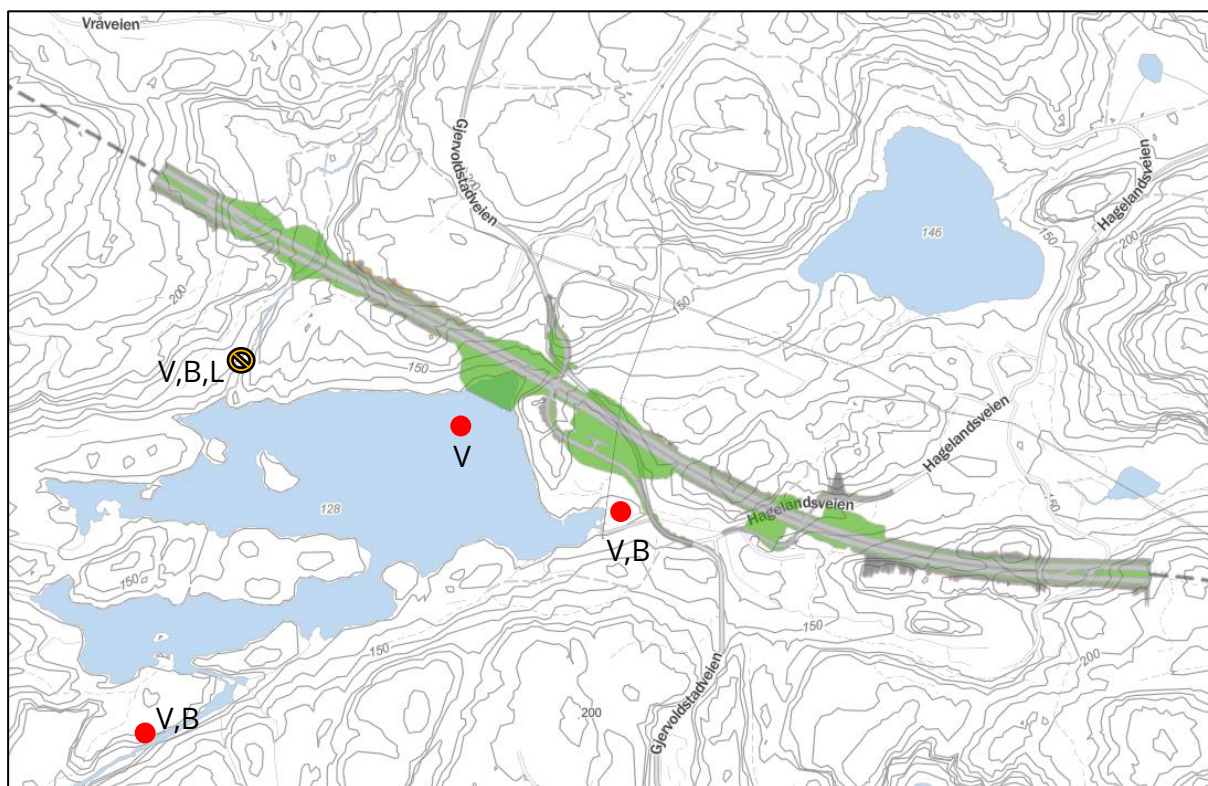
Risikoen for at anleggsarbeidet skal gi negativ konsekvens for tilstanden i Skogsfjorden vurderes som lav.

#### 9.2.7 Forslag til overvåking og grenseverdier i anleggsfasen

Forslag til grenseverdier i anleggsfasen er gitt i Tabell 20. Figur 15 viser forslag til plassering av grenseverdi og overvåkningsstasjon for resipienten i anleggsperioden. Det er foreslått automatisk målestasjon i Storebekken. Det forutsettes også at TE etablerer et måleprogram for overvåking av viktige kjemiske parametere ved utløp av renseanlegg for tunneldrivevann i Storebekken. Overvåkingen i de punktene som er vist med automatisk logger skal kunne påvise avvik fra miljøkrav, og må ha alarmfunksjoner som varsler om overskridelser.

Gjennom hele anleggsperioden må det også gjennomføres tiltaksovervåking etter vannforskriften § 12. Tiltaksovervåkingen skal omfatte alle de viktigste resipienter og skal bygge på forundersøkelsene. Et forslag til stasjoner og hovedtype kvalitetselement for et slikt overvåkingsprogram i anleggsfasen er vist i Figur 15.





Figur 15. Oversikt over forslag til overvåkingspunkter i anleggsfasen. V=vannprøver, B=biologisk overvåking, L=automatisk logger for pH og suspendert stoff (turbiditet). Oransje sirkel = Forslag til plassering av grenseverdi (Tabell 20) i Ommundsvann hovedresipient.

Tabell 20. Forslag til grenseverdier Ommundsvann hovedresipient

Prosessvann utslipp	Storebekken
SS	Bakgrunnsverdi + 40 mg/l SS
pH*	Bakgrunnsverdi ± 0,5
Olje	5 mg/l

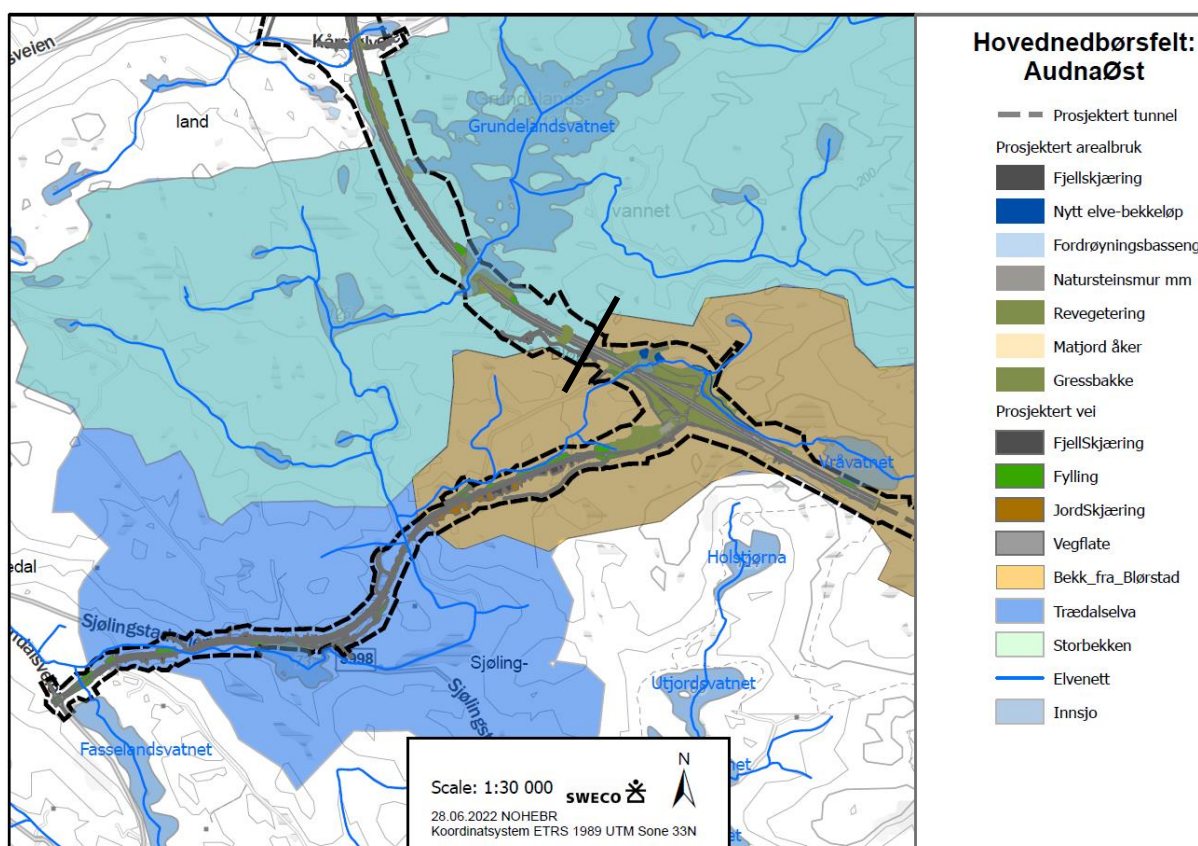
\*absolutt nedre grense er pH=5

### 9.3 Hovedresipient Audna

Audna (Vannforekomst ID 023-136-R) har et nedbørfelt på hele 408 km<sup>2</sup> og er et viktig leveområde for anadrom fisk. Audna - Melhusfossen til Kittelsbekken bekkefelt (Vannforekomst ID 023-137-R) omfatter den vestlige delen av hovedresipienten. Trædalselva (Vannforekomster ID 023-174-R og 023-176-R) strekker seg fra utløp i Audna ved Kragestadmoen til utløp fra Slåttelona (Vannforekomst ID 023-11664-L). Videre oppover vassdraget renner Storebekken (Vannforekomst ID 023-177-R) opp til utløp fra Grundelandsvatnet (023-11623-L). Helt øst omfatter hovedresipienten også Vråvatn og

bekk via Blørstad til utløp i Storbekken som inngår i Kiddelsbekken - Grundelandsvatnet til Audna bekkefelt (Vannforekomst ID 023-180-R).

Utbyggingstrinn 1 strekker seg frem til den svarte streken i figuren under. I beregningene er nedbørfeltet Storbekken som drenerer fra Grundelandsvann til Tredalsbekken tatt med siden vassdraget blir påvirket av anleggsarbeid i nedre del. Avrenning fra området ved Rosheitjønn omfattes av utbyggingstrinn 2 og vil inngå i den søknaden.



Figur 16. Tiltaket og berørte nedbørsfelt i Audna øst.

### 9.3.1 Anleggsfase og resipienter

Hovedresipienten Audna strekker seg fra store Faksevatn i vest til Vråvatn i øst. Bare en liten del av dette store nedbørfeltet inngår i utbyggingstrinn 1. Anleggsområdet avsluttes rett vest for Blørstad, men avrenning fra nedbørfeltet Storbekken er tatt inn i beregningen da dette vannet bidrar til å fortynne anleggspåvirket vann i Tredalsbekken.

Tabell 21. Oversikt over nedbørfeltareal og vannmengder for hovedresipient Audna som vil bli påvirket av utbyggingstrinn 1, kilde: nevina.no (NVE).

	Areal nedbørfelt (km <sup>2</sup> )	Areal anlegg (km <sup>2</sup> )	Anleggsprosent*	Middelvannføring resipient (l/s)	Sigevann anleggsområder (l/s)	Alminnelig lavvannføring som andel av middelvannføring (%)
Storebekken	20,0	0	0 %	800	0	2,5 %
Bekk fra Blørstad	2,4	0,588	22,4 %	93	21	2,8 %
Tredalsbekken	25,1	0,816	3,3 %	914	30	1,4 %
Audna	408,0	0,816	0,2 %	18401	37	5,1 %

\*Konservativt vurdert settes anleggsområdet lik detaljreguleringsplanens yttergrense.

### Storebekken

Nedbørsfeltet til Storebekken blir ikke påvirket fysisk i utbyggingstrinn 1. Men avrenningen fra Grundelandsvann vil bidra til å fortynne anleggspåvirket vann i Tredalsbekken nedstrøms. Storebekken har ordinære biologiske verdier.

### Bekk gjennom Blørstad

Hoveddelen av bekken fra Vråvatn til utløp i Storebekken ligger innenfor areal som vil bli sterkt berørt av anleggsarbeidene. Blørstادتjønnen og store deler av innløps- og utløpsbekkene vil bli betydelig endret og delvis omlagt. Anleggsprosent er 22,4%, som er høyt gitt at dette er en bekk med lav normalvannføring. De biologiske verdiene er lave med unntak av ål. Det blir viktig å hindre at forurensninger når Storebekken og Tredalsbekken.

### Tredalsbekken

Tredalsbekken renner fra Slåttelona med utløp i Audna. I utbyggingstrinn 1 drenerer rundt 1,5 km av ny E39 til Tredalsbekken. I tillegg vil hele tilførselsveien mellom Tredal og Blørstad drenerer hit. Dermed er den potensielle belastningen på Tredalsbekken forholdsvis stor. Bekken fra Fasselandsvatnet vil også lokalt bli påvirket av anleggsarbeidene før vannet drenerer til Tredalsbekken. Tredalsbekken er anadrom og kjent leveområde for ål. Anleggsprosenten er 3,3%. I tørre perioder, ved alminnelig lavvannføring har Tredalsbekken en vannføring på bare 13 l/s som tilsvarer 1,4% av normalvannføringen og tyder på sårbarhet mot forurensninger under slike forhold.

### Audna

Totalt sett (utbyggingsfase) vil det foregå anleggsarbeid i ca. 0,2% av nedbørsfeltet til Audna. Selv om Audna har betydelige biologiske verdier har den også stor fortynningskapasitet. Flere steder foregår anleggsarbeidene høyt oppe i nedbørsfeltet slik at forurensning kan hindres i å nå Audna ved gode avbøtende tiltak. Det er spesielt den

anadrome elvestrekningen i Tredalsbekken som vurderes til å ha høyest skaderisiko i hovedresipienten Audna øst.

### 9.3.2 Resultater før-tilstand kartlegging

De vestre delene av hovedresipientet er preget av myrområder med forsurening og lite menneskelig påvirkning. På østsiden av Audna er den menneskelige påvirkningen i nedbørfeltet noe større. Tredalsbekken viste noen høye verdier for nitrogen som kan tyde på landbrukspåvirkning. Variasjon i konsentrasjon av totalt nitrogen, pH og SS for områdene vest for Audna (Lille Faksevann/Hogsåna) og områdene rett øst for Audna (Bombekken), Audna og Tredalsbekken er vist i Tabell 22.

Tabell 22. Variasjonsbredde i målte konsentrasjoner av Total nitrogen (Tot-N), pH og suspendert stoff (SS) innenfor hovedresipient Audna.

		Lille Faksevann/Hogsåna (5 bekkestasjoner) Sweco 2020-2021	Bombekken (3 bekkestasjoner) Sweco 2020-2021	Tredalsbekken (8 bekkestasjoner) Sweco 2020-2021	Audna (2 bekkestasjoner) Sweco 2020-2021
Tot-N (µg/l)	Min	200	310	280	370
	Gj. snitt	425	453	493	481
	Max	710	700	1100*	650
pH	Min	4,5	5,1	5,1	5,9
	Gj. snitt	4,9	5,5	5,5	6,1
	Max	6,2	6,2	6,7	6,4
SS (mg/l)	Min	2	2	2	2
	Gj. snitt	2,2	2,4	2,3	2,9
	Max	4	5	4	7

\*1100 utløp Vråvatn 24.02.21

### 9.3.3 Vannforekomster innenfor hovedresipienten

Tabell 23 under viser forventet omfang av inngrep i nedbørfeltene til berørte vannforekomster (utbyggingstrinn 1).

Tabell 23. Areal delnedbørsfelt, vannføring og anleggsprosent for vannforekomster innenfor nedbørsfeltet til hovedresipient Audna som blir påvirket av utbyggingstrinn 1 (NVE NEVINA).

Vannforekomster	Middelavrenning l/s*km <sup>2</sup>	Areal nedbørsfelt km <sup>2</sup>	Middel-vannføring l/s	Areal anlegg km <sup>2</sup>	Anleggsprosent* (%)
Slåttelona	39,1	24,1	942	1,110	5 %
Vråvatn	34,6	0,7	24	0,056	8 %

\*Konservativt vurdert settes anleggsområdet lik detaljreguleringsplanens yttergrense.

#### Vråvatn

Anleggsområdene vil bli liggende svært nær (muligens også kreve noe utfylling i) Vråvatn. Det er betydelig risiko for forurensning av vannet og bekken videre nedover mot Blørstادتjønnen. Vråvatn har en estimert anleggsprosent på 8%. Stor anleggsaktivitet i påhuggsområdet til Vråheiatunnelen som bare ligger noen titalls meter over vannflaten bidrar til noe økt risiko for transport av forurensninger til Vråvatn via en mindre bekk som krysser linja i påhuggsområdet. Denne bekken har verdi som gytebekk for lokal ørretstamme.

#### Slåttelona

Slåttelona har innløp fra Storebekken, mens utløpet går til Tredalselva. Nedbørsfeltet er stort, 1,1 km<sup>2</sup> og anleggsprosenten 5%. Selv om fortyningen generelt er god i dette vassdraget er sårbarheten høy siden Tredalsbekken har en viktig anadrom bekkestrekning nedstrøms Slåttelona.

#### 9.3.4 Nitrogen

Under utbyggingstrinn 1 skal det i Audnas nedbørsfelt permanent lagres anslagsvis 669 850 m<sup>3</sup> sprengstein fra dagsone. I tillegg skal ca 105 750 m<sup>3</sup> sprengstein fra tunneldrivingen av Vråheitunnelen masselagres på Blørstad. Med de forutsetninger som er lagt til grunn vil nitrogeninnholdet i all sprengsteinsmassene bli ca. 41 tonn.

Ut fra en føre var betraktning antas det at alt nitrogen fra steinmassene blir vasket ut i løpet av tre år, noe som tilsvarer ca. 38 kg N/døgn. I praksis vil en ukjent andel nitrogen holdes tilbake i fyllingen og utvaskingshastigheten vil i tillegg variere med fyllingenes nærhet til vassdrag. Vannutskifting i innsjøer, relativt lang avstand fra utslipp til hovedresipient og forbruk av nitrogen i biologiske prosesser vil redusere det faktiske nivået enda mer.

Med en typisk bakgrunnskonsentrasjon av nitrogen på 0,5 mg/l vil dette sigevannet bidra til en teoretisk gjennomsnittlig konsentrasjon på 0,52 mg/l altså en økning på 0,02 mg/l i Audna. Etter teoretisk økt tilførsel blir konsentrasjonen 523 µg N/l som ligger innenfor klassegrensen moderat. Den høyeste enkeltmålingen som ble registrert i Audna under før-tilstand kartleggingen var 650 µg N/l. Også med denne før-konsentrasjonen blir forventet konsentrasjon på 700 µg N/l som ligger innenfor klassegrensen moderat for denne vanntypen.

Tilsvarende beregning for Tredalsbekken gir en utvasking av ca. 38 kg N/døgn. Med en bakgrunnskonsentrasjon på 0,5 mg N/l får vi en teoretisk økning i N konsentrasjonen til 0,97 mg N/l, noe som tilsvarer en økning på 0,47 mg/l. Tredalselva får tilført

avrenningsvann fra hovedveilinja inkludert kryssområdet ved Blørstadkrysset, tilførselsveien fra Tredal og det permanente masselageret med utsprengte tunnelmasser ved Blørstadkrysset.

For Tredalsbekken (Vann-nett ID023-176-R og nasjonal vanntype R105), vil de beregnede tilførselene av N øke risikoen for at tilstanden kan endres fra moderat til dårlig over en periode for kvalitetselementet tot-N. Teoretisk konsentrasjon er 970 µg N/l som ligger rundt midten i tilstandsklassen dårlig. I forbindelse med før-tilstand kartleggingen ble det registrert enkelte høye målinger for tot-N (max 1100 µg N/l).

Konklusjonen er at Tredalsbekken har risiko for få en midlertidig forverret økologisk tilstand, mens denne sannsynligheten vurderes som lav for Audna grunnet den store fortynningskapasiteten. I vassdraget Tredalsbekken vil det også lokalt kunne være en forhøyet risiko for akutt giftig ammoniakk ved arbeider som hever pH i vassdraget (eksempelvis betongarbeider). Totalt sett er det gunstig for Audna og særlig Tredalsbekken at utbyggingen fordeles over to utbyggingstrinn slik at belastningen fordeles noe over tid.

Anleggsvann fra Tredalsbekken renner ut i Audna og videre til utløp i Sniksfjorden som er en oksygenfattig fjord. Den økologiske tilstanden her er moderat. Tilstanden er udefinert for nitrogen. Lenger ut ligger vannforekomsten Mandal-Lindesnes som har god økologisk tilstand med hensyn på en rekke biologiske kvalitetselementer. Heller ikke denne vannforekomsten er definert med hensyn på nitrogen.

God vannutskiftning i de åpne sjøområdene utenfor Mandal medfører at risikoen for målbare effekter av N-avrenning fra anleggsområdene er lav.

### 9.3.5 Partikler

Tabell 24 under viser at med det potensialet for fortykning som finnes i Audna vil ikke partikkelspredning her bli noe problem. Tredalsbekken ser heller ikke ut til å ha stor risiko for skadelige nivåer av partikkelforurensning under normal vannføring.

Tabell 24. Teoretisk innhold av partikler (suspendert stoff) ved ulike mengder og konsentrasjoner med anleggsvann i Audna og Tredalsbekken.

Anleggsvann (5 mg/l SS i bakgrunn)	Audna + 0,2 % anleggsvann (middelvannføring)	Tredalsbekken + 3,3 % anleggsvann (middelvannføring)
10 mg/l SS	5,02	5,33
50 mg/l SS	5,1	6,65
100 mg/l SS	5,2	8,3
1000 mg/l SS (ingen rensing)	7	38

\* rød tekstfarge viser at grensen på 80 mg/l SS i Tabell 4 er overskredet.

### 9.3.6 Samlet vurdering vannforskriften

Innenfor hovedresipient Audna er de største verdiene knyttet til Audna med sidebekker, hvorav Tredalsbekken er den med størst verdi for anadrom fisk utenom Audna. Ingen av de anadrome strekningene vil bli berørt med fysiske inngrep i vannstrengen, men de vil være sårbare for forurensninger fra oppstrøms anleggsaktivitet.

Det kan oppstå et moderat tap av leveområde i Vråvatnet som følge av utfylling, men det er usikkert om dette blir nødvendig. Derimot vil hele bekkesystemet mellom Vråvatnet og utløpet i Storebekken bli betydelig skadelidende. Blørstadtjønnen fjernes og erstattes med to mindre dammer, mens bekken legges om og holdes åpen i retning Vråvatnet. Bekken vil bli lagt i en lang kulvert under ny E39 vest for Blørstadkrysset.

Ved Slåttelona vil utfylling langs nordre bredd medføre tap av leveområder for lokal ørrepopulasjon. Tredalselva krysses med bru nordvest for kraftstasjonen og inngrep i elva forutsettes unngått.

Ved å opprettholde vandringsmulighetene for ål i anleggsfasen i alle de berørte bekkene, og så langt som mulig gjenskape de omlagte bekkens verdier vil tapet til en viss grad kunne minimeres.

Anleggsarbeidet må også planlegges og gjennomføres slik at den negative påvirkningen på all fisk minimeres. Det må likevel forventes svakere årsklasser av fisk, evt. ingen gyting i enkelte av de sterkest berørte bekkene mens anleggsarbeidet pågår. Fisken er mest sårbar om våren (april/mai) og høsten (september/oktober) og anleggsarbeidet må derfor planlegges slik at disse periodene skjermes så langt det er råd.

Spesielt bekkeomleggingen ved Blørstad vil være en kritisk periode og det er viktig å planlegge slik at denne kan gjennomføres mest mulig skånsomt, for å unngå en lengre periode med bekken i rør, eller andre midlertidige løsninger. Tørkeperioder med lite avrenning og redusert fortynningskapasitet kan forsterke denne problematikken. Det vil være viktig å opprettholde vandringsmuligheten for ål i hele anleggsperioden.

I Vann-Nett er Audna klassifisert med moderat økologisk tilstand. Det er tetthet av lakseyngel, total alkalitet og totalt nitrogen som er utslagsgivende. Tot-N er målt til 488 µg/l i 2019. Fortyningningsberegningene som er utført viser at Audna vil få noe økt belastning av nitrogen i anleggsfasen, men tilstandsklassen moderat opprettholdes. Tredalsbekken har dårlig økologisk tilstand. Det er Raddum forsurningsindeks 2 som er grunnlag for tilstandsklassifiseringen. Beregningene som er vist over viser at for kvalitetselementet tot-N er det risiko for periodevis svært dårlig økologisk tilstand i anleggsfasen når vannføringen er lav. Det er imidlertid ikke grunn til å forvente permanent endring i den økologiske tilstanden med bakgrunn i denne parameteren som følge av anleggsarbeidet.

Med god oppfølging i anleggsfasen vil det trolig ikke bli redusert økologisk tilstand i Audna som følge av utbyggingstrinn 1. Tiltaket vil heller ikke forringe muligheten for å oppnå god økologisk tilstand her. Det samme gjelder de fleste av de berørte vannforekomstene, der de negative konsekvensene forventes å være midlertidige. Bekkesystemet mellom Vråvatn og Storbekken gjennom Blørstad forventes å bli permanent forringet som følge av tiltaket. Her vil det derfor være risiko for ikke å nå miljømål.

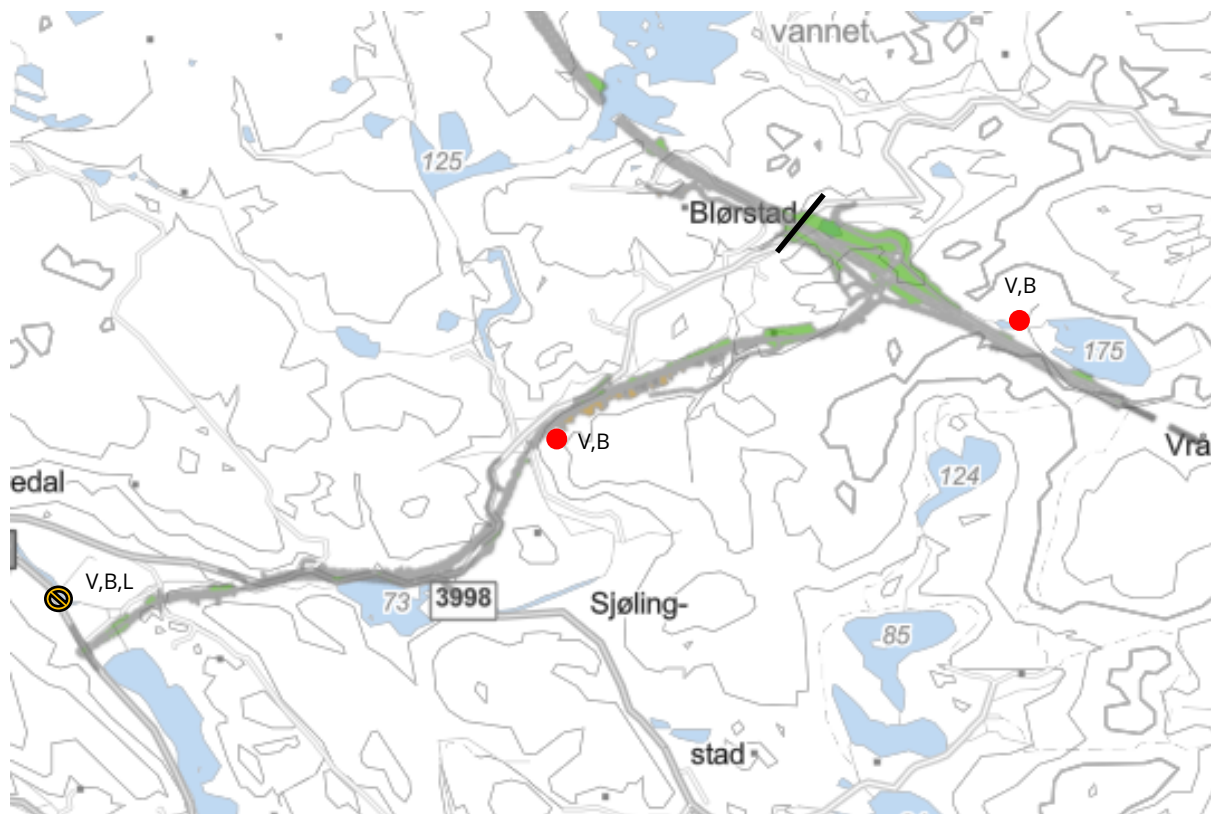
Tap av leveområder vil trolig gi noe reduserte bestander av lokale fiskepopulasjoner og ål sammenlignet med før-tilstanden innenfor hovedresipient Audna øst. Dette vil spesielt gjelde områdene mellom Blørstad og Vråvatn.

### 9.3.7 Forslag til overvåking og grenseverdier i anleggsfasen

Forslag til grenseverdier i anleggsfasen er gitt i Tabell 25. Figur 17 viser forslag til plassering av grenseverdi og overvåkningsstasjoner for resipienten i anleggsperioden. Det er foreslått automatisk målestasjon i Tredalsbekken. Overvåking med automatisk logger skal kunne påvise avvik fra miljøkrav, og må ha alarmfunksjoner som varsler om overskridelser.

Gjennom hele anleggsperioden må det også gjennomføres tiltaksovervåking etter vannforskriften § 12. Tiltaksovervåkingen skal omfatte alle de viktigste resipienter og skal bygge på forundersøkelsene. Et forslag til stasjoner og hovedtype kvalitetselement for et slikt overvåkingsprogram i anleggsfasen er vist i Figur 17.





Figur 17. Oversikt over forslag til overvåkingspunkter i anleggsfasen. V=vannprøver, B=biologisk overvåking, L=automatisk logger for pH og suspendert stoff (turbiditet). Oransje sirkel = Forslag til plassering av grenseverdier (Tabell 25) Audna hovedresipient. Svart tykk strek markerer grensen mellom utbyggingstrinn 1 og 2.

Tabell 25. Forslag til grenseverdier Audna hovedresipient utbyggingstrinn 1

Anleggspåvirket vann	Tredalsbekken
SS	Bakgrunnsverdi + 40 mg/l SS
pH*	Bakgrunnsverdi $\pm$ 0,5
Olje	5 mg/l

\*absolutt nedre grense er pH=5

## 10 Forslag til måle- og overvåkningsprogram

Selv med god miljøoppfølging og avbøtende tiltak vil det tidvis forekomme høye konsentrasjoner av partikler og nitrogen i anleggsperioden. Spesielt vil dette være tilfelle for de mindre bekkene som ligger inne på, eller tett inntil anleggsområdet. Episoder med forhøyede konsentrasjoner av suspendert stoff vil erfaringsmessig følge av mye nedbør, men denne typen forurensningspåvirkning fra anleggsarbeidet vil være midlertidig.

### 10.1 Overvåkning av vannresipienter

Byggherrene står ansvarlig for førkartleggingen. Overvåking av resipienter i anleggsfasen er TE sitt ansvar. TE skal sørge for at grenseverdiene som er satt av SFA overholdes og at sårbare vannforekomster overvåkes i tilstrekkelig grad.

Overvåkning av resipienter må skje både før, under og etter anleggsfase. Overvåkning etter anleggsfasen vil følge av egen utslippstillatelse for driftsfasen og fungere som grunnlag for avbøtende tiltak, samt som dokumentasjon på hvordan de avbøtende tiltakene i anleggsfasen har fungert og dermed bidra med informasjon om hvordan økosystemene i nedslagsfeltet har blitt berørt.

### 10.2 Resipientkontroll - vannovervåkning

Det utføres vannmiljøovervåkning som en del av miljøoppfølgingen i anleggsfasen. Dette programmet ser på sumeffekten nedstrøms anleggsområdene supplert med enkelte referansestasjoner i uberørt sone oppstrøms anlegget. Her vil store deler av undersøkelsesprogrammet fra "før-tilstand kartleggingen" (vedlegg 1) bli videreført i anleggsperioden. Dette gjelder både prøvestasjoner og prøvetakningsfrekvens for de ulike parameterne. De biologiske kvalitetselementene prøvetas én gang per år i aktuelle vassdrag. Dette inkluderer:

- Bunndyr
- Begroingsalger
- Fisk
- Planteplankton biomasse (innsjøer)

eDNA tas ut av programmet for anleggsfasen.

Seks av vassdragene foreslås å ha automatiske målinger av vannhøyde, vanntemperatur, ledningsevne, pH og turbiditet som en kontroll av sumeffekter over større nedbørsfelter. Det kan også vurderes installert sensor for måling av nitrat. Automatiske målestasjoner foreslås i følgende vassdrag:

- Tredalselva
- Storebekken
- Hagelandsbekken
- Sjølingstadbekken
- Sodelandsbekken
- Mandalselva

### 10.3 Anleggskontroll– vannovervåkning

Det vil måtte gjennomføres overvåkning av at renseløsninger fungerer og utslippskrav overholdes. Denne overvåkingen må etableres og vurderes med utgangspunkt i detaljer for planlagt anleggsaktivitet og resipientvurderinger gitt TEs endelige byggeplan og løsningsforslag (detaljprosjekt). Som dokumentasjon for funksjon av renseløsninger, vil programmet kunne inkludere:

- automatisert overvåking med sensorer
- manuelle målinger, uttak av vannprøver
- foto for dagsoneområder

Plassering av prøvepunkter må vurderes nøye med utgangspunkt i planlagt anleggsaktivitet, nærmeste resipient sin sårbarhet, samt ulike renseløsning som tilpasses på stedet.

TE skal i samråd med SFA sørge for at det etableres et tilstrekkelig antall målepunkter.

Store deler av avrenningen fra masselager og dagsone vil være diffus avrenning. Et krav til prøvetakningsstasjon bør være at det er kontinuerlig vannføring ved prøvestasjonen. Prøvestasjoner må gjenspeile nærhet til utslippet, realistisk oppnåelse av grenseverdier, grad av nødvendig påvirkning fra anlegget, graden av fortykning og resipientens tåleevne. Det er viktig av målepunkter er representative for å måle risiko for biologien i resipient.

Med tanke på mulig dannelse av toksisk ammoniakk i fiskeførende vassdrag er det viktig å overvåke og eventuelt justere pH i avrenning fra anleggsarbeid i områder der det utføres betongarbeid.

## 10.4 Tunneldrivevann

Punktutslipp av tunneldrivevann må overvåkes. I tillegg til pH og SS der utslippskrav må følges, skal det tas ukesmiddelprøver av utslippsvann som analyseres for:

- Olje
- Tot-N
- Ammonium

I tillegg skal det i oppstartsfasen analyseres for metaller (As, Pb, Cu, Cr (tot + Cr(VI)), Cd, Hg, Ni, Zn) for å undersøke om disse kan opptre naturlig, eller som følge av forurensningskilder i forhøyede konsentrasjoner.

# 11 Luft og støy

## 11.1 Støv

Svevestøv som konsekvens av anleggsfasen kan komme fra:

- Sprengning og knusing av masser
- Lasting og lossing av masser
- Anleggstrafikk, da spesielt på ikke asfalterte veier
- Støvflukt fra mellomlagrede masser

Støv fra sprengning og knusing av masser reguleres av forurensningsforskriften kapittel 30. Her settes det blant annet krav til målinger av nedfallstøv fra produksjon av puk, grus, sand og singel dersom det befinner seg naboer innenfor en radius av 500 meter fra virksomhet.

Det anbefales at stein fra eventuelt knuseanlegg som mellomlagres skal deponeres, dersom mulig, i voll som skjermer og begrenser støvflukt.

Vanning av eventuelle knuseverk og mellomlagrede masser i tørre perioder ved synlig støvgenerasjon anbefales gjennomført som et støvdempende tiltak.

Vanning av ikke-asfalterte anleggsveier i tørre perioder kan anbefales dersom det generes svevestøv som vil kunne påvirke naboer. Vinterstid vil snødekke og måking være tilstrekkelige tiltak.

Det er viktig å informere og varsle berørte beboere om hva de kan forvente av luftforurensning, både i forkant og underveis i anleggsperioden. Luftforurensning i anleggsperioden knyttes først og fremst til utslipp av støv.

Det henvises til fagrapport luftforurensning med vedlegg for detaljer.

## 11.2 Støy

Støy i anleggsfasen vil i hovedsak være relatert til bygging av veier, broer og anleggsveier. Typiske støyende aktiviteter i forbindelse med anleggsarbeidet inkluderer massetransport, graving, boring, sprengning, spunting/peling og/eller pigging.

Luftoverført støy fra arbeidet vil naturlig følge traséen og anleggsveiene der transporten foregår. Det anbefales at lokale støytiltak vurderes og ferdigstilles så tidlig som mulig slik at boliger kan dra nytte av dette også i anleggsfasen.

I Tabell 26 under er det angitt omtrentlig i hvilke avstander de ulike støykildene gir overskridelser av anbefalte grenseverdier for anleggsstøy. Avstandene er basert på lydeffektnivåer gitt i M-128, veileder til retningslinjen T-1442. Dette er sterkt avhengig av hva som bidrar til skjerming mellom anleggsarbeidet og bygningen og hvilket utstyr som benyttes.

Tabell 26. Typiske minimumsavstander for å unngå overskridelser av anbefalt grenseverdi for anleggsstøy

Arbeid	Dag $L_{pA,ekv,12h}$	Kveld	Natt $L_{pA,ekv,8h}$
		$L_{pA,ekv,4h}$ Skole/barnehage i brukstid $L_{pA,ekv,12h}$	
Tømming av pukk/stein	30 m	60 m	160 m
Lastebiler	40 m	75 m	250 m
Gravemaskiner som arbeider med stein / løsmasser / vegetasjon	50 m	80 m	375 m
Boring	60 m	100 m	450 m
Pigging	75 m	120 m	600 m
Spunting	150 m	300 m	1000 m

Riggområder, masselagre og knuseverk vil lokalt kunne gi støy til omgivelsene, og plassering må velges slik at de negative konsekvensene blir minst mulig. Boliger, helse- og pleieinstitusjoner, barnehager og skoler er mest sårbare for støy.

Før bygging skal det gjennomføres støyberegninger som gir prognoser for støy i anleggstiden. Faseplaner og beskrivelse av anleggsgjennomføringen vil sammen med prognosene gi informasjon om tiltaksbehov og konkrete støygrenser.

## 12 Avbøtende tiltak og beredskap mot forurensninger

### 12.1 Miljøoppfølging på anlegg

Som byggherre/tiltakshaver er Nye Veier ansvarlig for å overholde vilkår gitt i en tillatelse fra Statsforvalter. Nye Veier har som mål at det ikke skal forekomme miljøskade i prosjektet, som følge av akutte utslipp eller andre forhold.

Alle forhold som er beskrevet i Miljøoppfølgingsplanen (MOP) og detaljreguleringsplanen med planbestemmelser og fagrapporter skal ivaretas av TE. Som byggherre/tiltakshaver vil Nye Veier følge opp at dette gjøres.

TE må prosjektere, dimensjonere og drifte alle sine renseløsninger slik at utslippstillatelsen til enhver tid overholdes.

## 13 Referanser

Direktoratsgruppen vanddirektivet. 2018. Veileder 02:2018. Klassifisering av miljøtilstand i vann. [www.vannportalen.no](http://www.vannportalen.no), versjon 15.10.2020. 227 s.

Hessen D. (1992). Uorganiske partikler i vann. Effekter på fisk og dyreplankton. – NIVA Rapport 2787-1992.

Miljødirektoratet, 2018. M-1085. Problemer med plast ved utfylling av sprengstein i sjø.

NFF, 2009. Norsk forening for fjellsprengningsteknikk. Teknisk rapport nr. 09: Behandling og utslipp av driftsvann fra tunnelanlegg.

Norconsult AS 2020, E39 Herdal-Røyskår. Søknad om utslippstillatelse for midlertidig anleggsdrift (Oppdrag 5139185/NO-YM-004).

Norconsult AS 2019, Oslo Kommune – Fornebubanen. Miljørisikovurdering – Utslipp av vann fra anleggsfasen (Dok. Nr.: PF-U-070-RA-0029).

Pabst, T., Hindar, A., Hale, S., Garmo, Ø., Endre, E., Petersen, K., Baardvik, G. (2015). Bergarters potensielle effekter på vannmiljøet ved anleggsvirksomhet. Statens vegvesen.

Rannekleiv, S., m.fl 2016. Vannforekomstens sårbarhet for avrenningsvann fra vei under anlegg- og driftsfasen. SVV rapport 597.

Ranneklev, S., Ø. Garmo, K. Petersen og H. Vikan, «Undersøkelse av tunnelvann, slam og uomsatt sprengstoff under drifvingen av Espatunnelen på E6,» VANN, nr. 03, pp. 291-305, 2017.

Roseth, R., m.fl., 2022, Nitrogen i sprengstein – avrenning og rensing. Konsentrasjoner, avrenningsforløp, målemetoder, effekter på vannmiljø og aktuelle rensemetoder (NIBIO-rapport;8(66) 2022).

Roseth, R., m.fl., 2021, Avrenning av partikler i anleggsprosjekter – betydning for fisk og vannmiljø. Norsk Vann rapport 03-2021.

Staalstrøm, A. m.fl., 2022, Utredning av behovet for å redusere tilførslene av nitrogen til Ytre Oslofjord. NIVA rapport L.NR. 7723-2022.

Sweco 2021, E39 Mandal-Lyngdal øst. Fagrapport støy.

Sweco 2021, E39 Mandal-Lyngdal øst. Fagrapport luftforurensning.

Sweco 2021, E39 Mandal-Lyngdal øst. Fagrapport hydrologi.

Sweco 2021, E39 Mandal-Lyngdal øst. Fagrapport VA.

Sweco 2021, E39 Mandal-Lyngdal øst. Fagrapport anleggsgjennomføring.

Sweco 2021, E39 Mandal-Lyngdal øst. Miljøoppfølgingsplan.

Sweco 2021, E39 Mandal-Lyngdal øst. Klimagassbudsjett.

Sweco 2021, E39ML Lindesnes Ingeniørgeologi Vråheiatunnelen Fagrapport.

Sweco 2021, E39ML Lindesnes Ingeniørgeologi Skreheiatunnelen Fagrapport.

Sweco 2021, E39ML Lindesnes Ingeniørgeologi skjæringer Fagrapport.

Øyvind Kaste m.fl., 2020. Ny E39 Mandal øst – Mandal by: Førkartlegging av vannforekomster. NIVA 7471-2020.

Vikan, H., 2013. Avrenning av ammoniumnitrat fra uomsatt sprengstoff til vann – Giftvirkninger i resipient og renseløsninger. Vann 03, 2013, 333-340.



## 14 Vedlegg

Vedlegg 1 E39 ML Forundersøkelser vannmiljø

Vedlegg 2 E39 ML Risikovurdering forurenset grunn

Vedlegg 3 E39 ML Sediment kartlegging i utfyllingsområder (Grundlandsvann, Mandalselva, Ommundsvannet, Slåttelona)

Vedlegg 4 E39 ML Beskrivelse av permanente masselager