



Ny E18 Dørdal - Tvedestrand

Program for forundersøkelser i vassdrag



Roger Roseth, Johanna Skrutvold, Yvonne Rognan og Alexander Engebretsen (NIBIO)
Kristine Våge og Ole Roer (FAUN)
Ingar Aastad (Naturplan)
Camilla Gremmertsen (ViaNova)

TITTEL/TITLE

Ny E18 Dørdal – Tvedestrand. Program for forundersøkelser i vassdrag

FORFATTER(E)/AUTHOR(S)

Roger Roseth, Johanna Skrutvold, Yvonne Rognan og Alexander Engebretsen (NIBIO), Kristine Våge og Ole Roer (FAUN), Ingar Aasestad (Naturplan) og Camilla Gremmertsen (ViaNova)

DATO/DATE:	RAPPORT NR./ REPORT NO.:	TILGJENGELIGHET/AVAILABILITY:	PROSJEKTNR./PROJECT NO.:	SAKSNR./ARCHIVE NO.:
19.11.2019	5/113/2019	Åpen	51223-0	19/01197
ISBN:	ISSN:	ANTALL SIDER/ NO. OF PAGES:	ANTALL VEDLEGG/ NO. OF APPENDICES:	
978-82-17-02405-7	2464-1162	134		

OPPDRAAGSGIVER/EMPLOYER:

Nye Veier

KONTAKTPERSON/CONTACT PERSON:

Rune Sølland

STIKKORD/KEYWORDS:E18 Dørdal – Tvedestrand Forundersøkelser
Biologiske kvalitetsparametere Vannkjemi
Profilstudier Økologisk og kjemisk tilstandRoad construction E18 Dørdal – Tvedestrand,
Preinvestigation water bodies**FAGOMRÅDE/FIELD OF WORK:**Program for forundersøkelser vassdrag før
veibygingPreinvestigations river basins and lakes prior to
road construction**SAMMENDRAG/SUMMARY:**

Etter oppdrag fra Nye Veier AS har NIBIO med samarbeidspartnere laget et program for forundersøkelser i vassdrag og sjø for ny E18 Dørdal – Tvedestrand. Programmet omfatter forslag til 64 stasjoner og aktuelle undersøkelser. Det har blitt samlet inn informasjon om berørte vannforekomster, deriblant dagens tilstand, aktuelle forurensningskilder, naturverdier og nytteverdi. Programmet er diskutert og forankret hos Fylkemennene i Vestfold og Telemark og Agder, samt vannområdeledere for berørte vassdrag.

LAND/COUNTRY:

Norge

FYLKE/COUNTY:


Vestfold og Telemark og Agder

KOMMUNE/MUNICIPALITY:

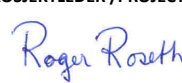
Bamble, Kragerø, Risør og Tvedestrand

STED/LOKALITET:

Ny E18 Dørdal - Tvedestrand

GODKJENT /APPROVED

EVA SKARBØVIK

PROSJEKTLEDER /PROJECT LEADER

ROGER ROSETH

**NIBIO**NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

Forord

Det skal bygges ny E18 på strekningen Dørdal – Tvedestrand, en delstrekning av ny E18 Dørdal - Grimstad. Etter oppdrag fra Nye Veier har NIBIO, FAUN, Naturplan og ViaNova laget et program for forundersøkelser i vassdrag og sjø før oppstart bygging av ny vei. Prosjektet har blitt utført som et oppdrag på rammeavtalen for tekniske rådgivingstjenester som Nye Veier har med Aas-Jakobsen AS.

Det har blitt samlet inn informasjon om tilstand, naturverdi, bruk og forurensningsbelastning for berørte vassdrag. Konsekvensutredningsrapport for vannmiljø, Dok-F-014. Tamarapport Vannmiljø. KU E18 Dørdal – Grimstad, 02.04.2019, har vært et viktig grunnlagsdokument for arbeidet.

De fleste av foreslåtte stasjoner for forundersøkelser har blitt besøkt.

Arbeidet har blitt utført av Johanna Skrutvold, Yvonne Rognan, Alexander Engebretsen og Roger Roseth i NIBIO, med innspill og kvalitetssikring fra Kristine Våge og Ole Roer i FAUN, Ingar Aaestad i Naturplan og Camilla Gremmertsen i ViaNova. Lars Narvestad i Aas-Jakobsen, har vært key account manager for prosjektet. Frode Fossøy (NINA) takkes for verdifulle innspill med hensyn til bruk av miljø-DNA til kartlegging og overvåking av organismer i elver og innsjøer.

Bilder presentert i rapporten er tatt av Roger Roseth, Johanna Skrutvold og Yvonne Rognan. Roger Roseth har vært prosjektleder hos NIBIO.

Rapporten er kvalitetssikret av avdelingsleder Eva Skarbøvik i henhold til rutiner for kvalitetssikring hos NIBIO.

Ås, 19.11.19

Roger Roseth

Innhold

1	Innledning.....	7
2	Tiltaket og naturforhold i valgt korridor.....	11
2.1	Tiltaket – utforming og korridor	11
2.2	Berggrunn og geokjemi	14
2.3	Myr, løsmasser og skog	19
2.4	Verneområder, naturtypeområder og andre naturverdier	24
2.5	Anleggsprosent i nedbørfelt	26
3	Berørte vassdrag.....	29
3.1	Lonavassdraget.....	30
3.1.1	Nedbørfelt og vannføring.....	30
3.1.2	Menneskelig påvirkning	31
3.1.3	Geologi	31
3.1.4	Verdi vannressurs.....	31
3.1.5	Rekreasjon og friluftsliv.....	32
3.1.6	Naturverdier og fisk	32
3.1.7	Vannkvalitet og økologisk tilstand	32
3.1.8	Mulig påvirkning av Lonavassdraget, anlegg og drift ny E18	35
3.1.9	Stasjoner forundersøkelser	35
3.2	Hullvannsvassdraget.....	37
3.2.1	Nedbørfelt og vannføring.....	37
3.2.2	Geologi	39
3.2.3	Menneskelig påvirkning og utbygging.....	39
3.2.4	Verdi vannressurs.....	39
3.2.5	Rekreasjon og friluftsliv.....	39
3.2.6	Naturverdier og fisk	40
3.2.7	Vannkvalitet og økologisk tilstand	40
3.2.8	Mulig påvirkning av Hullvannsvassdraget, anlegg og drift ny E18	42
3.2.9	Stasjoner forundersøkelser	43
3.3	Kragerøvassdraget med Råna.....	45
3.3.1	Nedbørfelt og vannføring.....	45
3.3.2	Geologi	47
3.3.3	Menneskelig påvirkning	47
3.3.4	Verdi vannressurs.....	48
3.3.5	Rekreasjon og friluftsliv.....	48
3.3.6	Naturverdier og fisk	48
3.3.7	Vannkvalitet og økologisk tilstand	49
3.3.8	Mulig påvirkning av Kragerøvassdraget, anlegg og drift ny E18	52
3.3.9	Stasjoner forundersøkelser	52
3.4	Gjerstadvassdraget.....	57
3.4.1	Nedbørfelt og vannføring.....	57
3.4.2	Menneskelig påvirkning	59

3.4.3	Geologi	59
3.4.4	Verdi vannressurs.....	59
3.4.5	Rekreasjon og friluftsliv.....	60
3.4.6	Naturverdier og fisk	60
3.4.7	Vannkvalitet og økologisk tilstand	60
3.4.8	Mulig påvirkning av Gjerstadvassdraget, anlegg og drift ny E18	63
3.4.9	Stasjoner forundersøkelser	64
3.5	Hammartjernbekken	70
3.5.1	Nedbørfelt og vannføring.....	70
3.5.2	Geologi	72
3.5.3	Menneskelig påvirkning og utbygging.....	72
3.5.4	Verdi vannressurs.....	72
3.5.5	Rekreasjon og friluftsliv.....	72
3.5.6	Naturverdier og fisk	73
3.5.7	Vannkvalitet og økologisk tilstand	74
3.5.8	Mulig påvirkning av Hammartjernbekken, anlegg og drift ny E18.....	77
3.5.9	Stasjoner forundersøkelser	78
3.6	Steavassdraget.....	82
3.6.1	Nedbørfelt og vannføring.....	82
3.6.2	Geologi	84
3.6.3	Menneskelig påvirkning og utbygging.....	84
3.6.4	Verdi vannressurs.....	84
3.6.5	Rekreasjon og friluftsliv.....	84
3.6.6	Naturverdier og fisk	85
3.6.7	Vannkvalitet og økologisk tilstand	85
3.6.8	Mulig påvirkning av Steavassdraget, anlegg og drift ny E18.....	87
3.6.9	Stasjoner forundersøkelser	88
3.7	Vegårvassdraget	92
3.7.1	Nedbørfelt og vannføring.....	92
3.7.2	Geologi	92
3.7.3	Menneskelig påvirkning	94
3.7.4	Verdi vannressurs.....	94
3.7.5	Rekreasjon og friluftsliv.....	94
3.7.6	Naturverdier og fisk	94
3.7.7	Vannkvalitet og økologisk tilstand	96
3.7.8	Mulig påvirkning av Vegårvassdraget, anlegg og drift ny E18.....	99
3.7.9	Vannforekomster og stasjoner.....	100
4	Forundersøkelser.....	107
4.1	Målsetting.....	107
4.2	Prinsipper for undersøkelse	107
4.3	Prøvetakingsplan	112
5	Metoder.....	114
5.1	Vannkjemi.....	114
5.1.1	Prøvetaking og oppbevaring	114
5.1.2	Profilundersøkelser	114
5.1.3	Analyseparametere.....	115

5.1	Automatisk vannovervåking	116
5.1.1	Elver	116
5.1.2	Innsjøer	117
5.2	Biologiske kvalitetselementer	117
5.2.1	Elver	117
5.2.2	Innsjøer	122
5.3	Miljø-DNA	124
5.3.1	Fokusundersøkelser og andre muligheter	124
5.3.2	Prøvetaking og lokaliteter	124
5.3.3	Fokusundersøkelser og andre muligheter	125
5.4	Substrat og sediment.....	125
5.4.1	Elver	125
5.4.2	Innsjøer og marine resipienter	125
6	Bibliografi.....	127

1 Innledning

Det planlegges bygging av ny E18 Dørdal – Grimstad. Prosjektet består av to delstrekninger, henholdsvis Dørdal – Tvedestrand og Arendal – Grimstad. Nye Veier er ansvarlig for gjennomføringen av prosjektet, og planlegging av korridor har blitt gjort gjennom et interkommunalt samarbeid. For strekningen E18 Dørdal – Tvedestrand er korridoren for ny vei valgt, og lagt til grunn for planlegging av program for forundersøkelser i vassdrag som presentert i denne rapporten.

Bygging av vei vil normalt påvirke vannmiljø i berørte vannforekomster, både under utbygging og drift. På strekningen E18 Dørdal – Tvedestrand vil valgt korridor komme i berøring med følgende vassdrag: Bakkevannet/Lona, Hullvannet, Kragerøvassdraget, Gjerstadvassdraget, Hammartjernbekken og Vegårvassdraget med Stea.

Normal påvirkning under byggefasen kan være økte konsentrasjoner av jord- og anleggspartikler, økte konsentrasjoner av nitrogen fra sprengstoff (1), økt pH fra betongarbeider og fare for akutte utslipp av kjemikalier, olje og drivstoff. Masselager for stein og større fyllingsområder vil være kilder til økt forurensning av nitrogenforbindelser, stein- og jordpartikler. Større betongarbeider kan gi økte konsentrasjoner av giftig krom 66 (2) (3) (4). Ved spesiell geologi, som sulfidholdig fjell, vil veifyllinger og steinmasser kunne gi sur og giftig avrenning med høy konsentrasjon av aluminium (5). Deponier med sulfidgneis har gitt slike problemer på E18 Lillesand – Kristiansand (6) (7), og det samme gjelder mindre områder med sulfidholdig fjell på ny E18 Tvedestrand – Arendal. Problemstillingen er viktig for ny E18 Dørdal – Tvedestrand, selv om forekomstene av reaktivt sulfidfjell foreløpig antas å være begrenset (8).

Flere av vassdragene langs ny vei, som Vegårvassdraget og deler av Gjerstadvassdraget, er naturlig sure og påvirket av langtransportert forurensning. Etter at tidligere kalking delvis har blitt avsluttet, er det lite rom for økt forsuring i deler av vassdragene med hensyn til å opprettholde livsbetingelser for ørret, sjørøtt og laks. For laksesmolt fra Storelva, med en anadrom strekning på 20 km, har det vært store problemer med overlevelse i brakkvannet i Songevannet etter utfelling av giftig aluminium i brakkvannssonen (estuarine blandsoner) (9) (10) (11) (12) (13). Tilsvarende må antas å gjelde for Stea som også munnar ut i Songevannet. Eventuelle endringer i vassdragenes forsuringssstatus som følge av sprengning og deponering av eventuelt sulfidholdig fjell, kan påvirke utfelling av aluminium og smolt dødelighet i slike blandsoner.

Fysiske endringer av nedbørfeltgrenser eller økt andel tette flater, vil kunne endre avrenningsmønster og flomstørrelse i bekker og vassdrag, med påvirkning på vannmiljø. Statens vegvesen har laget utkast til en ny håndbok som fokuserer og beskriver problemstillinger og løsninger for en best mulig vannhåndtering i vegprosjekter, både for sikkerhet og vannmiljø (14). Herunder bør myrområder, om mulig, bevares for naturlig flomutjevning (15). Viktige tilleggseffekter er bevaring av myrer som karbonlager og levested for myrtilknyttet flora og fauna (16).

Flytting av utstyr, maskiner og vanntanker mellom nedbørfelt kan føre til spredning av sykdommer og uønskede fremmede organismer som utgjør en trussel for stedegne arter. Det er grunn til å ha fokus på hvilke tidligere anleggsområder maskinpark og vanningsvogner kommer fra. Kontraktene mellom byggherre og entreprenør bør stille klare krav til desinfisering av maskiner og utstyr, og dette er spesielt viktig om det er flyttinger som kan gi stor risiko for spredning av problematiske organismer eller sykdommer.

Fokuserte sykdommer og skadegjørere er lakseparasitten *Gyrodactylus salaris*, fiskesykdommen furunkulose (*Aeromonas salmonicida*), krepsepest (*Aphanomyces astaci*), amfibiesykdommen chytridiomykose (*Batrachochytrium dendrobatidis*), den vannbårne tredreperen *Phytophthora* med flere (17) (18) (19) (20) (21) (22). Eksempler på fokuserte fremmede eller uønskede arter i vannmiljø er vasspest (*Elodea canadensis* (23)), krypsiv (*Juncus bulbosus*) (24) (25), signalkreps (*Pacifastacus leniusculus*) (26) (27) gjedde (*Esox lucius*) (28), suter (*Tinca tinca*) (29), sørv (*Scardinius*

erythrophthalmus) (30), ørekyt (*Phoxinus phoxinus*) (31), karpe (*Cyprinus carpio*) (32), mort (*Rutilus rutilus*) (33), nåleflagellaten *Gonyostomum semen* (34) med flere. Alle nevnte uønskede arter finnes i vassdrag langs ny E18 Dørdal – Grimstad, men uten at utbredelsen er kjent i detalj. Eksempelvis er det vasspest i Molandsvann i Arendal, samt suter og sørv i flere av vassdragene langs ny vei. I henhold til rapporten «Fremmede fiskearter i ferskvann i Aust-Agder – Historikk, status og konsekvenser» (35) er følgende fremmede fiskearter vurdert som et problem i Agder: Gjedde, sørv, suter, bekkerøye, karpe, regnbueørret, regnlaue, karuss og ørekyt.

Kartlegging av skadegjørere, sykdommer og fremmede/uønskede arter ved hjelp av miljø-DNA (36), vil kunne avdekke forekomster og gi informasjon som kan forebygge spredning til nye vassdrag som følge av anleggsaktivitet. Tilsvarende kan miljø-DNA bidra til å kartlegge rødlistede og sårbare arter, som krever økt varsomhet under anleggsgjennomføring og senere drift av veg. Innsamling og frysing av filtrerte og eluerte DNA-prøver vil kunne tjene som et DNA-arkiv for å klarlegge samlet tilfang av vannlevende arter i berørte vassdrag, før og etter bygging av ny vei.

Elvemusling er en rødlistet (VU) og sårbar (37), og er med bakgrunn i sin utbredelse definert som en ansvarsart for Norge (38). Historisk har det vært elvemusling i alle de større vassdragene som ny E18 Dørdal – Tvedestrand krysser (39), men etter tilbakegang er kun sikre restbestander i Storelva (Vegårvassdraget) (40) og Hammarbekken ved Risør (41). Siden elvemuslingen synes å være i framgang er det viktig å kunne registrere eventuelle restbestander eller nyetablering i vassdrag som tidligere har hatt elvemusling eller der vandring av anadrom fisk gir mulighet for slik etablering. Herunder Skjerka og Stea i Vegårvassdraget, Haugelva i Gjerstadvassdraget og Lonelva i Kragerøvassdraget.

Selv om de fleste av disse vassdragene ble vernet mot vannkraftutbygging i 1973 (Verneplan 1) som følge av store natur- og rekreasjonsverdier, er de likevel berørt av eldre vannkraftutbygginger eller større reguleringer for tømmerfløting. Dette gjelder særlig vassdragenes nedre deler, der kraftutbygging eller demninger reduserer eller stenger for oppvandring av laks og sjøørret, og i noen tilfeller også for ålevandring. De mest berørte delene av disse vassdragene har status som sterkt modifiserte vannforekomster (SMVF), med reduserte krav i forhold til å oppnå «God økologisk tilstand» iht. vannforskriften.

Storelva i Vegårvassdraget har et eldre kraftverk ved Fosstveit, der laks og sjøørret passerer, men har som nevnt problemer med smoltoverlevelse i brakkvann. Det er likevel mye laks og sjøørret i vassdraget, samt ål og niøye. Stea er anadrom opp til utløpet av Lindlandsvannet. Hammarjernbekken er anadrom til vandringshinder midtveis opp mot Aklandstjenna. Gjerstadvassdraget har vanskelig oppgang ved Søndeled kraftverk og stopp for anadrom vandring ved kraftverket ved Stifoss. I Kragerøvassdraget er det oppgang til Kammerfoss. Hullvannsvassdraget og Bakkevannet/Lonavassdraget har ikke funksjonelle anadrome strekninger.

Bygging av veg vil kunne gi store og synlige effekter i mindre vassdrag under anleggsfasen, særlig utvasking av partikler, men den økologiske tilstanden i vannforekomstene vil som oftest kunne gjenopprettes når byggefasen er over. Effektene på vassdrag i anleggsfasen blir påvirket av hvor store anleggsområdene er sammenlignet med nedbørfeltet (anleggsprosent), samt type anleggsaktivitet som pågår. For mindre nedbørfelt med stor anleggsprosent vil avrenning fra anleggsområdene i verste fall kunne gi endringer av økologisk tilstand og bortfall av verdifulle fiskebestander eller elvemusling. For å gi en indikasjon på graden av påvirkning er det i denne rapporten beregnet anleggsprosent for utvalgte vassdrag og vannforekomster. Måten «anleggsprosent» er beregnet på er angitt i rapporten, men begrepet har også blitt brukt med en annen definisjon og beregningsmåte, blant annet for E18 Tvedestrand - Arendal. Begge metoder øker forståelsen av potensiell anleggspåvirkning på vassdragene.

Rennende vann er dynamiske elementer, der midlertidige anleggseffekter som nedslamming av substrat eller påvirkning på vannkvalitet, vil kunne restaureres under flommer eller etter vedvarende

utvasking av annen forurensning som nitrogenforbindelser fra fjellsprenning og deponert stein. I Agder er det imidlertid sett eksempler på at tilført sand og finstoff har blitt kittet sammen med substratet av utfellinger, med potensielt langvarig påvirkning på gyte- og oppvekstvilkår for fisk. Finstoff som gir en langvarig tetting av alle hulrom i substratet, kan gi en vesentlig forringelse av habitatforhold for årsyngel og bunndyr, og endre bekkenes produksjon og økologiske status.

Innsjøer og tjern er i sin natur mer statiske elementer, hvor partikulær forurensning sedimenteres og akkumulerer i sediment, tilførte næringsstoffer kan gi langvarige eutrofieringseffekter og bunnvann kan bli langvarig preget av tilførte forurensninger.

Erfaringene etter miljøoppfølging under anleggsfase for E18 Rugtvedt – Dørdal, har vist at stasjonær ørret tåler mer partikler enn tidligere antatt. Selv ved stor partikkelbelastning over tid, både naturlige og anleggspartikler, så har elfiskeundersøkelser vist samme tetthet og produksjon av fisk i bekkene (42) (43) (44) (45). Det samme synes å gjelde sjørørret- og laksunger. Bekker som tidvis har hatt stor partikkelbelastning samt vesentlig forhøyede konsentrasjoner av ammonium var Nordre Høensbekken, Haukedalsbekken, Steinsmyrbekken og Heistadbekken. For alle disse har det blitt påvist tettheter av ørret og sjørørret omtrent som for forundersøkelsene, selv etter perioder med langvarig dårlig vannkvalitet. Tilsvarende for bunndyrundersøkelser i de samme bekkene, der ASPT-indeksen i flere tilfeller har indikert «God økologisk tilstand», selv etter langvarig og sterk anleggspåvirkning. Begroingsundersøkelser har delvis samme tendens.

For det store jernbaneprosjektet Farriseidet – Porsgrunn, så fant man tilsvarende resultater for viktige ørret og sjørørretbekker som Eikesdalsbekken, Solumselva, Nøklegårdsbekken, Langangsbekken, Vierdalsbekken og Rutua. Selv etter stor anleggsbelastning i 2013, 2014 og 2015 så ble det hele tiden påvist gode tettheter av ørret og sjørørretunger i de nevnte bekkene (46). Tilsvarende ble det påvist overraskende gode verdier for ASPT-indeksen ved bunndyrundersøkelser under og etter anleggsarbeid (46). En tidligere undersøkelse av fiskebestanden i Eikedalsbekken etter partikkelpåvirkning under utbygging av E18 Sky – Langangen, viste samme tendens, med påvisning av mye årsyngel etter en periode med stor partikkelbelastning (47).

Samlet indikerer erfaringer under og etter anleggsoppfølging at fisk og bunndyr tåler mer belastning i form av jord og anleggspartikler enn tidligere antatt.

Opprettholdelse av vandringsmuligheter for fisk, vannlevende og vanntilknyttede organismer er en særlig viktig oppgave der nye og store veier krysser vassdrag, elver og bekker. Det er flere veiledere som angir hvordan kulverter og andre tekniske løsninger for kryssing av vassdrag skal utføres for å kunne opprettholde vandring og migrasjon (48) (49). Ulike arter vil kunne ha ulike krav til utforming.

Driftsfasen vil kunne gi spredning og avrenning av vegsalt, mikroplast fra dekk, PAH og oljeforbindelser fra asfalt samt metaller fra bremses og korrosjon. Effekter av slike utslipp kartlegges blant annet gjennom prosjektet «Vegnære sjøer», der Aklandstjenna inngår som en viktig feltlokalitet (50). Tidligere har det blitt utført en undersøkelse «Vegsalt og tungmetaller langs veier i Sør-Norge i 2010» der Nordre Nybøtjern og Søndbøvatn ble undersøkt (51). Disse prosjektene har foreløpig ikke omfattet mikroplast fra bildekk, veimerking eller fra tilsetning i asfalt, da metodikken for bestemmelse av disse mikroplastfraksjonene ikke har vært kommersielt tilgjengelig. Undersøkelser av avrenning, rensiltak og skadeeffekter av mikroplast fra vei vil få økt fokus i årene framover. Problemstillinger rundt mikroplast i vegstøv og avrenning fra veg samt aktuelle rensiltak er vurdert og diskutert i rapporten «Microplastic in road dust – characteristics, pathways and measures» (52) og i prosjektet MicroROAD (53).

Planlagte forundersøkelser skal avklare tilstand og verdi for berørte vassdrag før veibyggingen starter. Målsettingen er å skaffe tilstrekkelig informasjon om økologisk tilstand, verdifulle fiskebestander, elvemusling, andre naturverdier, vannkjemi og dynamisk variasjon i vannkvalitet. Kunnskapen skal brukes til å dokumentere hvilken

tilstand som skal oppnås etter ferdig anlegg, om det er særlige verdier i form av fisk, elvemusling eller andre naturelementer som krever spesiell beskyttelse. I tillegg skal forundersøkelsene dokumentere naturlige dynamiske variasjoner i vannkvalitet og vannføring, styrt av hydrologi og dagens naturlige og menneskeskapte tilførselskilder i nedbørfeltene. Herunder naturlige variasjoner i pH, labilt aluminium, syrenøytraliserende kapasitet (ANC), sulfat, jern og mangan, parametere som vurderes som svært viktig for fisk og andre vannlevende organismer.

Foreslåtte forundersøkelser omfatter både vannkjemiske og biologiske undersøkelser i elver og innsjøer og tar utgangspunkt i metoder beskrevet i veileder 02-2018 (54) til vannforskriften for klassifisering av økologisk og kjemisk tilstand. Det skal også utføres enkle forundersøkelser i utvalgte sjø- og brakkvannsområder, med fokus på giftige blandsoner. Fiskeundersøkelser prioriteres på mange lokaliteter, blant annet for å avklare om mindre bekker og elver er ørretførende før oppstart av anlegg. I prøvetakingsprogrammet er det også foreslått stasjoner som er aktuelle for miljø-DNA undersøkelser og tilhørende kartlegging av utvalgte arter, sykdommer og skadegjørere.

Det er mange hensyn som skal avveies med tanke på stasjonsplassering. Foreslått stasjonsplassering vil kunne endres i forbindelse med oppstart og nye opplysninger. Generelt er det viktig at referansestasjoner ligger godt utenfor anleggsområdet.

Foreslått program for forundersøkelser omfatter ikke grunnvann og grunnvannsbrønner til vannforsyning. Dette skal utføres som et eget prosjekt. Programmet omfatter ikke detaljerte geologiske vurderinger eller undersøkelser av mulige områder med sulfidholdig fjell. Heller ikke hydrologiske effekter av anleggsinngrep i myrer og andre naturområder. Det er likevel gitt en oversikt over geologi og registrerte myrområder innenfor valgt korridor.

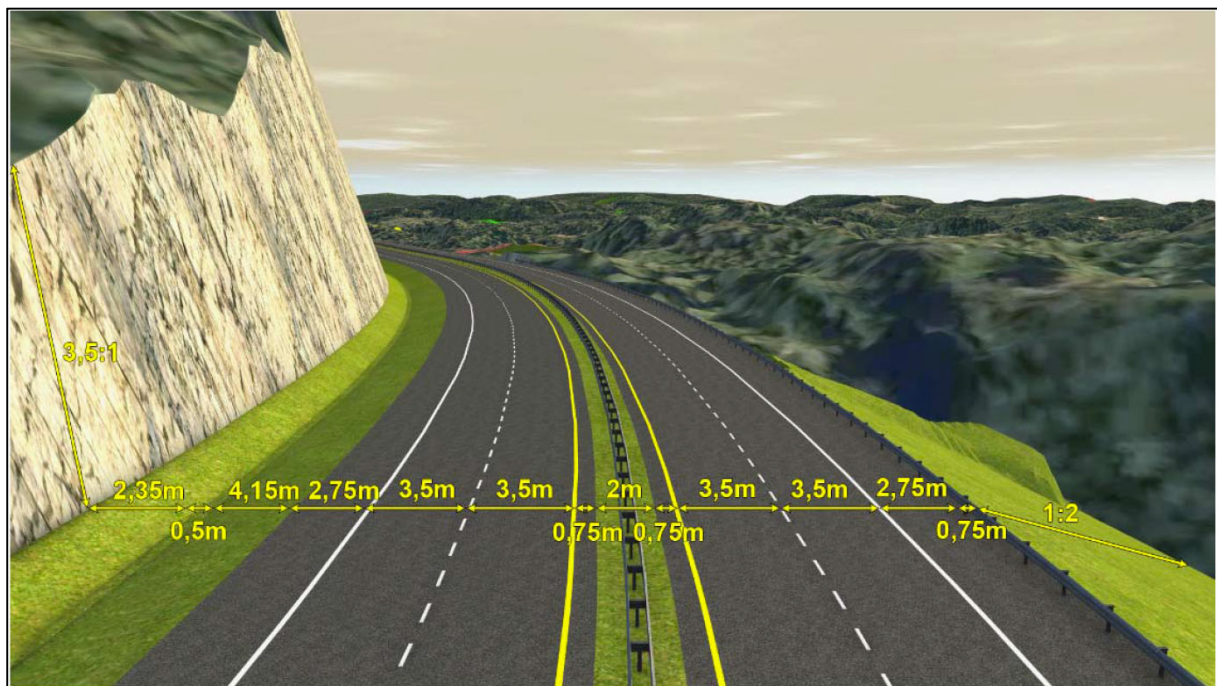
Rapport for konsekvensutredning av vannmiljø for E18 Dørdal – Grimstad (55) danner et viktig grunnlag for utarbeidet program for forundersøkelser i denne rapporten. Det har ikke blitt utført nye sårbarhetsvurderinger for de ulike vannforekomstene og vassdragene som berøres av ny E18 Dørdal – Grimstad.

2 Tiltaket og naturforhold i valgt korridor

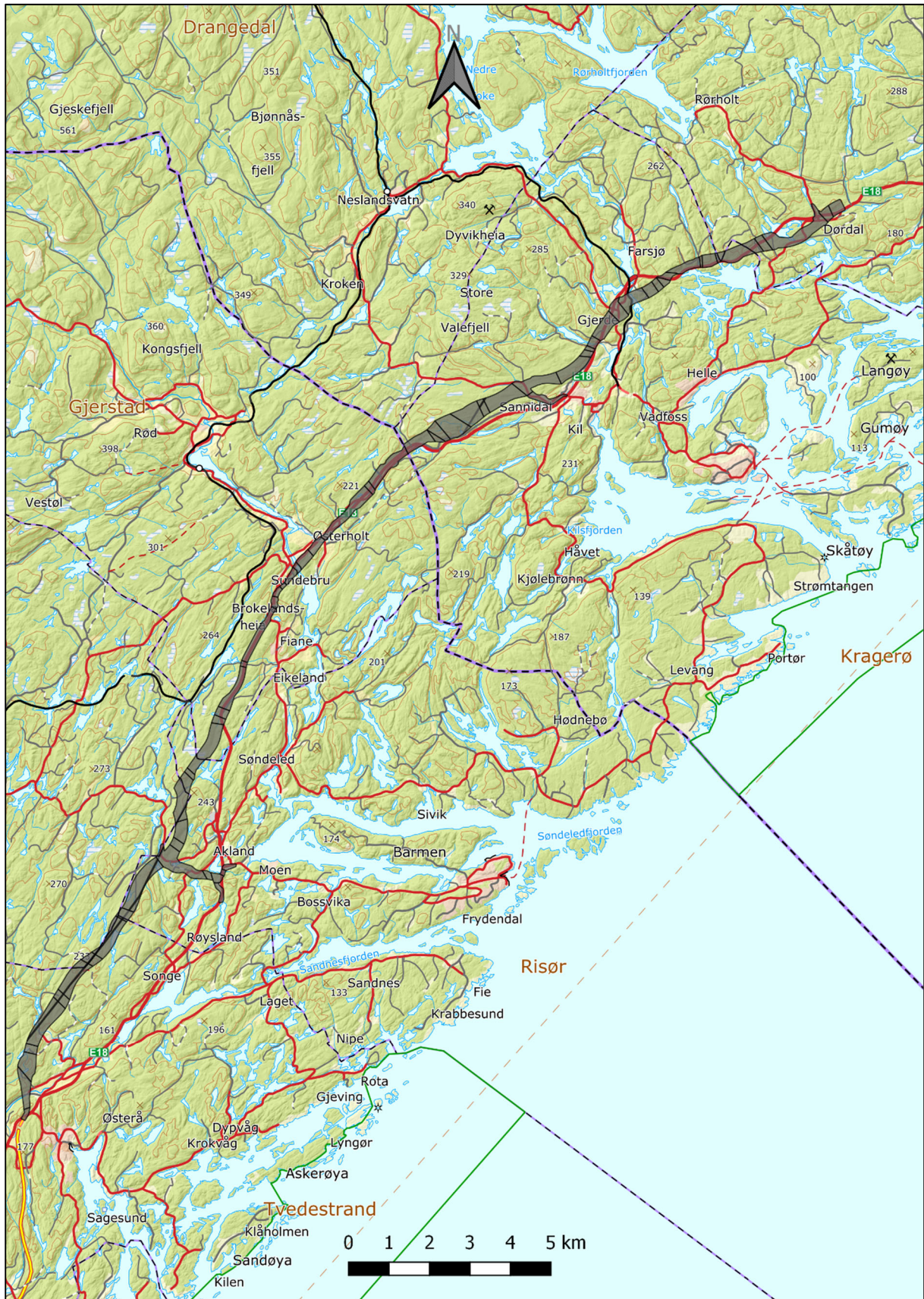
2.1 Tiltaket – utforming og korridor

Tiltaket planlegges som firefelts motorveg, veiklasse H3nv, med en asfaltert veibredde på 21,5 m (figur 2.1.1). Det legges opp til minimum 5 km mellom kryssområder og det vil bli behov for å etablere faunapassasjer. Veianlegget forventes å gi et masseoverskudd med behov for masselager samt økt utnyttelse i veifyllinger. Dagens trafikkbelastning på strekningen varierer mellom 7 000 og 10 000 biler i døgnet (ÅDT). Forventet framtidig trafikkbelastning og en vurdering av berørte vannforekomsters sårbarhet tilsier at det skal iverksettes rensing av overvann fra ny veg før utslipp til resipient (55).

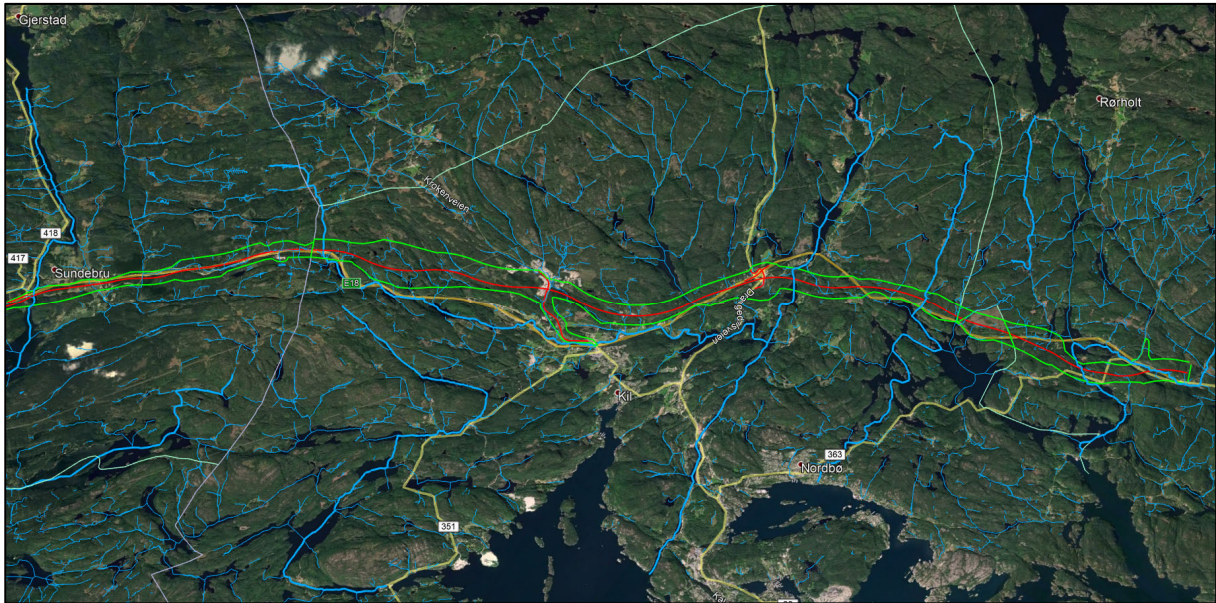
Valgt korridor og foreløpig midtlinje for ny vei er vist i figurene 2.1.2-2.1.4. Samlet lengde for ny E18 Dørdal – Tvedestrand er 54 km. I tillegg kommer etablering av avkjøring lokalveier. I den nordlige delen av korridoren, fra Dørdal til Nærsumyr i Gjerstad (34 km), ligger ny vei for en stor del i nærføring med dagens E18, med unntak av noen korte strekninger. Fra Nærsumyr og sørover fram til påkobling ny E18 Tvedestrand – Arendal (20) ligger korridoren i naturområder i god avstand til dagens E18.



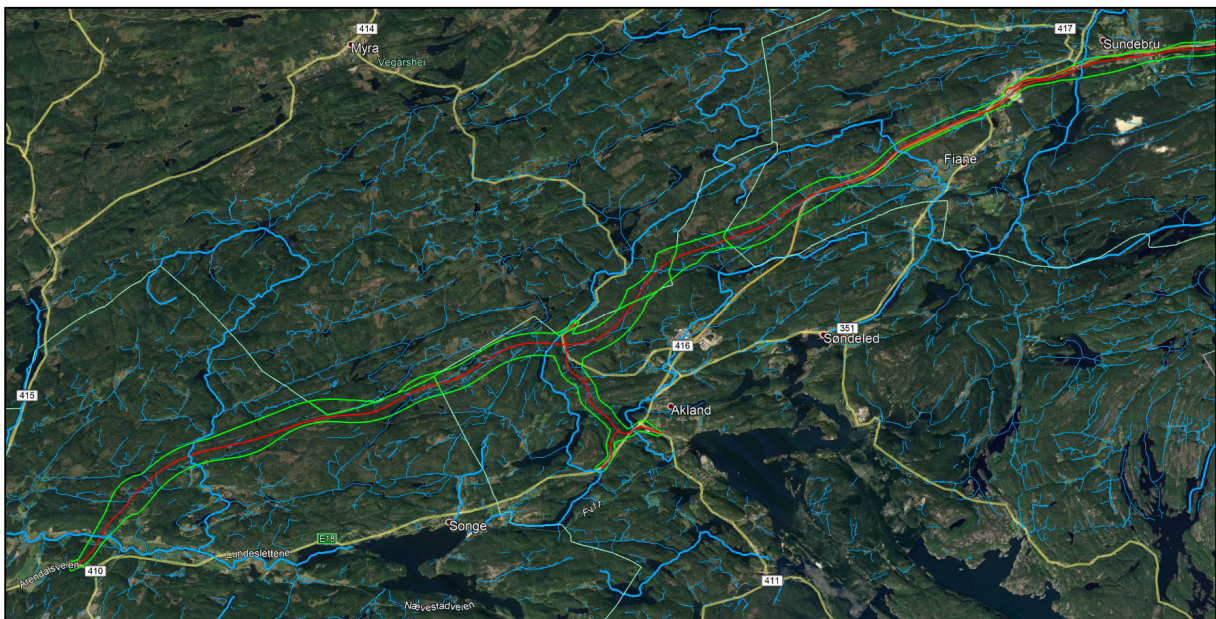
Figur 2.1.1 Tverrprofil veiklasse H3nv (56).



Figur 2.1.2. Korridor for ny E18 på strekningen mellom Dørdal og Tvedestrand.



Figur 2.1.3. Ny E18 Dørdal – Sunde bru. Korridor vist i grønt og foreløpig veilinje i rødt. Vassdrag i blått.



Figur 2.1.4. Ny E18 Sunde bru – Tvedestrand. Korridor vist i grønt og foreløpig veilinje i rødt. Vassdrag i blått.

2.2 Berggrunn og geokjemi

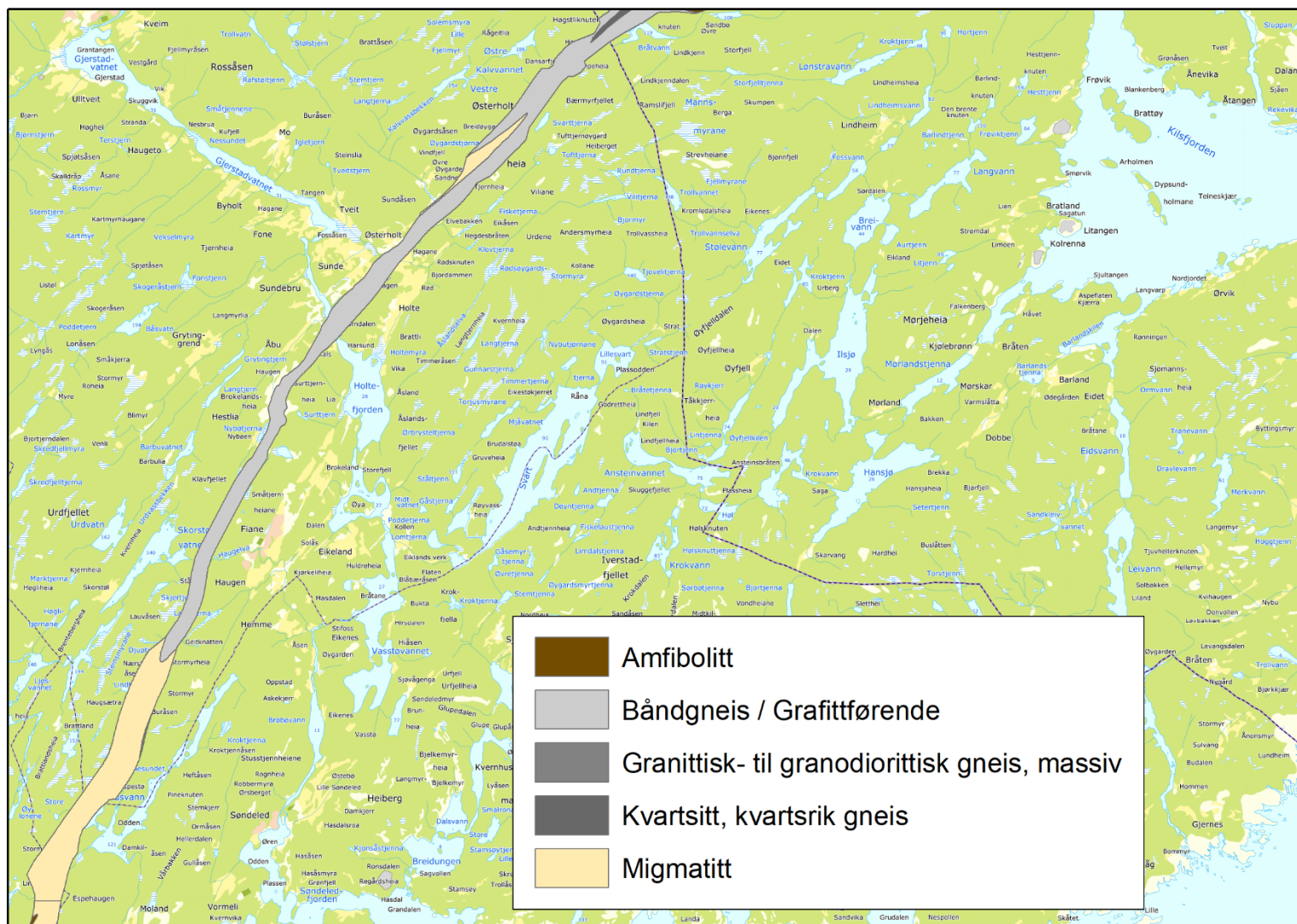
Berggrunnen i korridoren domineres av amfibolitt, båndgneis og migmatitt (tabell 2.2.1, figur 2.2.1-2.2.3). I Agderfylkene kan man treffe på berg med sulfidrike tynne bånd i ulike gneisvarianter, som anrikninger i ganger og oppkonsentrert i mørke bergarter (57). Det er viktig å identifisere og karakterisere potensielt syredannende bergarter slik at prosjektering og påfølgende håndtering og tiltak kan foregå på en betryggende måte, spesielt i områder som allerede er sensitive for forsuring (57). Med basis i foreløpig aktsomhetskart over syredannende gneis i Agder (8), er det har grå gneiser fått aktsomhetsfarten rød. Innenfor korridoren gjelder dette kun en mindre sone, der ny E18 krysser Storelva ved Fosstveit i Vegårvasdraget. For de øvrige bergartene i Bamble-komplekset så kan det påtreffes sulfidrike områder i grensesoner mellom bergarter, men også litt tilfeldig basert på lokal geologi. For øvrige bergarter innenfor korridoren, så er det vanskelig å prediktere lokale forekomster av sulfidholdig fjell, og de har derfor fått farger kun for å skille mellom ulike bergarter. All utsprenning av fjell forutsetter derfor at det utføres en på stedet vurdering av sulfidinnhold, herunder oppfølgende tester og vurderinger som beskrevet i «Forslag til klassifisering av syredannende gneis» (58). En detaljert geologisk berggrunnskartlegging og karakterisering vil også kunne gi et bedre bilde av andel og lokalitet av syredannende bergarter.

Tabell 2.2.1. Andel av forskjellige bergarter innenfor korridor.

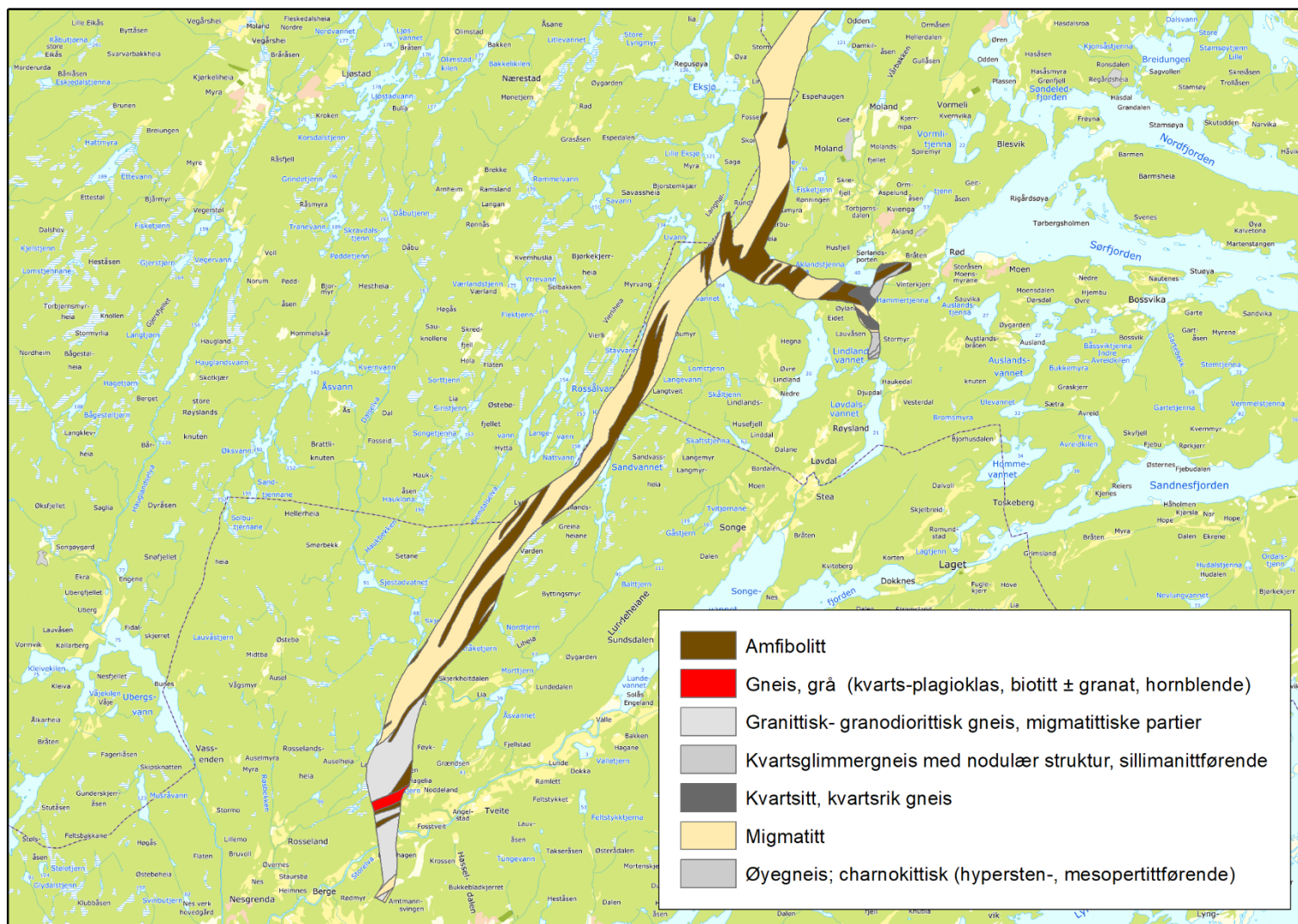
Bergarter	Areal km ²	%
Amfibolitt	5,6	21
Båndgneis / Grafittførende	4,1	16
Båndgneis, kvarts-og plagioklasrike bånd i veksling med biotitt-hornblenderike bånd, stedvis med granater og grafitt	0,4	1,4
Gneis, grå (kvarts-plagioklas, biotitt ± granat, hornblende)	0,1	0,4
Granitt, granittisk gneis, mikroklinførende, foliert i varierende grad, diabasganger (D) vanlige.	0,01	0,02
Granittisk- granodiorittisk gneis, massiv / med lagerganger av amfibolitt	0,1	0,4
Granittisk- granodiorittisk gneis, migmatittiske partier	1,0	3,9
Granittisk- til granodiorittisk gneis, massiv	0,02	0,07
Kvartsglimmergneis med nodulær struktur, sillimanittførende	0,1	0,5
Kvartsitt (kv)	0,03	0,1
Kvartsitt, kvartsrik gneis	0,9	3,5
Metagabbro inkl. "hyperitt"	0,05	0,2
Migmatitt	7,2	27
Migmatitt, lys	6,7	25
Øyegneis; charnokittisk (hypersten-, mesopertittførende)	0,02	0,06



Figur 2.2.1: Berggrunn i nordlig del av korridor.



Figur 2.2.2. Berggrunn i midte del av korridor.

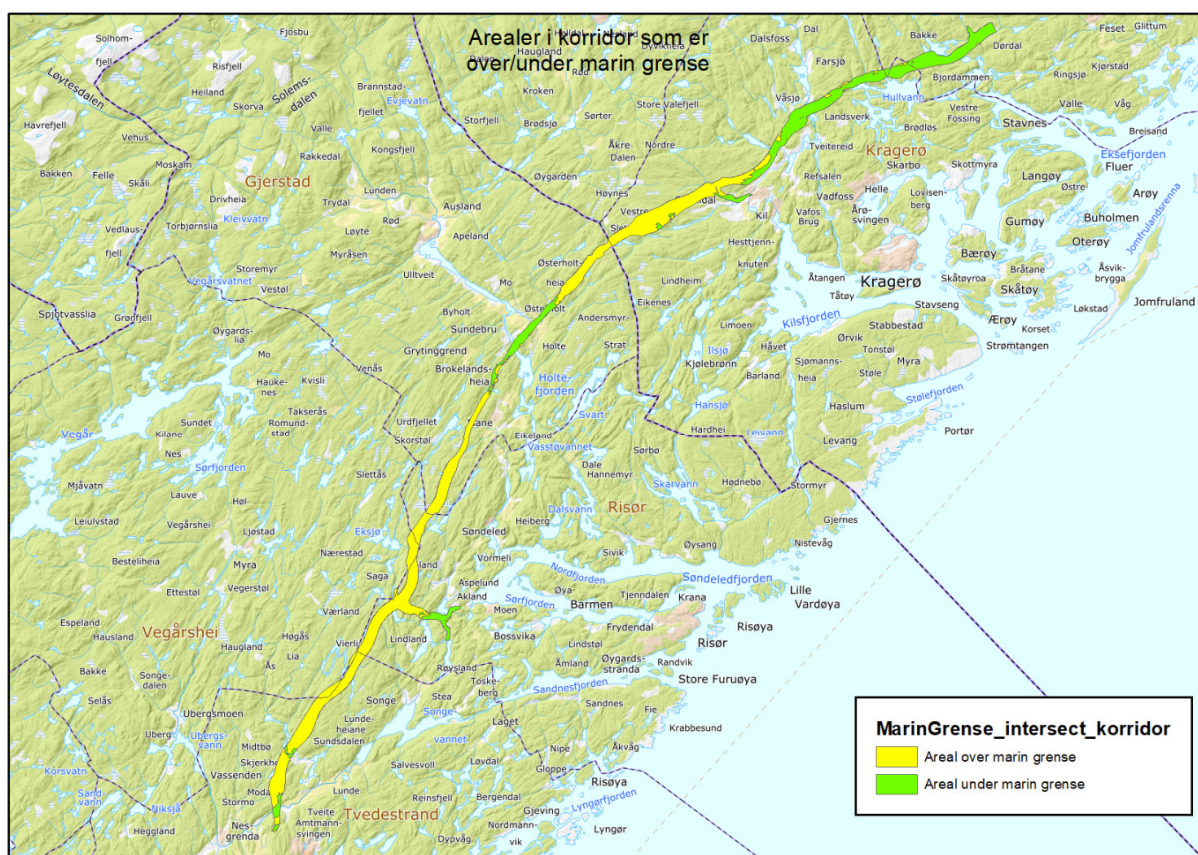


Figur 2.2.3. Berggrunn i sørlig del av korridor. Grå gneiser er gitt aktsomhetsfargen rød på grunn av potensielle syredannende egenskaper.

Store deler av arealene innenfor prosjektområdet ligger over marin grense (tabell 2.2.2, figur 2.2.4.). Vassdrag i kystnære områder som ligger under marin grense har ofte god motstandsevne mot forsurening på grunn av marine leirer som gir vannet et naturlig høyt innhold av oppløste stoffer som f.eks. kalsium (59). Innenfor korridoren ligger 34% av arealene under marin sone og det antas at risiko for skader på vassdrag fra syredannende bergarter vil være mindre i disse områdene enn arealer over marin sone. Dette vil imidlertid være avhengig av type og andel av løsmasser i området.

Tabell 2.2.2. Andel arealer over og under marin grense.

	Areal (km2)	Andel %
Areal over marin grense	17	66
Areal under marin grense	9	34



Figur 2.2.4. Arealer i korridor over (gult) og under (grønn) marin grense.

2.3 Myr, løsmasser og skog

Tabell 2.3.1 viser andelen av forskjellige arealressurser innenfor korridoren. Skog dominerer med 87% av arealet. Det er et stort fokus på å bevare myr da myr bevarer karbon, har et rikt mangfold av arter og kan dempe tørke og flom ved å lagre samt holde på vann. Det er for eksempel ikke lengre lov å nydyrke i myrarealer. Andelen av myr innenfor korridoren utgjør 3,4% av arealet.

Tabell 2.3.1. Arealressurskart (AR5) og andelen av forskjellige ressurser i korridoren.

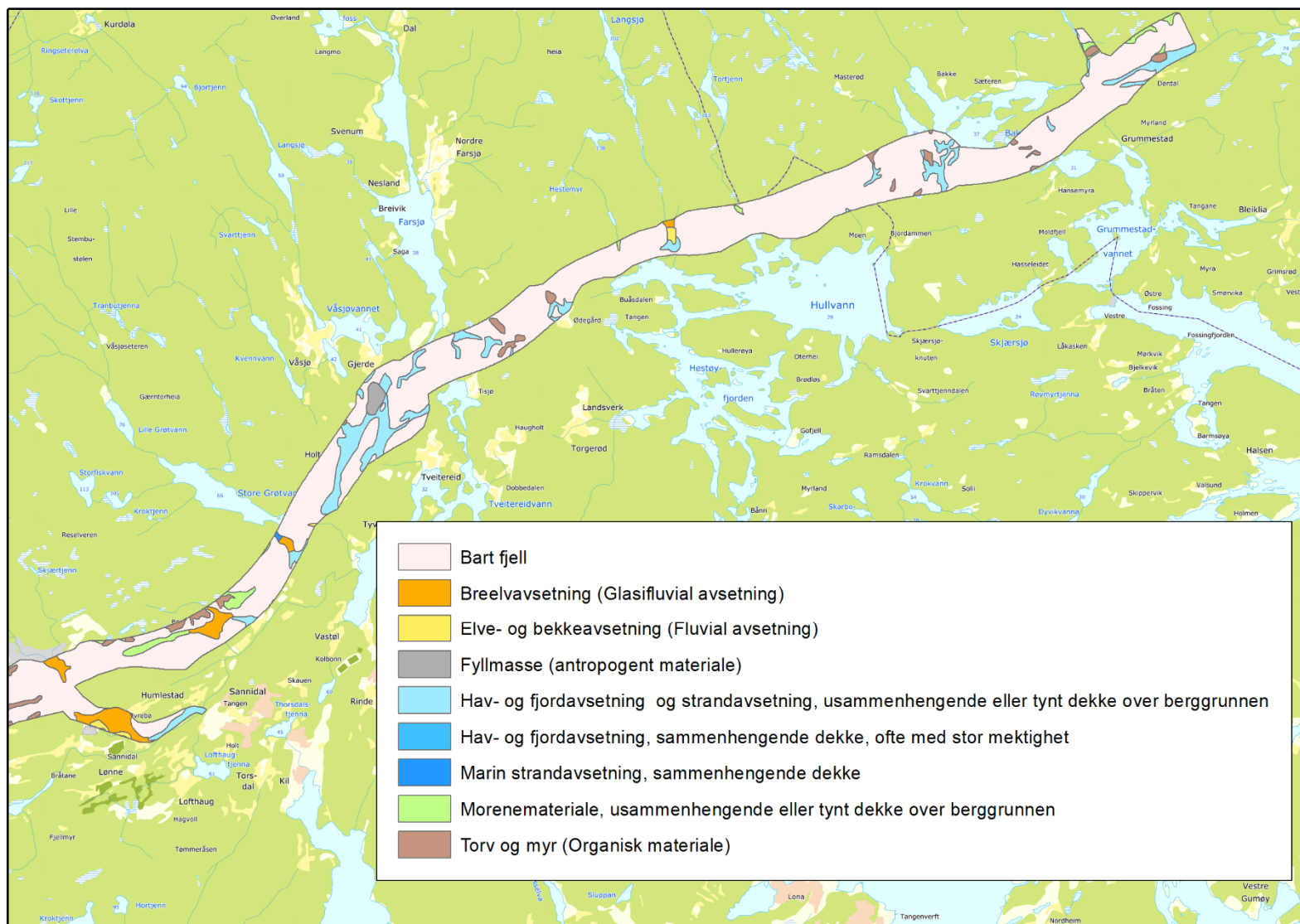
AR type	Definisjon	Areal km ²	%
11	Bebyggd	0,3	1,1
12	Samferdsel	0,6	2,1
21	Fulldyrka jord	0,3	1,3
22	Overflatedyrka jord	0,01	0,06
23	Innmarksbeite	0,1	0,3
30	Skog	23	87
50	Åpen fastmark	0,6	2,2
60	Myr	0,9	3,4
81	Ferskvann	0,7	2,7

Arealmessig fordeling av løsmasser fra kvartærgeologiske kart er vist tabell 2.3.2 og figurene 2.3.1-2.3.4. Områder med bart fjell og morenemateriale, usammenhengende eller tynt dekke dominerer. Arealet av «Hav- og fjordavsetning, sammenhengende dekke, ofte med stor mektighet» er liten med et areal på 300 m² mens andelen «Hav- og fjordavsetning og strandavsetning, usammenhengende eller tynt dekke over berggrunnen» utgjør 6,5% eller 1,7 km².

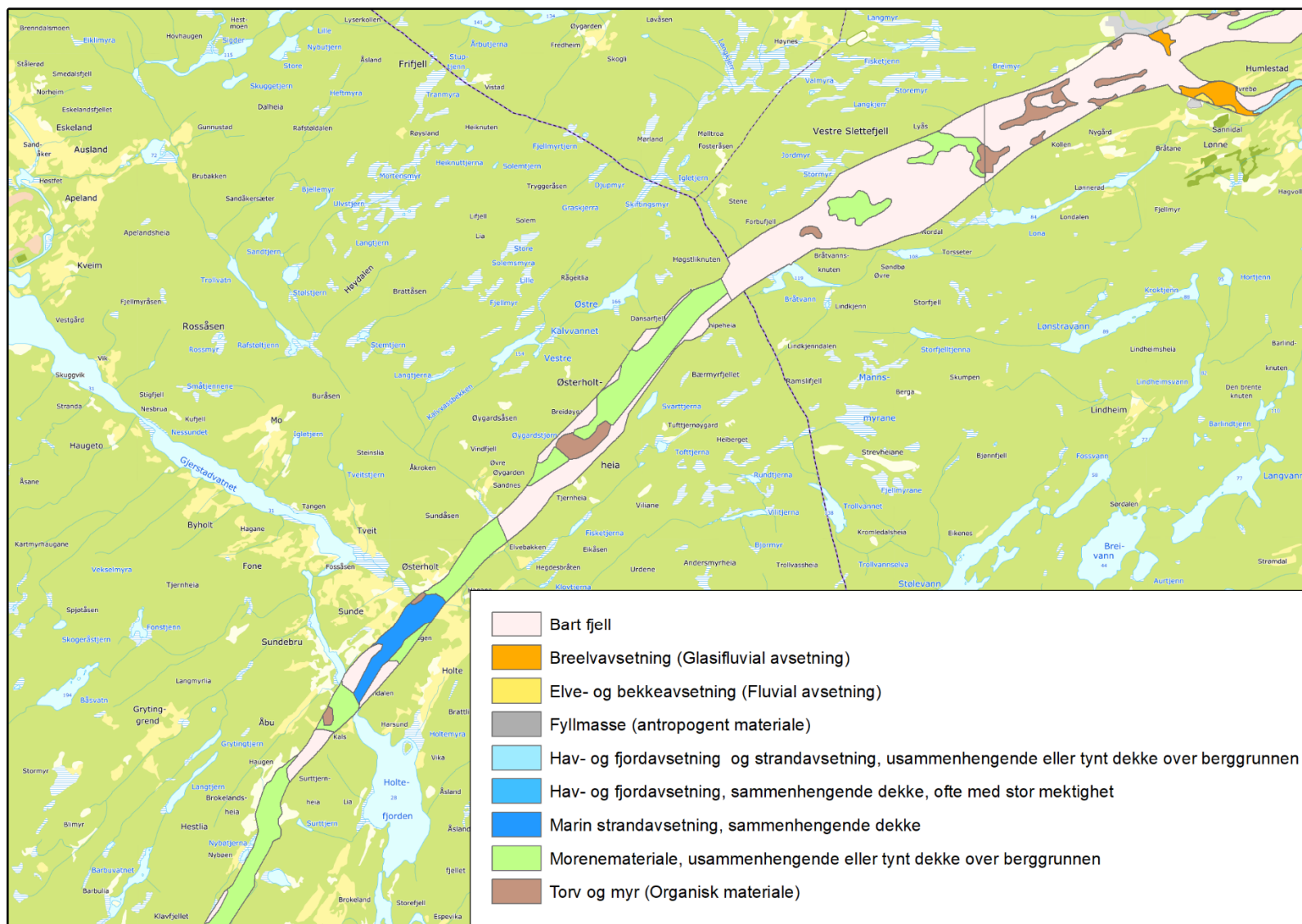
Marine avsetninger kan måtte masseutskiftes, stabiliseres eller berøres i form av skjæringer og fyllinger. Slike arbeider, og særlig i nærkontakt med vann, vil normalt skape stor utvasking av jordpartikler med tilhørende blakking og økt turbiditet i nærliggende vassdrag.

Tabell 2.3.2. Løsmasser innenfor korridoren.

Jordart	Areal km ²	%
Bart fjell	15	56
Breelavsetning (Glasifluvial avsetning)	0,3	1,0
Elve- og bekkeavsetning (Fluvial avsetning)	0,04	0,2
Fyllmasse (antropogent materiale)	0,06	0,2
Hav- og fjordavsetning og strandavsetning, usammenhengende eller tynt dekke over berggrunnen	1,7	6,5
Hav- og fjordavsetning, sammenhengende dekke, ofte med stor mektighet	0,0003	0,0
Marin strandavsetning, sammenhengende dekke	0,3	1,2
Morenemateriale, usammenhengende eller tynt dekke over berggrunnen	8,2	31
Torv og myr (Organisk materiale)	1,0	3,7



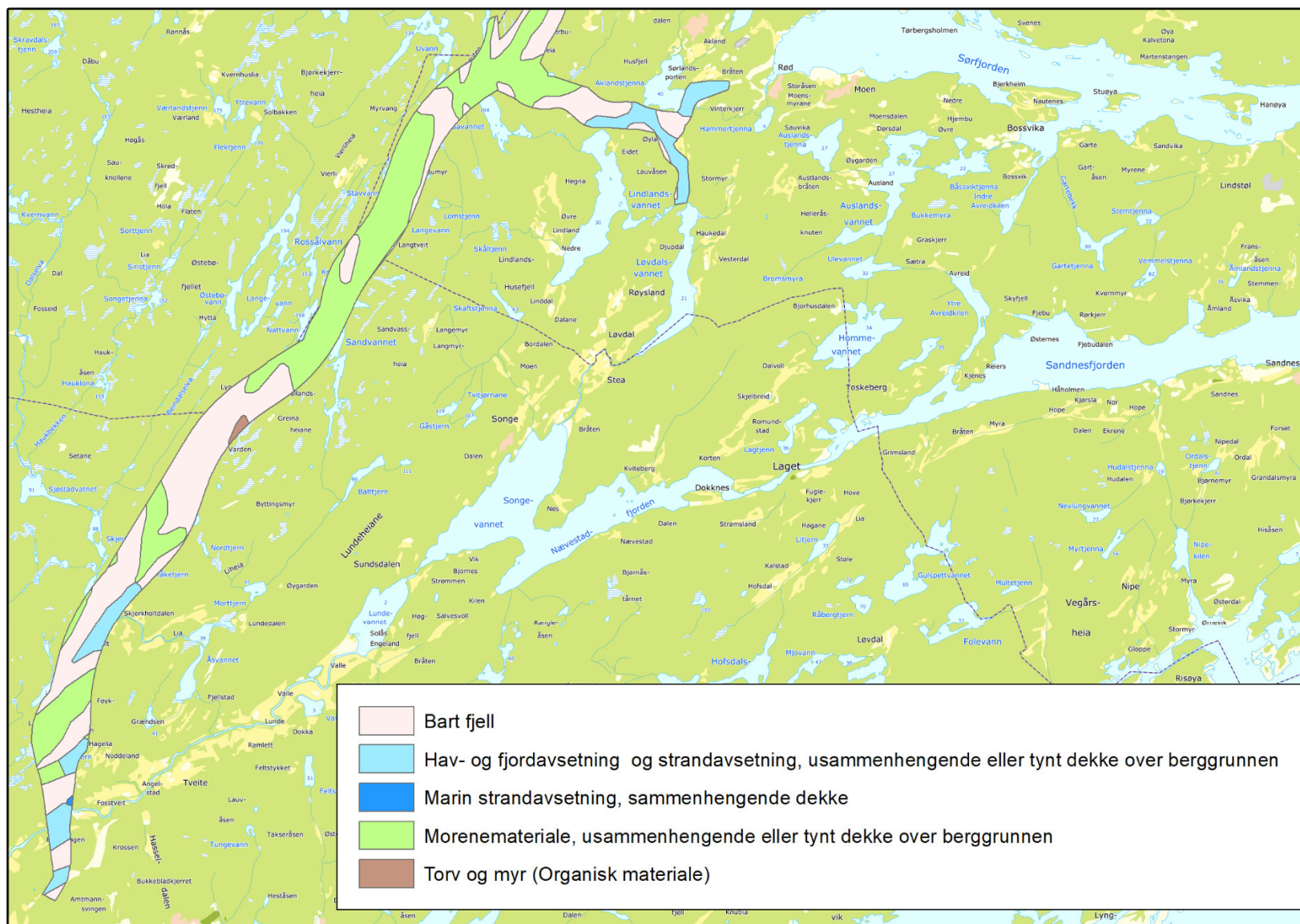
Figur 2.3.1. Løsmasser i nordlig del av korridor.



Figur 2.3.2. Løsmasser i midtre del av korridor.



Figur 2.3.3. Løsmasser i midtre del av korridor.



Figur 2.3.4. Løsmasser i sørlig del av korridor.

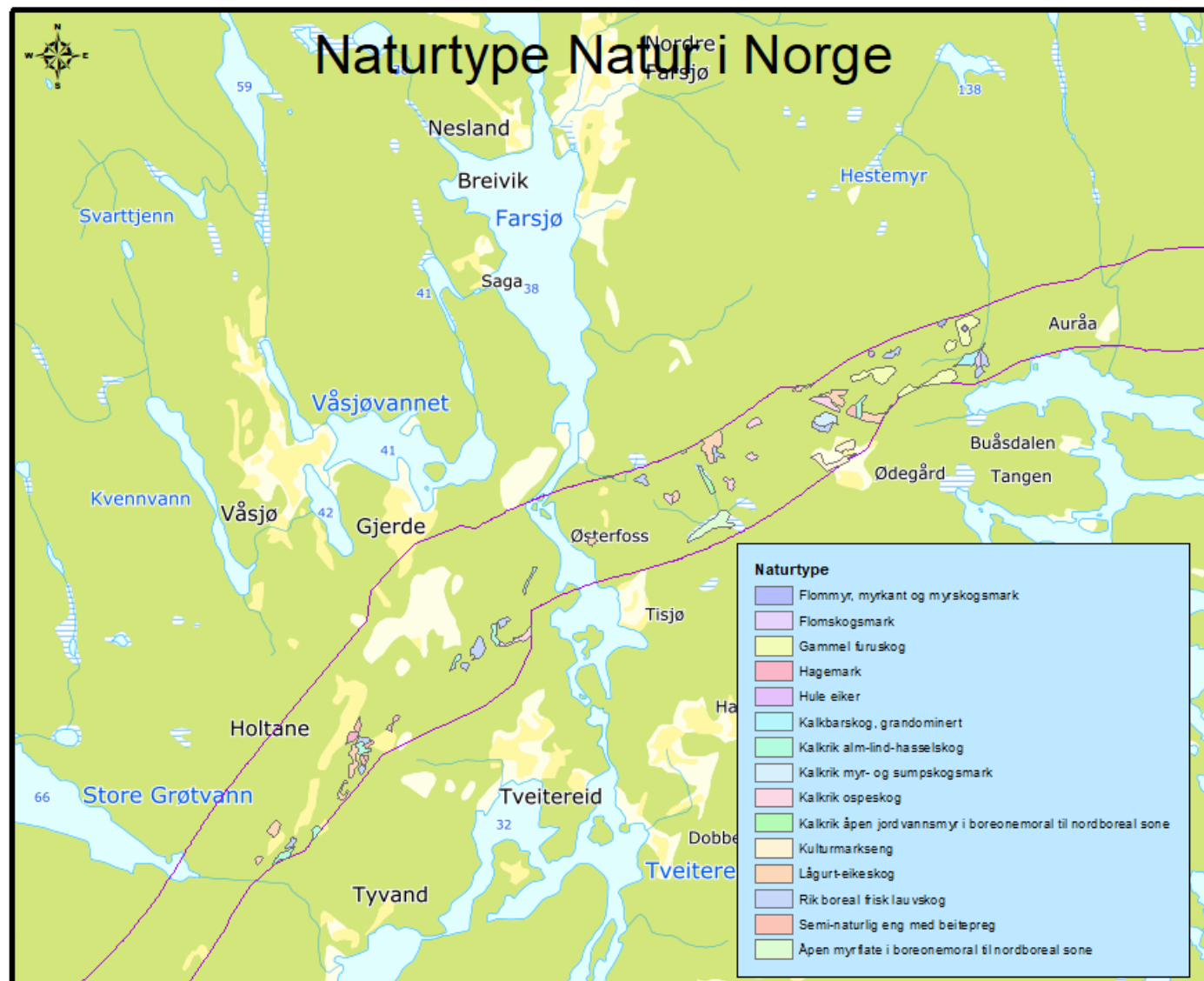
2.4 Verneområder, naturtypeområder og andre naturverdier

Tabell 2.4.2 og figur 2.4.1 viser naturtypelokaliteter kartlagt etter Miljødirektoratets instruks. Naturtyper prioritert for kartlegging er rødlistede naturtyper og naturtyper med sentral økosystemfunksjon. Hver lokalitet er gitt en økologisk kvalitet, basert på tilstand og naturmangfold (60). De forskjellige naturtypene har blitt karakterisert med forskjellig økologisk kvalitet og med detaljert beskrivelse av hver lokalitet.

Det er registrert bestander av gråhegre (*Ardea cinerea*) og storfugl (*Tetrao urogallus*) i den sørlige delen av den planlagte korridoren.

Tabell 2.4.1. Naturtypelokaliteter i korridoren hentet fra Naturbase (61).

NaturtypeNiN	Areal (daa)
Flommyr, myrkant og myrskogsmark	0,9
Flomskogsmark	1,5
Gammel furuskog	35
Hagemark	2
Hule eiker	1,4
Kalkbarskog, grandominert	5
Kalkrik alm-lind-hasselskog	20
Kalkrik myr- og sumpskogsmark	6
Kalkrik ospeskog	17
Kalkrik åpen jordvannsmyr i boreonemoral til nordboreal sone	3,2
Kulturmarkseng	10
Lågurt-eikeskog	35
Rik boreal frisk lauvskog	29
Semi-naturlig eng med beitepreg	9
Åpen myrflate i boreonemoral til nordboreal sone	12



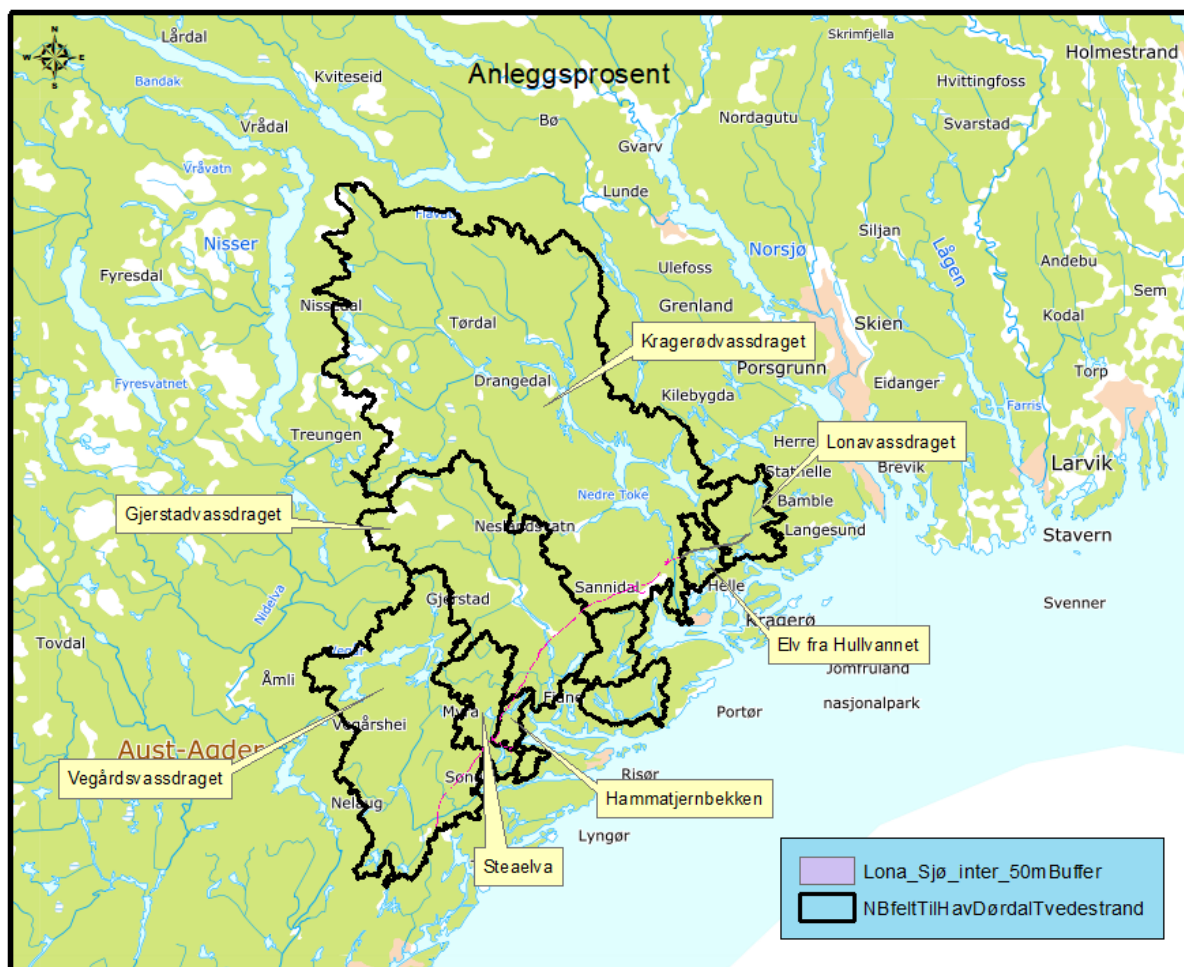
Figur 2.4.1. Naturtypelokaliteter i korridoen fra Natur i Norge.

2.5 Anleggsprosent i nedbørfelt

Tabell 2.5.1 viser anleggsprosent for hovednedbørfeltene og figur 2.5.1 viser nedbørfelt brukt ved beregning. Med anleggsprosent menes andelen av nedbørfeltet som er anleggsområde. Anleggsprosenten har framkommet ved å utføre en overlay (intersect) mellom midtlinjen (som er buffret med 50 m på hver side) og nedbørfeltene. Arealet av anleggssonen dividert på arealet av nedbørfeltet (*100) gir anleggsprosenten. Arealet til nedbørfeltene er hentet fra NVE sine datasett nedbørfelt til hav eller generert via NVE sin nettløsning NEVINA (62). Anleggsprosenten for hovednedbørfeltene er generelt lav, med unntak av Hammartjernbekken som har en anleggsprosent på 5,2.

Tabell 2.5.1. Anleggsprosent for hovednedbørfeltene.

Nedbørfelt	Areal Buffer 50m km ²	Areal nedbørfelt km ²	Anleggsprosent %
Lonavassdraget	0,4	62	0,7
Hullvannsvassdraget	0,5	28	1,9
Kragerøvassdraget	1,9	1238	0,1
Gjerstadvassdraget	1,5	369	0,4
Hammartjernbekken	0,9	17	5,2
Steaelva	0,4	82	0,5
Vegårvassdraget	1,2	407	0,3

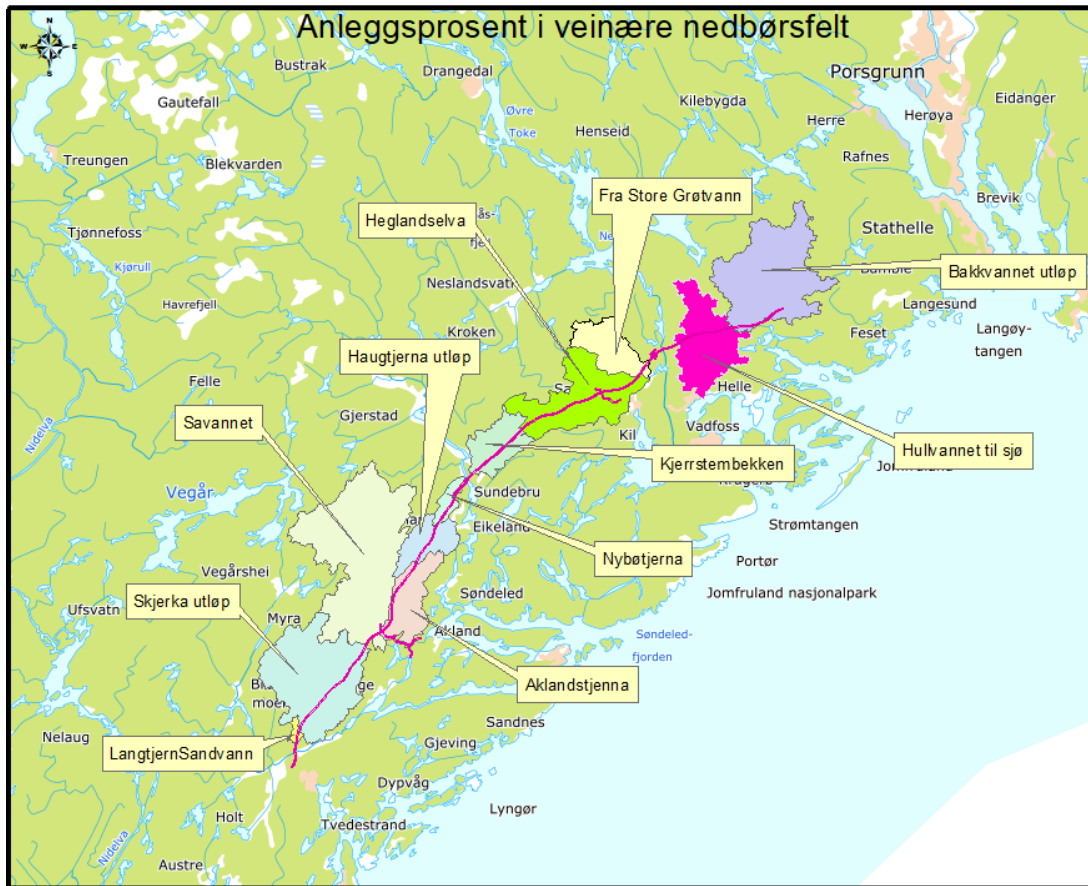


Figur 2.5.1. Hovednedbørfeltene for vassdrag langs ny E18 Dørdal – Tvedestrand, der det har blitt beregnet anleggsprosent.

Anleggsprosent ble også beregnet for mindre delnedbørfelt (tabell 2.5.2, figur 2.5.2). Samlet areal av nedbørfeltene har blitt summert rett nedstrøms navnsatt vassdragsselement i form av elv, bekk, innsjø eller tjern. Delnedbørfeltene Stavvann og Kroktjenna har størst anleggsprosent (tabell 2.5.2).

Tabell 2.5.2. Anleggsprosent for veinære delnedbørfelt.

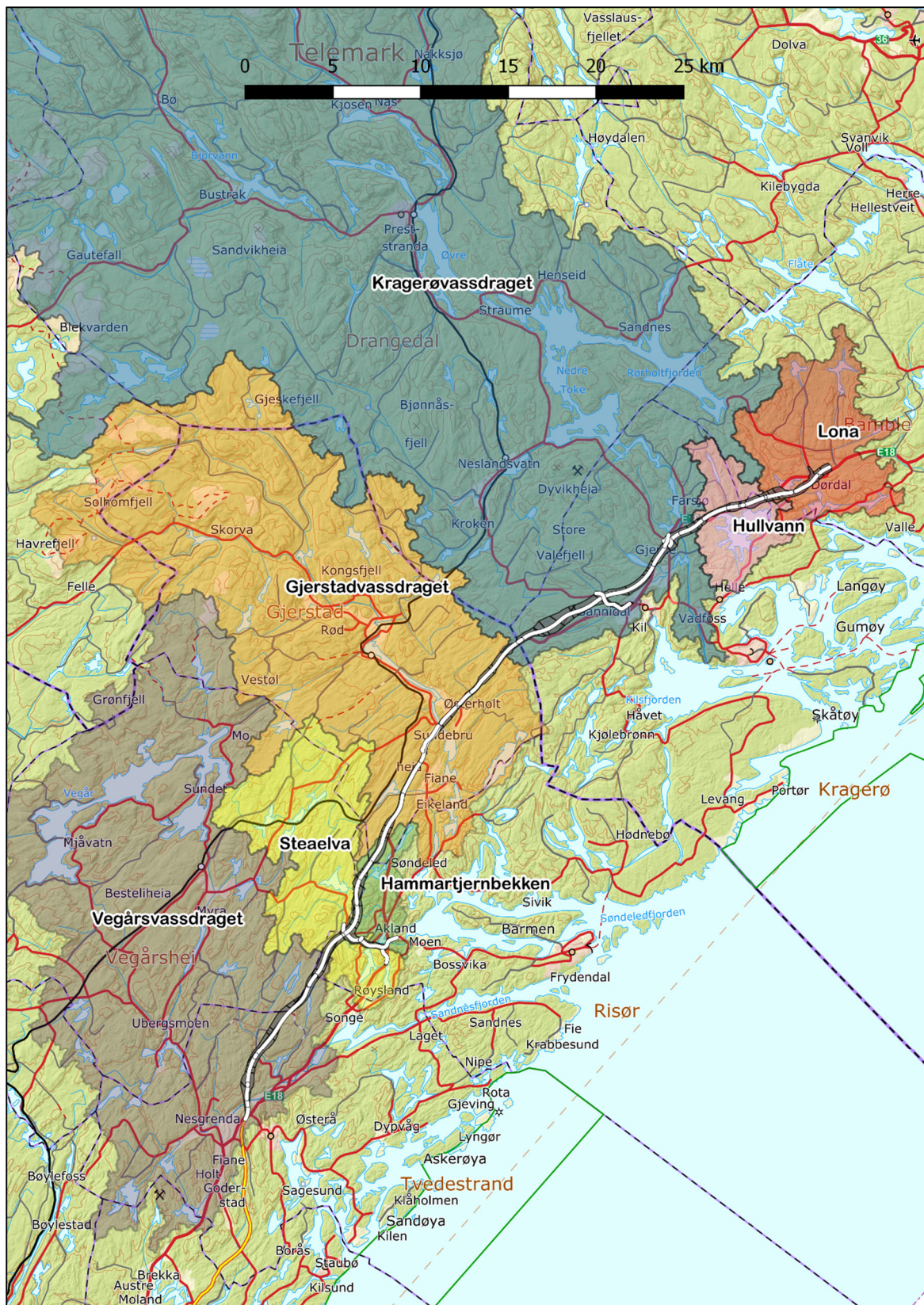
Nedbørfelt	Areal Buffer 50m (km ²)	Areal nedbørfelt km ²	Anleggsprosent %
LangtjernaSandvann	0,13	1,2	10,7
Skjerka Utløp	0,84	47,3	1,8
Savannet	0,20	67,0	0,3
Aklandstjenna	0,86	16,1	5,3
Haugtjerna utløp	0,37	11,2	3,3
Nybøtjerna	0,42	3,8	10,9
Kjerrstembekken	0,53	13,9	3,8
Heglandselva	1,29	32,9	3,9
Fra Store Grøtvann	0,14	14,4	1,0
Hullvann	0,54	28,3	1,9
Bakkevannet utløp	0,37	48,1	0,8
Plasstjenn utløp*	0,11	1,1	9,3
Kroktjenna utløp*	0,16	0,7	24,5
Stavvann utløp*	0,16	1,1	14,9
Sandvannet utløp*	0,25	3,1	8,0
<i>* Ikke vist i figur 2.5.2</i>			



Figur 2.5.2.

Anleggsprosent for veinære delnedbørfelt.

3 Berørte vassdrag



Figur 3.1. Nedbørfelt berørt av anleggsaktivitet Dordal-Tvedestrand.

3.1 Lonavassdraget

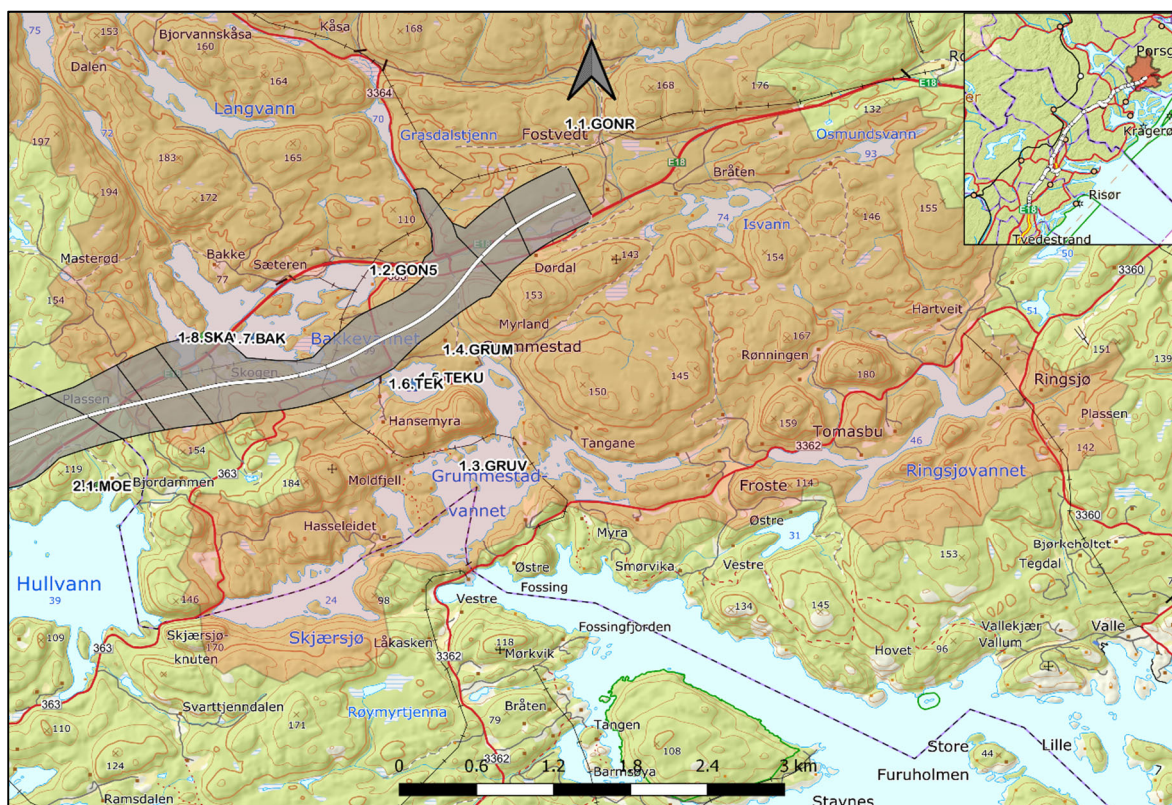
3.1.1 Nedbørfelt og vannføring

Lonavassdraget (O17.2Z) har en nedbørfelt på 62,1 km², med en arealfordeling på skog, jordbruk, myr, sjø, urbant og annet areal som vist i tabell 3.1.1. Tabellen viser også nedbørfeltareal og arealfordeling for oppstrøms ny E18, samt minste-, middel- og flomvannføring beregnet fra NEVINA (62).. Figur 3.1.1 viser nedbørfeltet i Lonavassdraget nedstrøms korridor og tentativ veilinje for ny E18, samt plassering av stasjoner for forundersøkelser. Stasjonene blir nærmere omtalt senere i kapitlet.

Nedbørfeltet til Lonavassdraget består i hovedsak av skog og har et relativt stort areal med sjø som bidrar til å dempe flomepisoder, samt en del myr. I henhold til beregning fra NEVINA er middelvannføringen ved utløpet av Bakkevann rundt 1 m³/s. Alminnelig lavvannføring er 34 l/s og middelflom er 13,4 m³/s. Beregningene kan avvike fra vannføringsberegninger utført i forbindelse med omsøkt smoltoppdrett ved Fossing.

Tabell 3.1.1 Viser nedbørfelt for Lonavassdraget, delnedbørfelt oppstrøms ny E18, arealfordeling og vannføring.

Nedbørfelt	Arealfordeling i prosent						Vannføring (l/s)		
	Skog	Jordbruk	Sjø	Myr	Urbant	Annet	Lav	Middel	Flom
Lona 62,1 km ²	88	0,5	9	2	0	0	62	1 250	14 900
Oppstrøms ny E18 48,1 km ²	89	0,3	8	2,3	0	0	34	1 000	13 400



Figur 3.1.1: Oversiktskart nedre del av Lonavassdraget nedbørfelt.

3.1.2 Menneskelig påvirkning

Lonavassdraget (også kalt Fossingvassdraget) er trolig en av de første regulerte vassdragene i Norge, med bygging av reguleringsdammer allerede på 1500-tallet. Vassdraget har 12 reguleringsdammer (63) og formålet har variert fra tømmerfløting, via kornmølle, tresliperi, kraftproduksjon og i dag smoltoppdrett og kraftproduksjon. Fossing Storsmolt fikk i 2017 konsesjon for uttak av vann til smoltproduksjon på den gamle industritomta til Fossing tresliperi nede ved Fossingfjorden (64). Det ble gitt tillatelse til et maksimalt vannuttak på 0,7 m³/s og et midlere årlig vannuttak på 0,4 m³/s (65). I henhold til konsesjon kan vannuttaket baseres på regulering av 7 av 11 tidligere regulerte innsjøer. Settefiskanlegget skal ha en årlig produksjon på 5 millioner smolt/storsmolt, til sammen 636 tonn settefisk/år. Beregnet årlig dyputslipp til Fossingfjorden er 21 tonn nitrogen, 2 tonn fosfor og 33 tonn organisk karbon (66). Driften forutsetter en regulering av Grummestadvannet med 1,5 m, og en utnyttelse av øvre deler av vassdraget ved behov for mer vann. Overskudd av vann som ikke brukes til smoltoppdrett skal utnyttes til kraftproduksjon. Fallhøyden fra Grummestadvannet og ned til Fossing er rundt 20 m.

I Vann-Nett er det anslått at Bakkevannet mottar spredt avløp fra ca. 10 husholdninger i tillegg til å bli påvirket av veisalt fra eksisterende E18. Både historisk og i dag har vassdraget blitt påvirket av skogbruk og skogsdrift, der dagens flatehogst, bruk av markberedning og eventuelt helikoptergjødsling, kan gi en større påvirkning på vannkvaliteten enn tidligere skogsdrift.

Geologisk har Kongsberg/Bamblekomplekset vært interessant for gruvedrift, og det har vært gruvedrift og forsøk på gruvedrift mange steder i Bamble, delvis i sulfidholdige bergarter som magnetkis. I Bamble har det historisk blitt brutt bly og sink, nikkel og apatitt (67) (68). Det er stor geologisk variasjon og de ulike avgangsmassene fra gruver og forsøksdrift har ulike geokjemiske egenskaper som kan påvirke lokal vannkvalitet ved omgraving, sprengning eller deponering. Ved Fossing er det fjell med gode egenskaper som grus- og pukkkressurs.

Dagens E18 går i nærføring til Gongeelva og Bakkevannet, og lokal vannkvalitet vil påvirkes av avrenning av vegsilt, dekk- og asfaltslitasje og annen trafikkskapt forurensning fra bremses og og forbrenning (69) (70) (71). Utbygging av ny E18 Dørdal – Rugtvedt, som pågår i perioden 2017 – 2020, har også påvirket vannkvaliteten i Gongeelva (42) (43) (44) (45).

3.1.3 Geologi

Bamblekomplekset har svært variert geologi. Store lokale variasjoner gjør det vanskelig å forutse om ny veg vil komme i direkte berøring med sulfidholdig fjell der deponering av utsprengt stein kan gi sur avrenning med sulfat og gi utvasking av giftig aluminium. Problemstillingen må utredes nærmere som en del av reguleringsplanen samt ivaretas gjennom undersøkelser av utsprengt fjell i anleggsfasen.

Berggrunnskartet fra NGUs base (72) indikerer at korridoren for ny E18 gjennom nedbørfeltet til Lonavassdraget (figur 2.2.1) er dominert av migmatitt, med mindre innslag av metagabbro, båndgneis og mer næringsrik amfibolitt. Migmatitt er en omforandret og nedsmeltet bergart av forskjellig opprinnelse, som kan være pyrittførende. For deler av E18 Rugtvedt – Dørdal ved Lillejordet er det synlige jernutfellinger i fjellskjæringer med migmatitt.

3.1.4 Verdi vannressurs

Uttak av vann til smoltoppdrett og kraftproduksjon gjør at Lonavassdraget har stor kommersiell verdi som vannressurs, både mengde og vannkvalitet. En forringelse av vannkvalitet til smoltoppdrett i form av lavere pH, økt innhold av labilt aluminium, redusert syrenøytraliseringskapasitet (ANC), økt innhold av jern eller mangan eller økt innhold av ammonium eller partikler, kan få stor økonomisk betydning.

Økt partikkelinnhold kan teoretisk øke slitasje på turbiner for kraftproduksjon.

Hytter i strandsonen og på øyer i Bakke- og Grummestadvannet kan ha drikke- og bruksvann direkte fra vassdraget.

Det utøves fritidsfiske i både Bakke- og Grummestadvannet, men fisket har liten kommersiell verdi. Ålefisket i vassdraget har hatt økonomisk betydning tidligere.

3.1.5 Rekreasjon og friluftsliv

Bakkevannet har flere områder brukt til bading, båtliv og fiske fra mindre fritidsbåter, en del hytter samt kvaliteter for padling og uteliv. Langs dagens E18 er det to mye brukte rasteplasser helt inntil vannet.

3.1.6 Naturverdier og fisk

Lonavassdraget ble vernet mot videre kraftutbygging gjennom verneplan I fra 1973 (Verna vassdrag 017/1 Bamble/Solum-Drangedal). Bakgrunnen for vernet er blant annet stort naturmangfold for vannrelatert biologi, samt friluftslivsinteresser.

I henhold til en spørreundersøkelse utført av NINA i 1997 er det ål, suter, mort, abbor og ørret i Grummestadvann. I henhold til en rapport fra BioFokus i 2008 (73) er det suter også i Bakkevannet. I tillegg er det ørret og ål. De viktigste gytebekkene for ørret i Grummestadvann er bekkene fra Skjærssjøen og Ringsjøen. Det er ikke kjent om Grummestadbekken tjener som gytebekk.

Lonavassdraget antas å ha vært sjørrettførende opp til Grummestadvann og Teksttjenn før regulering, men det er svært lenge siden. Idag har vassdraget ingen fungerende anadrom strekning, da utløpselva til Fossingfjorden (240 m lang) kun har periodisk vannføring, er bratt og har grovt og uegnet substrat. Med relativt omfattende tiltak i forhold til minstevannføring og vandringshindre, så kan det tilrettelegges for oppvandring av sjørret til Grummestadvannet, Skjærssjøen, Teksttjenn og tilliggende småbekker. Dette er foreløpig vurdert som lite aktuelt. Tidligere regulering har forringet ålens vandringsmuligheter i vassdraget, og ålens bruk av vassdraget antas i dag å være begrenset. I forbindelse med planlagt uttak av vann til smoltproduksjon er det lagt opp til tiltak som skal forbedre ålens oppvandringsmuligheter i Lonavassdraget.

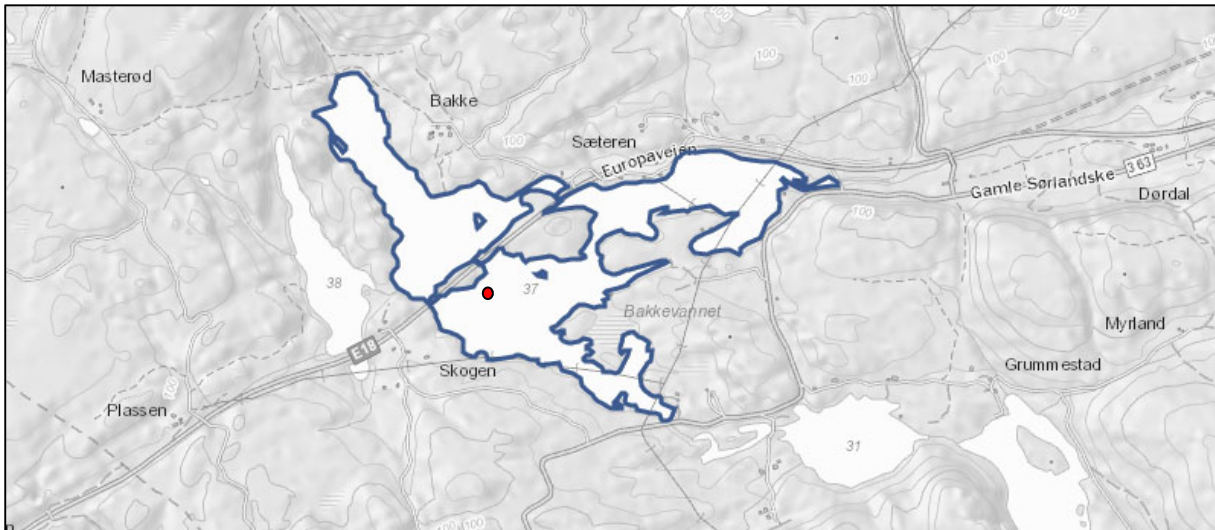
Under fiskeundersøkelser på to stasjoner i Gongeelva før og under bygging av E18 Rugtvedt – Dørdal i 2016, 2017, 2018 og 2019 har det kun blitt påvist ørret, og aldri ål (42) (43) (44) (45).

Lonavassdraget har avrenning til Fossingfjorden, som en del av Svennerbassenget, en nasjonal laksefjord for Nummedalslågen.

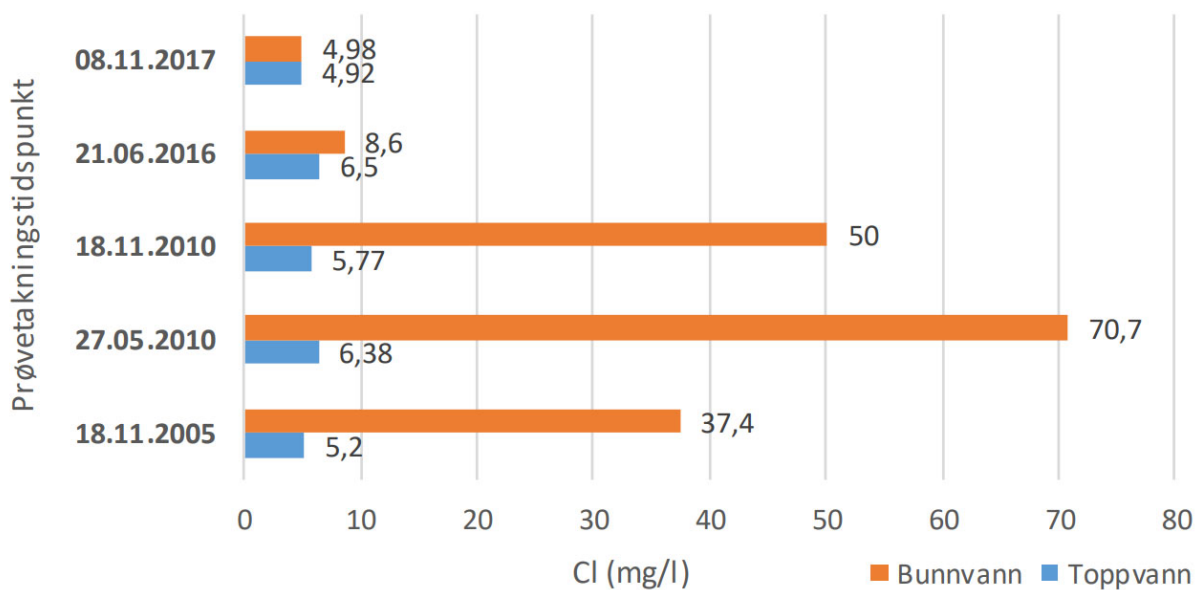
3.1.7 Vannkvalitet og økologisk tilstand

Bakkevannet (figur 3.1.2) er foreløpig definert som en sterkt modifisert vannforekomst (SMVF) med **Moderat økologisk tilstand, God kjemisk tilstand** og en vurdering om at miljømålet **Godt økologisk potensial** (GØP) allerede er oppnådd (74). Målsetting er en levedyktig fiskebestand. Bakkevannet har vanntype TOC2-5 «Middel, moderat kalkrik, klar».

Det har tidligere ikke blitt gjennomført bestemmelse av økologisk tilstand med månedlig prøvetaking av planteplankton, næringsstoffer og klorofyll A, i henhold til veileder 02-2018 (75). Det kan være aktuelt å utføre undersøkelser av forsurening basert på indekser med bruk av littorale og pelagiale krepsdyr samt planteplankton. Bakkevannet har inngått i undersøkelsen «Veinære innsjøer» for å klarlegge effekter av veiavrenning på vannkvalitet og fysiske forhold i innsjøene (50). Stasjon for undersøkelser ligger øst for dagens E18, som vist på figuren 3.1.3. Undersøkelsen konkluderte med at Bakkevannet var lite påvirket av veisalt, selv om det ble påvist en saltgradient mellom topp- og bunnvann i 2005 og 2010 (figur 3.2). Det har blitt analysert for en rekke trafikkskapt forurensningselementer, og i 2005 ble det også tatt ut sedimentprøve. Det ble påvist en forhøyet konsentrasjon av sink i 2012 (mest sannsynlig bildekkrelatert, men kan være hogst).

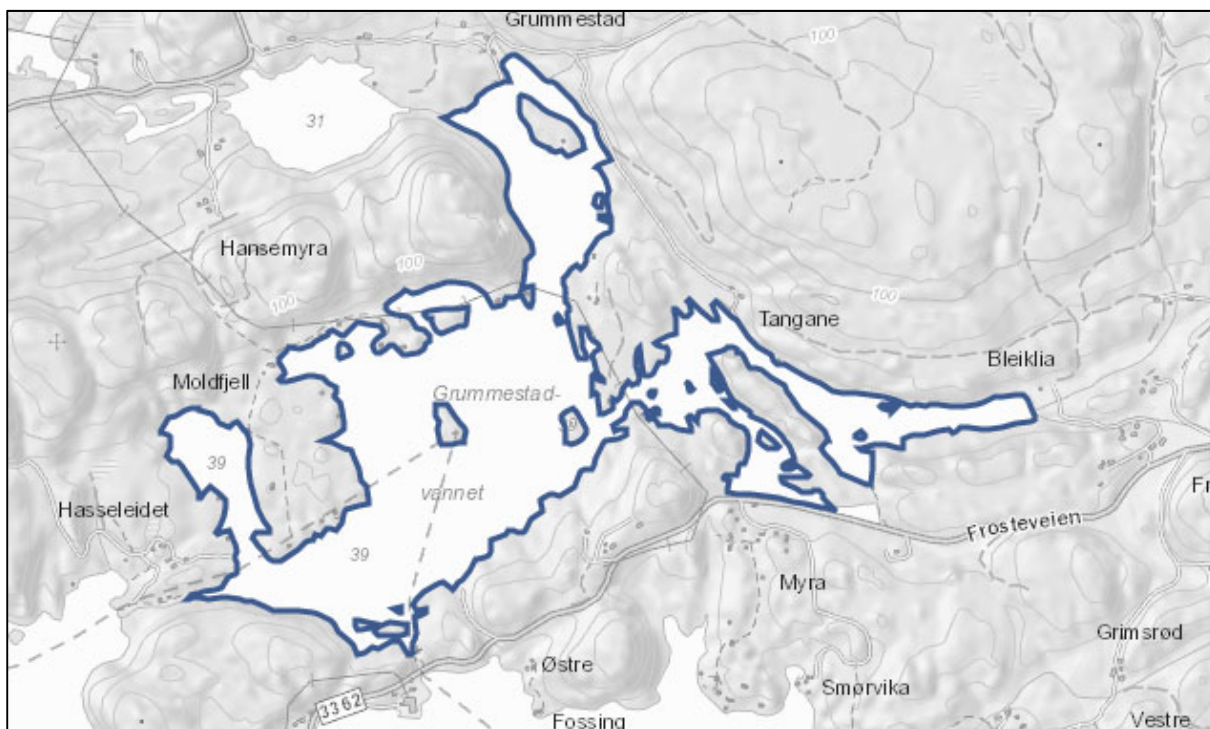


Figur 3.1.2. Vannforekomsten Bakkevannet (fra Vann-Nett). Rød prikk er stasjon brukt i «Veinære sjøer» (50).



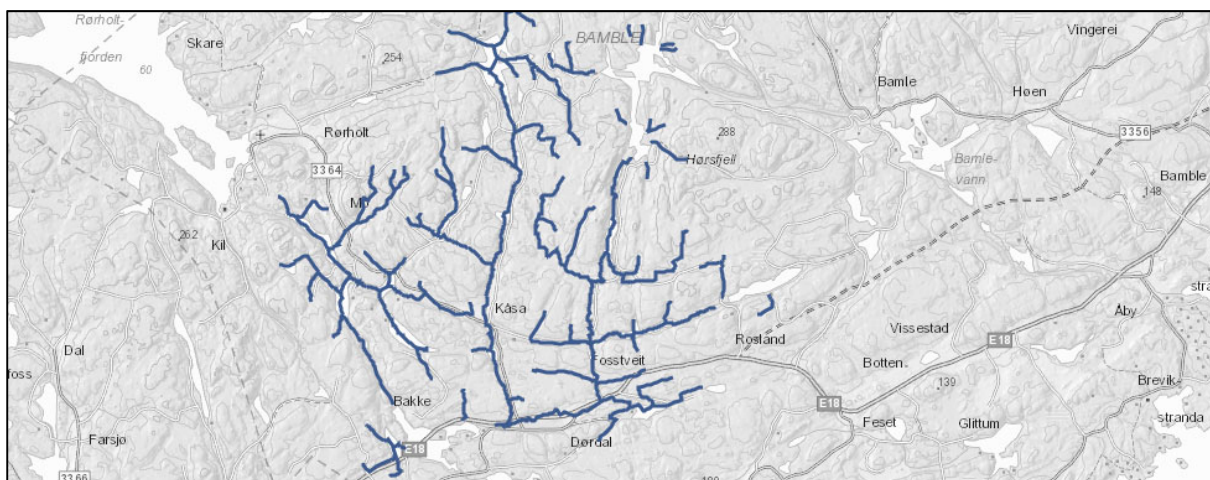
Figur 3.1.3. Kloridinnhold i Bakkevannet i 2005, 2010, 2016 og 2017. Figur fra «Veinære sjøer, sluttrapport» (50).

Grummestadvannet (figur 3.1.4) er regulert med en normal reguleringshøyde på 1,5 m, men har ikke registrert som en sterkt modifisert vannforekomst (SMVF) i Vann-Nett, selv om det er habitatforringelse som følge av hydrologisk og morfologiske endringer. Grummestadvannet har blitt vurdert å ha **God økologisk tilstand, God kjemisk tilstand** og at det er liten risiko for at miljømålet om god økologisk tilstand ikke skal oppnås. Grummestadvannet har vanntype TOC2-5 «Middel, moderat kalkrik, klar». Som for Bakkevannet er det begrenset tilfang av undersøkelser som ligger til grunn for vurdering av økologisk og kjemisk tilstand, og det er behov for oppdaterte grunnlagsundersøkelser.



Figur 3.1.4. Vannforekomsten Grummestadvannet (fra Vann-Nett).

Bakkevannet bekkefelt (017-79-R) oppstrøms Bakkevannet er vist i figur 3.1.5, og har blitt vurdert å ha **Moderat økologisk tilstand, God kjemisk tilstand** og med **Risiko** for at miljømålet om god økologisk tilstand ikke skal oppnås. Bekkefeltet har vanntype TOC2-5 «Middel, moderat kalkrik, klar». Begrunnelsen for økologisk tilstand er bunndyrundersøkelser gjennomført av NIBIO i Gongeelva under forundersøkelser før anleggsstart E18 Rugtvedt – Dørdal (76).



Figur 3.1.5. Vannforekomsten Bakkevannet bekkefelt (fra Vann-Nett).

3.1.8 Mulig påvirkning av Lonavassdraget, anlegg og drift ny E18

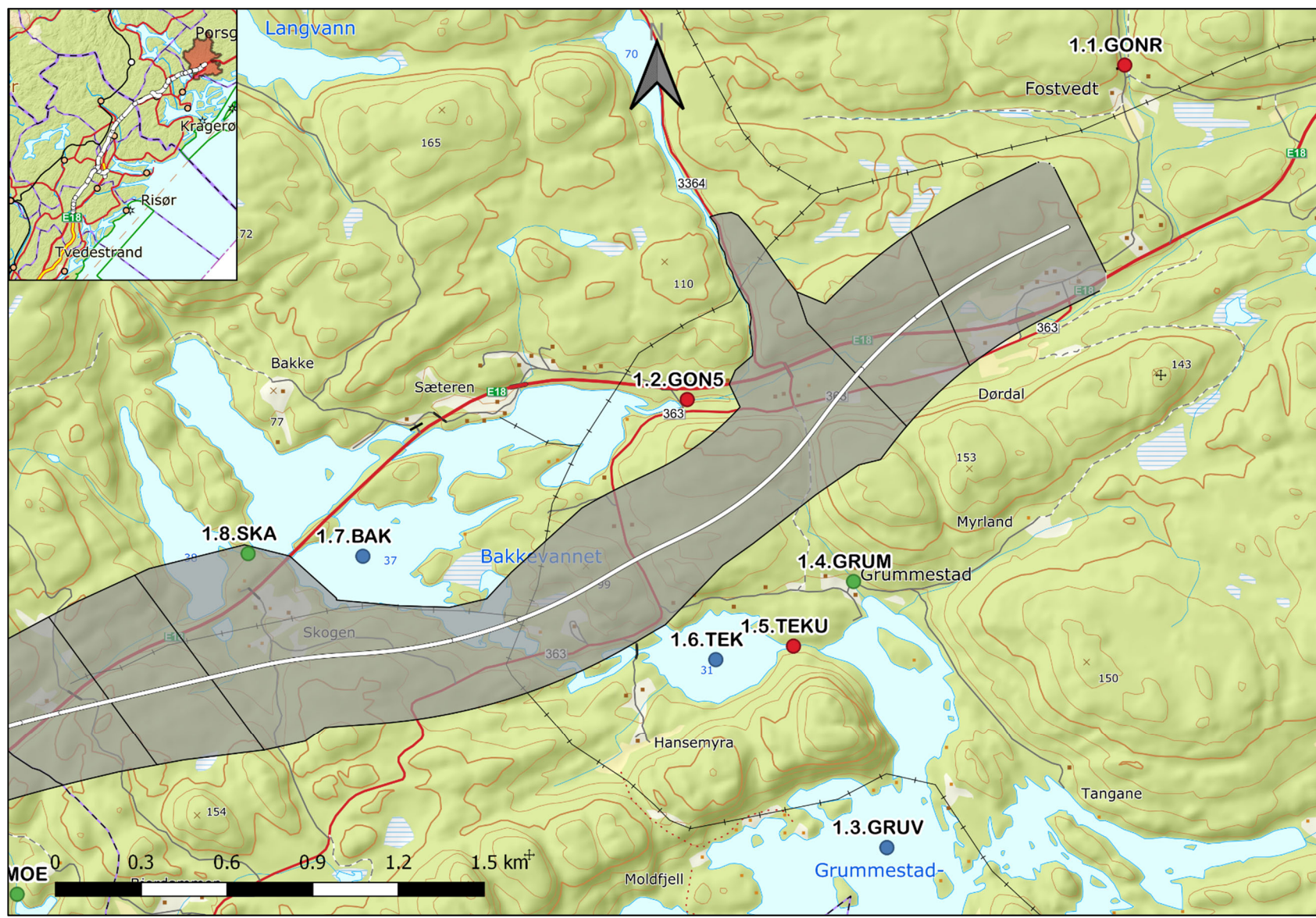
- Påvirkning av Gongeelva under arbeid med ny vei ned mot Bakkevannet
- Fysiske inngrep og betongarbeider under anlegg kryssing utløp av Bakkevannet
- Påvirkning av Skaugtjenna som renner inn i Bakkevannet
- Direkte inngrep i vannforekomst, partikler, pH og nitrogenforbindelser fra sprengstein
- Eventuelle deponier vil kunne gi påvirkning av lokal vannkvalitet: nitrogenforbindelser, sulfat, aluminium, jern, mangan og partikler
- Mulig redusert badevanns- og rekreasjonskvalitet i Bakke- og Grummestadvannet under anleggsgjennomføring.
- Driftsfasen: Utslipp av vegsalt, asfaltpartikler, mikroplast fra dekkslitasje, veimerking og tilsetning asfalt, sink fra dekk, kobber fra bremses og benzo(a)pyren fra forbrenningsmotorer samt avrenning av annen trafikkskapt forurensning.
- Økt veisaltbelastning ved utløpet av Bakkevannet – avhengig av blant annet håndtering av overvann fra bru og sideterreng inn mot vannet.
- Mulig varige effekter: Saltsjiktning, endringer i lokal sedimentkvalitet, endret dynamikk dannelse av organiske kvikksølvforbindelser, endret forsuringsbelastning, spredning av uønskede eller sykdomsfremkallende vannlevende organismer.
- Vandringsforhold for ål og andre fiskevandring skal opprettholdes under nytt veianlegg i henhold til veiledere og rapport fra Statens vegvesen (48) (49).

3.1.9 Stasjoner forundersøkelser

Stasjoner for forundersøkelser er foreslått i Gongeelva (videreføres fra E18 Rugtvedt – Dørdal), i Bakkevannet, ved utløpet av Teksttjenn, i Grummestadvannet, i Grummestadbekken og i bekken ved Skaugvannets utløp til Bakkevannet (Tabell 3.1.2, Figur 3.1.5). Aktuelle undersøkelser på de ulike stasjonene og metoder er nærmere beskrevet i kapittel 4 og 5.

Tabell 3.1.2. Prøvetakingsstasjoner i Lonavassdraget delt inn i hovedstasjoner (H), innsjøstasjoner (I) og manuelle stasjoner (M).

StasjonID	Navn	Type	Om valg av stasjon
1.1.GONR	Gongeelva referanse	H	Referansestasjon E18 Rugtvedt-Dørdal
1.2.GON5	Gongeelva	H	Stasjon fra E18 Rugtvedt-Dørdal, automatiske målinger, bunndyr og fisk
1.3.GRUV	Grummestadvann	I	Avklare økologisk og kjemisk tilstand. GRUV viktig for rekreasjon samt vannkvalitet til smoltoppdrett.
1.4.GRUM	Grummestadbekken	M	Berøres av anleggsaktivitet, gytebekk?
1.5.TEKU	Teksttjenn utløp	H	Viser samleeffekter på vannkvalitet nedstrøms der ny E18 krysser over Bakkevannet
1.6.TEK	Teksttjenn	I	Til vurdering, prøvetas ved behov.Plassert, men avventer undersøkelser
1.7.BAK	Bakkevannet	I	Avklare økologisk og kjemisk tilstand, BAK viktig for rekreasjon samt vannkvalitet til smoltoppdrett
1.8.SKA	Skaugtjennbekken	M	Påvirkes av veganleggveianlegget, vannkjemi utløpsbekk



Figur 3.1.5. Prøvetakingsstasjoner i Lonavassdraget.

3.2 Hullvannsvassdraget

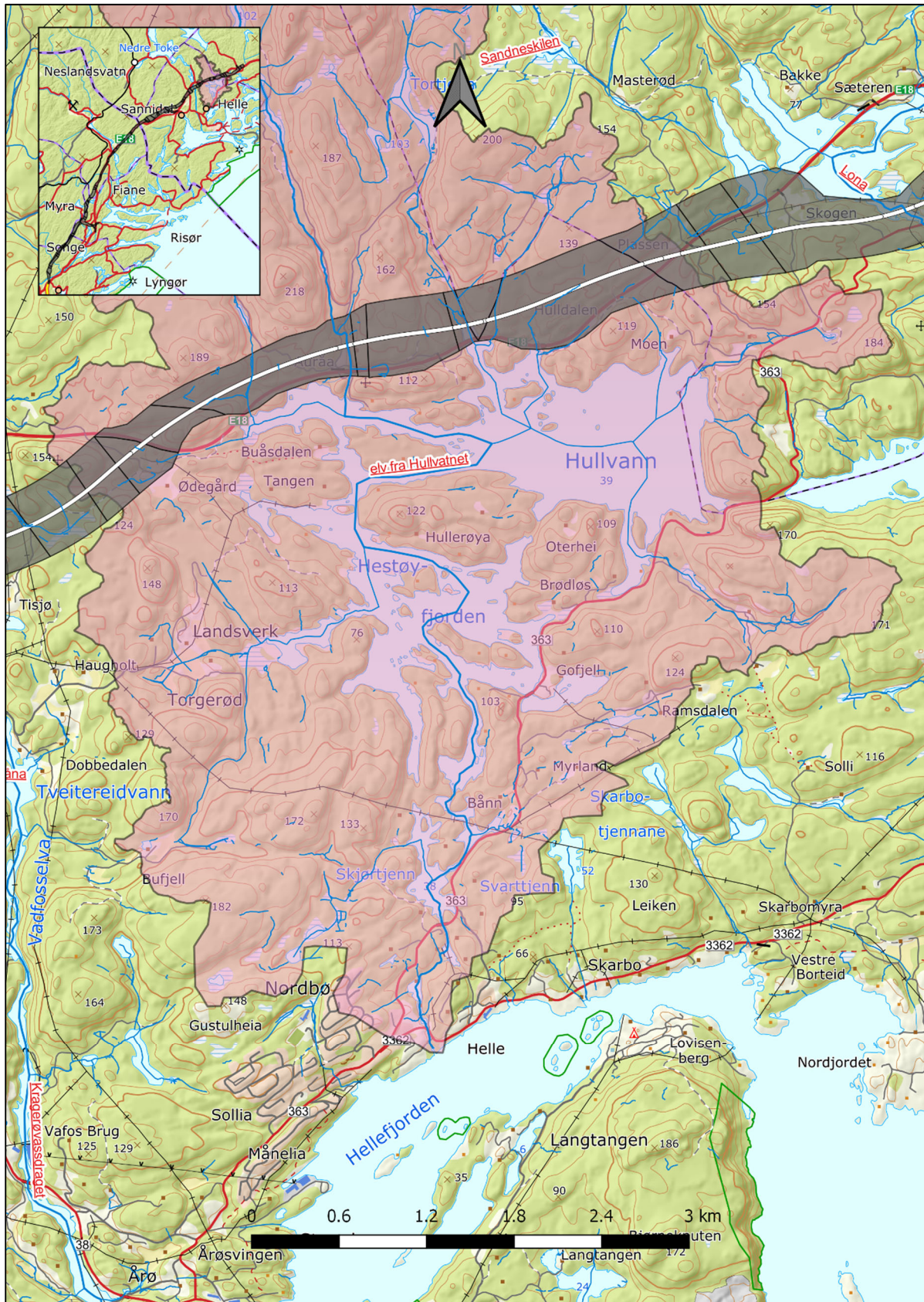
3.2.1 Nedbørfelt og vannføring

Hullvannsvassdraget har en nedbørfelt på 28,3 km², med en arealfordeling som vist i tabell 3.2.1. Nedbørfeltet har en stor andel skog (84 %). Samlet areal av sjø og myr er over 14 %, slik at nedbørfeltet har god naturlig flomutjevning. Middelvannføring ved utløpet til Hellefjorden er beregnet til 586 l/s, og samlet middelvannføring for flere små nedbørfelt oppstrøms Hullvann og ny E18 er beregnet til 120 l/s. Hullvannet er regulert.

Figur 3.2.1 viser nedbørfeltet til Hullvannsvassdraget og nedstrøms korridor og tentativ veilinje for ny E18, samt plassering av stasjoner for forundersøkelser. Stasjonene blir nærmere omtalt senere i kapitlet.

Tabell 3.2.1. Arealfordeling og vannføring i Hullvannsvassdraget, samlet delnedbørfelt oppstrøms ny E18

Nedbørfelt	Arealfordeling i prosent						Vannføring (l/s)		
	Skog	Jordbruk	Sjø	Myr	Urbant	Annet	Lav	Middel	Flom
Hullvannsvassdraget 28,3 km²	84	0,6	13	1,3	0,3	0	45	586	5 210
Oppstrøms ny E18 4,9 km²	95	0	3,3	1,6	0	0		120	



Figur 3.2.1 Oversiktskart nedre del av Hullvannsvassdraget.

3.2.2 Geologi

Hovedmønsteret i geologien i nedbørfeltet til Hullvannsvassdraget er som beskrevet for Lonavassdraget. Berggrunnen i korridor for ny vei er dominert av migmatitt i vekslinger med amfibolitt og båndgneis (figur 2.2.1). Det kan være fare for å påtreffe sulfidrike soner i vekslingene mellom disse bergartene. Migmatitt er en sterkt omdannet bergart der opprinnelsesfjellet kan ha ulike geokjemiske egenskaper. Som nevnt kan noen typer av migmatitt være pyrittførende.

3.2.3 Menneskelig påvirkning og utbygging

Hullvannsvassdraget har historisk blitt brukt til tømmerfløting og ble tilrettelagt for dette formålet ved bygging av fløtningsdammer. Industrielt har fallhøyden mot Hellefjorden og Helle bruk blitt utnyttet til sagbruk, mølle og for kraftproduksjon til kjettingfabrikken på Helle bruk. Dagens vannkraftanlegg i vassdraget, to turbiner på 300 kw, ble bygget rundt 1940, og utnytter det 36 m høye fallet fra dammen på Skjørtjenn til kraftproduksjon (77). Det er to dammer i vassdraget, en i Hullvann (reguleringshøyde 3,2 m) og en nedstrøm i Skjørtjenn (reguleringshøyde 1,7 m). I praktisk regulering har Hullvann sjelden blitt regulert mer enn 2 m og Skjørtjenn 0,5 m.

Sørsmolt AS har søkt om å utnytte dagens vannuttak til kraftproduksjon fra Hullvannsvassdraget til en kombinasjon av smoltoppdrett og kraftproduksjon (77), herunder en ombygging og flytting av dammen i Skjørtjenn samt trykkrør ned til Helle bruk. Det søkes om uttak av 0,33 m³/s fra ny dam ved Skjørtjenn til settefiskproduksjon, bruk av mulig overskuddsvannføring til kraftproduksjon, reguleringshøyde i Hullvann på 1,5 m og reguleringshøyde i Skjørtjenn på 0,5 m. Det legges opp til minstevannføring på 5 l/s i periode for åleoppvandring og 50 l/s i periode for åleutvandring. NVE har foreløpig ikke gitt konsesjon til omsøkt tiltak. Omsøkt settefiskanlegg vil ha utslipp av større mengder nitrogen, fosfor og organisk karbon til Hellefjorden, som er en sårbar terskelfjord.

Dagens E18 går langs nordsiden av Hullvann, og har avrenning av veisalt, partikler fra dekk og asfalt og annen trafikkskapt forurensning til vannet, uten iverksatte rens tiltak.

Hullvannet har mange hytter i strandkanter og på holmer og øyer, og særlig i Godfjellområdet. Det er noe spredt bebyggelse langs vannet, både i nordre del og ved Godfjell, med mulighet for avrenning av spredt avløp til Hullvannet. Opplysninger i Vann-nett indikerer avrenning fra i størrelsesorden 10 boliger med spredt avløp, samt avrenning fra hyttebebyggelse.

Ved Bjordam-Askeklova, rett øst for hovedbassenget i Hullvann, er det et eldre større brudd for uttak av stein og pukk utnyttet under bygging av dagens E18. Bruddet er drevet i dypbergarten Hyperitt, og uttaksområdet er 200*500 m og med en uttakshøyde på maksimalt 10 m (78). Området kan være interessant i forbindelse med ny E18 utbygging.

Den nordvestre delen av Hullvann er en del av sikringssonen for framtidig jernbanekorridor for Grenlandsbanen, som skal gi sammenkobling av Vestfold- og Sørlandsbanen. Det ble utført en konseptvalgutredning av Grenlandsbanen i 2016. Utbyggingen forventes ikke å realiseres med det første.

3.2.4 Verdi vannressurs

I dag har Hullvannsvassdraget verdi for kraftproduksjon og som ressurs for bruksvann og drikkevann for hyttebebyggelse. Ved evt. framtidig settefiskproduksjon vil næringsverdien av Hullvannsvassdraget øke.

3.2.5 Rekreasjon og friluftsliv

Hullvannet har stor verdi for lokal og regional rekreasjon som bading, båtliv, padling og fiske. Det er et stort antall hytter langs strandlinjen, og på holmer og øyer i vannet. Tettheten av hytter er særlig stor i

Godfjellområdet (figur 3.2.2). Det finnes padleruter på Hullvann på UT.no, og det er etablert godt besøkte turblogger for området.



Figur 3.2.2. Hytter ved Godfjellfjorden i Hullvann.

3.2.6 Naturverdier og fisk

Hullvannsvassdraget (017.22Z) er varig vernet mot kraftutbygging i verneplan I fra 1973, som en del av verneområdet 017/1 Bamble-Solum-Drangedal. Det var etablert kraftproduksjon i vassdraget før vernet inntrådte. Verneformålet er naturverdier og stor rekreasjonsverdi.

I naturbase er det registrert et naturtypeområde «evjer, bukter og viker» med B-verdi i Landsverkkilen, i den sørlige delen av Hullvann. Området er registrert med verdifull evertebratfauna, særlig libeller og øyenstikkere, samt fiskeørn.

Spørreundersøkelser utført av NINA i 1987 og 1993, ga registrering av følgende fiskearter i Hullvann: Ørret, ål, røye, abbor, suter og sørv, hvorav suter og sørv er uønskede fremmede arter med stor risiko.

Det har tidligere blitt fanget mye ål i Hullvannsvassdraget, og ål har blitt registrert i Langsjø oppstrøms E18 av NINA i 1987. Historisk kan det ha vært ål i Tortjenn i det samme området, som ligger i et lite nedbørfelt ned mot Hullvann.

Hullvannsvassdragets naturlige utløp til sjø ligger vest for Helle Bruk, nedstrøms Lona dam. Utløpselva er bratt og storsteinet, og gir ikke oppvandringsmuligheter for sjørørret eller laks. Men ålelarvene kan vandre opp her. Hullvannsvassdraget har dermed ingen funksjonell anadrom strekning.

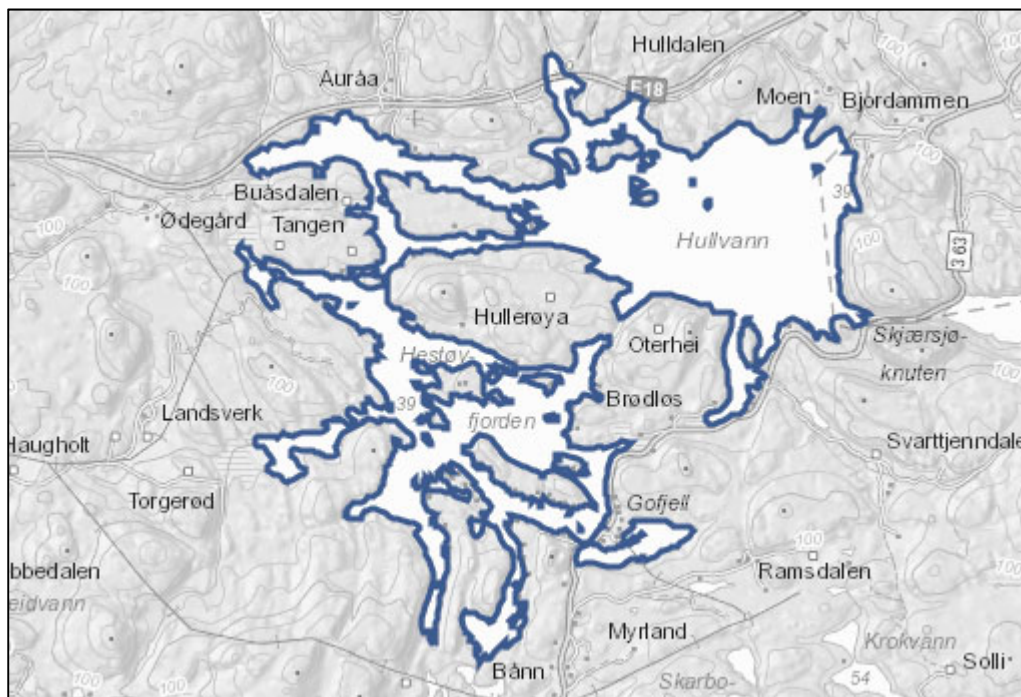
Hellefjorden er en sårbar terskelfjord, som ligger utenfor områder for nasjonale laksefjorder. Det er registrert ålegrasenger i Hellefjorden av lokal verdi (79) (80).

3.2.7 Vannkvalitet og økologisk tilstand

Vannforekomsten Hullvann (017-1255-L) vist i figur 3.2.3 er regulert, men er ikke registrert som en sterkt modifisert vannforekomst (SMVF). I foreløpige vurderinger er Hullvann registrert med **God økologisk tilstand**, **God kjemisk tilstand** og med **Ingen risiko** for at miljømål ikke oppnås. Hullvann har vanntype TOC2-5 «Middel, moderat kalkrik, klar». Skjørtjenn nedstrøms hullvann har samme klassifisering, og er vurdert å ha god syrenøytraliserende kapasitet (ANC).

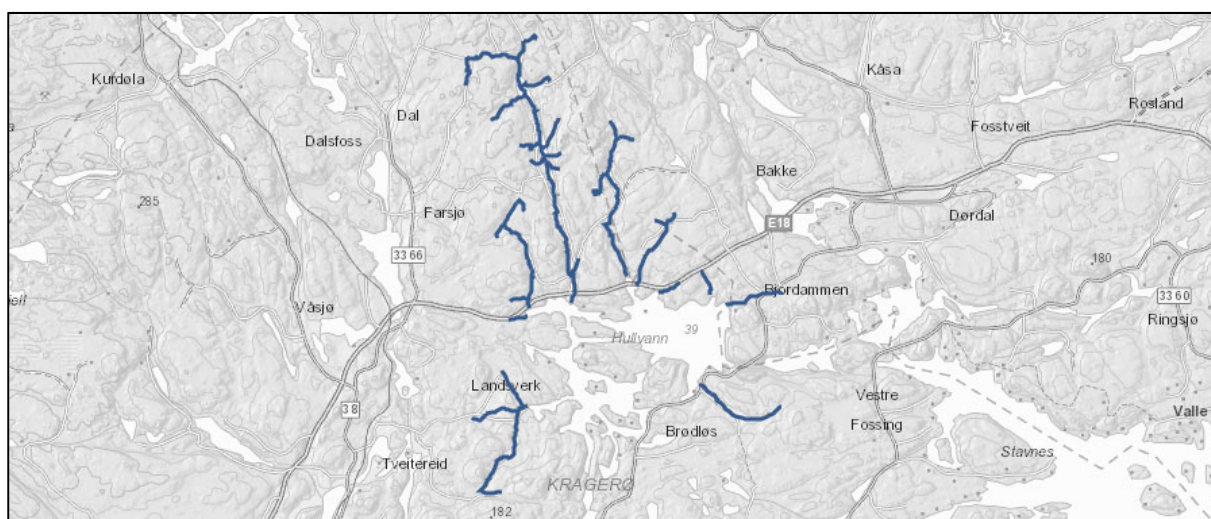
Det har tidligere ikke blitt gjennomført bestemmelse av økologisk tilstand med månedlig prøvetaking av planteplankton, næringsstoffer og klorofyll A, i henhold til veileder 02-2018 (75).

Nedstrøms Hullvann, før utløp til Hellefjorden, er det tre vannforekomster som alle har fått vurderingen **God økologisk tilstand** og **God kjemisk tilstand**. Disse vannforekomstene er Skjørtjenn øvre (017-128344-L), Skjørtjenn nedre (017-8192-L) samt Lona (017-128358-L). Vannkvaliteten i disse vannforekomstene vil også kunne påvirkes av ny vei, som følge av at de ligger nedstrøms Hullvann. De er i dag påvirket av regulering i vassdraget.



Figur 3.2.3. Vannforekomsten Hullvann (fra Vann-Nett).

Vannforekomsten Hullvann bekkefelt (017-71-R) vist i figur 3.2.4 vil også kunne påvirkes av E18 utbyggingen, da ny veilinje vil krysse over flere innløpsbekker til Hullvann. I en foreløpig vurdering er bekkefeltet registrert med **God økologisk tilstand**, **God kjemisk tilstand** og med **Ingen risiko** for at miljømål ikke oppnås (81).



Figur 3.2.4. Vannforekomsten Hullvann bekkefelt (fra Vann-Nett).

3.2.8 Mulig påvirkning av Hullvannsvassdraget, anlegg og drift ny E18

- Anleggsarbeid med ny veg vil påvirke flere mindre bekker som renner gjennom veilinja fra nord, og gi økt transport av partikler og nitrogenforbindelser slik at belastningen til Hullvann vil øke.
- Langsjø og Tortjenn i bekkefeltet oppstrøms Hullvann kan ha oppvekstforhold for ål, og vandringsvei skal opprettholdes i henhold til anbefalinger i veiledere og rapporter.
- Eventuelle vegfyllinger eller masselager vil kunne gi påvirkning av lokal vannkvalitet: nitrogenforbindelser, sulfat, aluminium, jern, mangan og partikler, avhengig av steinkvalitet og type masser som legges inn.
- Mulig redusert badevanns- og rekreasjonskvalitet for Hullvann under anleggsfasen. Tilsvarende mulighet for redusert kvalitet for bruksvann og evt. drikkevann for hyttebebyggelse. Mange hytter og området er et mye brukt regionalt rekreasjonsområde. Stort konfliktpotensial ved redusert vannkvalitet.
- Driftsfasen: Utslipp av vegsalt, asfaltpartikler, mikroplast fra dekkslitasje, veimerking og tilsetning asfalt, sink fra dekk, kobber fra bremses og benzo(a)pyren fra forbrenningsmotorer samt avrenning av annen trafikkskapt forurensning. Dagens E18 ligger parallelt med foreslått ny veilinje uten rensetiltak for avrenning. Med iverksatte rensetiltak for overvann fra ny vei, så bør ikke belastningen av trafikkskapt forurensning til Hullvannsvassdraget øke vesentlig, selv om trafikkbelastningen øker og hastigheten blir vesentlig høyere
- Mulig varige effekter: Saltsjiktning, endringer i lokal sedimentkvalitet, endret dynamikk dannelsen av organiske kvikksølvforbindelser, spredning av uønskede eller sykdomsfremkallende vannlevende organismer.
- Vandringsmuligheter for ål og andre fiskevandring forutsettes opprettholdt.
- Et lavereliggende område ved Mastereidmyr vest for Hullvann er under vurdering for masselagring. Her ble det registrert to naturtypeområder av begrenset verdi i 2018. Området vil ha avrenning til Vesterbekkilen via en mindre bekk.
- Det er naturlig å tenke seg at et eldre masseuttak for stein rett sør for Bjordalsknuten på østsiden av Hullvann vil aktiveres som masse- eller mellomlager under anleggsfase for ny E18.

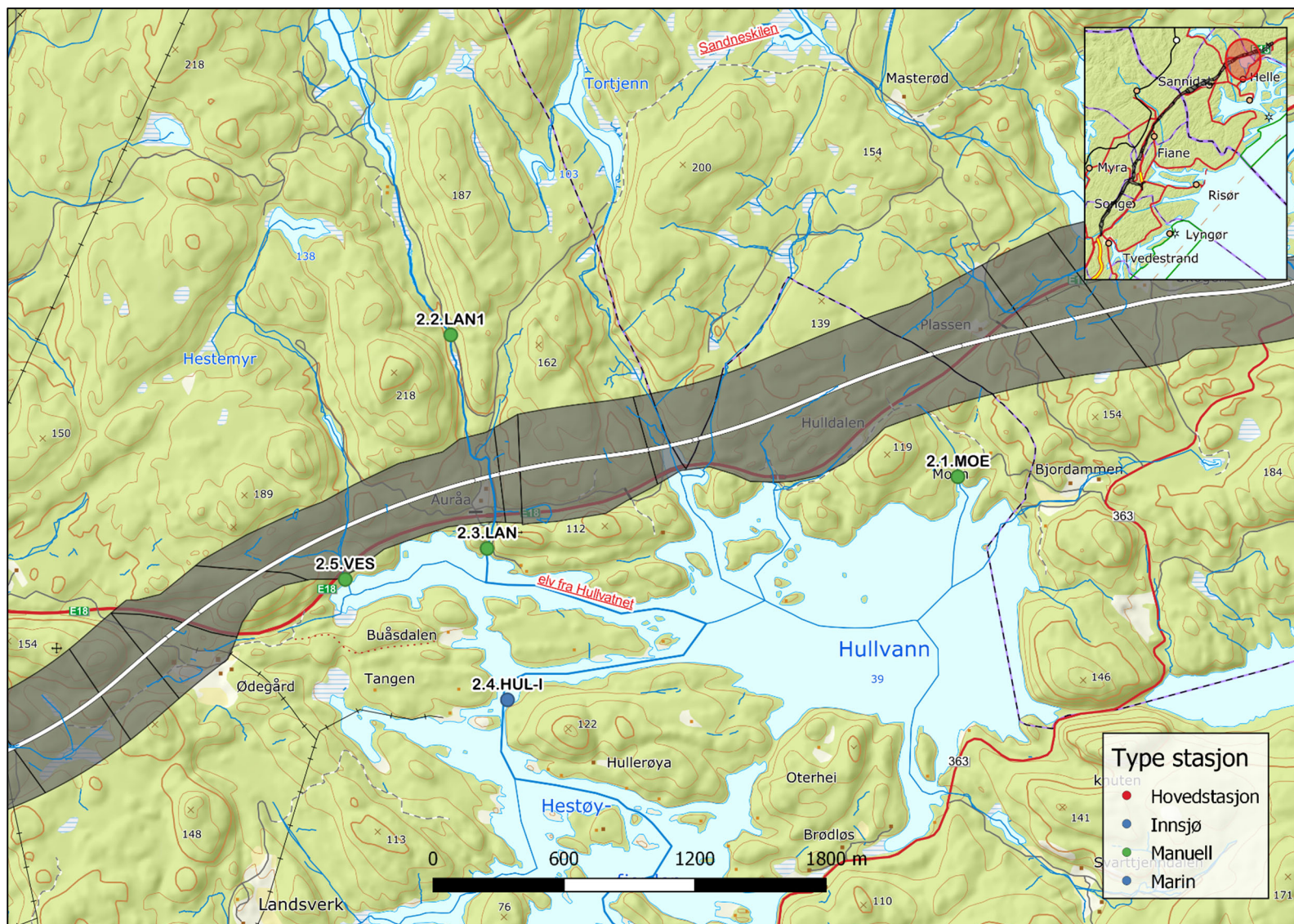
3.2.9 Stasjoner forundersøkelser

Stasjoner for forundersøkelser er foreslått i Hullvann og i mindre bekker/elver med avrenning til Hullvann (tabell 3.2.2, figur 3.2.5), henholdsvis Langsjøelva, Moen og Vesterbekk. Avhengig av anleggsaktivitet og etablering av mellom- eller masselager, så vil det kunne være aktuelt å opprette flere stasjoner for oppfølging av vannkvalitet gjennom anleggsfasen. Lokalisering og aktuelle undersøkelser for foreslåtte stasjoner er nærmere beskrevet i kapittel 4 og i vedlegg.

Dersom eldre pukkverk sør for Bjordamknuten vurderes aktuelt for anleggsformål, bør det legges en stasjon i utløpsbekken. Innsjøstasjonen i Hullvannet (2.2.HULV) ble plassert for å ivareta alle påvirkninger fra anlegget, men plasseringen er ikke optimal i henhold til kravene til prøvepunkt for økologisk klassifisering. Plassering kan revurderes.

Tabell 3.2.2. Prøvetakingspunkter i Hullvannsvassdraget fordelt på hovedstasjoner (H), innsjøstasjoner (I) og manuelle stasjoner (M).

StasjonID	Navn	Type	Om valg av stasjon
2.1.MOE	Moen	M	Mindre bekk fra veilinje mot Hullvann, med prøvetakingspunkt utenfor anleggsområde.
2.2.LAN1	Langsjøelva referanse	M	Referansestasjon oppstrøms ny E18 i Langsjøelva, vannkjemi.
2.3.LAN2	Langsjøelva	M	Langsjøelva største tilførselsvassdrag til Hullvann, registrert åleførende, vannkjemi.
2.4.HUL-I	Hullvann	I	Viktig regional rekreasjon, mange hytter, påvirkes av anleggsaktivitet via flere innløpsbekker, økologisk og kjemisk tilstand, gamle data klassifisering. Stasjon plassert der alle potensielle tilførsler samles i Hullvannet. Stasjonsplassering må avveies mot krav til plassering iht. Veileder 02-2018.
2.5.VES	Vesterbekk	M	Fra Mastereidmyr, mulig lokalitet masselager



Figur 3.2.5. Prøvetakingsstasjoner i Hullvannsvassdraget.

3.3 Kragerøvassdraget med Råna

Delvassdraget som vil kunne bli berørt av utbygging og drift er Råna, og særlig Lona og Heglandselva. I tillegg vil Tisjø i hovedvassdraget kunne påvirkes noe der ny E18 skal krysse på bru. Veifyllinger og masselager etablert langs veilinja vil også kunne påvirke de nevnte vannforekomstene. De øvre delene av Kragerøvassdraget mindre interessante. Omtalen av Kragerøvassdraget er derfor konsentrert om de delnedbørfeltene som kan forventes å påvirkes av bygging og drift av ny E18 (figur 3.3.1).

3.3.1 Nedbørfelt og vannføring

Kragerøvassdraget har et nedbørfelt på 1239 km² (Figur 3.3.1), med en arealfordeling som vist i tabell 3.3.1. Tabellen viser også nedbørfelt oppstrøms der ny E18 vil krysse samt vannføring som beregnet fra NEVINA. Middelvannføring i Kragerøvassdraget er beregnet til 33 m³/s.

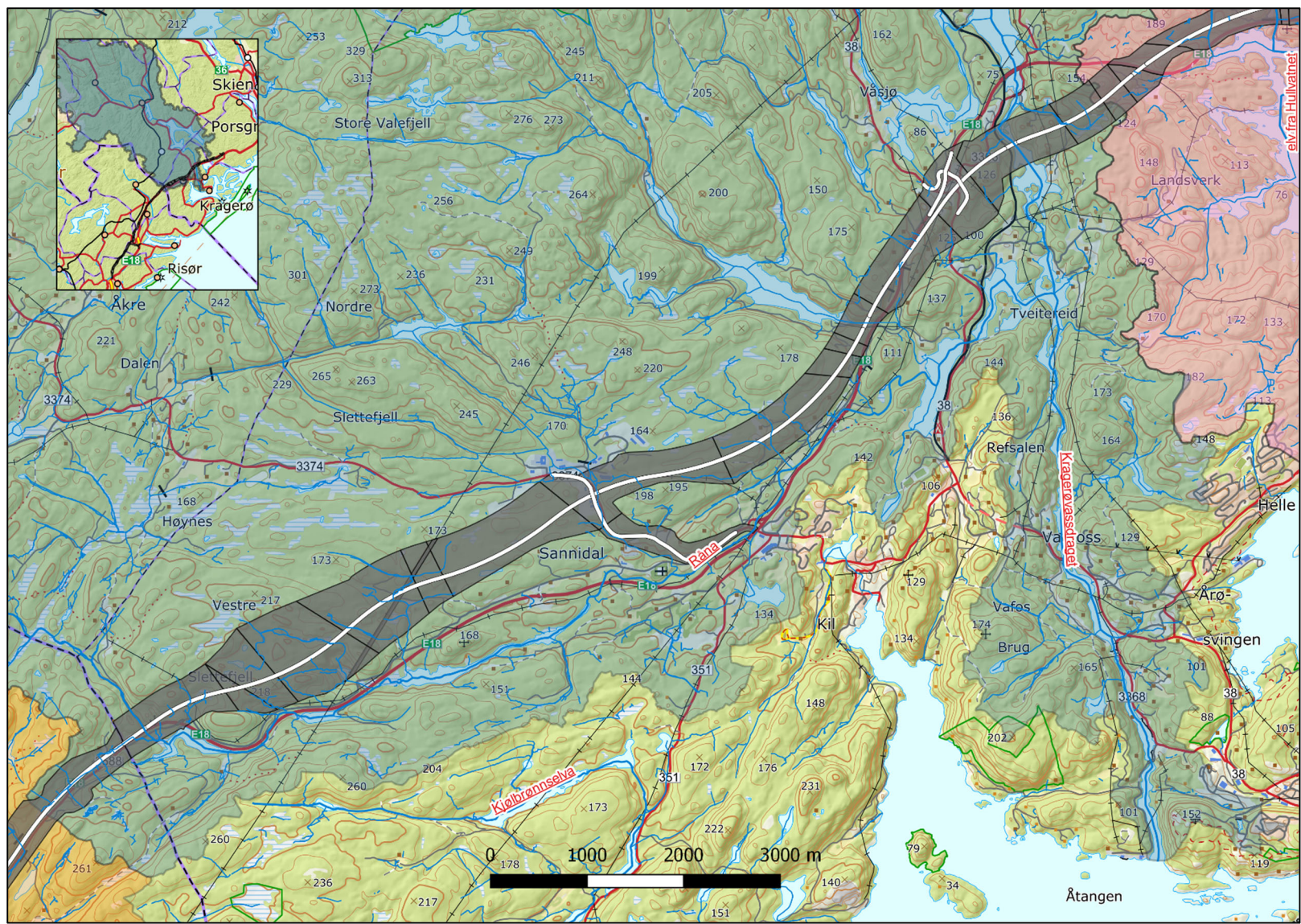
Nedbørfeltene til sidevassdragene Tyvannselva, Heglandselva, Stebekken, Plassbekken, Røssbekken og Søndbøvann er vist i tabell 3.3.2. Alle disse inngår i nedbørfeltet til Råna, som er det sidevassdraget som berøres mest av utbygging av ny E18. Alle nedbørfeltene er dominert av skog, med større innslag av sjø og myr.

Tabell 3.3.1: Viser nedbørfelt for Kragerøvassdraget, delnedbørfelt oppstrøms ny E18, arealfordeling og vannføring.

Nedbørfelt	Arealfordeling i prosent						Vannføring (m ³ /s)		
	Skog	Jordbruk	Sjø	Myr	Urbant	Annet	Lav	Middel	Flom
Kragerøvassdraget 1239 km ²	83	1,2	6,7	2,9	0,1	2,7	2,4	33	266
Kragerøvassdraget oppstrøms ny E18 1177 km ²	83	1,2	6,9	3	0,1	2,8	1,5	32	235

Tabell 3.3.2: Arealfordeling og vannføring i nedbørfeltene til sidevassdragene i Kragerøvassdraget.

Nedbørfelt	Arealfordeling i prosent						Vannføring (l/s)		
	Skog	Jordbruk	Sjø	Myr	Urbant	Annet	Lav	Middel	Flom
Tyvannselva 14,4 km ²	91	0,3	5,8	2,7	0	0	8,6	354	3730
Lone- og Heglandselva 32,9 km ²	90	2,1	1,8	3,1	0,7	0	20	750	7900
Stebekken (3,4 km ²)	93	0	0,5	5,3	0	0	1	80	2100
Plassbekken (1,2 km ²)	89	0	2,9	8,1	0	0	0,4	27	640
Røssbekken (2,8 km ²)	95	0	0,4	5	0	0	0,8	63	1670
Søndbøvann (7,4 km ²)	94	0,1	1,6	3,5	0	0	2,2	172	2950



Figur 3.3.1 Oversiktskart over nedre del av Kragerøvassdraget nedbørfelt.

3.3.2 Geologi

Generelt er de øvre delene av Kragerøvassdraget (Toke) dominert av næringsfattige gneis- og granittbergarter, og disse områdene har hatt forsøringsproblemer. Oppstrøms innsjøen Toke har det tidligere blitt gjennomført omfattende innsjøkalking, og særlig i innsjøen Bjårvann (82). Målsettingen har vært å ta vare på viktige fiskebestander og gi storørreten i Storelva en tilfredsstillende vannkvalitet.

Geologien berørt av veilinja innenfor nedbørfeltet til Kragerøvassdraget består av lys migmatitt på begge sider av Tisjø. I nedbørfeltet til Råna består de nedre delene av lys migmatitt i veksling med amfibolitt (figur 2.2.1). I grenseflatene mellom disse bergartene kan det være økt forekomst av sulfid. Videre oppover vassdraget, opp mot Søndbøvann er det større innslag av kvartsitt (kvartsrik gneis) i veksling med amfibolitt. I de øvre delene av nedbørfeltet oppstrøms Søndbøvann og Bråtvann er det i hovedsak båndgneis i veksling med mindre områder med kvartsitt.

I Heglandselva gikk det et jordras på 1970-tallet, som skal ha påvirket substratforholdene i elva.

3.3.3 Menneskelig påvirkning

Kragerøvassdraget er sterkt påvirket av vannkraftutbygging, med til sammen syv større elvekraftverk i vassdraget. To ligger i elva Suvdøla i Drangedal og fem i hovedløpet ned mot havet gjennom Kragerø kommune, henholdsvis Dalsfoss, Tveitereidfoss, Langfoss, Vafoss og Kammerfoss.

Vafos Brug (nå Vafos Pulp) har vært en stor forurensningskilde i nedre del av vassdraget, med omfattende utslipp av trefiber og prosessvann. NIVA undersøkte forurensningssituasjonen nedstrøms Vafos Pulp AS i 2015, og fant at utslippene ga omfattende negative effekter i Kammerfosselva, med dårlige forhold for bunndyr og fisk, redusert oksygeninnhold, anaerobt og redusert sediment preget av fiber (83). Resipientforhold og utslipp blir beskrevet i årlige rapporter fra Vafos Pulp AS.

Heglandselva mottar rensed avløpsvann fra renseanlegget i Sannidal, rundt 2000 PE (81), og skal i tillegg motta noe industriforurensning. Det er noe jordbruk i nedbørfeltet til Heglandselva, men bare rundt 2 % av nedbørfeltet. Avrenning fra jordbruksområdene vil tilføre noe nitrogen og fosfor til vassdraget.

Kvennvannselva renner ut i Lon- og Heglandselva ved Sannidal, og mottar avrenning fra tidligere deponier samt omfattende industri- og næringsvirksomhet på Fikkjebakke. Herunder et avsluttet deponi, steinbruddvirksomhet, godkjent mottak for returavfall samt gjenvinningsanlegg med kompostering og produksjon av medisiner og næringsmidler (Figur 3.3.1). Vistin Pharma (tidligere Weifa). Fikkjebakke har tidligere hatt problemer med sitt renseanlegg, slik at det har skjedd utslipp til avløpsnett og vassdrag.

Dagens E18 går i nærføring til Lona- og Heglandselva, og vil gi avrenning av veisalt og annen trafikkskapt forurensning til vassdraget, herunder dekk- og asfaltslitasje som de største og viktigste kildene, sammen med kobber fra bremses og benzo(a)pyren fra forbrenningsmotorer. Det er ikke renseløsninger for overvann for å håndtere avrenning fra dagens E18. Søndbøvann var i 2010 med i en undersøkelse «Vegsalt og tungmetaller i innsjøer langs veger i Sør-Norge 2010» (84). Her ble det påvist noe høyere konsentrasjoner av kobber i bunn- og overflatevann (2,3 – 2,7 µg Cu/l), enn det som er normalt i helt rene sjøer. Konsentrasjonen av sink var henholdsvis 12 og 14 µg Zn/l i bunnvann og overflatevann. Det ble gjort profilundersøkelser i Søndbøvann vår og høst, for å sjekke påvirkning av vegsalt. Søndbøvann har senere vært med i undersøkelsen «Veinære sjøer» (50). Mikroplast fra dekk og oljeforbindelser fra asfalt ble ikke undersøkt i noen av disse undersøkelsene.



Figur 3.3.1. Næringsområdet på Fikkjebakke vil kunne gi avrenning til Kvennavansselva og videre til Heglandselva.

3.3.4 Verdi vannressurs

Kragerøvassdraget har stor verdi for kraftproduksjon. Lona- og Heglandselva har begrenset verdi som vannressurs, men antas å bli brukt til jordbruksvanning. Store Grøtvann er hovedvannkilde for drikkevann i Kragerø kommune, men vil ikke berøres av planlagt utbygging.

3.3.5 Rekreasjon og friluftsliv

Dagens E18 krysser over Kragerøvassdraget nederst i Farsjø og ny E18 vil krysse over et stykke nedstrøms ved Tisjø. Båtliv på denne strekningen begrenses av dammen ved Tveitereidfoss, nederst i Tisjø. Oppstrøms begrenses den av dammen ved Dalsfoss, oppstrøms Farsjø og Svenumvannet. Det er likevel en del båtliv, fiske og padling i dette området. Et område ved Fosseskjæra er tilrettelagt for fiske (85), også for handikappede. Det fiskes i hovedsak etter ørret, og det skal være en god bestand av mindre ørret og abbor i dette området. Det er lite hytter langs denne delen av vassdraget.

I den nederste delen av Kragerøvassdraget, nedstrøms Kammerfoss, er elva dyp og saktestrømmende og i direkte kontakt med sjøen. Dette gjør det attraktivt med båtplasser og båtliv i denne delen av elva. Strekningen fra Kilsfjorden og opp til Kammerfoss er ca. 2,5 km.

I Lon- og Heglandselva kan det fiskes etter ørret, men bruk og rekreasjonsverdi er usikker. Elva har lokal rekreasjonsverdi for Sannidalsområdet.

De øvre delene av Heglandsvassdraget med Bråtvann, Søndbøvann, Søndbøelva og Lona gir fiske- og bademuligheter samt mulighet for padling og friluftsliv. Områdene er lite tilrettelagt for bading og er sannsynligvis i begrenset bruk for rekreasjonsformål, selv om området må beskrives som viktig lokalt.

3.3.6 Naturverdier og fisk

På strekningen mellom Dalsfoss og Tveitereidfoss i Kragerøvassdraget er det ikke registrert naturtypeområder eller andre naturverdier i tilknytning til selve vannstrengen (86). Det er ål i vassdraget. Det har blitt arbeidet aktivt for å starte et arbeid med tilrettelegging for ny oppgang av laks

og sjørret i Kragerøvassdraget, da det er et godt produksjonspotensial i de midtre og øvre delene av vassdraget (87). Tilretteleggingen av oppgang forbi kraftverkene har foreløpig ikke blitt realisert.

For Heglandselva med Bråtvann, Søndbøvann og Lona har det blitt registrert en tidligere lokalitet for elvemusling i Lonelva mellom Lona og Sannidal kirke. Her har det historisk vært elvemusling (88), men det ble ikke påvist muslinger her ved undersøkelser i 2012 (89). Det vil være aktuelt å undersøke Heglands- og Lonelva for forekomst av elvemusling ved bruk av Miljø-DNA.

Det er registrert ål i hele Råna og Heglandsvassdraget, herunder Tyvann, Store Grøtvann, Lonelva, Søndbøvann, Bråtvann og Plasstjenn. Vassdraget har ellers en bestand av ørret, og det antas at det kan være abbor i noen av vannene.

I innsjøen Toke i Kragerøvassdraget er det registrert ørret, røye, sik, abbor, sørv, stingsild og ørekyt (90) (91).

På strekningen mellom Langfoss og Tveitereidfoss er det registrert tette bestander av ørret og abbor samt noe sik og røye (85) Det samme gjelder Tyvann.

3.3.7 Vannkvalitet og økologisk tilstand

Hovedløpet i Kragerøvassdraget en sterkt modifisert vannforekomst (SMVF) som følge av omfattende hydromorfologiske endringer som følge av kraftproduksjon. Vadfosselva (017-197-R), som er strekningen fra nedstrøms dagens E18 og ned til Vadfoss (figur 3.3.2), er registrert med **Moderat økologisk tilstand, God kjemisk tilstand** og med **Risiko for at miljømål ikke nås** som følge av **Moderat økologisk potensial** forårsaket av kraftutbygging. Vannforekomsten mottar diffus avrenning fra spredt avløp. Den fremmede og uønskede arten sørv er registrert i vannforekomsten.



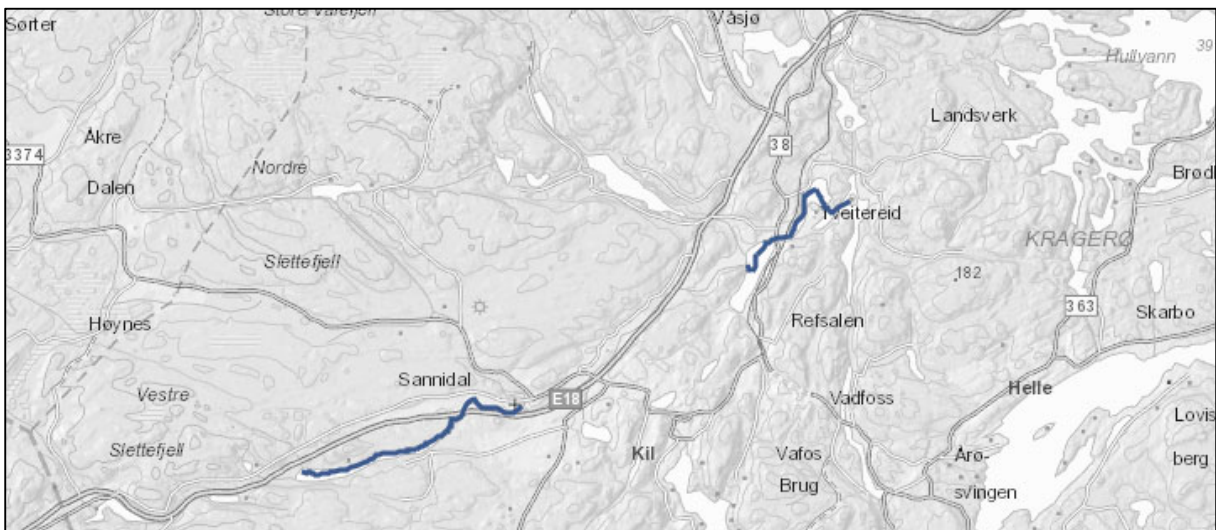
Figur 3.3.2. Vannforekomsten Vadfosselva, fra Vann-Nett.

Vannforekomsten Heglandselva (017-202-R), elvestrekningen fra Sannidal kirke ned til Tyvann (figur 3.3.3), er registrert med **God økologisk tilstand, God kjemisk tilstand** og **Ingen risiko for at miljømål ikke nås**. Vurderingen er basert på undersøkelser av bunndyr og vannkjemi fra 2012.



Figur 3.3.3. Vannforekomsten Heglandselva, fra Vann-Nett.

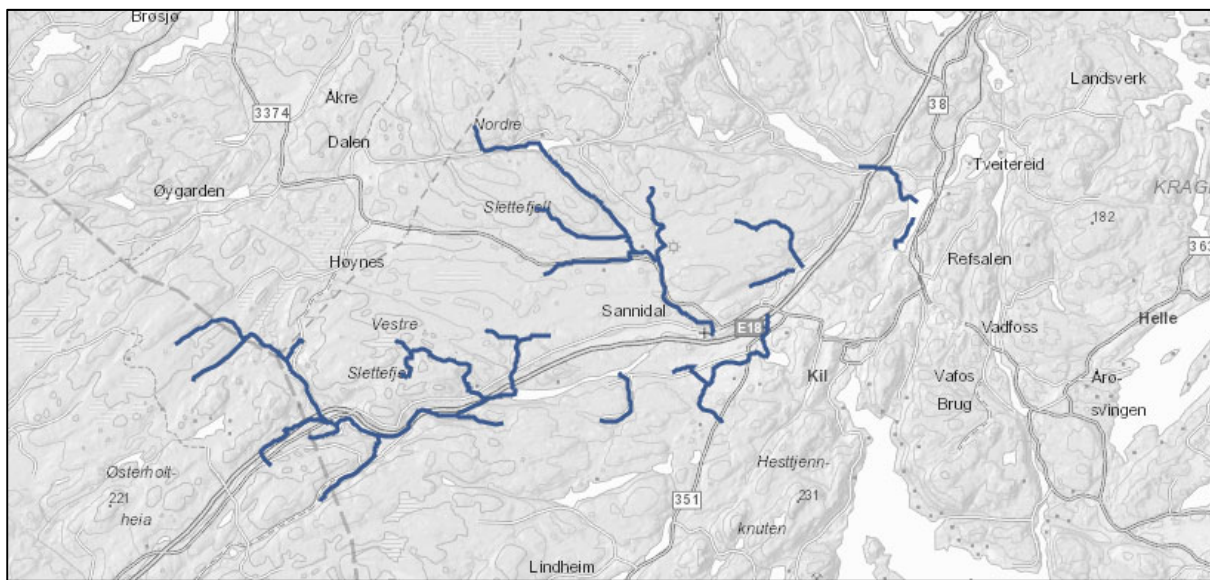
Vannforekomsten Lonelva (017-203-R), er både elvestrekningen fra Tyvann til Tisjø og elva oppstrøms Heglandselva (figur 3.3.4), og er registrert med **God økologisk tilstand, God kjemisk tilstand** og **Ingen risiko for at miljømål ikke nås**. Vurderingen er basert på undersøkelse av bunndyr og vannkemi i 2017 på en stasjon rett ved Sannidal kirke.



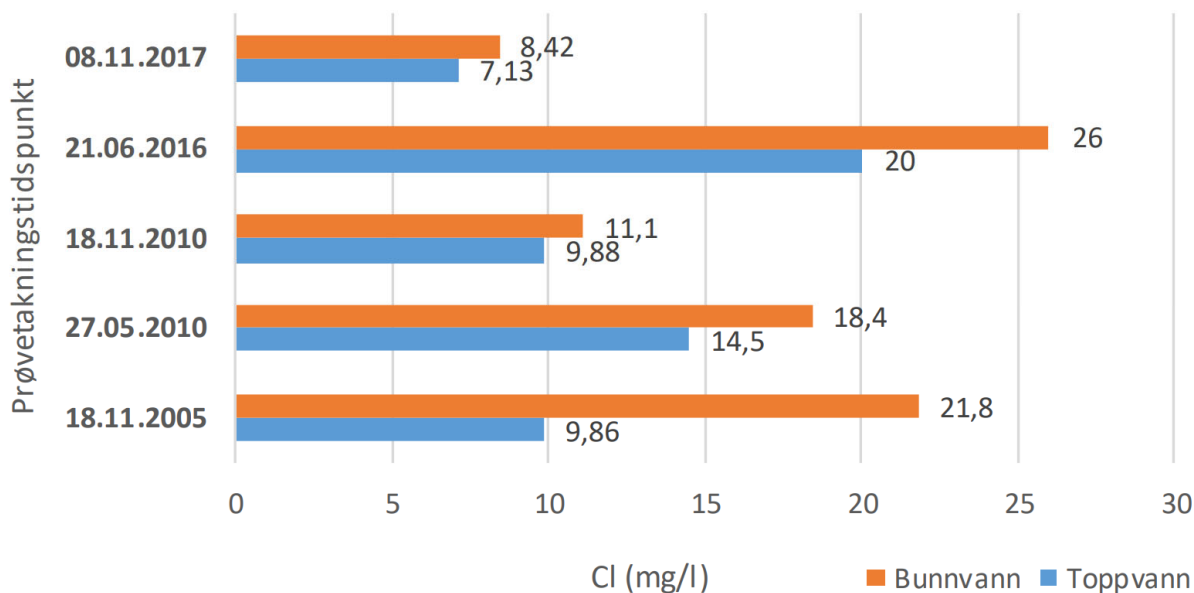
Figur 3.3.4. Vannforekomsten Lonelva, fra Vann-Nett.

Vannforekomsten Heglandselvas bekkefelt (017-193-R), er en rekke mindre bekker med avrenning til Heglands- og Lonelva (figur 3.3.6). Bekkefeltet er registrert med **God økologisk tilstand, God kjemisk tilstand** og **Ingen risiko for at miljømål ikke nås**. Vurderinger er blant annet

begrunnet i to stasjoner i Kvennvannselva, en rett ved utløpet til Lonelva (92), og en rett nedstrøms næringsområdet ved Fikkjebakke. I Søndbøvann, som ligger i dette bekkefeltet, har det som tidligere nevnt blitt utført undersøkelse av effekter av avrenning fra vei på vannkvalitet, og det ble påvist en noe høyere konsentrasjon av kobber og sink enn i aktuelle referansesjøer. Søndbøvann har senere inngått i undersøkelsen «Veinære innsjøer» for å klarlegge effekter av veiavrenning på vannkvalitet og fysiske forhold i innsjøene (50). Stasjonen som ble undersøkt er foreslått videreført i forundersøkelsene. Undersøkelsen konkluderte med at Søndbøvann var moderat påvirket av vegsalt (Figur 3.3.6) (50).



Figur 3.3.5. Vannforekomsten Heglandselvas bekkefelt.



Figur 3.3.6: Kloridkonsentrasjon i Søndbøvann (50).

3.3.8 Mulig påvirkning av Kragerøvassdraget, anlegg og drift ny E18

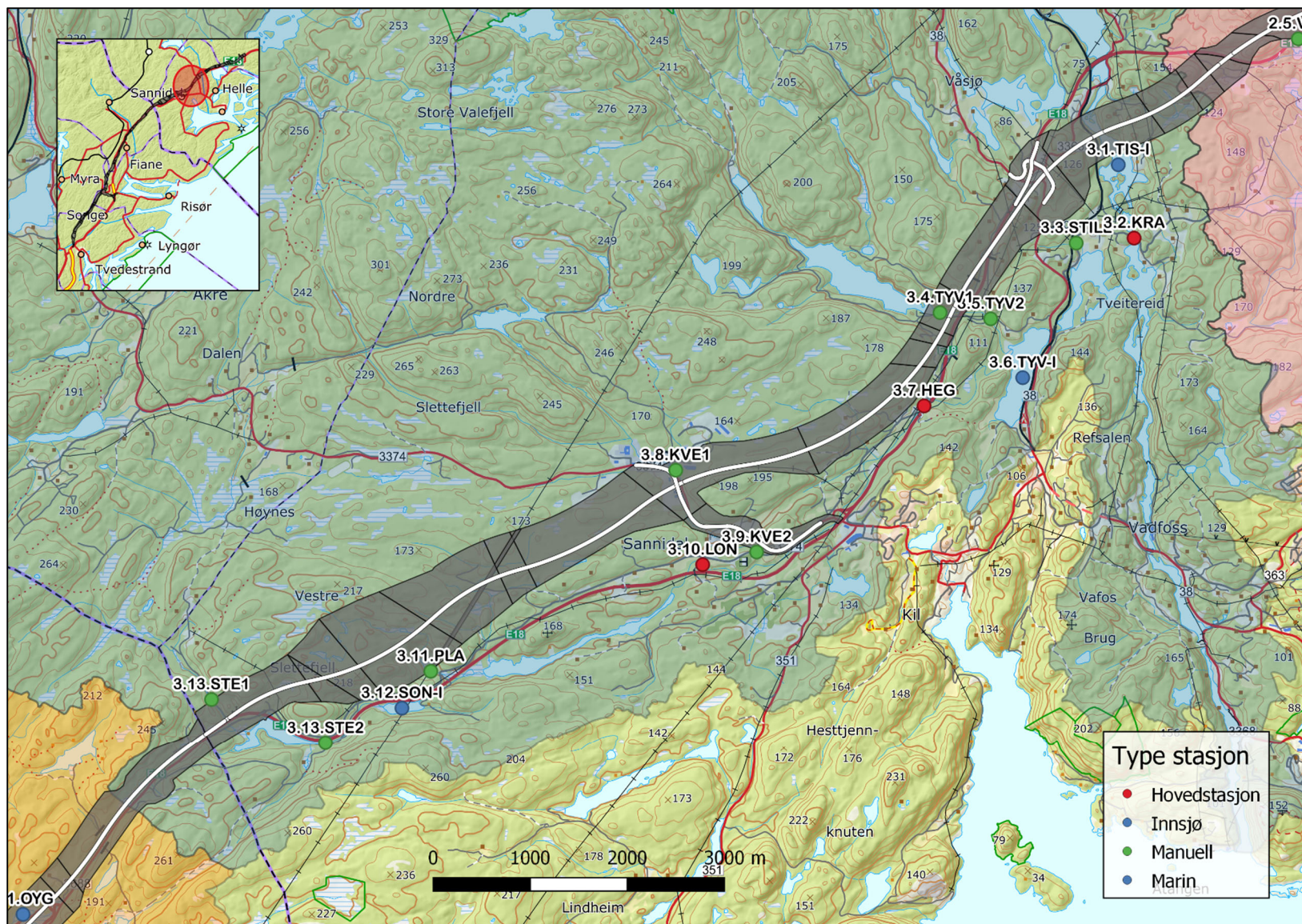
- I selve Kragerøvassdraget (Tisjø), forventes det begrensede effekter av anlegg og drift ny E18, som følge av stor resipientkapasitet og at bygging av bru erfaringsmessig gir mindre effekter.
- De mindre vannforekomstene langs ny vei vil få større belastning, både under anlegg og drift.
- Dette gjelder Heglandselva, Lonelva, Søndbøvann, Lona, Bråtvann samt Tyvannselva.
- Svarttjenn ligger tett inntil tentativ veilinje, og er et eksempel på et lite tjern med begrenset nedbørfelt og stor anleggsprosent, der en kan forvente vesentlig påvirkning av vannkvalitet under anlegg og drift av ny vei. Tilsvarende gjelder Fosteråstjennane.
- Under anlegg vil partikkel- og nitrogenkonsentrasjonene i vassdragene øke, eventuelt også jern, mangan og sulfat, avhengig av anleggsinngrep, støvbekjemping, berggrunn og plassering av masselager.
- I anleggsfasen er det særlig viktig å unngå spredning av uønskede arter og sykdomsfremkallende organismer, med maskiner, vanntanker og ulike typer transport og beplantning. Herunder også spredning av suter fra Hullvannsvassdraget.
- Det er ønskelig å sjekke om elvemusling kan finnes i Lonelva ved bruk av Miljø-DNA og ved funn iverksette tiltak for å beskytte restforekomsten.
- Stor transport av partikler vil kunne påvirke lokal sediment- og substratkvalitet, og spesielt i mindre vassdrag med stor anleggsprosent.
- I driftsfasen vil avrenning av vegsilt i verste fall kunne gi saltsjiktning eller endret sirkulasjon i Bråtvann, Søndbøvann og Lona. Tilsvarende vil Heglandsvassdraget kunne bli belastet med trafikkskapt forurensning i form av dekkslitasje, asfaltstøv med tilhørende mikroplast, kobber, sink og benso(a)pyren. Gode rensetiltak for overvann vil fjerne mye av disse forurensningene før de når vassdragene, og ny veg forventes ikke å skape en vesentlig økt belastning sammenlignet med dagens E18 som driftes uten aktive rensetiltak.
- Noen lokaliteter øst for Tisjø er vurdert som aktuelle for masselager, herunder Bjønnås, Tisjøtjenn og Damtjerr. Bjønnås et naturtypeområde i god tilstand (93), men uten registrerte rødlistearter. Området har avrenning mot Hullvann og Vesterbekkilen. Bjønnås har avrenning mot naturtypeområdet Tisjøtjenna (94), som er vurdert som verdifullt (åpen fattig jordvannsmyr). Damtjerr rett nord for Tisjøtjenna er også vurdert som mulig masselager. Har avrenning mot Tisjøtjenna og er ikke registrert som naturtypeområde. Hele det omtalte området, dvs. Bjønnås, Tisjøtjenn og Damtjerr, har avrenning mot Tisjø i Kragerøvassdraget.
- Masselager er vurdert for to områder sørvest for kryssing av Tisjø. Et ved Gjerde i et naturtypeområde av lokal eller dårlig verdi, med kalkrik ospeskog samt kalkrik lind-alme-hasselskog, bare yngre skog (95). Et ved Stillegårdstjerr, i et naturtypeområde av lokal verdi, beskrevet som seminaturlig våtmark med beitepreg.

3.3.9 Stasjoner forundersøkelser

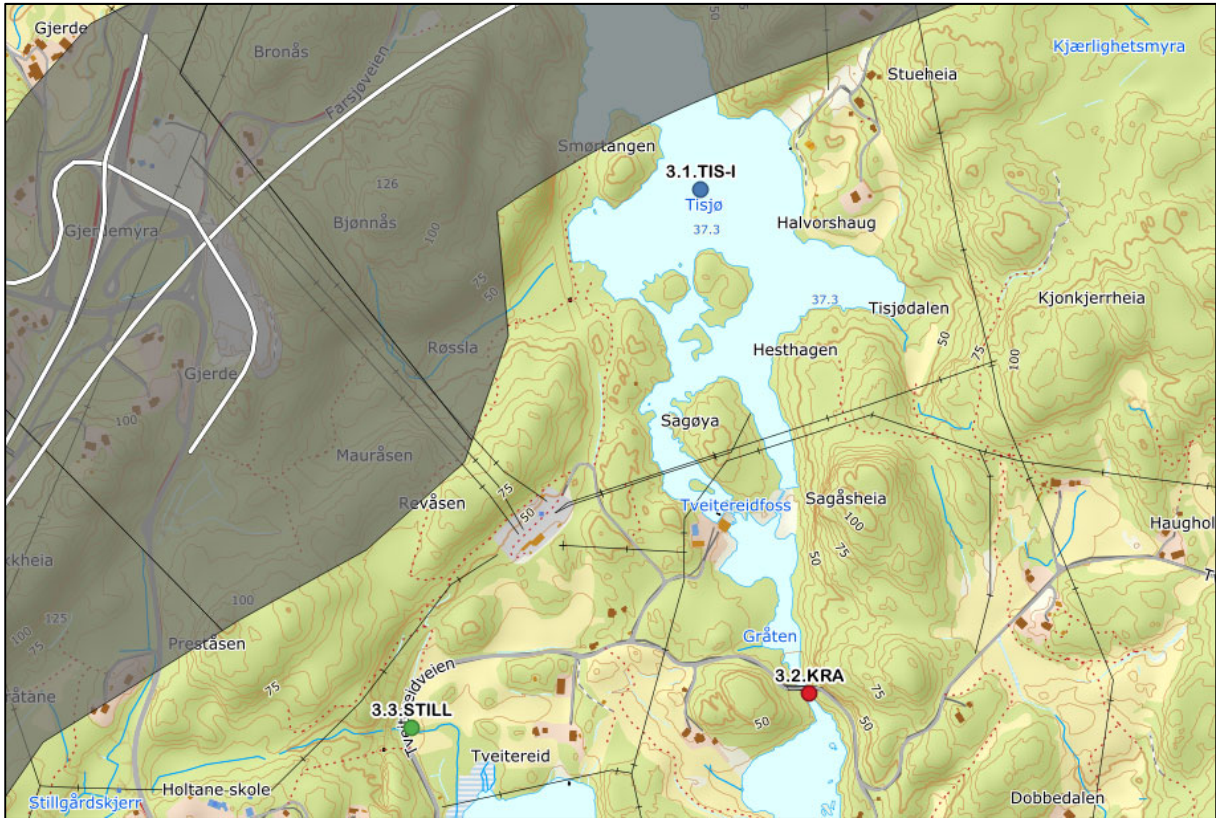
Foreslåtte stasjoner for forundersøkelsene framgår av tabell 3.3.3, som også gir begrunnelse og bakgrunn for valg av stasjoner, og figur 3.3.7-3.3.11. Det er foreslått to stasjoner i hovedvassdraget, en hovedstasjon (H) for vannprøver og automatiske målinger ved Tveitereidveien bru og en innsjøstasjon (I) i Tisjø nedstrøms der ny E18 krysser på bru. De andre stasjonene er i hovedsak lagt i mindre nedbørfelt i tilknytning til Heglands- og Lonelva samt Tyvannselva (samlet utgjør dette nedbørfeltet til Råna). Stasjonene er presentert nærmere senere i rapporten. Svarttjenn og Fosteråstjennane bør vurderes å inngå som stasjoner i forundersøkelsene, da de ligger tett på tentativ veilinje og har stor anleggsprosent.

Tabell 3.3.3. Foreslåtte stasjoner for forundersøkelser i Kragerøvassdraget med stasjonID, navn, type og begrunnelse for valg (H.=hovedstasjon, I=Innsjøstasjon, M=manuell stasjon vassdrag, MAR=marin stasjon).

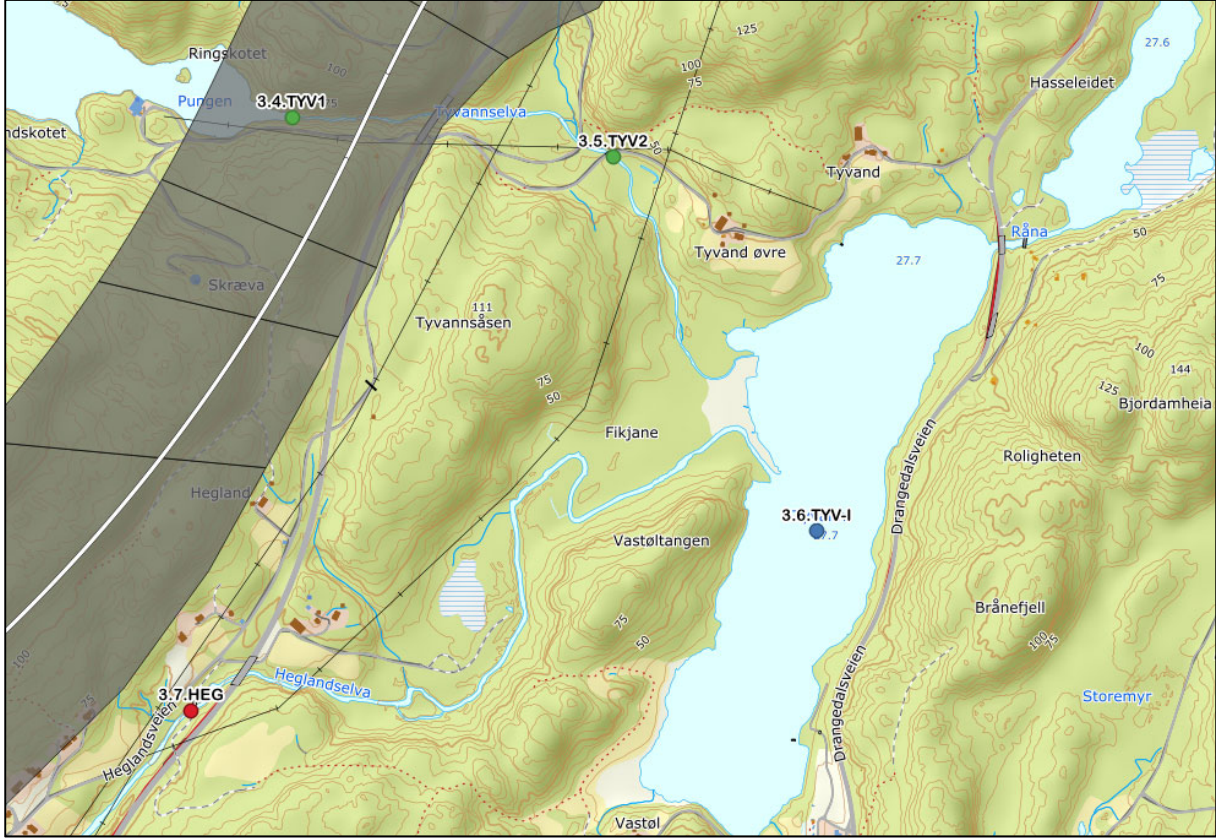
StasjonID	Navn	Type	Om valg av stasjon
3.1.TIS-I	Tisjø	I	Klarlegging av økologisk og kjemisk tilstand i Tisjø, rett nedstrøms der ny E18 krysser vassdraget
3.2.KRA	Kragerøvassdraget	H	Hovedstasjon i Kragerøvassdraget lokalisert der Tveitereidveien krysser over på bru
3.3.STILL	Stillgårdskjerr	M	Mindre bekk som vil kunne påvirkes av anleggsarbeid, i område aktuelt for masselager, fiskeførende ?
3.4.TYV1	Tyvannselva referanse	M	Referansestasjon Tyvannselva, oppstrøms E18.
3.5.TYV2	Tyvannselva	M	Ny E18 krysser, påvirkes
3.6.TYV-I	Tyvann	I	Samlet påvirkning fra Heglandselva og Tyvannselva, økologisk og kjemisk tilstand
3.7.HEG	Heglandselva	H	Nedbørfelt parallelt med ny E18, flere kilder
3.8.KVE1	Kvennvannselva referanse	M	Referansestasjon i Kvennvannselva oppstrøms E18 og industriområde på Fikkjebakke.
3.9.KVE2	Kvennvannselva	M	Påvirkes av ny E18, industriområde, lokal forurensning, fiskeførende ?
3.10.LON	Lonelva	H	Tidligere elvemuslinglokalitet, nedbørfelt parallelt med E18
3.11.PLA	Plasstjenn	M	Utløpsbekk Plasstjenn mot Lonelva
3.12.SON	Søndbøvannet	I	Påvirkes av både anlegg og drift ny E18, og er påvirket av dagens E18. Grunnlagsundersøkelser fra "Veinære sjøer". Undersøkes videre.
3.13.STE2	Stebekken	M	Stebekken nedstrøms Bråtvann, påvirkes av veianlegget.
3.14.STE1	Stebekken referanse	M	Oppstrøms nytt veianlegg i Stebekken, referanseverdier vannkvalitet



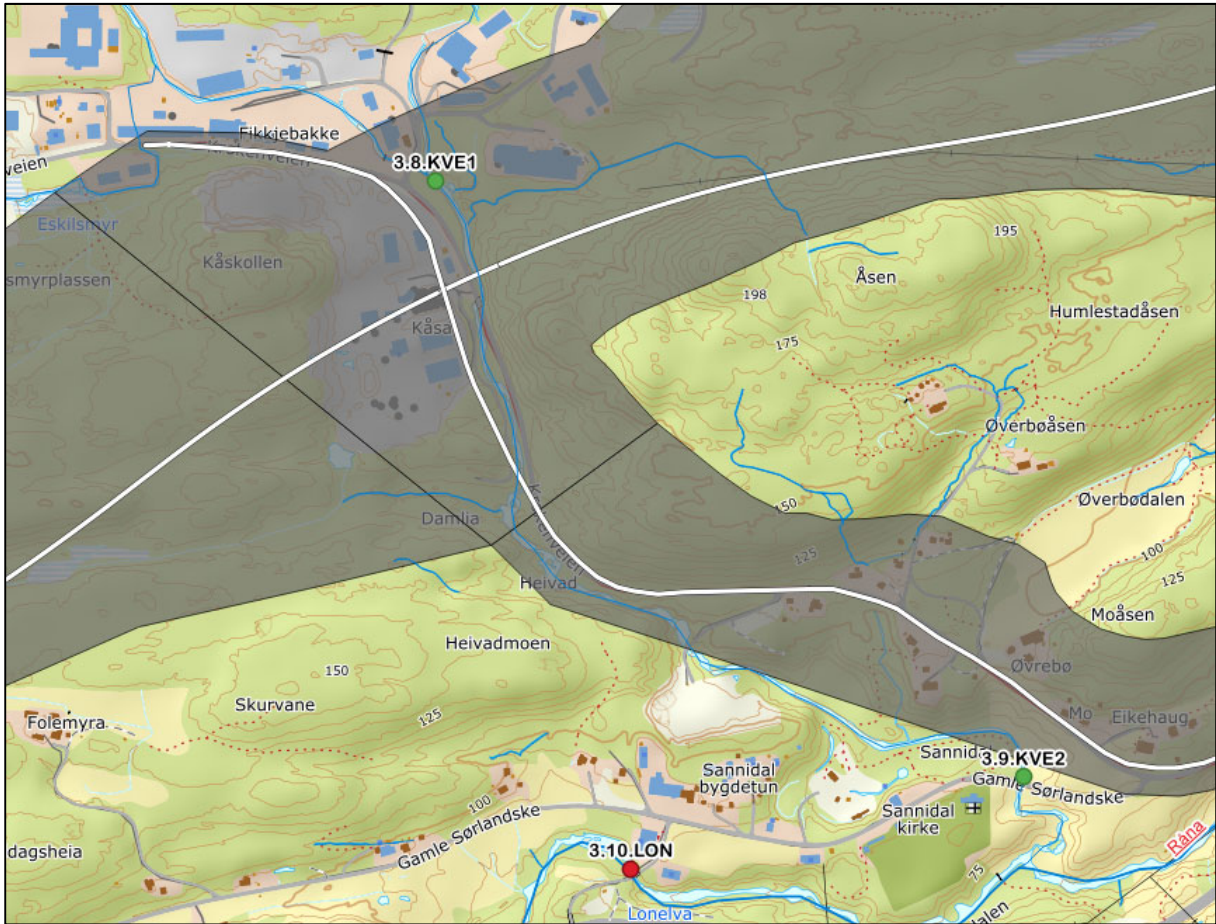
Figur 3.3.7. Oversiktskart prøvetakingsstasjoner i Kragerøvassdraget.



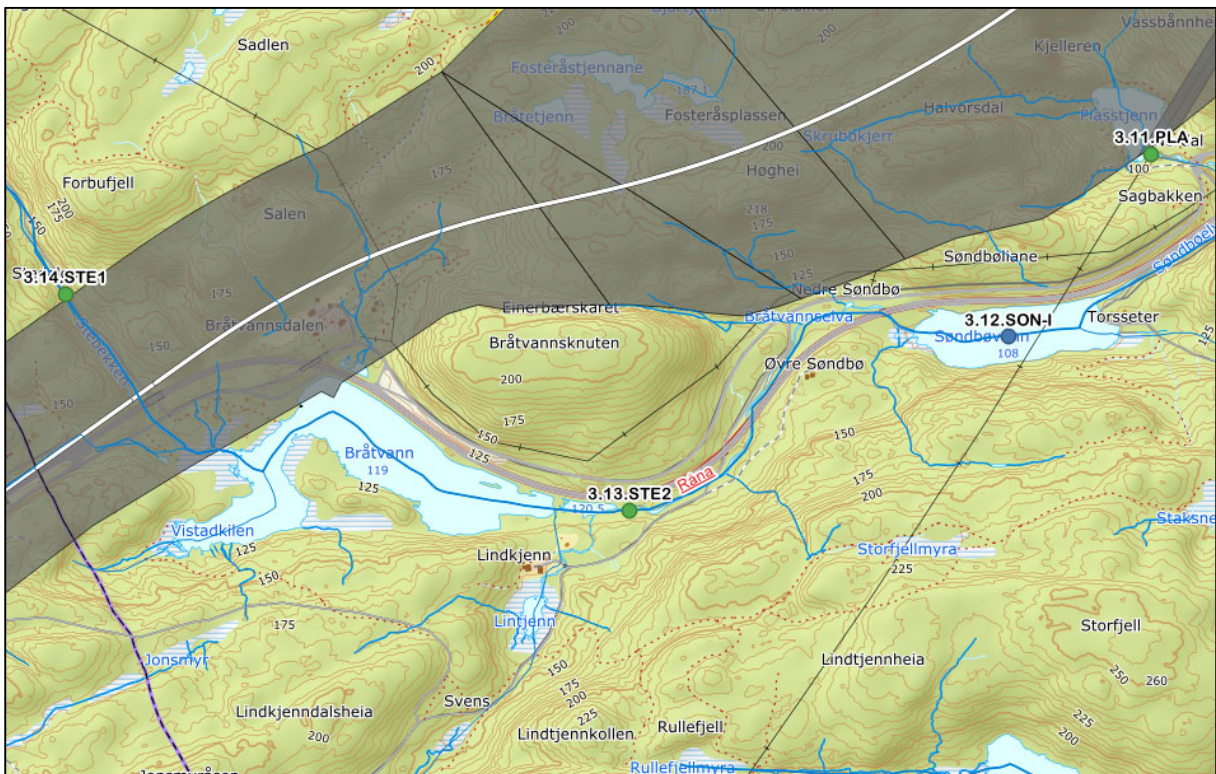
Figur 3.3.8. Detaljkart stasjoner i øvre del av Kragerøvassdraget.



Figur 3.3.9. Detaljbilde stasjoner i Tyvannselva, Tyvann og Heglandselva.



Figur 3.3.10. Detaljbilde stasjonene i Kvenvannselva og Lona.



Figur 3.3.11. Detaljbilde stasjonene i Plasstjenn, Sønbøvann, og Stebekken.

3.4 Gjerstadvassdraget

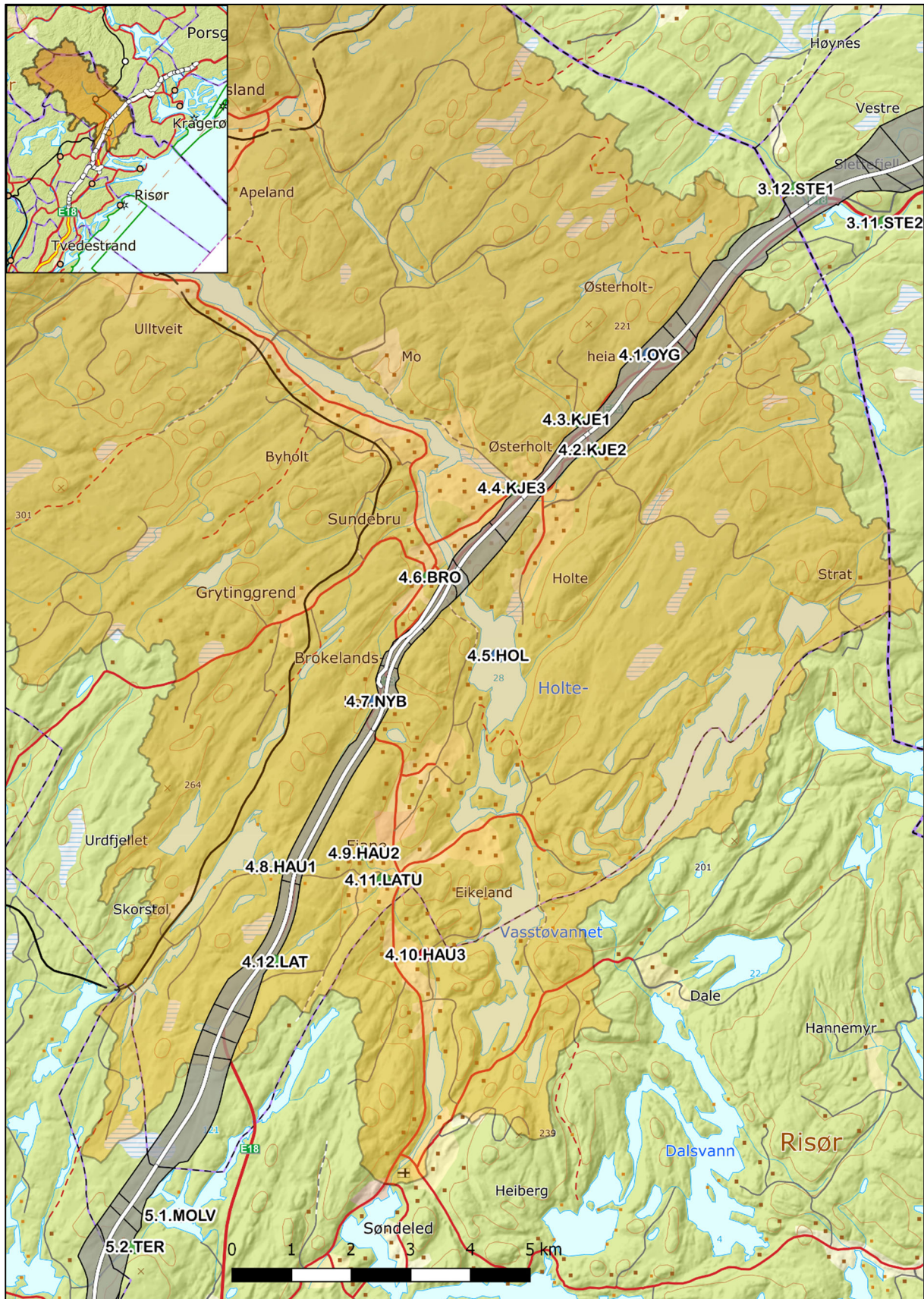
Gjerstadvassdraget har et stort nedbørfelt, og bygging av ny E18 forventes å ha begrensede effekter på vannkvalitet og vannmiljø i hovedvassdraget. Omtalen av vassdraget er konsentrert rundt de delnedbørfeltene der vannmiljø vil kunne påvirkes under anlegg og drift av ny vei (figur 3.4.1.).

3.4.1 Nedbørfelt og vannføring

Gjerstadvassdraget har en nedbørfelt på 369 km, med en arealfordeling på skog, jordbruk, myr og sjøareal som vist i tabell 3.4.1. Tabellen viser også nedbørfeltareal oppstrøms kryssing av ny E18, samt flomvannføring og minstevannføring.

Tabell 3.4.1. Arealfordeling og vannføring i Gjerstadvassdraget og delnedbørfelt oppstrøms ny E18.

Nedbørfelt	Arealfordeling i prosent						Vannføring (m ³ /s)		
	Skog	Jordbruk	Sjø	Myr	Urbant	Annet	Lav	Middel	Flom
Gjerstadvassdraget 369 km ²	82	2,1	4,8	4,5	0,1	1,9	0,6	8,7	94
Oppstrøms ny E18 321 km ²	83	1,9	3,7	4,8	0,1	2,1	0,3	7,8	92



Figur 3.4.1. Oversiktskart korridor og nedre del av Gjerstadvassdraget.

3.4.2 Menneskelig påvirkning

Det ble etablert tre større elvekraftverk i Gjerstadvassdraget i perioden 1917 til 1956. Verket (1917) ligger i utløpselva fra innsjøen Svart ved Egeland verk, og utnytter et fall på 50 m ned til Vasstøvannet. Stifoss kraftverk (1939) utnytter fallet fra Vasstøvannet til Brøbrøvann, rundt 15 m, og lager et permanent vandringshinder for laks og sjørret videre oppover vassdraget. Sønedeled kraftverk (1956) ligger nederst i vassdraget, rett før utløp til Sønedeledfjorden, og utnyttet et vannfall på 9,5 m ned til fjorden. Sønedeled er ikke lengre i drift som kraftverk, og det er mulighet for oppvandring av laks og sjørret forbi dammen, selv om kraftverket vanskeliggjør og reduserer normal oppgang av fisk. Gjerstadvassdraget ble varig vernet mot videre kraftutbygging i verneplan 1 i 1973. Verneformålet var stort naturmangfold knyttet til vassdragsnatur, rekreasjonsverdi og store kulturminneverdier nederst i vassdraget. Likevel er det nylig omsøkt bygging av nytt Sønedeled kraftverk samt opprusting og utvidelse av Stifoss kraftverk. Søknaden var fra Egeland verk, og basert på historiske fallrettigheter ved Stifoss og Sønedeled. I behandling og vedtak som gitt fra NVE (96) så ble bygging av nytt Sønedeled kraftverk avslått mens opprusting og utvidelse av Stifoss kraftverk ble godkjent.

Det har vært drevet uttak av jernmalm og jernverk på Egeland jernverk (1707 – 1884) og det er avgangsmasser fra driften i området. Generelt gir gamle gruver grunn til mistanke om forekomst av pyritt. Det er en del jordbruksareal i nedbørfeltet (Tabell 3.4.1) og driften er for en stor del husdyrhold, storfe og sau, med tilhørende grasdyrking. Det er noe åkerarealer.

Fra nord går dagens E18 parallelt med Kjerrstembekken som renner ut i hovedvassdraget sør i Gjerstadvannet. E18 krysser Gjerstadvassdraget på bru øverste i Holtefjorden ved Sundebru, og går videre forbi Brokelandsheia parallelt med Brokelandsbekken med Nybøtjerna. Brokelandsbekken har utløp til Gjerstadvassdraget ved Sundebru. Videre sørover passerer E18 gjennom nedbørfeltet til Haugelva som kommer fra Skorstølvatnet og som har delnedbørfelt parallelt med E18 sørover. Haugelva munner ut i Gjerstadvassdraget ved Storelva rett nedstrøms Stifoss. Dagens E18 gir avrenning av veisalt og trafikkskapt forurensning til vassdraget, og kan påvirke mindre bekker og tjern langs dagens vei, som Nybøtjerna og Langtjerna.

Det er store skogarealer i nedbørfeltet og flatehogst av større arealer kan påvirke lokal vannkvalitet negativt med økt utvasking av nitrogen og partikler (97) (98). Det har vært omfattende tømmerfløting i vassdraget tidligere, og det har historisk blitt gjort oppdemminger og kanalisering mange steder i vassdraget for å lette og tilrettelegge for tømmerfløting.

I forslag til hovedutfordringer for vannregion Agder (99) er langtransporterte forurensninger (forsuring) og introduserte arter/sykdommer nevnt som de viktigste påvirkningene i Gjerstadvassdraget sammen med jordbruk, industri og vannkraft.

3.4.3 Geologi

Berggrunnen i nedbørfeltet til Gjerstadvassdraget består i hovedsak av næringsfattige gneiser og granitter, delvis omdannede, og med overgangsformer mellom disse. Utkast til aktsomhetskart for sure bergarter i Agder (8) indikerer berggrunn med økt fare for syredannelser i områdene rundt Egeberg jernverk, nedstrøms innsjøen Svart. Men mindre forekomster av sulfidholdig fjell kan opptre sporadisk i store deler av nedbørfeltet og langs anleggsområde for ny E18. Gruver er en viktig indikator for mulig forekomst av sulfidholdig fjell.

Innenfor korridoren for ny E18 domineres berggrunn av båndgneis, med mindre innslag av migmatitt (figur 2.2.2). Sulfidrike mineraler kan opptre i overgangs- og endringssoner innenfor slike bergarter, eller i overgang mot amfibolitt.

3.4.4 Verdi vannressurs

Gjerstadvassdraget har verdi for kraftproduksjon.

3.4.5 Rekreasjon og friluftsliv

Hele den nedre delen av Gjerstadvassdraget er kartlagt som er svært viktig friluftsområde i naturbase, dvs. fra Vasstøvannet og Stifoss ned til utløp av fjorden ved Søndeled. Herunder området Vasstøvannet rundt (100) med omfattede friluftsliv i form av bading, padling, turvirksomhet og rekreasjon som kombinerer naturopplevelser og besøk av kulturminner. Det er en viktig badeplass ved Brøbrøvann.

Hele vassdraget fra Gjerstadvannet via Holtefjorden og ned til Søndeled er viktig for padling, bading, fiske og annen lokal rekreasjon.

Mindre vannforekomster som berøres av veiutbyggingen kan ha lokal betydning for rekreasjon og friluftsliv. Øygardstjørnane i Kjerrstembekken ligger ved en mye brukt rasteplass ved dagens E18, og er tilrettelagt for bading samt utgjør et viktig trivselselement på rasteplassen. Nybøtjerna ved Brokelandsheia har en tilsvarende funksjon. Haugbekken fra Skorstølvatnet renner gjennom boligområder i Haugmoveien, og vil kunne være viktig for rekreasjon og fiske i nærområdet.

3.4.6 Naturverdier og fisk

Gjerstadvassdraget ble varig vernet mot videre kraftutbygging i verneplan 1 i 1973. Verneformålet var stort naturmangfold knyttet til vassdragsnatur, rekreasjonsverdi og store kulturminneverdier nederst i vassdraget.

Holtemyra er et viktig våtmarksområde i Holtefjorden, litt nedstrøms der ny E18 skal krysse i bru (101). Det ligger ikke i direkte inngrep med anleggssonen langs ny vei, men kan motta avrenning fra anleggsområdet.

Ål er viktig i hele Gjerstadvassdraget, og historisk har ålefiske vært en viktig tilleggsnæring i området, med ålekister og ålefangst i store deler av vassdraget. Utbygging av vannkraft har forringet forholdene både for oppvandring og utvandring av ål, slik at forekomstene av ål har blitt mindre. Ål er påvist i forbindelse med de fleste større og mindre sidevassdragene til Gjerstadvassdraget i området som Haugelva, Brokelandsbekken, Langsjøbekken, Åslandselva og mest sannsynlig også Kjerrstembekken. I de fleste av de samme bekkene finnes det nok en bestand av stasjonær ørret. Haugelva er anadrom og sjørretførende, i de nedre delene av vassdraget (102).

Deler av nevnte vassdrag er gamle lokaliteter for elvemusling, der den i dag antas å være forsvunnet, herunder Storelva nedstrøms Stifoss samt nederst i Haugelva (103). Haugelva kan være en aktuell lokalitet for å undersøke om det kan finnes en restforekomst av elvemusling, eller om det er etablert en ny bestand, basert på Miljø-DNA undersøkelser.

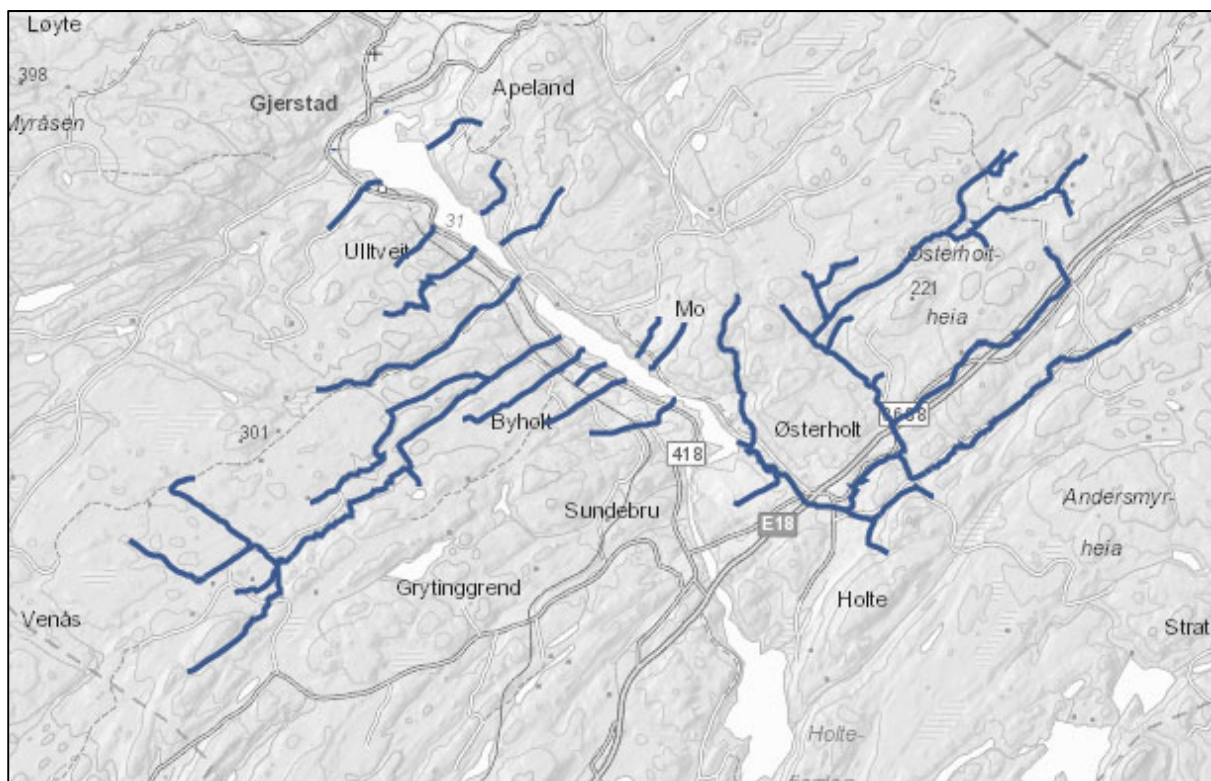
Gjerstadvassdraget har mulighet for oppvandring av laks- og sjørret til Stifoss, men mye av oppvandringene stopper ved Søndeled, selv om det er etablert fisketrapp her (104) (96). Forbedrende tiltak for oppvandring av laks og sjørret har blitt diskutert. Ved fjerning av reguleringsdammen ved Søndeled, vil det regulerte Brøbrøvann bli kraftig redusert i utstrekning og elveløpet kan tilbakeføres som gyte- og oppvekstområder for laks og sjørret gitt en tilstrekkelig minstevannføring. Et slikt tiltak vil også bedre oppgangen av sjørret i nedre del av Haugelva.

I Holtefjorden, Vasstøvann og Brøbrøvann finnes det primært abbor og ørret, men også røye, sik og suter. I den anadrome delen finnes det som nevnt også laks. Det er gode gyteforhold for laks og sjørret i området rett nedstrøms dammen på Søndeled (105).

3.4.7 Vannkvalitet og økologisk tilstand

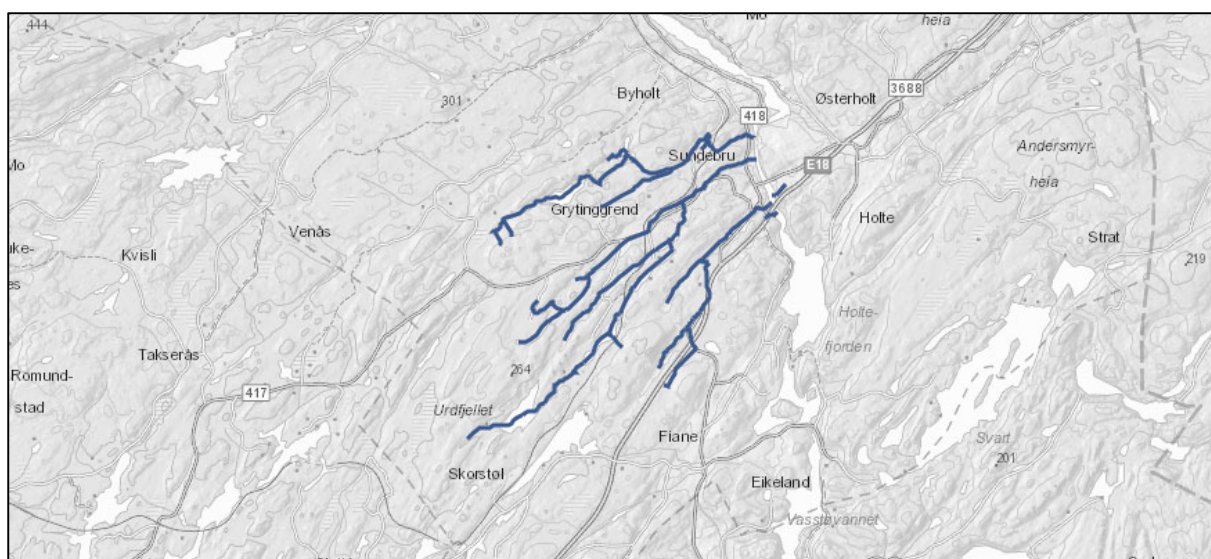
Vannforekomsten Gjerstadvannet bekkefelt (018-76-R) omfatter blant annet Kjerrstembekken som vil kunne bli påvirket ved ny E18 utbygging. Kjerrstembekken munner ut nederst i Gjerstadvannet ved Østerholt (figur 3.4.2). I Vann-Nett er vannforekomsten registrert med **Moderat økologisk tilstand**, **God kjemisk tilstand** og med **Risiko** for at mål om god økologisk tilstand ikke skal

oppnås (81). Vurderingen er basert på eldre data, og den økologisk tilstanden er moderat som følge av forsurening.



Figur 3.4.2. Vannforekomsten Gjerstadvannet bekkefelt med Kjerstembekken nederst til høyre (Kilde: Vann-nett).

Vannforekomsten Sunda bekkefelt (018-75-R) er vist i figur 3.4.3, og omfatter blant annet Brokelandsbekken og Nybøtjerna, som kan bli påvirket av utbygging av ny E18. Bekkefeltet er registrert med **God økologisk tilstand**, **God kjemisk tilstand** og med **Risiko** for at mål om god økologisk tilstand ikke skal oppnås (81). Vurderingen baseres på data over flere år, hvorav de siste fra 2014, i henhold til Vann-nett. Biologisk kvalitetsparametere synes ikke å ha blitt undersøkt. Nybøtjerna er tidligere undersøkt i forbindelse med prosjektet «Vegnære sjøer i Sør-Norge» (50).



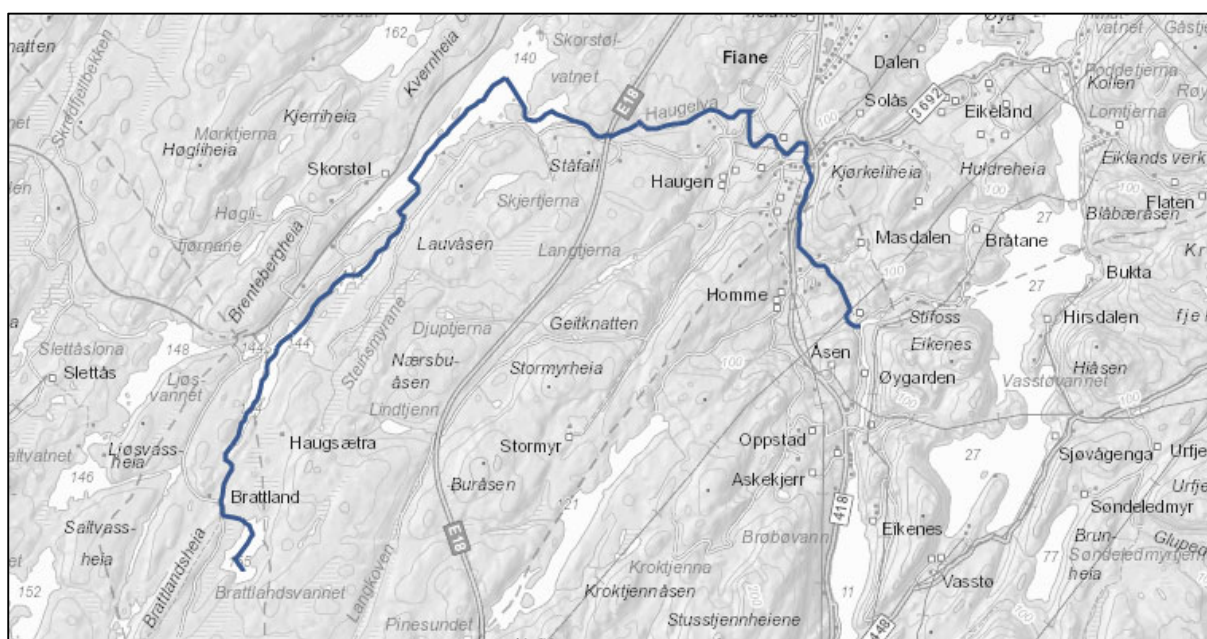
Figur 3.4.3. Vannforekomsten Sunda bekkefelt, med Brokelandsbekken og Nybøtjern (Kilde: Vann-nett).

Vannforekomsten Holtefjorden (018-11720-L) er vist i figur 3.4.4. Det er ikke data for vannkjemisk eller biologiske kvalitetsparametere fra lokaliteten, men den er likevel registrert med **Moderat økologisk tilstand**, **God kjemisk tilstand** og med **Risiko** for at mål om god økologisk tilstand ikke skal oppnås (81). Det er stort behov for nye data for å beskrive økologisk tilstand samt en sikrere bestemmelse av kjemisk tilstand.



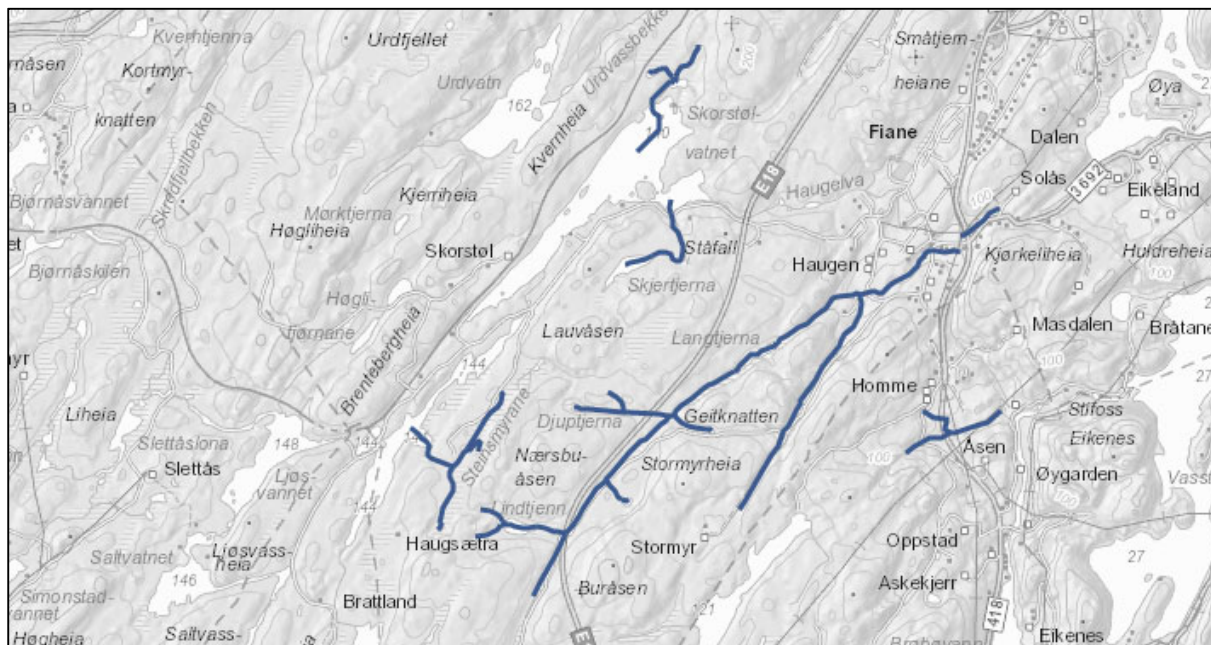
Figur 3.4.4. Vannforekomsten Holtefjorden rett nedstrøms planlagt kryssing av ny E18 (Kilde: Vann-nett).

Vannforekomsten Haugeelva med Skorstølvannet (018-99-R) er vist i figur 3.4.5. Vannforekomsten munner ut i Storelva nedstrøms Stifoss. De nedre delene av vannforekomsten vil kunne påvirkes av bygging og drift av ny E18, blant annet gjennom tilførsel fra bekkefelt i sør. Vannforekomsten er registrert med **God økologisk tilstand**, **God kjemisk tilstand** og med **Risiko** for at mål om god økologisk tilstand ikke skal oppnås (81). Det er lite data bak klassifisering, som må vurderes som usikker.



Figur 3.4.5. Haugeelva med Skorstølvannet (Kilde: Vann-Nett).

Vannforekomsten Vestre Skorstølvannet til Stifoss, bekkefelt (018-112-R) er vist i figur 3.4.6. Den omfatter blant annet Langtjernbekken som vil kunne motta avrenning i forbindelse med bygging av E18. Vannforekomsten er registrert med **God økologisk tilstand**, **God kjemisk tilstand** og med **Risiko** for at mål om god økologisk tilstand ikke skal oppnås (81). Det er ingen data bak klassifiseringen.



Figur 3.4.6. Vestre Skorstølvannet til Stifoss, bekkefelt.

3.4.8 Mulig påvirkning av Gjerstadvassdraget, anlegg og drift ny E18

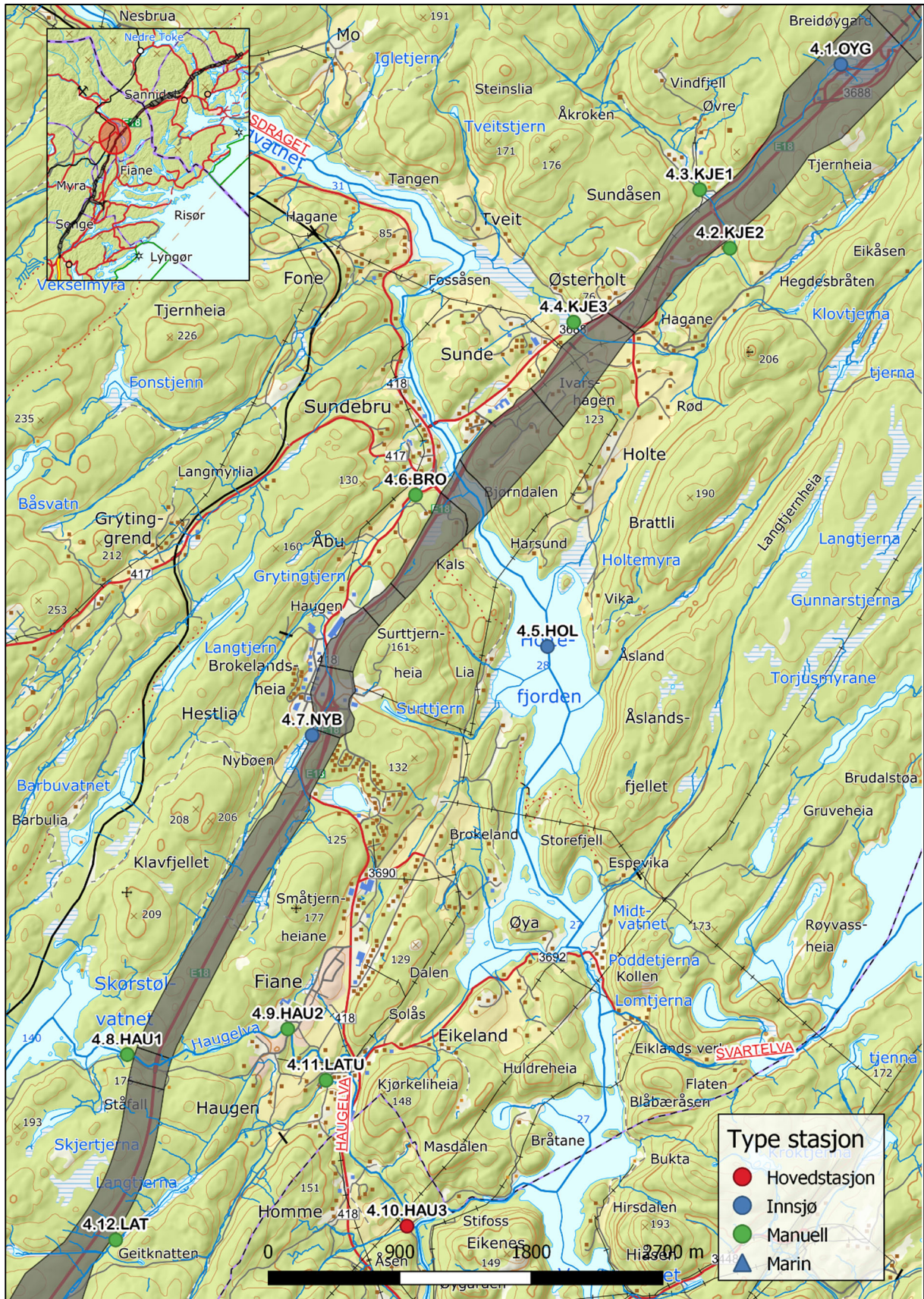
- Det forventes begrenset påvirkning av Holtefjorden, i forbindelse med anleggsarbeid for brukryssing ny E18.
- Øygardstjønnan, og Kjerrstembekken vil kunne bli påvirket i anleggsfasen, både partikler og nitrogenforbindelser. Tilsvarende med Brokelandsbekken, Nybøtjerna og Småtjenn samt Haugelva og Langsjøbekken.
- Generelt er vannforekomstene i Gjerstadvassdraget preget av både naturlig og langtransportert forsurening, og økologisk tilstand er i mange tilfeller vurdert som moderat som følge av antatte og målte forsureningseffekter. Sprengning og deponering av fjell med sulfatmineralet jarositt (5)., som kan gi en umiddelbar forsureningseffekt ved utvasking etter sprengning kan gi risiko for å forsterke slike effekter. Generelt er det grunn til å klassifisere eventuell syredannende gneis (58) (8). som sprenges i linja og planlegge miljøriktig disponering i henhold til klassifisering. Feil deponering kan gi langsiktige effekter i vannforekomstene, slik at miljømål om økologisk tilstand ikke nås.
- Vannforekomster nær ny vei vil kunne påvirkes av veisalt og trafikkskapt forurensning fra ny vei. Effektene vil være størst i veinære tjern og vann med liten vannutskifting (50), som Øygardstjønnan, Nybøtjerna, Langtjern, Småtjenn med flere.

3.4.9 Stasjoner forundersøkelser

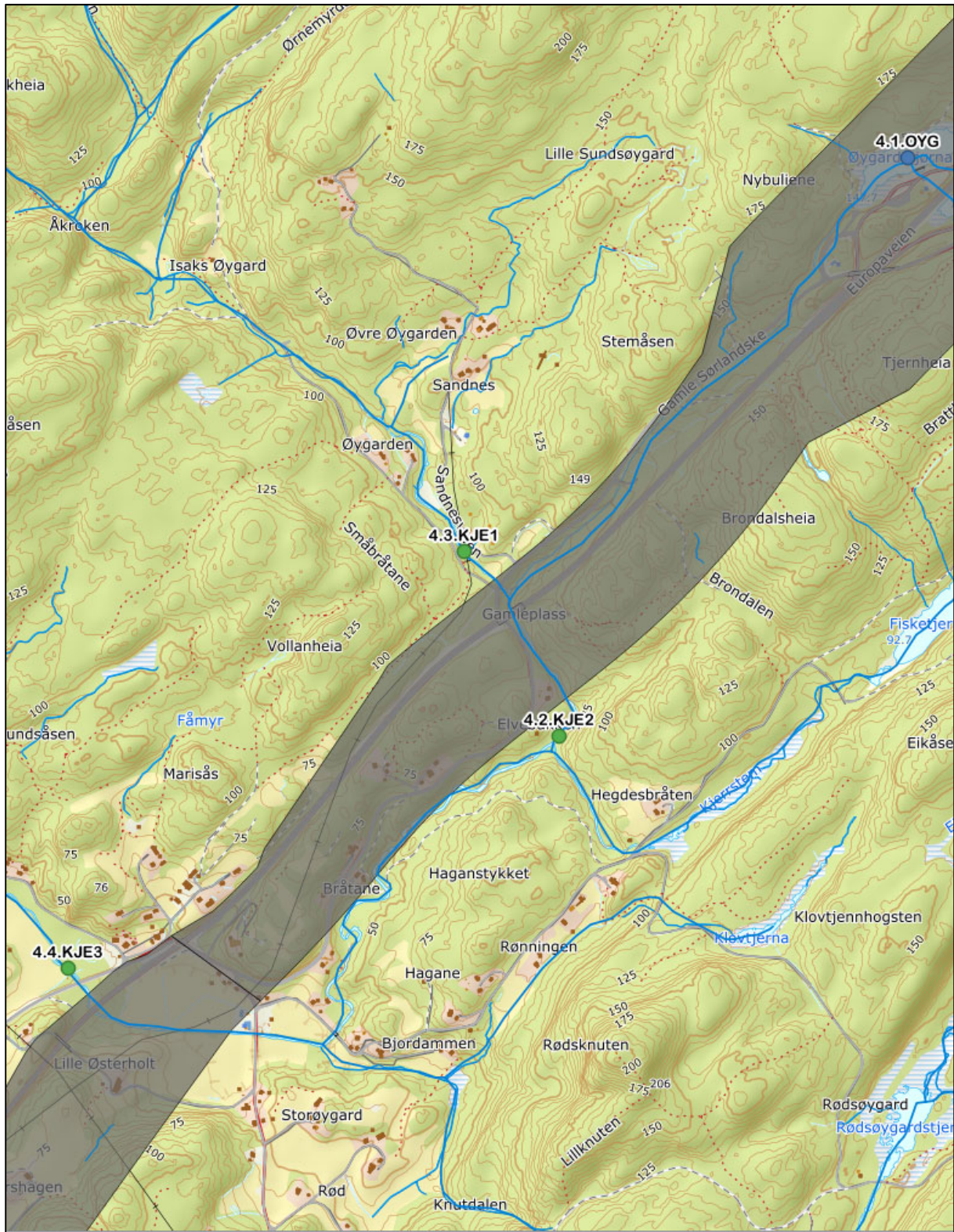
Foreslåtte stasjoner for forundersøkelser i Gjerstadvassdraget framgår av tabell 3.4.2, som også gir begrunnelse for hvorfor disse har blitt valgt og figur 3.4.7-3.4.11. Småtjenn vurderes også som en aktuell stasjon.

Tabell 3.4.2. Prøvetakingspunkter i Gjerstadvassdraget fordelt på manuelle (M), innsjø (I) og hovedstasjoner (H).

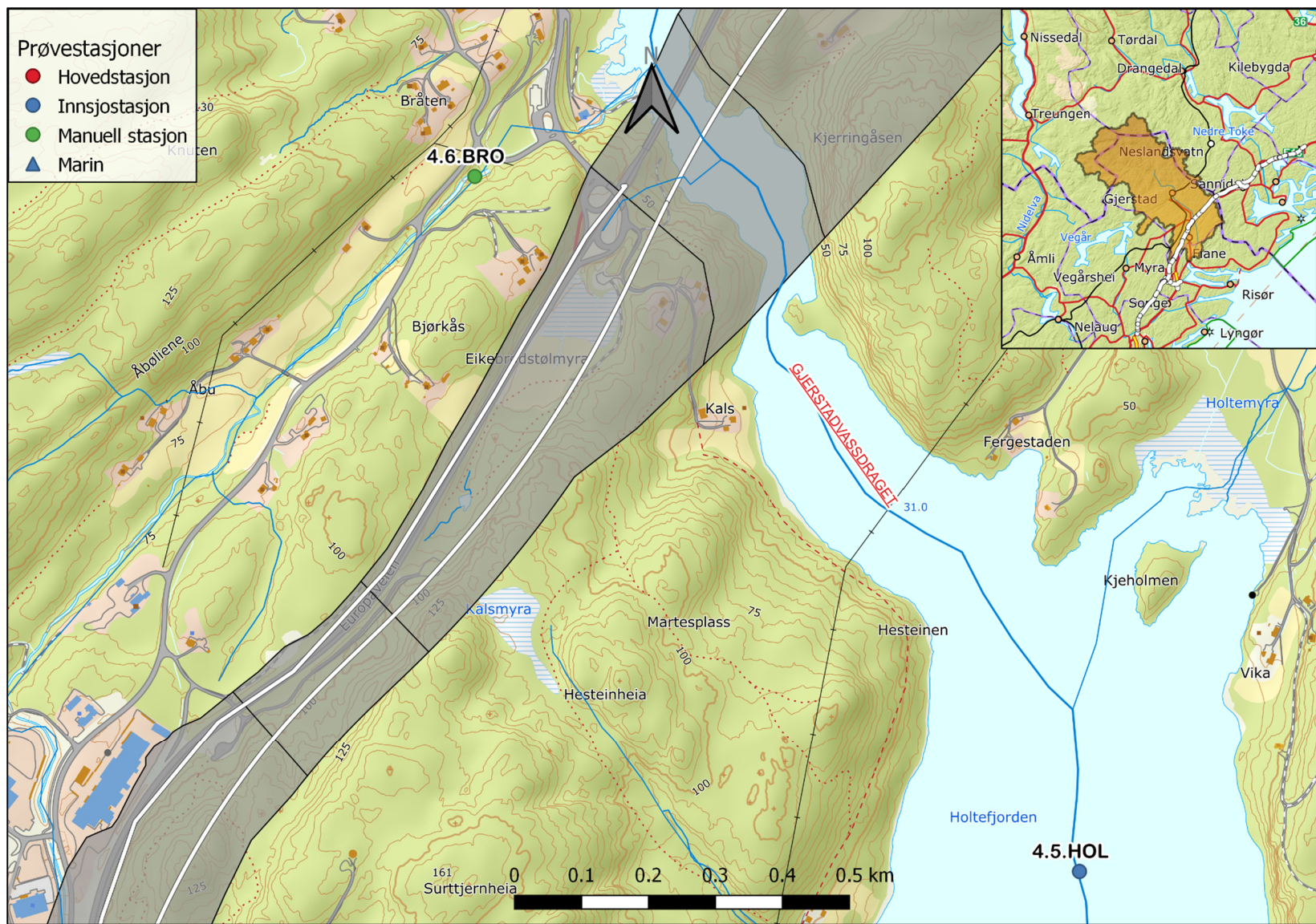
StasjonID	Navn		Type	Om valg av stasjon
4.1.OYG	Øygardstjerna		I	Rekreasjonsområde. Raste- og badeplass langs dagens E18, blir videreført ny E18
4.2.KJE2	Kjerrstembekken		M	Nedstrøms påvirkning av ny vei, anlegg og drift
4.3.KJE1	Kjerrstembekken referanse		M	Oppstrøms påvirkning av ny vei, anlegg og drift
4.4.KJE 3	Kjerrstembekken		H	Utløpet av Kjerrstembekken til sørenden av Gjerstadvannet ved Sundsmyra, samlet påvirkning ny E18 anlegg og drift
4.5.HOL	Holtefjorden		I	Innsjøstasjon i Gjerstadvassdraget, nedstrøms der ny E18 krysser på bru samt tilførsler fra bekker, økologisk og kjemisk tilstand
4.6.BRO	Brokelandsheia		M	Utløpet av bekk fra Brokelandsheia til området ved Sundebru, påvirkes av anlegg og drift ny E18
4.7.NYB	Nybøtjerna		I	Påvirkes av dagens E18 og var med i prosjektet "Vegnære sjøer i Sør-Norge". Vil påvirkes av ny E18. Viktig å følge opp videre.
4.8.HAU1	Haugelva referanse		M	Referansestasjon Haugelva, tidligere elvemuslinglokalitet, stasjonær ørret øverst, anadrom strekning nederst
4.9.HAU2	Haugelva		M	Nedstrøms anlegg og drift av ny E18, fisk og lokal rekreasjonsverdi
4.10.HAU3	Haugtjerna utløp		H	Viktig vassdrag for fisk, og tidligere påvist elvemusling i dette området, anadrom strekning, mulighet for reetablering elvemusling
4.11.LATU	Langtjerna utløp		M	Nedbørfeltet påvirkes av ny veg, fisk i bekken ? Ål påvist i Langtjerna.
4.12.LAT	Langtjerna		M	Oppstrøms Langtjerna, økt anleggsprosent påvirkning fra ny vei, fisk ?



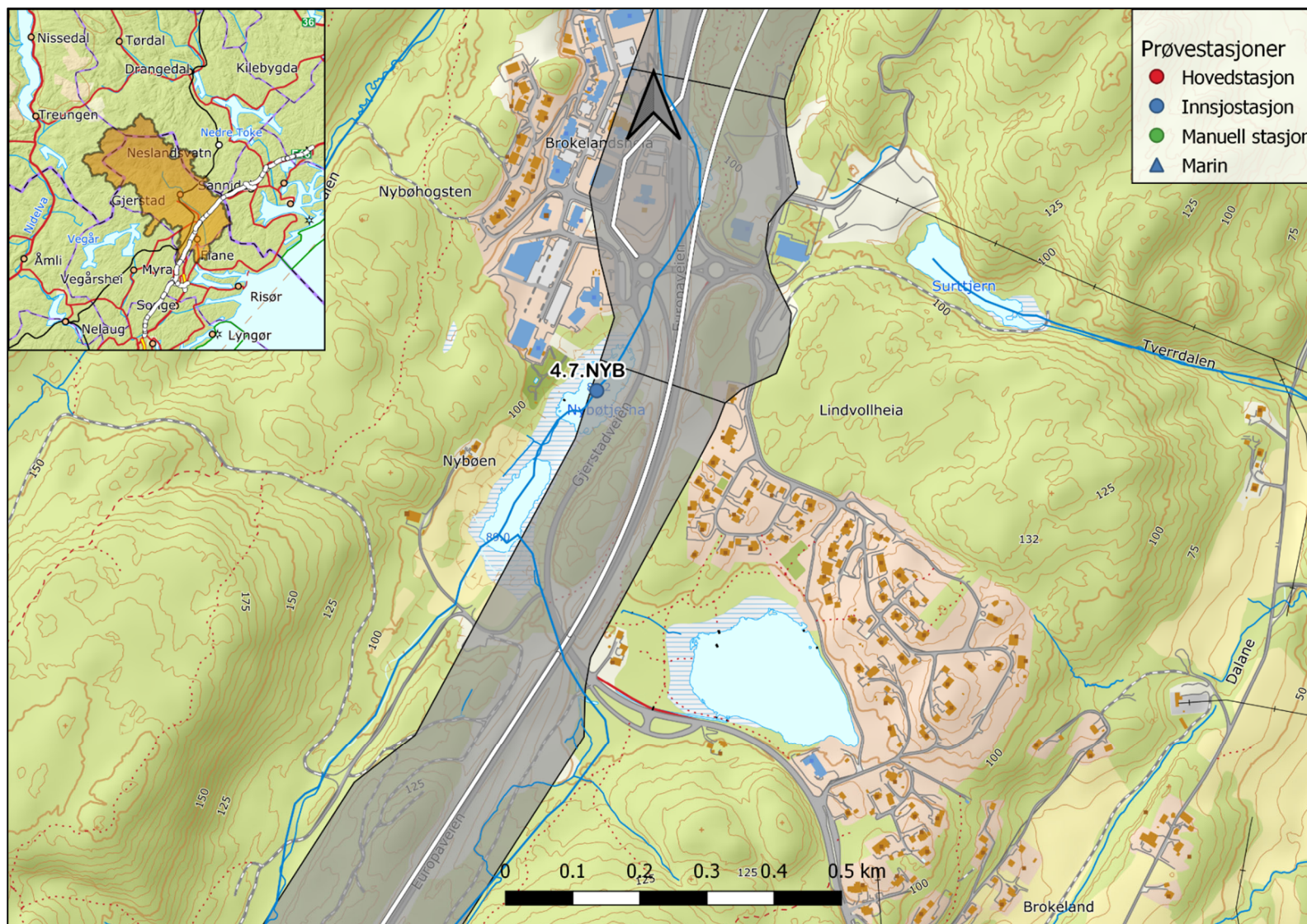
Figur 3.4.7. Oversiktskart prøvetakingstasjoner i Gjerstadvassdraget.



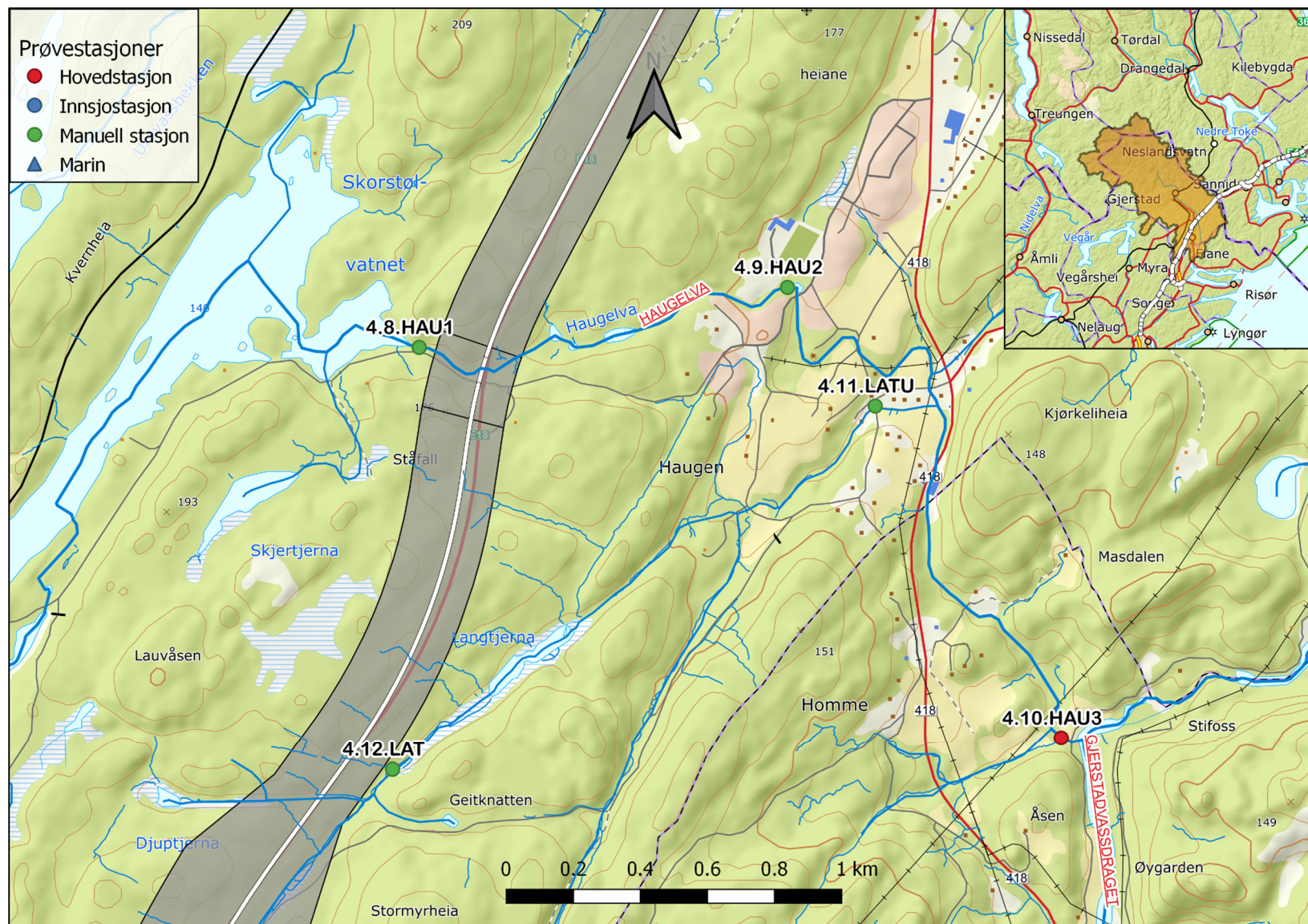
Figur 3.4.8. Detaljbilde stasjoner i Øygardstjern og Kjerrstembekken.



Figur: 3.4.9. Prøvetakingspunkter i Holtefjorden og Brokelandsheia bekk i Gjerstadvassdraget.



Figur: 3.4.10. Prøvetakingspunkt i Nybøtjerna Gjerstadvassdraget.



Figur: 3.4.11. Prøvetakingspunkter i Haugeelva og Langtjerna Gjerstadvassdraget.

3.5 Hammartjernbekken

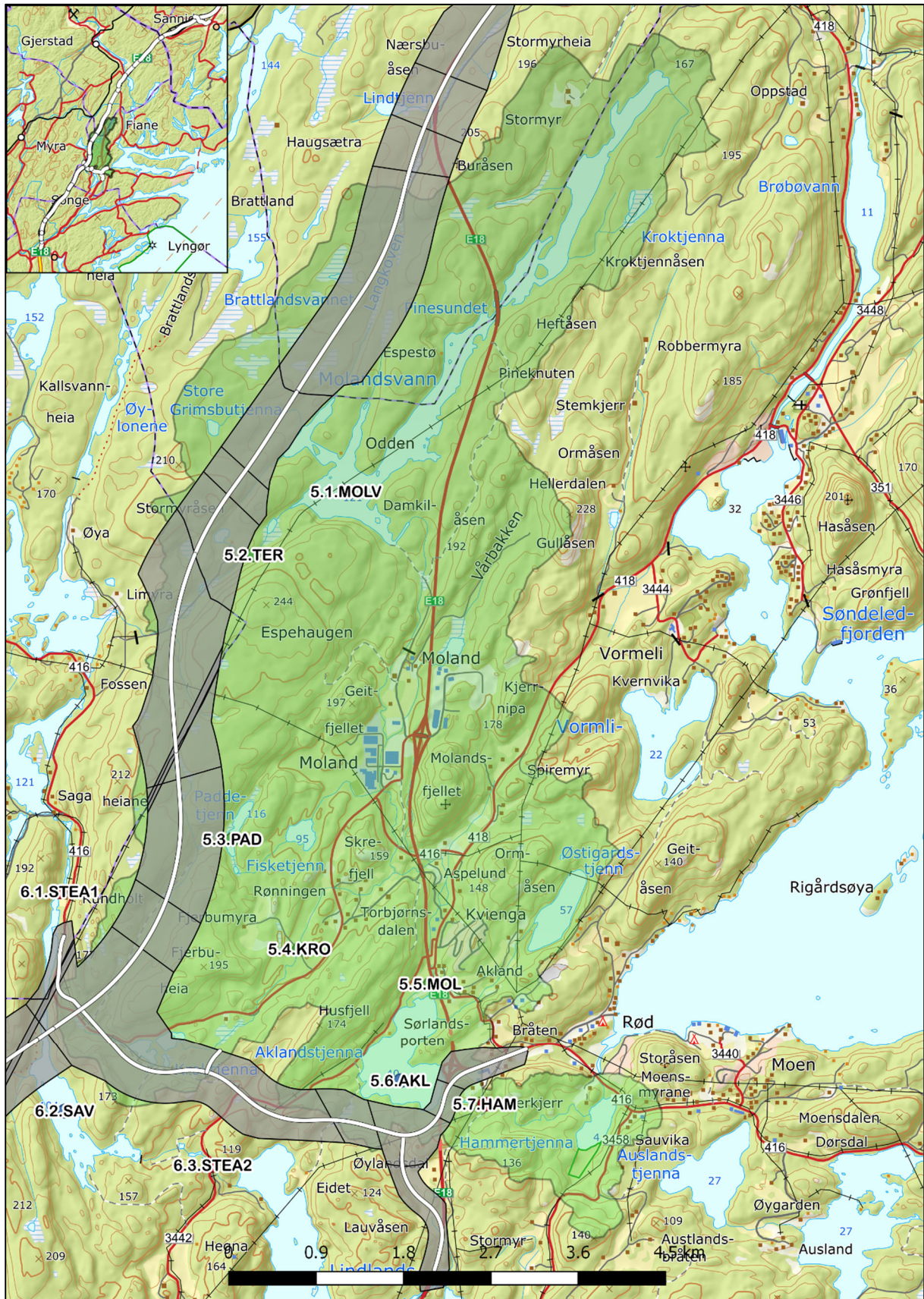
For Hammartjernbekken ligger korridor og tentativ veilinje for en stor del vest for hovedstrengen i vassdraget, men veilinja krysser flere mindre bekker med avrenning mot Molandsvann – Mjåvann og Molandselva (figur 3.5.1). Tentativ veilinje for ny lokalvei mot Risør ligger tett på Kroktjenna, Aklandstjenna og passerer over Hammerbekken i området nedstrøms Aklandstjenna.

3.5.1 Nedbørfelt og vannføring

Hammartjernbekken (018.221Z) har en nedbørfelt på 17,1 km², og renner ut i Rødsfjorden nær Risør (Figur 3.5.1). Arealfordelingen i nedbørfeltet er vist i tabell 3.5.1. Nedbørfeltet har en stor andel skog, men også relativt stort areal av sjø og myr. Middellavrenning som beregnet av NEVINA er 330 l/s. Nedbørfeltet til Hammartjernbekken består av tre vannforekomster: Molandsvann – Mjåvatn (018-9055-L), Mjåvatnet bekkefelt (018-150-R) og Hammarbekken inkludert bekkefelt (018-152-R). Vassdraget er ikke regulert. Korridoren for planlagt E18 ligger nord for hovedvassdraget, men anleggs- og driftsfase for ny vei vil kunne påvirke vannkvaliteten gjennom avrenning til mindre sidebekker. Planlagt tilknytningsvei mot Risør vil ligge tett på Aklandstjenna og vil krysse Molandsbekken rett nedstrøms tjenna.

Tabell 3.5.1. Arealfordeling og vannføring i nedbørfelt for Hammartjernbekken.

Nedbørfelt	Arealfordeling i prosent						Vannføring (l/s)		
	Skog	Jordbruk	Sjø	Myr	Urbant	Annet	Lav	Middel	Flom
Hammartjernbekken 17,1 km ²	87	1,8	6,8	2,0	0,7	0	15	330	4 580



Figur 3.5.1. Oversiktskart Hammartjernbekken nedbørfelt.

3.5.2 Geologi

Nedbørfeltet rundt Molandsvann - Mjåvatn består av granittisk gneis i nord, migmatitt i vest og amfibolitt i øst (106). Nedre deler av nedbørfeltet består av vekslinger av amfibolitt, migmatitt og kvartsitt. Overgangssoner mellom gneis, migmatitt og kvartsitt mot amfibolitt kan ha økt sulfidinnhold. Generelt består berggrunnen i nedbørfeltet av næringsfattige bergarter som migmatitt og gneis, men med betydelige innslag av den mer næringsrike bergarten amfibolitt.

Den nordligste delen av korridoren for ny E18 gjennom nedbørfeltet til Hammartjernbekken, domineres av migmatitt (figur 2.2.2). Ved Paddetjern og kryssområde for lokalvei mot Risør, er det økende innslag av amfibolitt. Det samme gjelder for korridor for ny lokalvei mot Risør, som i tillegg har innslag av kvartsitt og gneiser.

3.5.3 Menneskelig påvirkning og utbygging

Dagens E18 går gjennom sentrale deler av nedbørfeltet til Hammartjernbekken. Den krysser Molandsvann – Mjåvatn midt på vannet, ved Pinesundet. Deretter går den parallelt med Molandsbekken gjennom Molandsdalen, og passerer på østsiden av Aklandstjenna før den krysser Hammarbekken rett nedstrøms utløpet av tjenna. Avrenning fra dagens E18 må antas å gi en påvirkning av vannkvaliteten i nedbørfeltet, særlig veisalt, men også annen trafikkskapt forurensning, uten at dette nødvendigvis påvirker registrert økologisk tilstand.

Risør næringspark ligger på begge sider av E18 ved Leirgrov i Molandsdalen, henholdsvis i Molandsveien og Porsveien. Næringsparken har blitt vesentlig utviklet de siste årene med utsprenning og planering av større industritomter. Samlet nedsprenget og planert areal på begge sider av dagens E18 er rundt 300 daa. Tidligere og pågående sprengning og steinfylling i dette området må antas å ha belastet Molandsbekken med nitrogenforbindelser fra sprengning og fylling av stein samt partikler fra anleggsaktivitet. Eventuelt også økte konsentrasjoner av jern, mangan og sulfat, avhengig av lokal berggrunn og om det er deponert myr eller andre organiske masser i etablerte fyllinger. Berggrunnskartet viser at det er migmatitt i Molandsveien, og kvartsglimmergneis i veksling med amfibolitt i Porsveien (106).

I området rett oppstrøms Aklandstjenna er det en bensin- og servicestasjon som ligger tett på bekkeløpet, og et større boligområde har avrenning mot denne delen av vassdraget.

Det er aktiv skogsdrift i nedbørfeltet, der hogst av større flater vil kunne gi avrenning som påvirker lokal vannkvalitet, herunder økt nitrogenavrenning etter nedbrytning av hogstavfall, økt organisk belastning og utvasking av humus- og mineralpartikler etter terrengbelastning og eventuell markberedning (97) (98).

Utløpet av Molandsvann – Mjåvatn er regulert med en eldre dam, for fløtningsformål eller vannforsyning.

3.5.4 Verdi vannressurs

Molandsvann - Mjåvatn var tidligere drikkevannsreserve for Risør kommune, og er i dag krisevannkilde for kommunen.

3.5.5 Rekreasjon og friluftsliv

Molandsvann – Mjåvatn gir gode muligheter for padling, fiske og enkelt friluftsliv, og har lokal betydning som rekreasjonsområde.

Aklandstjenna er tilrettelagt for bading ved innløpet til Hammartjernbekken i den nordre delen av tjenna. Her er det etablert sandstrand og badebrygge. Aklandstjenna ligger nær bebyggelse og er et viktig rekreasjonsområde for det nære omlandet.

Ved utløpet av Hammartjernbekken til Rødsfjorden er det flere badestrender nær utløpssonen. I det samme området ligger nybygde attraktive boligområder og en campingplass tett på strandlinja. Det er anlegg for båt plasser flere steder nær utløpet av bekken.

3.5.6 Naturverdier og fisk

Hammarbekken er vurdert som særlig verdifull siden den har en truet bestand av elvemusling. Det har blitt gjort gjentatte undersøkelser av elvemuslingen i Hammarbekken (figur 3.5.2), som i hovedsak er påvist på en 500 m lang strekning fra Hammartjenna og opp til anadromt vandringshinder ved Dalana (39). På strekningen nedstrøms Hammartjenna har det kun blitt registrert larver på fiskegjeller av sjørørret.

Som en del av prosjektet «Tiltak for elvemusling i Norge» har det blitt gjennomført infeksjon av lokal vertsfisk fra Hammarbekken med larver fra lokal elvemusling, for deretter å sette infisert fisk tilbake i vassdraget for å styrke rekrutteringen av muslingbestanden (107). Det er i tillegg gjennomført egne habitatundersøkelser for juvenil elvemusling med vurdering av substrat og redoksmålinger i substratet (108). Elvemuslinglarver er kun funnet på gjeller av ørret, noe som indikerer at det er snakk om «ørretmusling» og ikke «laksemusling» som kun infiserer laksunger.



Figur 3.5.2. Grønn heltrukken linje viser funn av elvemusling, mens stiplet linje indikerer påvisning av muslinglarver på gjeller hos ørret (103). Figuren er fra NINA Rapport 1424.

I henhold til rapporten «Handlingsplan for elvemusling 2019 – 2028» og tabell fra (109) er det sammenstilt en tabell over miljøforhold i vassdrag med rekrutterende bestander av elvemusling. Tabellen er gjengitt som tabell 3.5.2 under. For mange sure vassdrag i Agder vil pH gå under 6,2 i lengre perioder (39), og samtidig vil labilt uorganisk aluminium øke. Under bygging av vei vil det normalt sett være praktisk umulig å kunne opprettholde livskraftige bestander av elvemusling nedstrøms, dersom en skal overholde en medianverdi for nitrat lavere enn $125 \mu\text{g NO}_3/\text{l}$ ($28 \mu\text{g NO}_3\text{-N/l}$). For øvrig må det antas at medianverdien nok var ment å være $125 \mu\text{g NO}_3\text{-N/l}$, men dette er fremdeles urealistisk lavt under en veitbygging med sprengningsaktivitet. Tilsvarende er en turbiditet

lavere enn 1 FNU (eller NTU) gjennom vårflommen lite realistisk for bekker eller elver med større innslag av veibygging i nedbørfeltet. Det må gjøres en vurdering av om oppgitte grenseverdier er egnet som styringsverdier for å opprettholde bestanden av elvemusling i Hammarbekken under anlegg. Mest sannsynlig har disse grenseverdiene blitt vesentlig overskredet ved tidligere utbygging av dagens E18, men også som følge av anleggsaktivitet under utvikling av Risør næringsområde i Molandsdalen.

Tabell 3.5.2. Miljøforhold i vassdrag med rekrutterende bestander av elvemusling (39).

Parameter	Verdi	Merknad
pH	≥6,2	minimumsverdi
Uorganisk aluminium	<30 µg/l	maksimumsverdi
Totalfosfor	<5 µg/l (<8 µg/l*)	gjennomsnittsverdi
Nitrat (NO ₃)	<125 µg/l	medianverdi
Turbiditet	<1 FNU	gjennomsnittsverdi vårflom
Fargetall	<80 mg Pt/l	gjennomsnittsverdi vårflom
Vanntemperatur	<25 °C	maksimumsverdi
Finkornet (<1 mm) substrat	<25 %	andel av partikler, maksimumsverdi
Redokspotensiale	>300 mV	korrigert verdi
Antall ungfisk laksefisk	≥5 per 100 m ²	minimumsverdi

* Fra Degerman mfl. (2013)

Hammarbekken er som nevnt anadrom opp til fossen ved Dalane, og er et viktig sjørrretvassdrag som også har produksjon av laks. Oppstrøms vandringshindret har Hammarbekken stasjonær ørret. I Hammartjenna skal det være ørret, abbor, suter, ål samt trepigget og nipigget stingsild i henhold til en eldre rapport fra Rådgivende biologer (104).

Lenger opp i vassdraget, i Aklandstjenna og Molandsvann – Mjåvann, skal det være påvist ørret, abbor, ål, tre- og nipigget stingsild, bekkerøye og suter (110). Det er usikkert om det er suter i Molandsvann – Mjåvann. Ved utløpet av Molandsvann – Mjåvatn er det en demning som hindrer oppvandring av fisk fra Molandsbekken (104). Fiskevandring kan skje i flomsituasjoner.

Ved undersøkelser av fisk og bunndyr i Molandsbekken og sidebekk ved Aspelund i 1995, ble det påvist ørret i flere årsklasser i begge bekker (104). Ned mot Aklandstjenna var det lave tettheter, mest sannsynlig som følge av dårlige gyteforhold. Bekkene ble vurdert som viktige gytebekker for Aklandstjenna. For bunndyr ble det påvist forsuringstolerante arter av steinfluer og døgnfluer.

Aklandstjenna er registrert som et viktig (B) naturtypeområde (111), som naturtype «Ikke forsuret restområde», med flere regionalt sjeldne planter og rik kantvegetasjon. Tilsvarende gjelder for Hammarbekken fra Aklandstjenna til Hammartjenna, som er vurdert som svært viktige områder (112) (113), innenfor naturtypen «Ikke forsuret restområde» i tillegg til en verdifull forekomst av elvemusling. Langs utløpet av bekken fra Hammartjenna mot Rødsfjorden er det registrert kantsoner med strandeng og strandsump. Utenfor utløpet er det registrert områder med ålegrasenger.

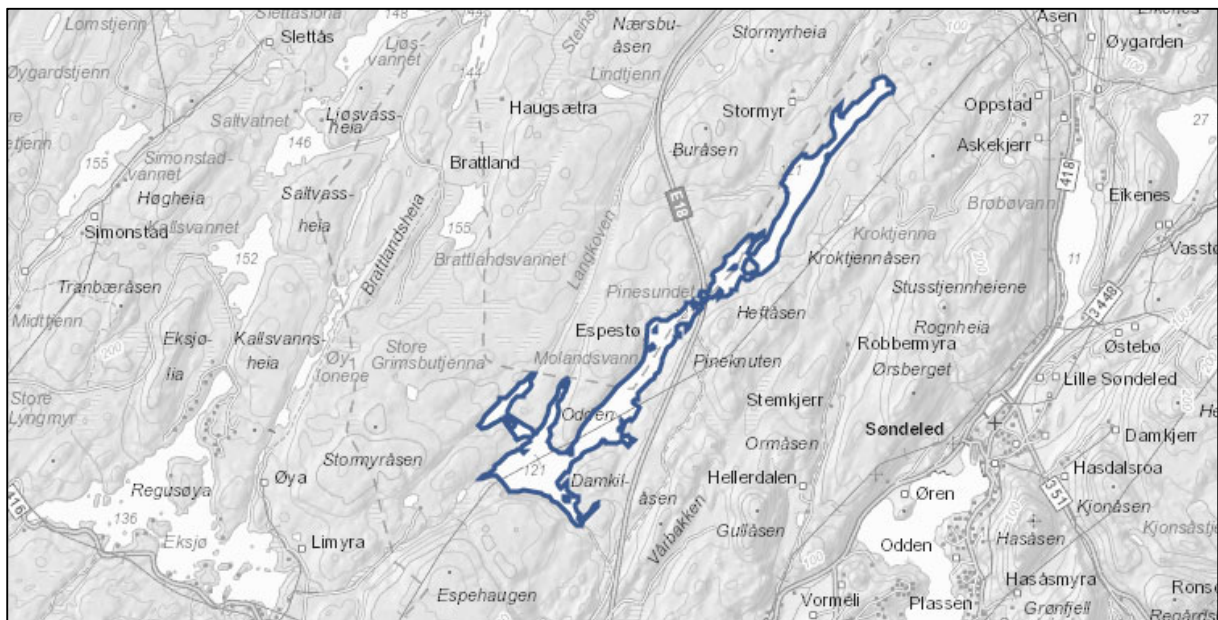
Aklandstjenna inngår som lokalitet i «Overvåking av veinære innsjøer» (50).

3.5.7 Vannkvalitet og økologisk tilstand

Molandsvann – Mjåvatn (018-9055-L) har en demning ved utløpet til Molandselva, som danner et vandringshinder for fiskevandring, med unntak av større flommer. Vannet er ikke vurdert som en modifisert vannforekomst selv om det har synlige reguleringssoner. I henhold til Vann-Nett er Molandsvann – Mjåvatn (figur 3.5.3) registrert med **God økologisk tilstand**, **God kjemisk tilstand** og med **Ingen risiko** for at mål om god økologisk tilstand ikke skal oppnås (74). Vurdering

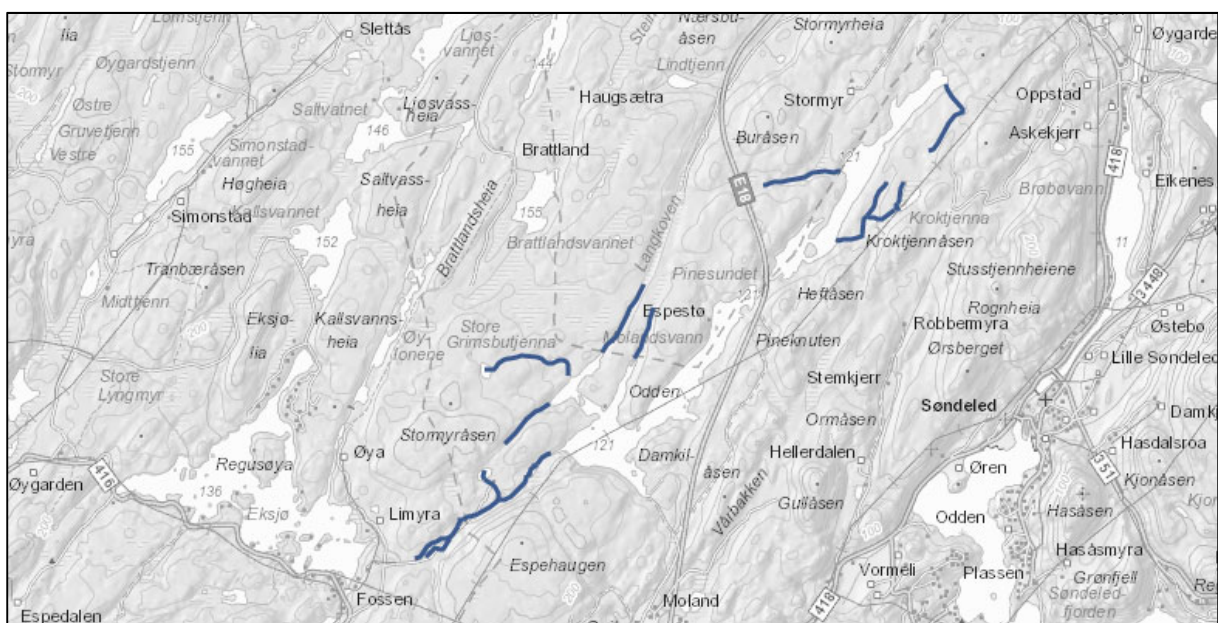
er basert på data fra 2005. Vannet har vanntype TOC2-5 «Middels, kalkfattig, klar». Andre undersøkelser har indikert at Molandsvann – Mjåvatn og Molandselva har en økologisk tilstand preget av svak forsurening med hensyn til bunndyr, pH og syrenøytraliseringskapasitet (ANC).

Det er behov for oppdaterte undersøkelser for å klarlegge økologisk og kjemisk tilstand i vannforekomsten, i henhold veileder 02-2018 (75).



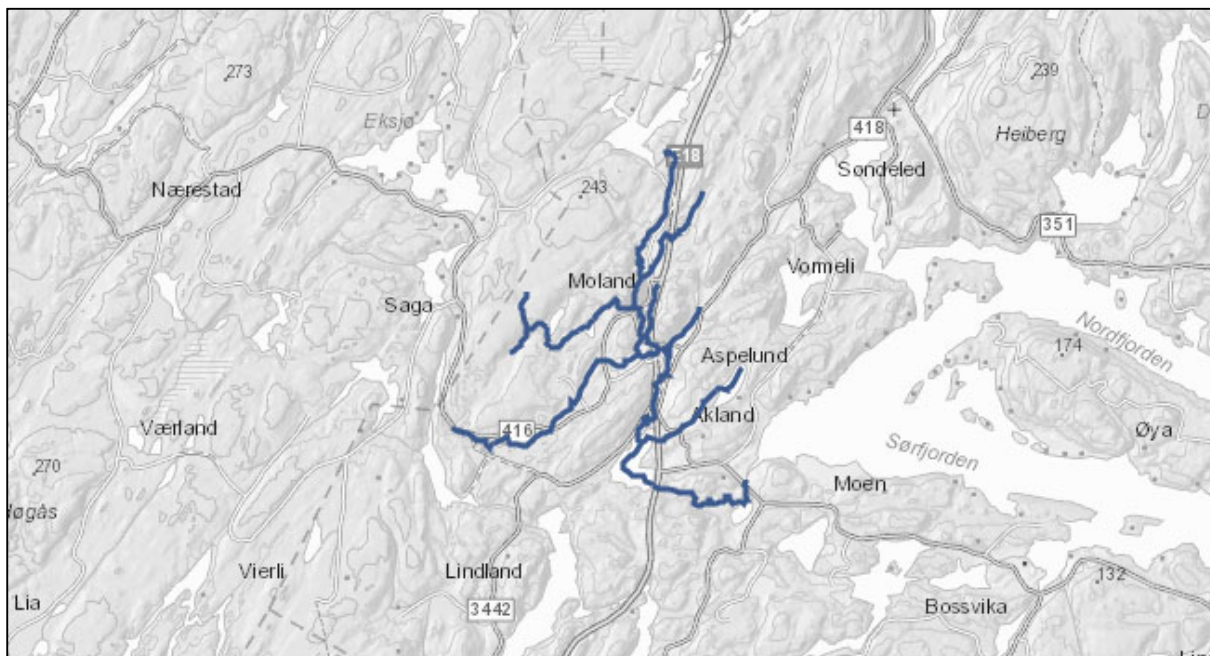
Figur 3.5.3. Vannforekomsten Molandsvann – Mjåvatn (Kilde: Vann-Nett).

Vannforekomsten Mjåvatnet bekkefelt (018-150-R) er tilløpsbekkene til Molandsvann – Mjåvatn (figur 3.5.4). Mjåvatnet bekkefelt er registrert med **God økologisk tilstand, God kjemisk tilstand** og med **Ingen risiko** for at mål om god økologisk tilstand skal oppnås (81). Tilstandsvurderingen mangler imidlertid undersøkelser som grunnlag for vurderingen, og det bør utføres tilstandsundersøkelser i minst en av disse bekkene før anleggsfasen, og det er foreslått etablert en stasjon i en større bekk fra Terjebutjern.



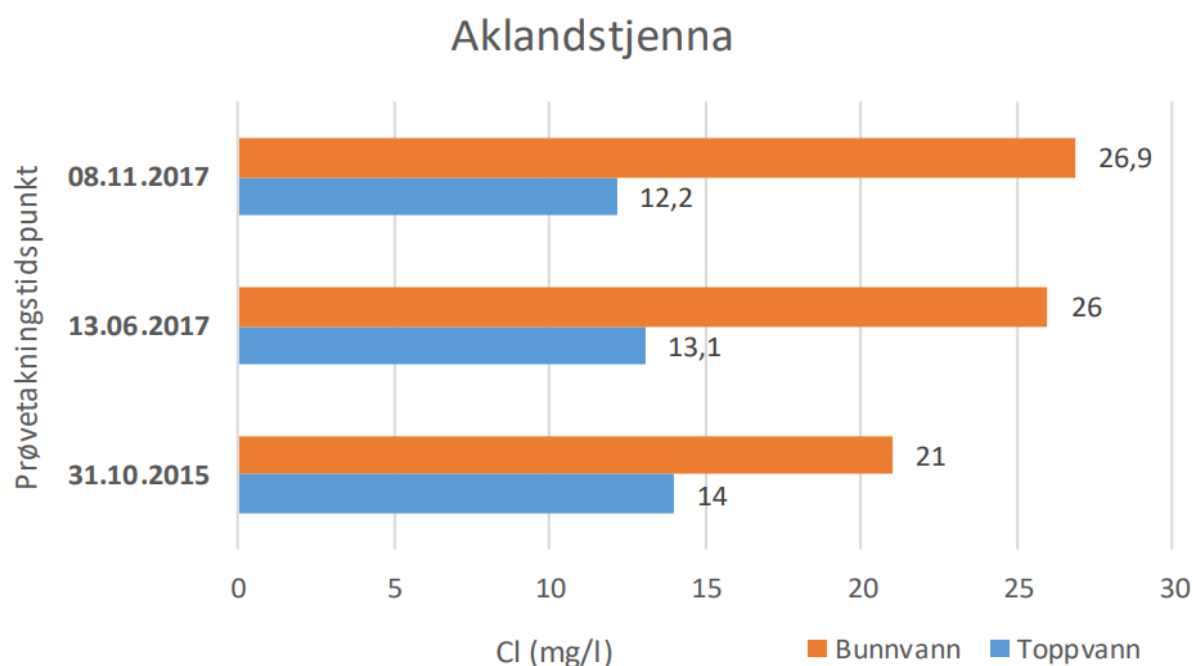
Figur 3.5.4. Vannforekomsten Mjåvatnet bekkefelt (Kilde: Vann-Nett).

For vannforekomsten Hammarbekken inkludert bekkefelt (018-152-R) vist i figur 3.5.5, er det registrert **God økologisk tilstand** og **God kjemisk tilstand** basert på undersøkelser utført i 2019. Som følge av en sårbar bestand av elvemusling er det satt **Risiko for at Miljømål ikke nås**. Det utføres som nevnt aktivt kultiveringsarbeid med utsetting av lokal fisk infisert med elvemuslinglarver for å forsterke rekrutteringen i Hammarbekken.



Figur 3.5.5. Hammarbekken inkludert bekkefelt (Kilde: Vann-Nett).

Aklandstjenna inngår som lokalitet i pågående «Overvåking av veinære innsjøer» (50) (114)., og i sluttrapport for perioden 2015 – 2018, blir Aklandstjenna vurdert som moderat påvirket av veisalt. Måleresultatene for klorid i topp- og bunnvann i Aklandstjenna fra denne undersøkelsen er vist i figur 3.5.6.



Figur 3.5.6. Kloridkonsentrasjoner i Aklandstjenna» (115).. Fra «Veinære sjøer. Sluttrapport 2015-2018» (50).

3.5.8 Mulig påvirkning av Hammartjernbekken, anlegg og drift ny E18

Mulig påvirkning av Hammartjernbekken, anlegg og drift ny E18:

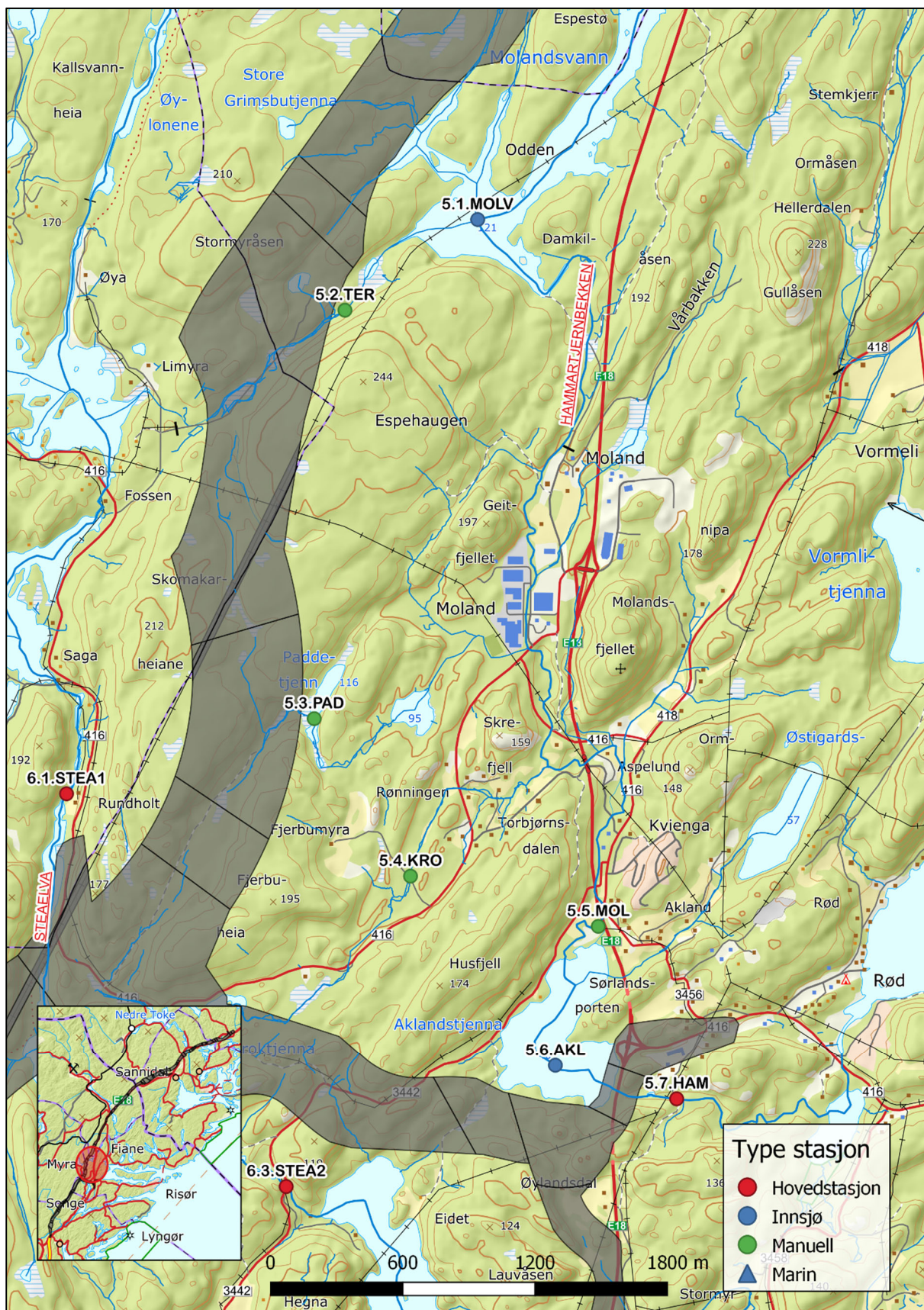
- Anleggsarbeid med ny vei vest for Molandsvann – Mjåvatn vil påvirke flere små bekker med avrenning til vannet, og øke tilførslene av nitrogenforbindelser og partikler. Tilførte partikler må forventes å sedimentere i vannet, men tilførslene av nitrogenforbindelser vil kunne øke nitratkonsentrasjonene i Molandsbekken, Aklandstjenna og evt. Hammarbekken. Bekken fra Terjebudalen er den største bekken fra anleggsområdet mot Molandsvann – Mjåvann.
- Videre nedover vil Molandselva tilføres mulig anleggspåvirket vann fra to fiskeførende bekker fra vest, her kalt Fisketjennbekken og Kroktjennbekken. For disse delnedbørfeltene vil partikler for en stor del kunne bli sedimentert i tjern i bekkene, mens en del av nitrogenforbindelsene må forventes å vaskes videre til Molandsbekken.
- Ny lokalveitilknytning mot Risør er lagt rett på sørsiden av Aklandstjenna og vil krysse Hammarbekken rett nedstrøms dagens E18. Denne delen av utbyggingen vurderes som den største trusselen mot vannkvaliteten i den verdifulle Hammarbekken, og fordrer særlig aktsomhet og avbøtende tiltak under gjennomføring.
- Korridor for ny vei bidrar til å flytte E18 bort fra hovedstrengen av Hammartjernbekken gjennom Molandsdalen, noe som kan bidra til å fortynne eller redusere tilførsler av vegsalt og trafikkskapt forurensningskomponenter sammenlignet med dagens vei. Dette vil kunne bidra til økt beskyttelse av elvemusling, sjørret og laks i Hammarbekken, men øke miljøbelastningen på lokale vassdrag og tjern, som Terjebubekken, Fisketjennbekken og Kroktjennbekken samt Paddetjenn og Kroktjenn.
- Iverksetting av rensiltak for overvann fra vei vil forbygge økt spredning av trafikkskapt forurensningskomponenter i driftsfasen.
- Eventuelle vegfyllinger eller masselager vil kunne gi påvirkning av lokal vannkvalitet: nitrogenforbindelser, sulfat, aluminium, jern, mangan og partikler, avhengig av steinkvalitet og deponering av andre masser. Det er viktig at masselager eller fyllinger ikke legges slik at de får direkte avrenning mot Hammarbekken, og helst i avstand fra hovedvassdraget. Avrenningskvaliteten fra masselager kan være uforutsigbar avhengig av fjellkvalitet og type masser deponert, og kan gi langsiktig påvirkning på resipienter nedstrøms.
- Under anlegg kan det være risiko for periodisk påvirkning av badevannskvaliteten i Aklandstjenna.
- Under anlegg kan det være risiko for at vannkvaliteten i Molandsvann – Mjåvatn periodisk påvirkes negativt. Særlig gjelder dette for Brattlandskilen.
- Mulig varige effekter: Saltsjiktning i små tjern og vann, endringer i lokal sedimentkvalitet, endret dynamikk dannelse av organiske kvikksølvforbindelser, spredning av uønskede eller sykdomsfremkallende vannlevende organismer.
- Vandringsforhold for ål forutsettes opprettholdt som tidligere, både gjennom anlegg og drift, da anleggs- og driftstekniske løsninger skal ivareta vandringsmulighetene.

3.5.9 Stasjoner forundersøkelser

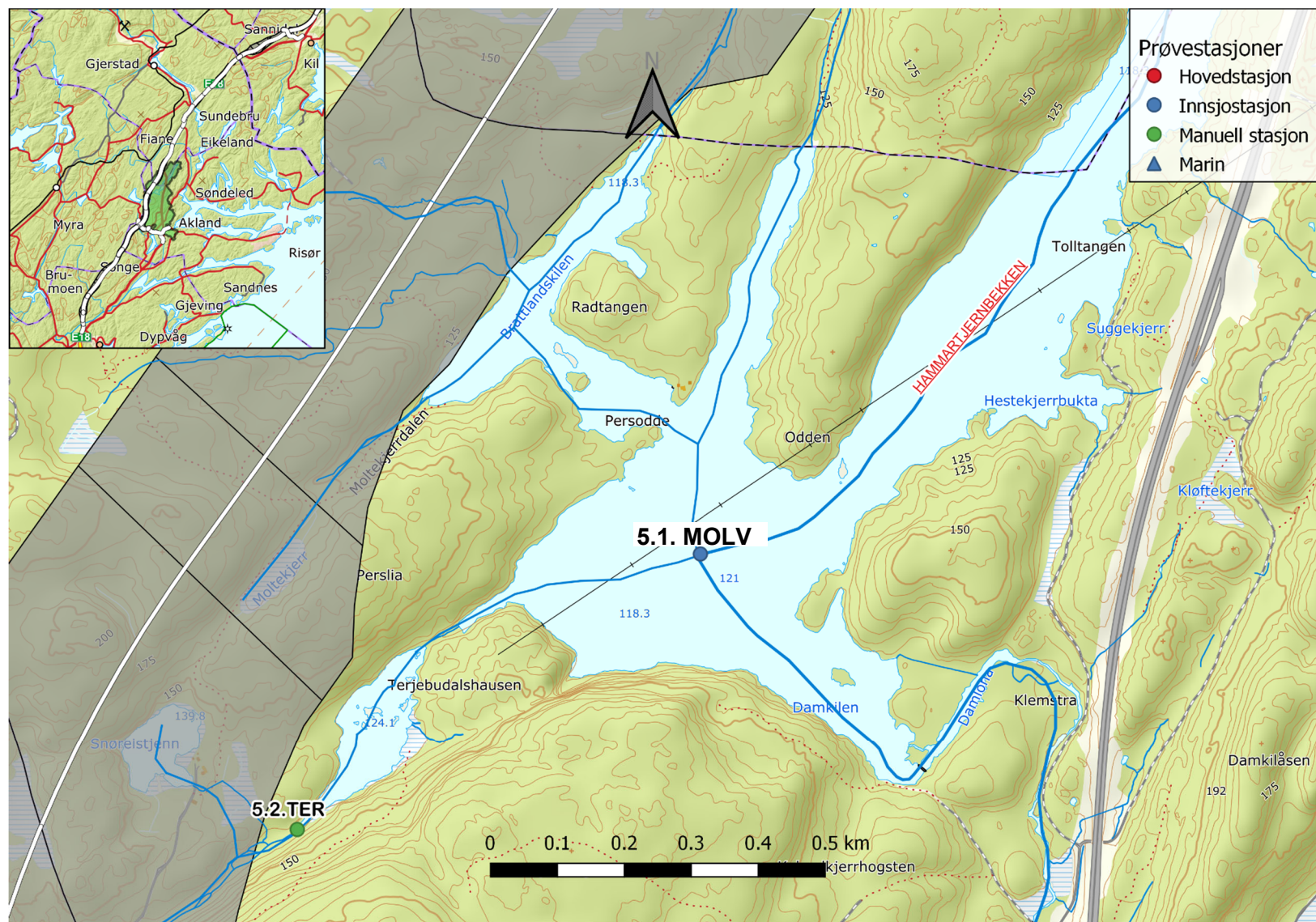
Foreslåtte stasjoner for forundersøkelser i Hammartjernbekken framgår av tabell 3.5.3 og figur 3.5.7-3.5.9. Tabellen gir også en begrunnelse for valg av stasjoner.

Tabell 3.5.3. Prøvetakingsstasjoner i Hammartjernbekken nedbørfelt fordelt på stasjonstypene manuell (M), innsjø (I) og hovedstasjon (H).

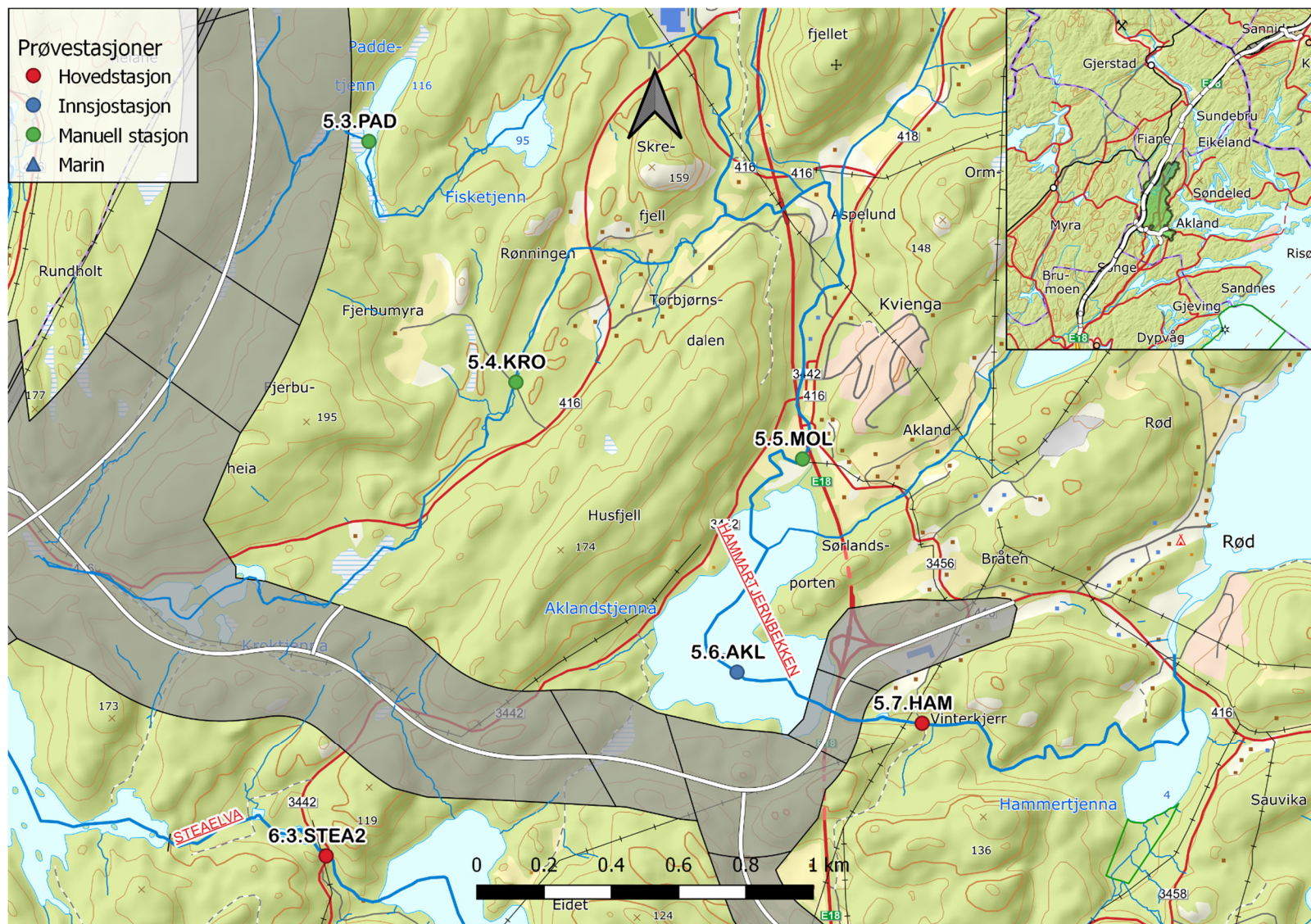
StasjonID	Navn	Type	Om valg av stasjon
5.1.MOLV	Molandsvann	I	Ligger tett opp mot anleggsområdet, klargjør økologisk og kjemisk tilstand for Molandsvann før anlegg og drift ny E18
5.2.TER	Terjebudalen	M	Større sidevassdrag inn mot Molandsvann som vil påvirkes av ny E18, fisk
5.3.PAD	Paddetjernbekken	M	Stor anleggsprosent, påvirkes av anlegg og drift. Fisk ?
5.4.KRO	Kroktjernbekken	M	Utløpsbekken fra Kroktjern, et nedbørfelt som har stor anleggsprosent
5.5.MOL	Molandselva	H	Mottar vann fra Molandsvann og renner ut i Aklandstjenna. Tidligere elvemuslingforekomst. Stasjonær ørret.
5.6.AKL	Aklandstjenna	I	Naturtypeområde "Ikke forsuret restlokalitet". Stort mangfold våtmarksplanter, øyestikkere og libeller. Inngår som lokalitet i "Vegnære sjøer". Vil påvirkes av veianlegg via Molandselva samt ny lokalvei rett sør for tjenna
5.1.HAM	Hammartjernbekken	H	Elvemusling, sjøørret og laks opp til vandringhinder et lstykke nedstrøms foreslått stasjon. Elvemuslingforekomst sårbar og styrkes gjennom aktiv rekruttering av sjøørret infisert med elvemuslinglarver



Figur 3.5.7. Oversiktskart stasjoner i Hammartjernbekken nedbørfelt.



Figur 3.5.8. Prøvetakingsstasjoner i Molandsvann og Terjebudalen bekk Hammartjernbekken nedbørfelt.



Figur 3.5.9. Prøvetakingsstasjoner i Paddetjern, Kroktjenna, Molandselva, Aklandstjerna og Hammartjernbekken i Hammartjernbekken nedbørfelt.

3.6 Steavassdraget

Ny E18 krysser over Steavassdraget ved innløpet til Savannet, men deler av Langhøl oppstrøms Savannet kan også bli påvirket i anleggsfasen som følge av oppgradering av Aklandsveien inn mot nytt kryssområde nederst i Barlinddalen. Foreslått referansestasjon for Steavassdraget ved innløpet til Langhøl ligger dermed oppstrøms all påvirkning fra bygging og drift av ny E18 (figur 3.6.1.).

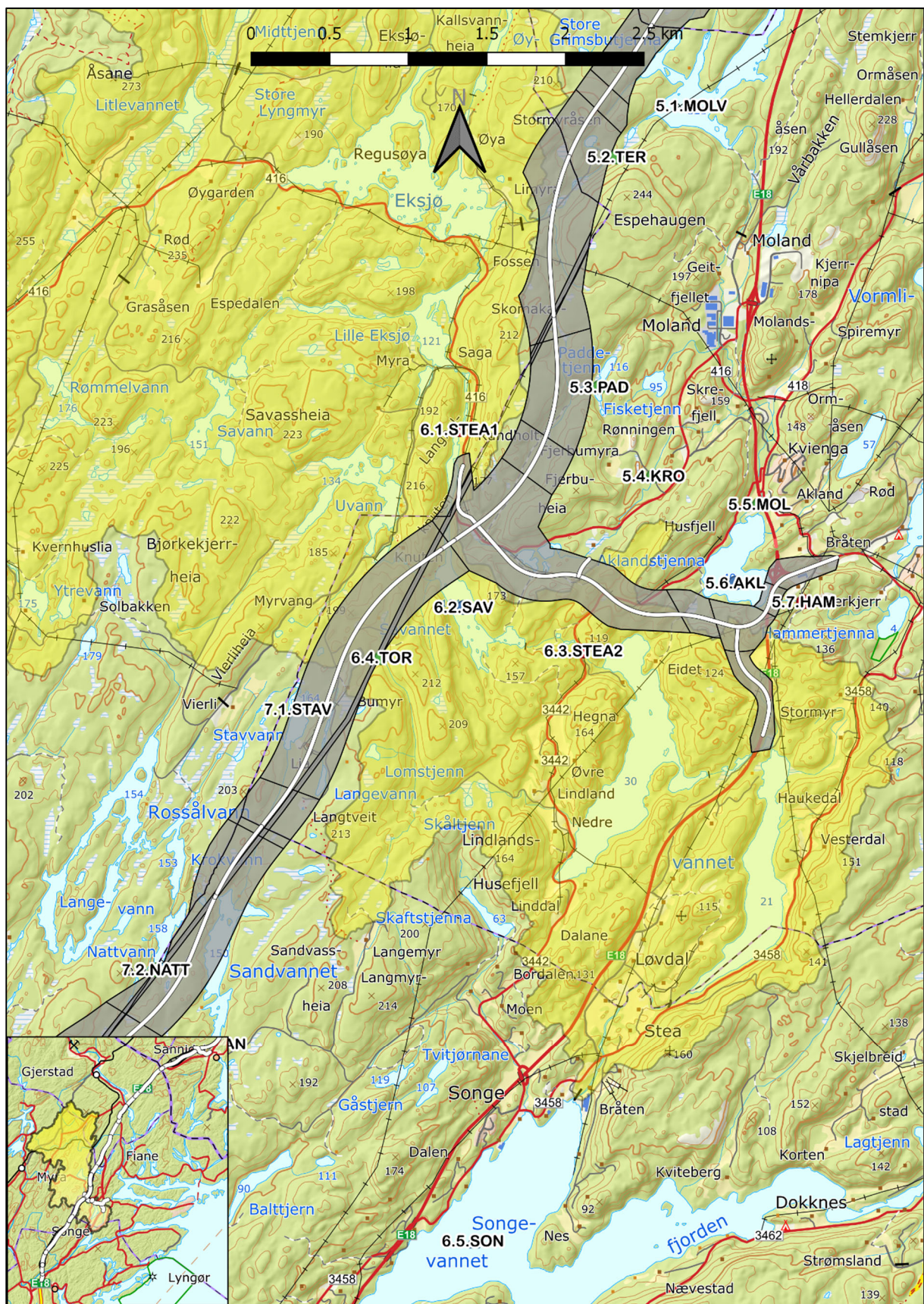
3.6.1 Nedbørfelt og vannføring

Steavassdraget (O18.3Z) har en nedbørfelt på 82 km², og renner ut i brakkvannsinnsjøen Songevannet ved Bråten og Svinerbukta i Tvedestrand kommune (Figur 3.6.1). Arealfordelingen i nedbørfeltet er vist i tabell 3.6.1, som også viser nedbørfeltet oppstrøms der ny E18 krysser ved Savannet.

Nedbørfeltet har en stor andel skog, men også relativt stort areal av sjø og myr. Det er noe jordbruk i nedbørfeltet. Middellavrenning som beregnet av NEVINA er 1,8 m³/s ved utløp til Songevannet og 1,5 m³/s ved Savannet. Vassdraget er tilrettelagt for tømmerfløting med flere dammer i vassdraget, hvorav noen er ødelagt og noen er intakte og i bra stand.

Tabell 3.6.1. Viser nedbørfelt for Steavassdraget, samlet delnedbørfelt oppstrøms ny E18, arealfordeling og vannføring.

Nedbørfelt	Arealfordeling i prosent						Vannføring (m ³ /s)		
	Skog	Jordbruk	Sjø	Myr	Urbant	Annet	Lav	Middel	Flom
Steavassdraget 81,6 km ²	86	1,9	6,4	4,6	0	0	0,1	1,8	19,9
Stea oppstrøms E18 65,9 km ²	87	1,4	5,7	5,4	0	0	0,05	1,5	17,6



Figur 3.6.1. Steaelva nedbørfelt.

3.6.2 Geologi

Nedbørfeltet til Steavassdraget domineres av migmatitt og amfibolitt, og berggrunnen er vurdert som mindre sur enn områdene nord for geologiske breksjen gjennom innsjøen Vegår (116). I henhold til utkast tilaktsomhetskart for syredannende gneis i Agder (8) ligger det et lite område med økt risiko for syredannende gneis rett sørvest for Savannet, nær eller i planlagt korridor.

I henhold til NGUs berggrunnskart består berggrunnen i korridoren gjennom nedbørfeltet til Steavassdraget av migmatitt og amfibolitt (figur 2.2.3).

3.6.3 Menneskelig påvirkning og utbygging

Den viktigste negative effekten på vannmiljø i Steavassdraget er forsuring, skapt av naturlig sure bergarter og langtransportert forurensning. Data fra Vannmiljø indikerer likevel at forsuringstilstanden er bedre i Stea enn i nabovassdraget Skjerka i Vegårvassdraget, med pH over 6,3 og Raddum forsuringssindeks på 1 (117). I rapporten «Optimaliseringstiltak i kalkede laksevassdrag i Sør-Norge og kartlegging av andre forsurrede anadrome vassdrag i Agder» fra 2018, anbefales det å undersøke vannkvaliteten i vassdraget nærmere, for å få en bedre klarlegging av forsuringstilstanden.

Dagens E18 krysser Steavassdraget ved elva mellom Lindlandsvannet og Løvdalsvannet, og går parallelt med vassdraget sørover mot Songevannet. Avrenning fra dagens E18 kan påvirke Løvdalsvannet og utløpet av Stea mot Songevannet.

Med unntak av dammer og annen tilrettelegging for tømmerfløting er det begrenset med menneskelige inngrep i de øvre delene av nedbørfeltet til Stea. Det er nylig søkt om utbygging av et minikraftverk for å utnyttet fallet fra eksisterende fløtningsdam ved utløpet av Savannet, med et samlet fall på 72 m ned til Lindlandsvannet (118). Det er foreløpig ikke gitt konsesjon til tiltaket. Konsesjonssøknaden beskriver at det historisk har vært 27 damanlegg i Steavassdraget, hvorav mange er borte i dag. Av sju damanlegg bygget av Songe tresliperi i perioden 1912 – 58, er det fem som fortsatt består: Store Eksjø, Lille Eksjø, Savannsdammen, Røyslandsdammen ved utløpet av Lindlandsvann og Lauvdalsdammen ved utløpet av Løvdalsvann. I dag er Steavassdraget selvregulert, men dammene kan likevel danne vandringshinder for fisk i vassdraget. Laks og sjørørret antas å kunne vandre opp til utløpet av Lindlandsvann, der Røyslandsdammen avslutter anadrom strekning.

Det er aktiv skogsdrift i nedbørfeltet, der hogst av større flater vil kunne gi avrenning som påvirker lokal vannkvalitet, herunder økt nitrogenavrenning etter nedbrytning av hogstavfall, økt organisk belastning og utvasking av humus- og mineralpartikler etter terrengbelastning og eventuell markberedning (97) (98).

3.6.4 Verdi vannressurs

Stea har ingen større verdi som vannressurs i dag, men var tidligere et viktig fløtningsvassdrag til Songe tresliperi.

3.6.5 Rekreasjon og friluftsliv

Stea eller Nærestadvassdraget ble varig vernet mot vassdragsutbygging i Verneplan 1 i 1973, der formålet for vernet blant annet var store rekreasjonsverdier knyttet til vassdragene. I Naturbase er det registrert fire rekreasjonsområder i nedbørfeltet. Et i Timmeråsen, rett sørvest for Savannet, som berøres av korridor for ny E18 (119), karakterisert som et viktig nærturområde i Risør kommune. I sammenheng og rett sørvest for nevnte område, Songe Sandvann, et svært viktig turområde for Risør, med tilrettelagte sommer- og vinterløyper med turkasser (120). I tillegg er det en del hyttebebyggelse, båtliv, fiske og padling i Sandvann, som har enkel adkomst med vei inn til vannet.

I Vegårshei kommune er det registrert et turområde, Sjømannsheia, med merka turløyper (121). Ved Venlitjenn, i området Bjelkåsen/Neset, er det registrert et viktig friluftsområde, tilrettelagt i forbindelse med et hyttefelt (122). Ingen av disse to siste har berøring med korridor for ny E18.

3.6.6 Naturverdier og fisk

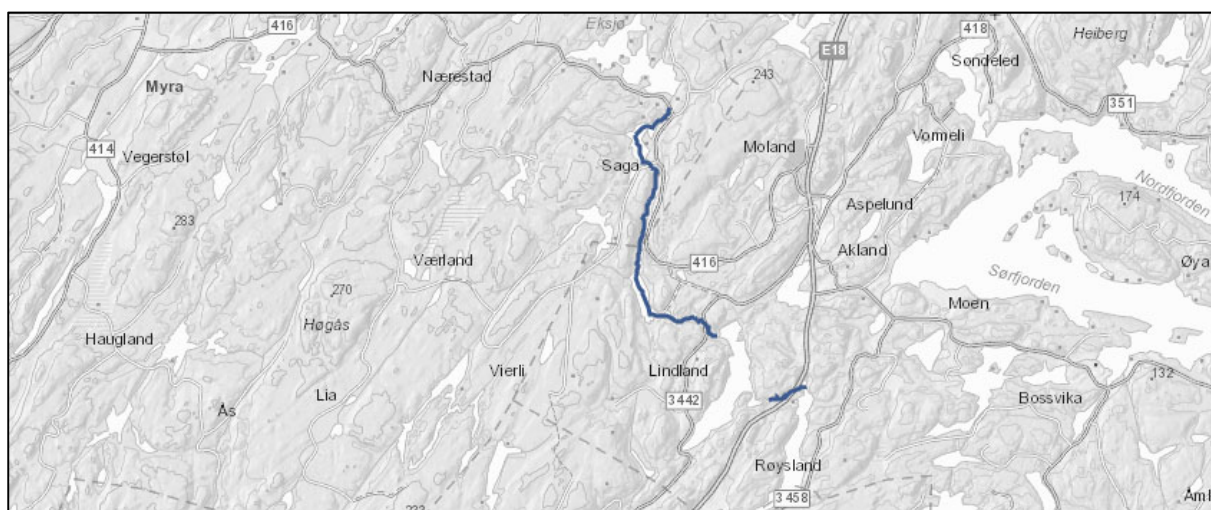
Steavassdraget (som en del av Vegårdvassdraget) ble varig vernet mot kraftutbygging som en del av verneplan 3 i 1986. Verneformålet er en kombinasjon av naturmangfold, rekreasjon, fisk- og vilt samt større kulturvitenskapelige verdier fra historisk og nyere tid. I Naturbase er det ikke registrert spesielle naturverdier i selve vassdraget, men unntak av at hele vassdraget er viktig for ål. Den nedre delen av vassdraget, fra utløpet av Lindlandsvann til Songevannet, er anadrom med oppgang og produksjon av laks og sjørørret. Forsuringseffekter forventes å skape problemer for smoltoverlevelse ved utgang til Songevannet, som følge av aluminiumsutfelling i blandsoner, tilsvarende som registrert for smolt fra Storelva i Vegårdvassdraget. Brakkvannsområdene i Songefjorden utenfor utløpssonene til Stea, Songebekken og Storelva kan ellers være levested for sjeldne eller rødlistede arter som bare lever i slike brakkvannssoner, som en del typer av kransalger.

Ørret og abbor er de vanligste fiskeartene i Steavassdraget (123), og begge finnes i Savannet. I Lindlandsvannet er det i tillegg registrert røye, karuss og sørv, hvorav de to siste er fremmede og uønskede arter.

3.6.7 Vannkvalitet og økologisk tilstand

Ekksjø – Lindlandsvannet (018-190-R) er vannforekomsten fra utløpet av Ekksjø til innløpet av Lindlandsvannet med Savannet samt elva mellom Lindlands- og Lauvdalsvannet (figur 3.6.2). I henhold til Vann-Nett er Ekksjø – Lindlandsvannet registrert med **Moderat økologisk tilstand**, **God kjemisk tilstand** og med **Risiko** for at mål om god økologisk tilstand skal oppnås (74). Vurdering er basert på data fra 2009, og tilstanden er karakterisert som moderat med bakgrunn i moderate problemer med forsuring, herunder lav pH og forhøyede konsentrasjoner av labilt aluminium.

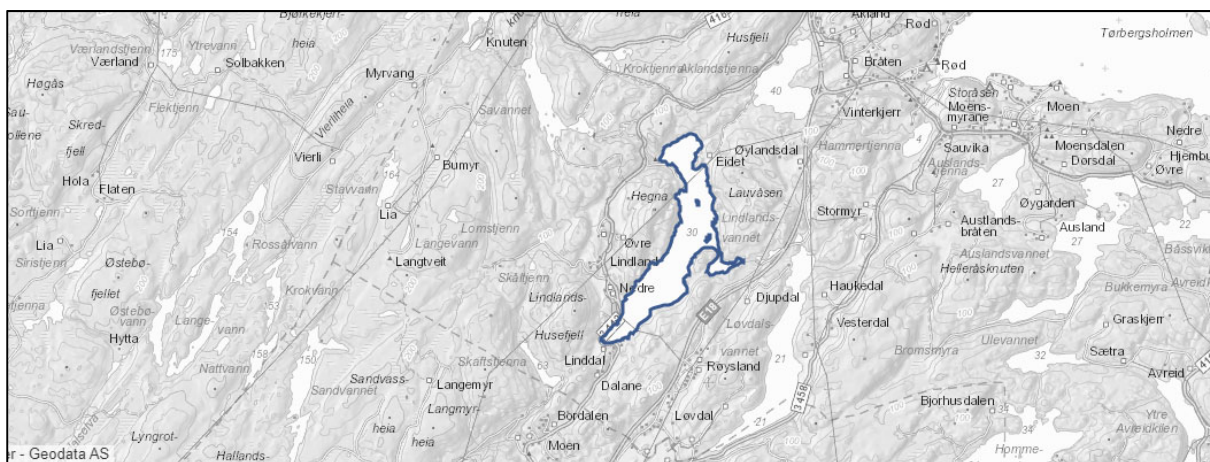
Det er behov for oppdaterte undersøkelser for å klarlegge økologisk og kjemisk tilstand i vannforekomsten, i henhold veileder 02-2018 (75).



Figur 3.6.2. Vannforekomsten Ekksjø – Lindlandsvannet.

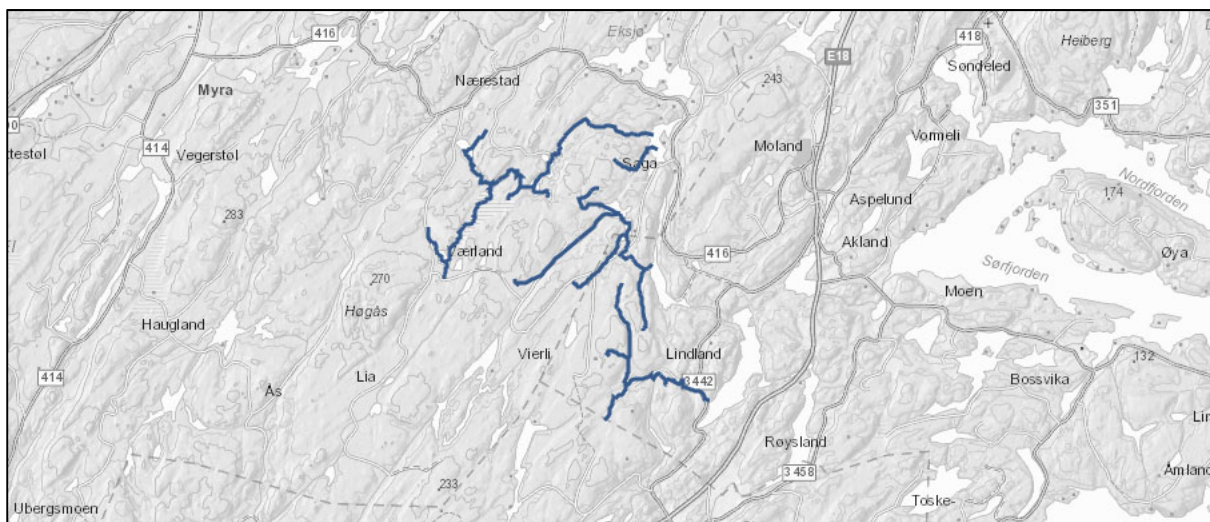
Lindlandsvannet (018-9433-L), vist i figur 3.6.3, er registrert med **Moderat økologisk tilstand**, **God kjemisk tilstand** og med **Risiko** for at mål om god økologisk tilstand ikke skal oppnås (74).

Vurdering er basert på at Lindlandsvannet har hatt moderate problemer med forsurening. Datagrunnlaget er fra 1986, og det er nødvendig med et oppdatert vurderingsgrunnlag.



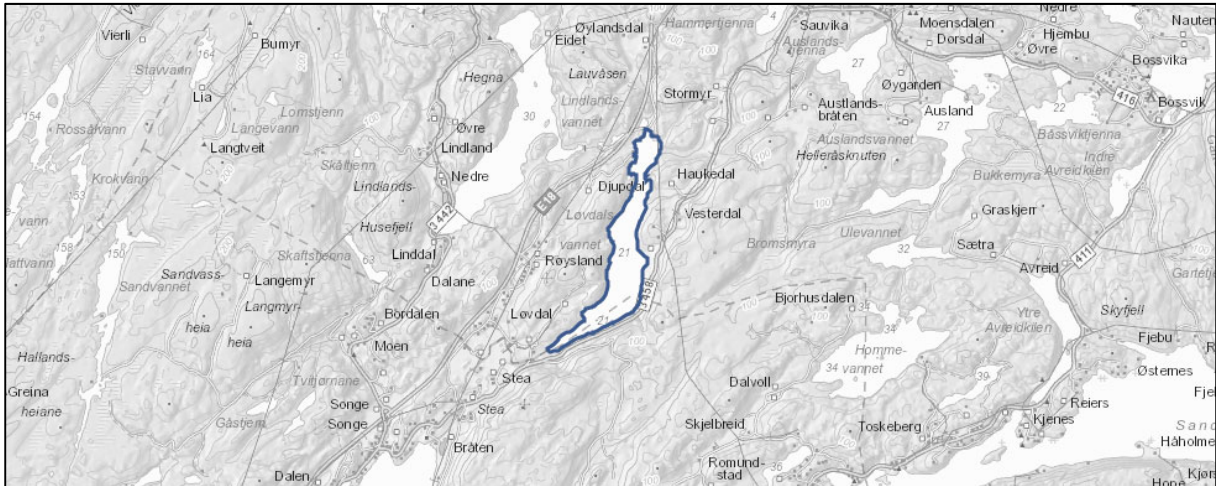
Figur 3.6.3. Vannforekomsten Lindlandsvannet.

Lindlandsvannet bekkefelt (018-191-R) er omfatter Uvann og Knutebekken til Savannet samt Tøresmyrbekken mot Lindlandsvannet. Begge disse småvassdragene vil kunne bli berørt av bygging og drift av ny E18. Bekkefeltet er vist i figur 3.6.4.



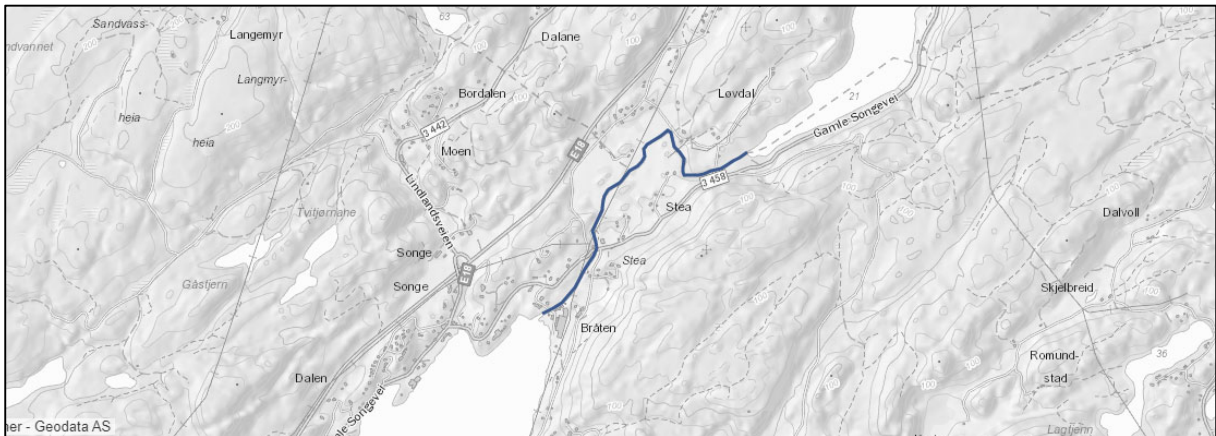
Figur 3.6.4. Vannforekomsten Lindlandsvannet bekkefelt.

Lauvdalsvannet (018-9477-L), vist i figur 3.6.5, er registrert med **God økologisk tilstand, God kjemisk tilstand** og med **Risiko** for at mål om god økologisk tilstand ikke skal oppnås (74). Vurdering er basert på Raddums forsureningsindeks fra undersøkelse i 2006 og 2007. Tilstandsvurderingen bør oppdateres.



Figur 3.6.5. Vannforekomsten Lauvlandsvannet (Kilde: Vann-Nett).

Stea (018-9477-L), utløpselva fra Lauvdalsvannet til brakkvannsområdet Songevannet, er vist i figur 3.6.6. Stea er registrert med **God økologisk tilstand**, **God kjemisk tilstand** og med **Ingen risiko** for at mål om god økologisk tilstand skal oppnås (74). Vurdering er basert på bunndyrundersøkelser samt vannkjemi i perioden 2011 – 2015. De nyere undersøkelsene fra Stea kan indikere at forsureningsproblemene i hele Steavassdraget er i ferd med å avta.



Figur 3.6.6. Vannforekomsten Stea (Kilde: Vann-Nett).

3.6.8 Mulig påvirkning av Steavassdraget, anlegg og drift ny E18

- Steavassdraget vil kunne bli påvirket av utbyggingen av ny E18 samt ny adkomstvei til Risør på strekningen fra Langhøl oppstrøms Savannet og ned til utløpet mot Songevannet.
- Savannet kan bli påvirket av anlegg fra innløpselva i nord, anleggsarbeid der ny E18 krysser over nordre del av vannet samt tilførsler fra Knutebekken som kommer fra Uvann.
- Steaelva mellom Savannet og Lindlandsvannet vil kunne motta avrenning fra arbeid med ny tilførselsvei mot Risør.
- Lindlandsvannet vil kunne motta avrenning påvirket av anlegg av ny E18 gjennom Lindlandsbekken fra vest og fra ny lokalvei Risør gjennom et par små bekker i nord.

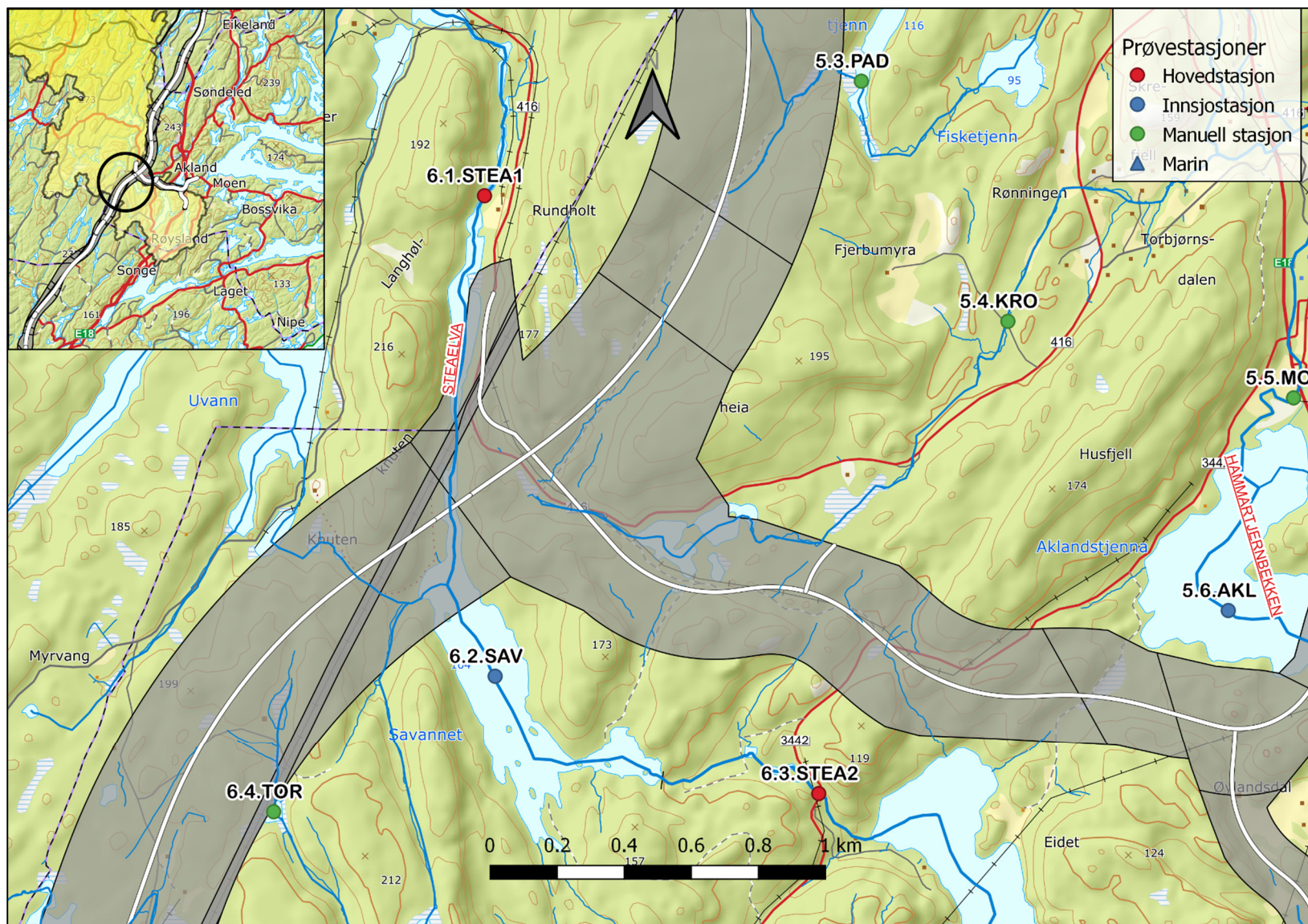
- Lauvlandsvannet vil kunne påvirkes av arbeid med ny påkjøringsrampe til E18 i nytt kryssområde for Risør.
- Stea nedstrøms Lauvlandsvannet vil bare påvirkes av nevnte tilførsler til vassdraget oppstrøms, og vil være beskyttet av fortykning og sedimentasjon i Lauvlandsvannet.
- De største effektene av anleggsaktiviteten forventes å kunne oppstå i Savannet, der ny E18 krysser i nordenden, samt at det vil få tilførsler via både innløpselv og Knutebekken fra Uvann.
- I deler av nedbørfeltet til Stea finnes det potensielt sulfidholdig fjell, og dette kan skape problematisk avrenning ved sprengning og masselager. I aktsomhetskart over syredannende gneis i Agder (124) er det vist en lite område med potensielt syredannende fjell rett sørvest for Savannet.
- Tilsvarende forventes Savannet å få den største belastningen med veisalt og trafikkskapt forurensning i driftsvasen, der tilførslene av trafikkskapte forurensninger vil kunne reduseres vesentlig gjennom planlagte rensetiltak for overvann.
- Vandringsforholdene for ål i vassdraget forventes ikke å påvirkes, siden vandringshensyn skal ivaretas gjennom prosjekteringskriterier ved direkte inngrep i vassdraget.
- Anadrom strekning nedstrøms Lindlandsvann bør ikke påvirkes vesentlig av anlegg eller drift av ny E18, med mindre feilaktig deponiering av sulfidstein påvirker forsuringssituasjonen og øker konsentrasjon av labilt aluminium. Herunder forverring av eventuelle giftige blandsoner i Songevannet med økt smoltdødelighet.

3.6.9 Stasjoner forundersøkelser

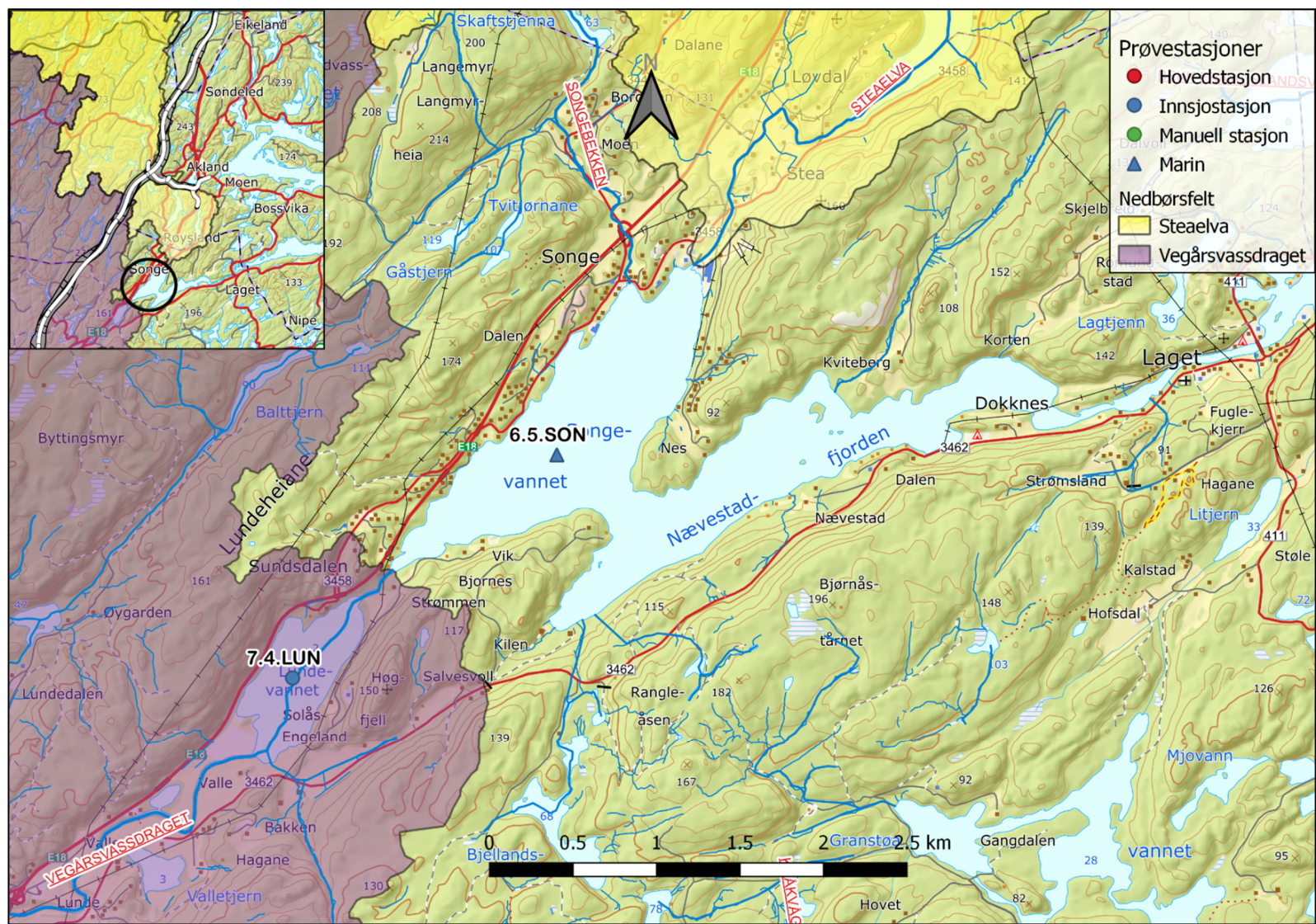
Foreslåtte stasjoner for forundersøkelser i Steavassdraget framgår av tabell tabell 3.6.2, og figur 3.6.7-3.6.7, som også gir begrunnelser og bakgrunn for valg av stasjoner. Aktuelle undersøkelser for de ulike stasjonene er omtalt senere i rapporten. Verdiene i den nederste og anadrome delen av Steavassdraget dekkes ikke av foreslåtte stasjoner, og det kan vurderes etablert en stasjon i et gyte- og oppvekstområde for laks og sjørret nederst i vassdraget. Herunder bruk av miljø-DNA for å klarlegge evt. forekomst av elvemusling i Stea. Nevnte stasjon har i første omgang ikke fått prioritet, da det forventes begrensende effekter av veianlegget nederst i vassdraget.

Tabell 3.6.2: Prøvetakingsstasjoner i Steavassdraget.

StasjonID	Navn	Type	Om valg av stasjon
6.1.STEA1	Steaelva referanse	H	Referansestasjon oppstrøms all anleggsaktivitet i Stea, ved innløpet til Langhøl, oppstrøms Savannet
6.2.STEA2	Steaelva nedstrøms	H	I elva nedstrøms Savannet, rett oppstrøms der Lindlandsveien krysser over Stea. Skal dokumentere vannkvalitet nedstrøms ny E18, som krysser ved innløpet av Savannet. Noen småbekker som påvirkes av E18 utbygging samt bygging av påkoblingsvei mot Risør har også avrenning mot Stea før stasjonen.
6.3.SAV	Savannet	I	Innsjøstasjon for dokumentasjon av økologisk og kjemisk tilstand samt innsjøprofil stagnasjon og omrøring. Midt i Savannet, dypeste punkt, nedstrøms kryssing av ny E18 og innløp fra Knutebekken.
6.4.TOR	Tøresmyrtjenn	M	Mindre nedbørfelt inn mot ny vei med stor anleggsprosent. Har avrenning mot myrområde med Skåltjenn og Myrbutjenn, og deretter utløp til den nedre delen av Lindlandsvannet ved Nedre Lindland
6.5.SON	Songevannet	I/MAR	Songevannet ligger bare marginalt over havnivå, og hele innsjøen er brakkvann. Blandsoner med utfelling av giftig aluminium gir store problemer for overlevelse av smolt fra Storelva, og sikkert også Stea og Songebekken. Brakkvannsområder er ellers viktige livsmiljøer med særegne og sjeldne arter, blant annet noen arter av kransalger.



Figur 3.6.7. Prøvetakingsstasjoner i Steavassdraget.



Figur 3.6.8. Prøvetakingsstasjon i Songevannet (brakkvann).

3.7 Vegårvassdraget

Vegårdvassdraget har et stort nedbørfelt der bare de nedre delene vil kunne påvirkes av bygging og drift av ny E18. I Storelva krysser ny E18 rett oppstrøms kraftverket ved Fosstveit. I sidevassdraget Skjerka vil flere viktige vann og vassdrag kunne påvirkes av ny E18 (Stavann, Nattvann, Sandvannet og hovedløpet i Skjerka). Beskrivelse og kart fokuseres derfor på nevnte deler av nedbørfeltet til Vegårvassdraget (figur 3.7.1).

3.7.1 Nedbørfelt og vannføring

Samlet har Vegårvassdraget et nedbørfelt på 407 km² (tabell 3.7.1, figur 3.7.2). Storelva har et nedbørfelt oppstrøms ny E18 (ved Fosstveit) på 354 km², mens sidevassdraget Skjerka har en samlet nedbørfelt på 47 km². Det er mye skog i nedbørfeltene, 83 % i Storelva og 90 % i Skjerka. Det er angitt alminnelig lavvannføring, middelavrenning og middelflom i de tre nedbørfeltene som beregnet fra NEVINA. Beregningsgrunnlag og nedbørfelt er vist i vedlegg.

Tabell 3.7.1. Viser nedbørfelt for Vegårvassdraget, Storelva ved Fosstveit og Skjerka, samt arealfordeling og vannføring.

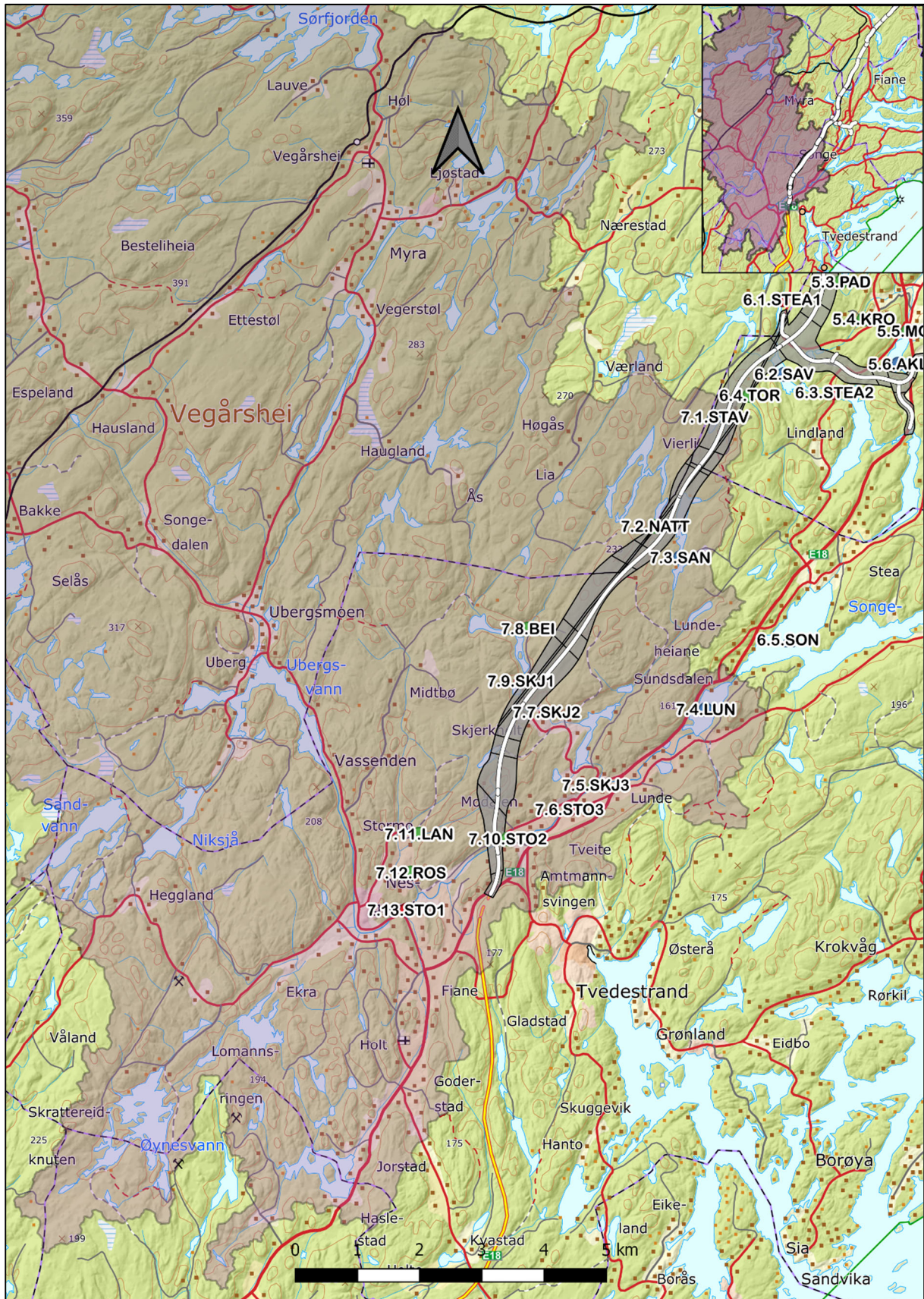
Nedbørfelt	Arealfordeling i prosent						Vannføring (m ³ /s)		
	Skog	Jordbruk	Sjø	Myr	Urbant	Annet	Lav	Middel	Flom
Vegårvassdraget 407 km ²	84	1,9	8,8	4,6	0,1	0	0,9	9,9	93
Storelva v/Fosstveit 354 km ²	83	1,9	9,3	4,8	0,1	0	0,6	8,8	80
Skjerka 47,3 km ²	90	0,8	4,8	3,9	0	0	0,05	1,0	15,4

3.7.2 Geologi

Geologien i Vegårvassdraget domineres av surt grunnfjell, med granittiske sure gneiser nord for den store forkastningen mellom Porsgrunn og Kristiansand, og mer skifrige gneiser sør for forkastningen (125). Marin grense i området er på rundt 80 m, og marine avsetninger kan bidra til å moderere forsuringseffektene av langtransportert forurensing gjennom den næringsfattige berggrunnen i de lavereliggende områdene.

I henhold til høringsutkast til aktsomhetskart mot syredannende gneiser (8), så er det flere områder innenfor nedbørfeltet med fare for forekomst av slike bergarter. Blant annet rundt området der ny E18 skal krysse Storelva rett oppstrøms Fosstveit, samt i nedbørfeltet til Skjerka.

Sur fjellgrunn i kombinasjon med langtransporterte forurensninger ga på 1980-tallet en massiv forsuring og fiskedød i deler av Vegårvassdraget. Det har senere blitt gjennomført større kalkingsprosjekter for å opprettholde en vannkvalitet som gir livsmulighet for fisk og andre vannlevende organismer med lav toleranse for forsuring og labilt aluminium (126). Det har blitt utført innsjøkalking i Vegår, samt dosert kalk i Vegårvassdelta og Storelva. I tillegg har det blitt innsjøkalket i flere andre vann. I dag er det bare kalkdosering i Storelva, ved Hauglandsfossen, som gjennomføres rutinemessig, i dag med et mål om pH på 6,4 ved Nes Verk gjennom hele året (127).



Figur 3.7.1. Oversiktskart Vegårsheivassdraget nedbørfelt.

3.7.3 Menneskelig påvirkning

Vegårsvassdraget ble varig vernet mot vannkraftutbygging i verneplan 3 i 1986. Elvekraftverket på Fosstveit var etablert før vernet og driver fortsatt kraftproduksjon. En laksetrapp forbi kraftverksdammen gjør at Storelva er anadrom helt opp til Hauglandsfossen, 20 km oppstrøms Fosstveit. Det er imidlertid vanskelige forhold for oppvandring ved en dam ved Nes Verk (127). Som alle vassdrag på Sørlandet har Vegår vært aktivt brukt og tilrettelagt for tømmerfløting, både Storelva og sidevassdraget Skjerka. I Storelva er alle vandringshindrende elementer fra tidligere tider fjernet.

Det har tidligere blitt drevet jernverk ved Nes verk, et stykke oppstrøms Fosstveit, samt tresliperi ved Fosstveit. Disse virksomhetene skapte tidligere mye forurensning i elva, og ga lav produksjon av fisk på 1930-tallet (128).

Det er noe jordbruk i nedbørfeltet (1,9 %), men det har liten betydning for vannkvaliteten i vassdraget. Jordbruket domineres av husdyrhold, melke- og kjøttproduksjon på storfe samt sau, og jordbruksarealer dominert av grasproduksjon og beite.

Avrenning fra tettstedet Vegårshei kan påvirke vannkvaliteten i øvre deler av Storelva.

3.7.4 Verdi vannressurs

Vegårsvassdraget har verdi som vannressurs gjennom kraftproduksjonen på Fosstveit samt at laks- og sjøørretvassdraget Storelva har en kommersiell verdi i forhold til salg av fiskekort med tilleggstjenester.

3.7.5 Rekreasjon og friluftsliv

Vegårsvassdraget har stor verdi for rekreasjon og friluftsliv, slik det også er omtalt i bakgrunnen for vern i Verneplan 3. Verdien knytter seg til hele nedbørfeltet, med den store innsjøen Vegår samt mange andre vann og vassdrag.

I områder og vannforekomster som kan berøres av bygging og drift av ny E18 er muligheten for fiske av sjøørret og laks i Storelva viktig. Skjerka er det viktigste sidevassdraget med hensyn til rekreasjonsverdi. Området rundt Sandvannet er i Naturbase definert som et svært viktig friluftslivsområde, tilrettelagt med merkede turstier, skiløyper og turkasser og med muligheter for fiske, padling og enkelt friluftsliv. Det er også en del hytter ved Sandvannet. Utover dette er det flere områder i Skjerkavassdraget som er viktig for friluftsliv og rekreasjon, som Åsvannet med tilrettelagte badeplasser, rekreasjon og fiske i øvre deler av Skjerka samt godt ørretfiske i Nattvann, Stavvann, Sandvannet og Rossålvann. Videre er det badeplasser ved Songevann, brakkvannsinnsjøen der Vegårsvassdraget munner ut.

3.7.6 Naturverdier og fisk

Vegårsvassdraget er som nevnt varig vernet i Verneplan 3.

Øvre del av Storelva, fra Fosstveit til Nes jernverk, er i naturbase definert som et viktig bekkedrag (C-kvalitet) som følge av kantsoner langs vassdraget, delvis yngre skog og med varierende bredde og sammenheng (129).

Nedre del av Storelva, nedstrøms Fosstveit til Lundevannet, er definert som viktig bekkedrag (B-kvalitet) som følge av delvis intakte kantsoner, truet or - askeskog og forekomst av en del eldre trær (130). Forekomst av elvemusling gjør denne elvestrekningen særlig viktig.

Storelva er anadrom med oppgang av laks og sjøørret helt til Hauglandsfossen, 20 km oppstrøms Fosstveit (131). En dam ved Nes Verk er vanskelig å forsere for laks og sjøørret, og bidrar til å redusere oppvandring til de anadrome strekningene videre opp mot Hauglandsfossen. Fangsten av laks og

sjøørret varierer mye mellom ulike år. I 2018 ble det fanget 3 laks og 157 sjøørret i Storelva. I 2017 ble det fanget 145 laks og 28 sjøørret.

På tross av pågående kalking med doserer ved Hauglandsfoss, har Storelva over tid hatt en vannkvalitet noe preget av forsuring og med svakt forhøyede konsentrasjoner av labilt aluminium. I møtet med brakkvannet i Songevannet har det blitt dannet blandsoner med utfelling av giftig aluminium. Dette gir problem med smoltoverlevelse når denne skal vandre gjennom Songevannet og videre ut i saltvann. Problemstillingen er nøye undersøkt i flere omganger, og det har over flere år blitt utført fangst og slep av smolt gjennom brakkvannssonen i Songevannet (figur 3.7.2) for å bedre smoltoverlevelsen fra Storelva (9) (117). Fra 2018 har kalkdoseringen ved Hauglandsdammen blitt intensivert, og det er satt et mål om at pH ved Nes Verk ikke skal gå under 6,4 i løpet av året. Intensivering av kalkdosering er motivert ut fra gjenoppstått bestand av elvemusling i Storelva, men også hensynet til oppvekst- og vandringsforhold for laks og sjøørret.

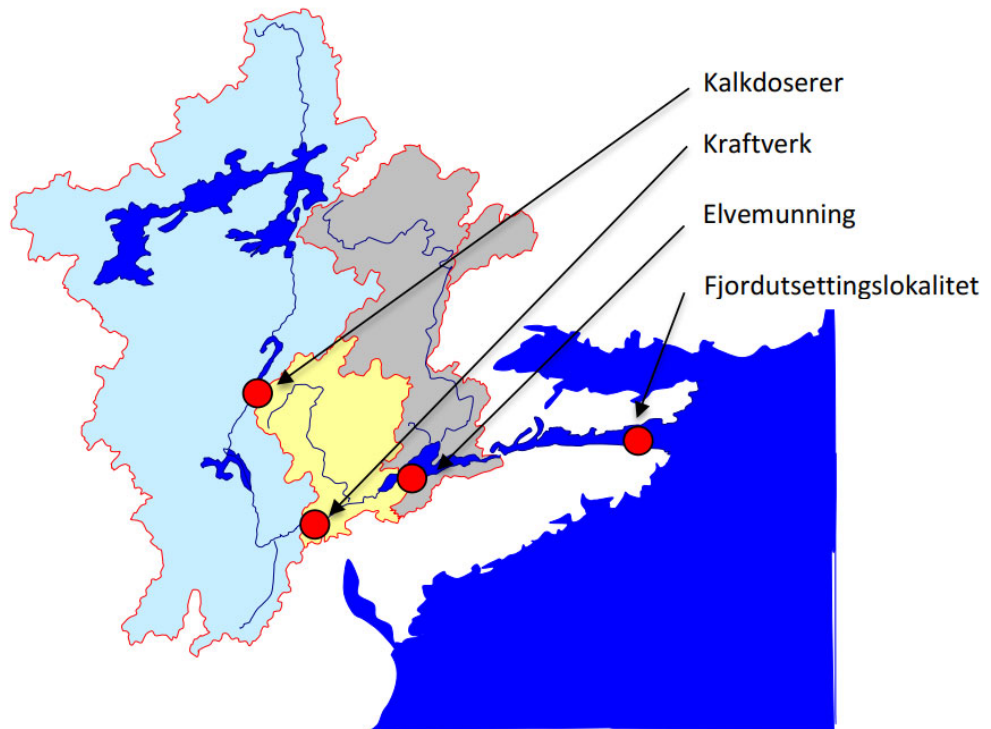
Det ble satt ut gjedde i Lundevannet allerede i 1799 (132), og den finnes også i Storelva helt opp til Fosstveit. Gjeddene reduserer produksjonen av laks- og sjøørretunger i Storelva nedstrøms Fosstveit, og gir kraftig predasjon av utvandrende smolt.

Det ble gjort bonitering og prøvofiske i Storelva ved hjelp av elfiskebåt i 2016, i området fra Lundevannet og i Storelva opp til Fosstveit (128).. Undersøkelsene påviste dominans av sørv og abbor i Lundevannet og dominans av laks og ål i Storelva. Det ble påvist gjedde i begrenset antall både i Lundevannet og i elva. I elva ble det også fanget sik og ørret, men i begrenset antall. I tillegg ble det påvist relativt høye tettheter av bekkeniøye på enkelte soner. Tidligere rapporter angir at det er påvist abbor, gjedde, laks, niøye, trepigget stingsild ørret og ål i Storelva (108) (133) (134). Det har tidligere vært stor produksjon av ål i Vegårdvassdraget, men undersøkelser har vist turbiner og dam for kraftverket ved Fosstveit har gitt økt dødelighet både for oppvandrende og utvandrende ål (135). Forholdene er forsøkt optimalisert for å øke overlevelse og produksjon av ål i vassdraget. Lengre tilbake var det kommersiell fangst av ål flere steder i vassdraget, og i Sagelva i utløpet fra Sandvatn har det blitt opprettholdt forsøksfangst av ål i nyere tid.

Det er en viktig forekomst av elvemusling i Storelva, en av de få gjenværende bestandene av elvemusling i Agder (108) (136). Elvemuslingbestanden finnes i hovedsak nedstrøms Fosstveit, men det er påvist muslinger helt opp til Nes verk. Det ble antatt at elvemuslingene i Storelva var borte som følge av sur nedbør og andre menneskeskapt påvirkninger, men elvemuslingen ble gjenoppdaget i Storelva i 2010, og bestanden ble inventert i 2016 (137).

Skjerkavassdraget har en anadrom strekning på kun 450 m (138). Det har tidligere vært innsjøkalking i nedbørfeltet, men det er nå avsluttet. Vassdraget har bestander av brunørret og abbor, og den fremmede og uønskede arten sørv har spredd seg i flere av vannene (139). Tidligere var det elvemusling større deler av Skjerkavassdraget, helt opp til Lifossen (138). De seneste observasjoner er fra den nedre anadrome delen av vassdraget, nær utløpet mot Storelva. Målinger og analyser av vannkvalitet har vist pH ned mot 5,5 og konsentrasjoner av labilt aluminium (Lal) over 30 µg/l. Det var tidligere et klekkeri for ørret i Skjerka, men det er nedlagt.

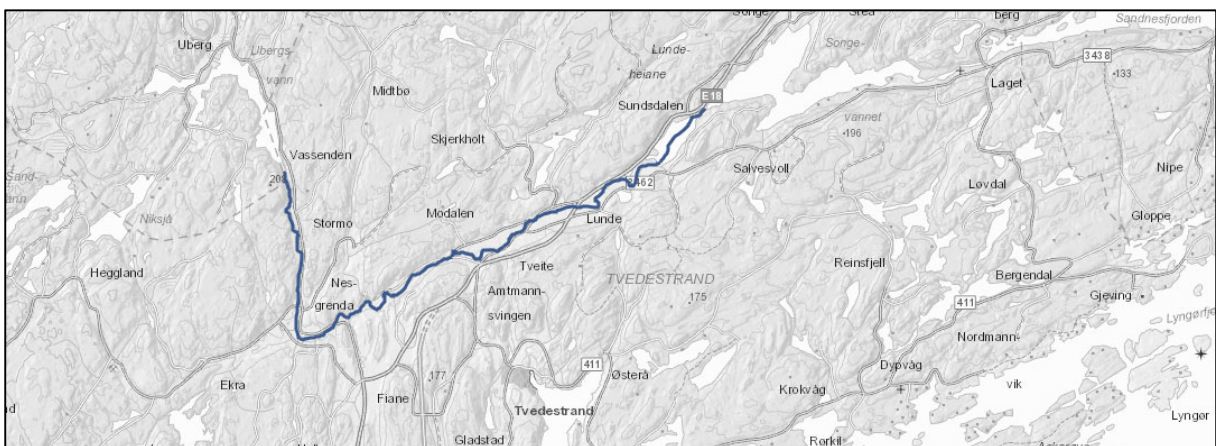
Flere vann i Skjerkavassdraget er kjent for godt fiske etter ørret, slik som Rossålvann, Sandvannet, Nattvann, Krovann og Stavvann. Sandvannet har hatt stasjon for langtidsoppfølging av vannkvalitet som følge av sur nedbør, med data helt tilbake i 1974 (140). Det har også blitt gjort undersøkelser av krepsdyr i littoral sone i vannet (140)



Figur 3.7.2. Kart over Storelva med nedbørfelt, fjordsystemer og kystlinjen. Felt farget lyseblått tilhører Storelva, gult Skjerka og grått Steavassdraget. Lokalteter merker med sirkler representerer fra venstre mot høyere kalkingsanlegget, Fosstveit kraftverk, elvemunningen og fjordutsettingslokalitet for smolt. Figur er hentet fra rapporten «Slep av laksesmolt fra Storelva som avbøtende tiltak mot estuarine blandsoner» (9).

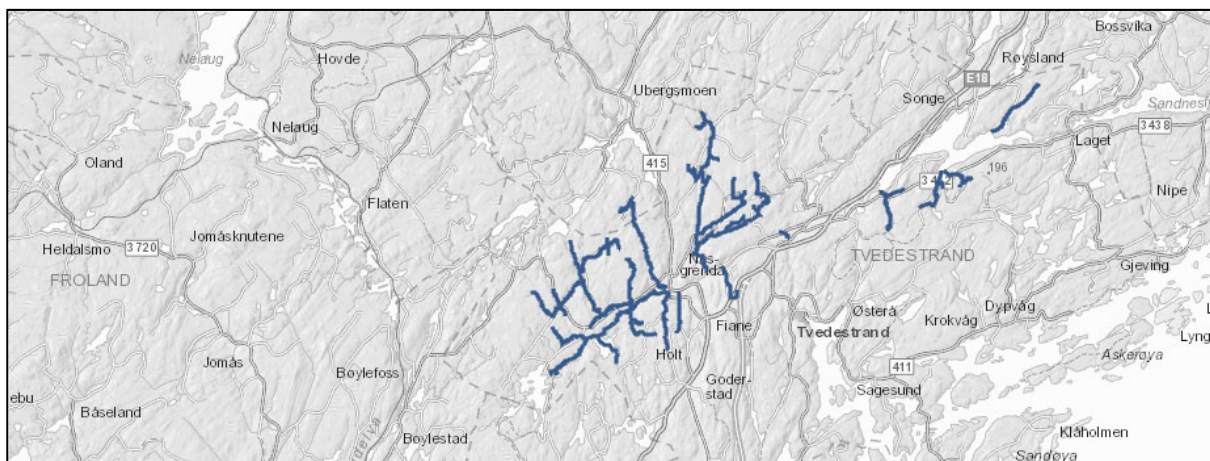
3.7.7 Vannkvalitet og økologisk tilstand

Storelva (018-127-R) er vannforekomsten fra Vassenden til Songevannet (figur 3.7.3). Som følge av vannkraftutbyggingen på Fosstveit er vannforekomsten registrert som et sterkt modifisert vannforekomst (SMVF) med reduserte krav til økologisk tilstand. Vannforekomsten er registrert med **Godt økologisk potensial, God kjemisk vannkvalitet** men **med Risiko** for at målet om godt økologisk potensial ikke oppnås (74).



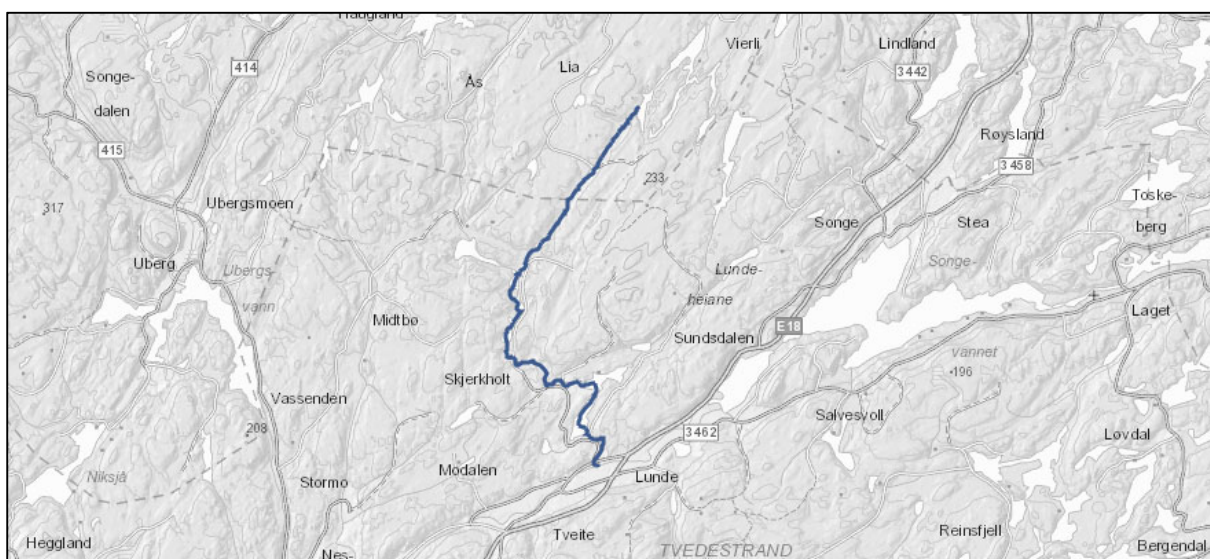
Figur 3.7.3. Vannforekomsten Storelva, Vassenden - Songevannet (Kilde: Vann-Nett).

Vannforekomsten Storelva (Vassenden – Songevannet) bekkefelt (018-206-R) er vist i figur 3.7.4. Dette er et bekkefelt som omfatter flere mindre bekker og vassdrag med avrenning til Storelva, herunder Sandvatn og Langtjern som har avrenning til Storelva oppstrøms Fosstveit via Stebekk og Rossbekken. Vassdraget fra Sandvatn og Langtjern vil kunne påvirkes av anlegg og drift av ny E18. Dette er et stort bekkefelt der Vann-Nett beskriver en antagelse om variasjon i økologisk tilstand mellom de ulike bekkene. Generelt er bekkefeltet beskrevet med **Moderat økologisk tilstand, god kjemisk tilstand** og **med Risiko** for at mål om god økologisk tilstand ikke nås.



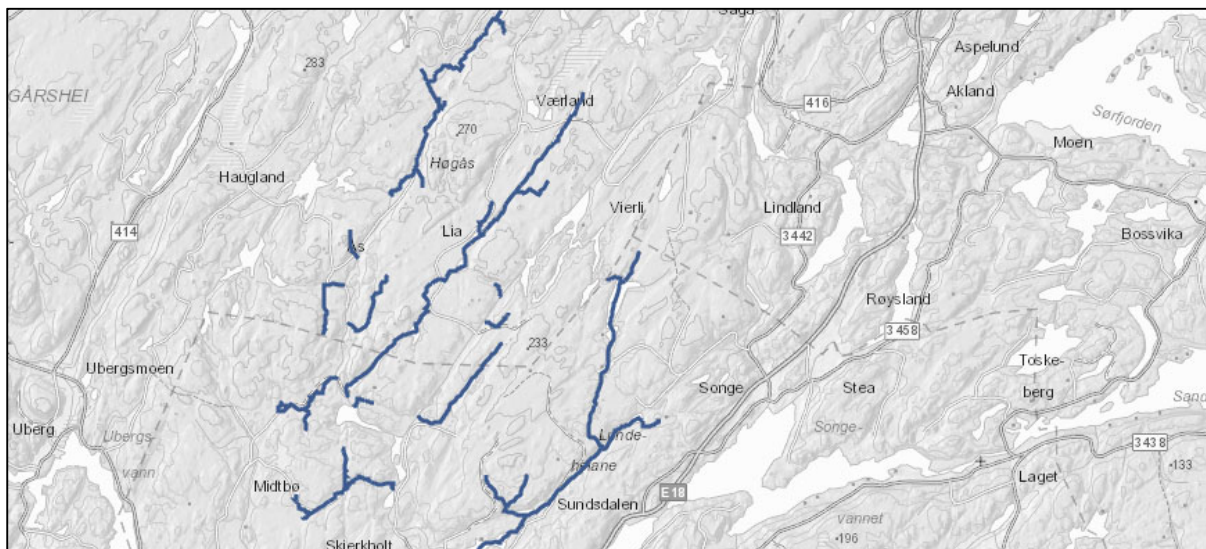
Figur 3.7.4. Vannforekomsten Storelva bekkefelt (Kilde: Vann-Nett).

Vannforekomsten Skjerka (018-196-R) er elv og vann fra utløpet av Østebøvann ned til Skjerkavassdragets utløp til Storelva (figur 3.7.5). Skjerka er registrert med **Moderat økologisk tilstand** som følge av forsøringsproblemer og sørv som introdusert art, **God kjemisk tilstand** og **med Risiko** for at miljømålet om god økologisk tilstand ikke nås. I henhold til Vann-Nett kalkes vassdraget ved utløpet av Rossålvatn, men denne kalkingen antas å ha opphørt. Det er nyere biologiske undersøkelser samt vannprøver som ligger til grunn for klassifiseringen, og tilstandsvurderingen vurderes å være relativt sikker. Det har blitt påvist relativt høye konsentrasjoner av sink i vassdraget.



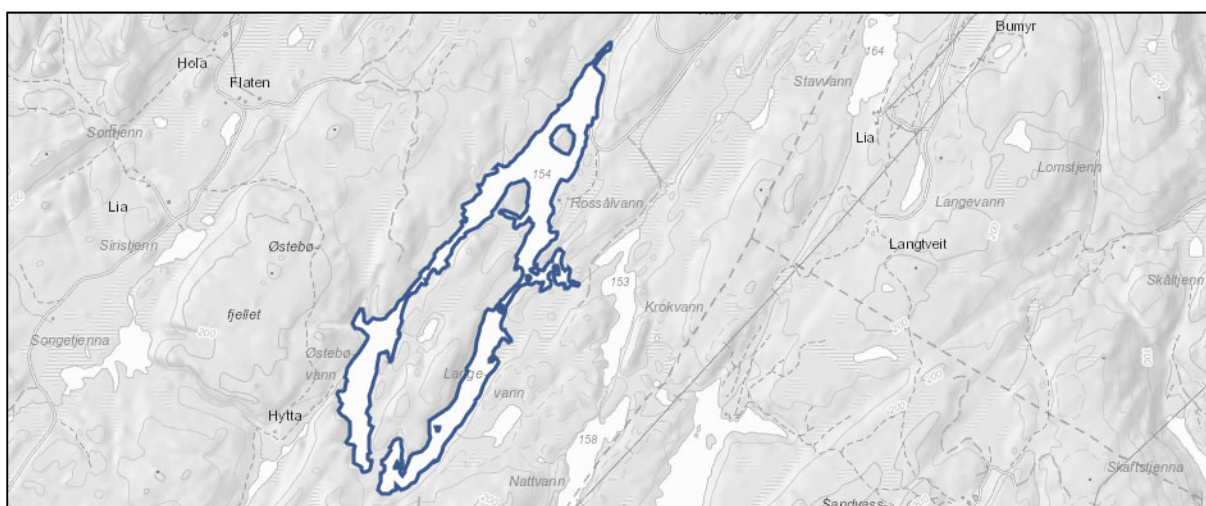
Figur 3.7.5. Vannforekomsten Skjerka (Kilde: Vann-Nett).

Vannforekomsten Skjerka bekkefelt (018-197-R) omfatter en rekke bekker og vann, herunder Sandvannet med lange måleserier for vannkjemisk i forbindelse med sur nedbør (figur 3.7.6). Vannforekomsten er registrert med **Dårlig økologisk tilstand** som følge av forsuringsproblemer, **God kjemisk tilstand** og **med Risiko** for at miljømål ikke nås.



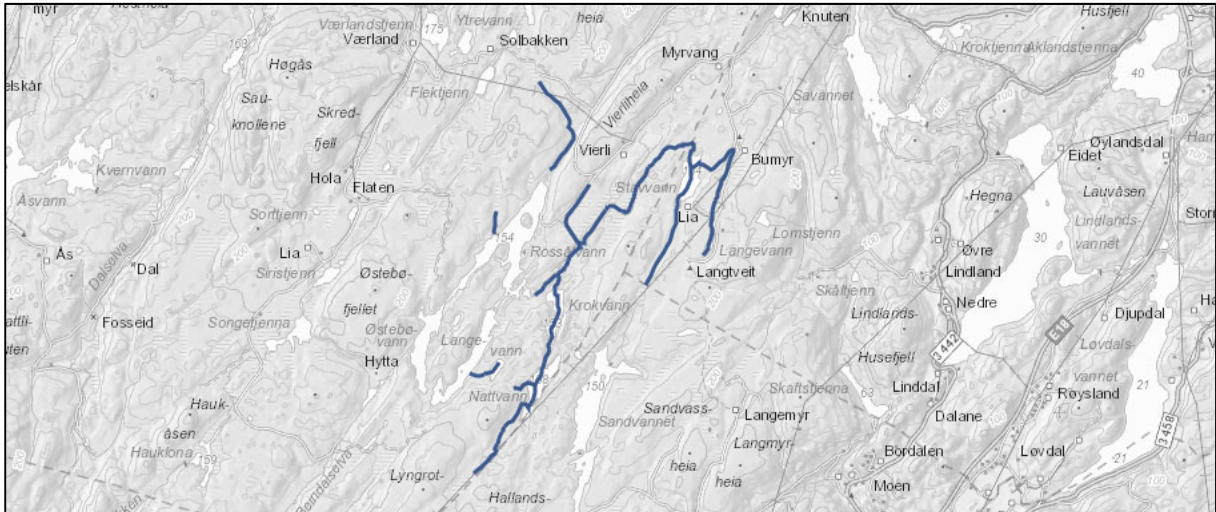
Figur 3.7.6. Vannforekomsten Skjerka bekkefelt, (Kilde: Vann-Nett).

Vannforekomsten Rossålvann (018-9476-L) er vist i figur 3.7.7, og er registrert med **Dårlig økologisk tilstand**, **God kjemisk tilstand** og **med Risiko** for at miljømål ikke nås som følge av forsuringsproblemer. Data for bunndyr som ligger til grunn for klassifisering vurderes som usikre. Utløpet av Rossålvann har blitt kalket, og senest i 2016.



Figur 3.7.7 Vannforekomsten Rossålvann, (Kilde: Vann-Nett).

Vannforekomsten Rossålvann bekkefelt (018-116-R) omfatter Nattvann, Stavvann og Krokvann med bekker, og er registrert med **God økologisk tilstand**, **God kjemisk tilstand**, men **med Risiko** for at miljømål ikke nås som følge av forsuringsproblemer (figur 3.7.8). Klassifisering er basert på gamle data fra utløpet av Stavvann og er usikker. Det er sør i vannforekomsten.



Figur 3.7.8. Vannforekomsten Rossålvann bekkefelt (Kilde: Vann-Nett).

3.7.8 Mulig påvirkning av Vegårvassdraget, anlegg og drift ny E18

- Nord i nedbørfeltet til Skjerka vil ny E18 passere rett på vestsiden av Stavvann, gjennom et lokalt bekkesystem som munner ut i nordenden av vannet, ikke så langt fra utløpsbekken mot vest. Stavvannet må påregnes på bli påvirket av partikler og nitrogenforbindelser gjennom anleggsfasen, samt veisalt og økte tilførsler av trafikkskapt forurensning i driftsfasen.
- Stavvannet har avrenning mot Rossålvann og deretter Beinelva ned til øvre deler av hovedløpet av Skjerkavassdraget. Belastningen av anlegg og drift i avrenning til Rossålvann og Beinelva må antas å være begrenset, bortsett fra noe økte konsentrasjoner av nitrogen under anlegg og klorid under drift.
- Korridoren for ny E18 passerer mellom Nattvann i vest og Sandvannet i øst, og med nærføring til en innløpsbekk mot Sandvannet i den nordre enden av vannet. Sandvannet forventes å påvirkes under anlegg og drift av ny vei. Utløpsbekken fra Sandvannet har avrenning via Sandvannselva til Morttjern og nordenden av Åsvann.
- For Nattvannet vil ny E18 passere over et myrområde og en bekk med avrenning til den sørlige delen av vannet, som vil kunne motta avrenning under anlegg og drift. Nattvannet har videre avrenning til Krokvann og Rossålvannet.
- Videre sørover passerer korridoren til ny E18 nedbørfeltet til Kråketjern, som må forventes å bli vesentlig påvirket både under anlegg og drift. Kråketjern har et begrenset nedbørfelt med stor påvirkning av ny vei (stor anleggsprosent).
- Ny E18 vil krysse over rett oppstrøms der Skjerkholtveien går i bru over Skjerka ved Sagåslia. Terrenget er relativt bratt på begge sider av elva, og det må påregnes større fjellskjæringer og fyllinger i området. Dette vil gi betydelig avrenning av nitrogenforbindelser fra sprengning samt kunne gi fare for sulfatholdig avrenning avhengig av om det finnes sulfidholdig risikofjell i området. Skjerka må forventes å påvirkes både av anleggsaktivitet og avrenning i driftsfasen, da fjellskjæringer mot vassdraget vil samle avrenning fra et større anleggsområde.
- Videre sørover vil ny E18 krysse gjennom nedbørfeltet til Langtjern samt rett over den østlige delen av tjernet, der vannkvaliteten vil påvirkes av både anlegg og drift av ny vei. Langtjerna har avrenning til Storelva ved Mule, først gjennom Stebekk og deretter gjennom den større Rossbekken.

- Ny E18 krysser Storelva i bru rett oppstrøms Fosstveit, før den kobles sammen med ny E18 Tvedestrand – Arendal rett sør for Storelva. Et mindre bekkesystem sør for Storelva kan føre med seg anleggspåvirket vann østover med utløp til Storelva. Eventuelle fjellskjæringer nord og sør for Storelva kan ligge i en sone med mulig risiko for berggrunn av sulfidholdig gneis. Utsprengt fjell må undersøkes for avrenningsrisiko før det deponeres, og det må utføres avbøtende tiltak dersom det er sulfidrikt fjell.
- Samlet er det risiko for påvirkning av flere mindre innsjøer og tjern i nedbørfeltet til Skjerka samt bekker og elver i tilknytning til disse. Verste falls scenariet er at inngrep og masselagring av stein i områder med sur berggrunn kan endre forsuringssituasjonen i et vassdrag som allerede baserer på grensen av biologisk begrensende forsuring, herunder også Storelva med elvemusling, laks og sjørørret.

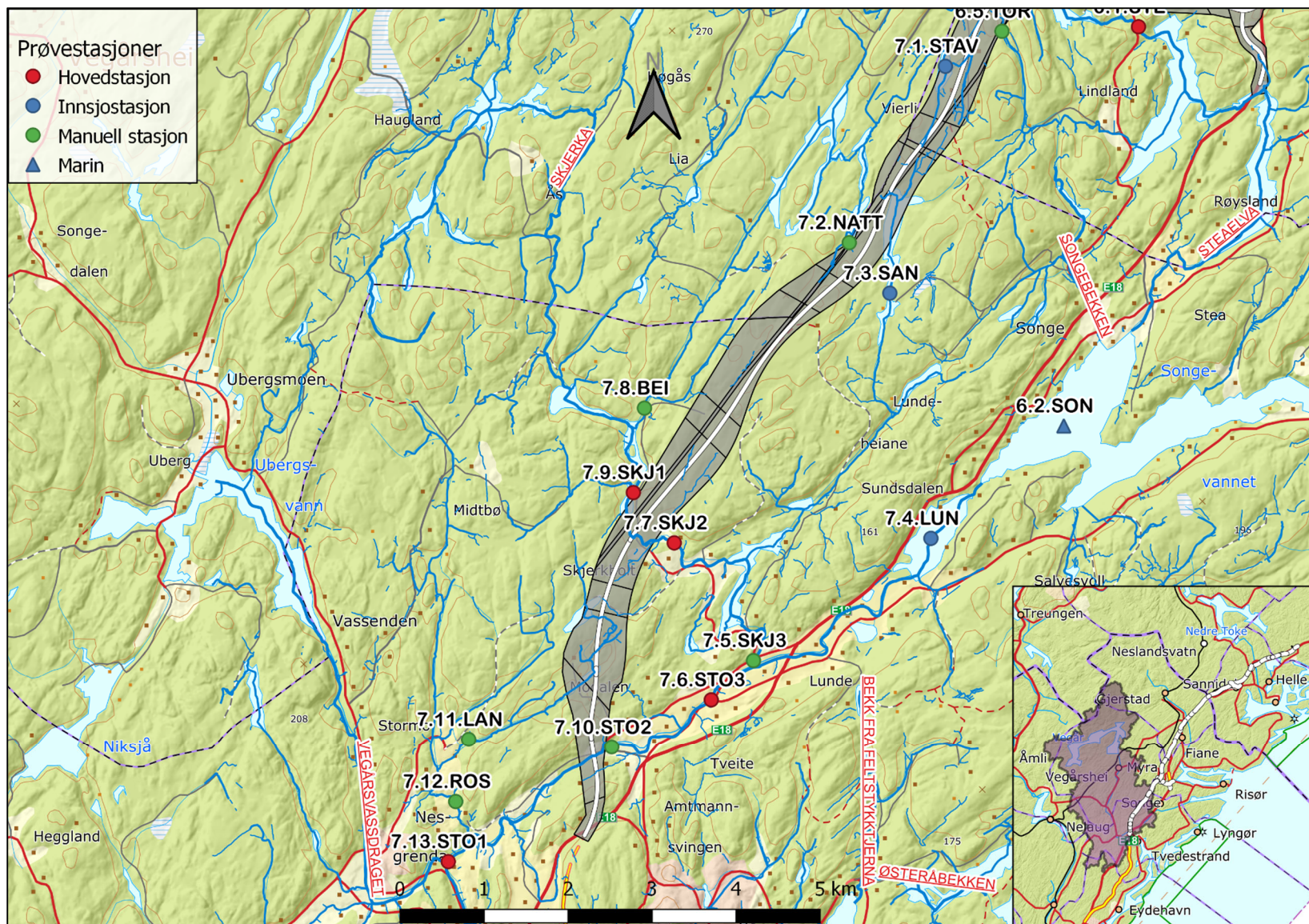
3.7.9 Vannforekomster og stasjoner

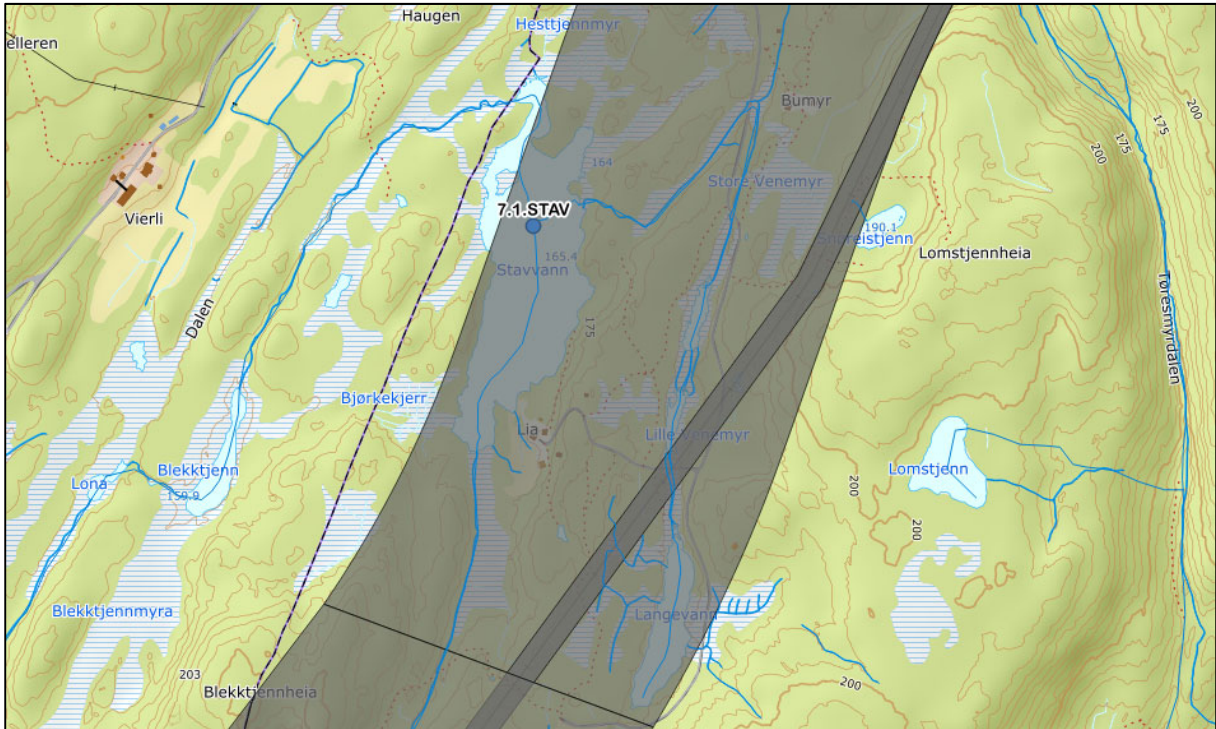
Tabell 3.7.2 og figurene 3.7.9-3.7.14 viser prøvetakingsstasjoner i Vegårsvassdraget.

Tabell 3.7.2: Prøvetakingsstasjoner i Vegårsvassdraget.

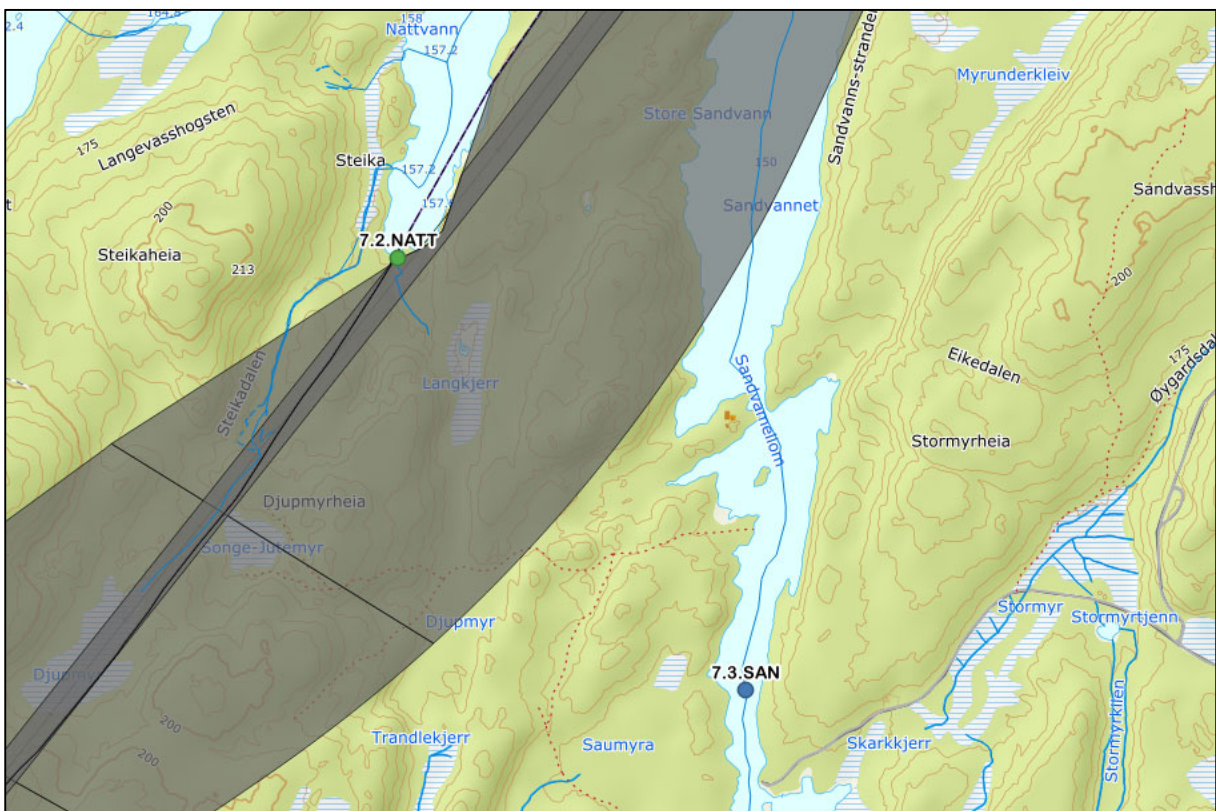
StasjonID	Navn	Type	Om valg av stasjon
7.1.STAV	Stavvann	I	Stavvann kan bli påvirket av anlegg og drift av ny E18 via en større bekk fra Venemyr. Stavvann skal ha en god ørretbestand, og skal være lite forsuret. Fastsette økologisk og kjemisk tilstand samt normale profilforhold i vannet.
7.2.NATT	Nattvann	I	Nattvann ligger rett vest for Sandvannet, og ny E18 krysser en myr og en bekk som har avrenning til vannet. God ørretbestand og avrenning til Rossålvann. Økologisk og kjemisk tilstand og profilforhold.
7.3.SAN	Sandvannet	I	Ligger i et svært viktig rekreasjonsområde, med tilrettelagte løyper og turveier, hytter og fiske. Langtidsovervåket i forbindelse med sur nedbør, fra 1974. Ny E18 rett øst for vannet, stor anleggsprosent Økologisk og kjemisk tilstand samt profilforhold, stasjon koblet mot tidligere undersøkelser
7.4.LUN	Lundevannet	I	Siste innsjø med ferskvann i nedbørfeltet til Storelva. Påvirkes ikke direkte, men gjennom avrenning til Storelva lenge oppe. Profilforhold og vannprøver.
7.5.SKJ3	Skjerka utløp	M	Stasjonen legges i den anadrome delen av Skjerka, litt oppstrøms utløpet til Storelva. Tidligere påvist elvemusling og mulighet ny etablering i anadrom sone. Samlet påvirkning av all avrenning fra ny E18 til Skjerka.
7.6.STO3	Storelva	H	Hovedstasjonen i Storelva er lagt et stykke ned for kryssing av ny E18 oppstrøms Fosstveit, for å få med all avrenning til elva via småbekker, samt samlokalisere stasjon med tidligere undersøkelser av vannkjemi og elvemusling.
7.7.SKJ2	Skjerka	H	Hovedstasjonen i Skjerka er valgt lagt et stykke nedstrøms der E18 krysser over hovedløpet i Skjerkavassdraget, for å få med mulig avrenning via mindre bekker samt å ha enkel tilgang til en antatt viktig del av elva, der det historisk har vært elvemusling.
7.8.BEI	Beindalselva	M	Beindalselva er utløpselva fra Rossålvann, og skal i utgangspunktet få liten påvirkning fra nytt veianlegg. Stavvann og Nattvann ligger i dette nedbørfeltet, og i tillegg kan noen mindre bekker bli påvirket. Klarlegge

			vannkvalitet og økologisk tilstand. Vil i tjene som en "tilleggsreferanse" i forhold til referansestasjonen i Skjerka.
7.9.SKJ1	Skjerka referanse	M	Ligger oppstrøms der ny vei krysser over Skjerka, men mottar avrenning fra Beindalselva. Vannkvalitet og økologisk tilstand.
7.10.STO2	Storelva	M	Stasjon rett nedstrøms Fosstveit og der ny E18 krysser. Stasjon for enklere prøver av vannkjemi. Området for kryssing av ny E18 kan være en risikosone for sulfidgneis, noe som må avklares nærmere.
7.11.LAN	Langtjernbekken	M	Utløpsbekken fra Langtjern, der tentativ linje for E18 krysser over selve vannet. Vannkjemi og fisk.
7.12.ROS	Røssbekken	M	Samler avrenning fra anlegg og drift av ny E18 for et større område sørvest for kryssing av Skjerka vassdraget, og har avrenning til Storelva. Klarlegge fisk og vannkvalitet.
7.13.STO1	Storelva referanse	H	Referanse i Storelva oppstrøms alle påvirkninger fra ny E18. Økologisk og kjemisk tilstand, automatiske målinger

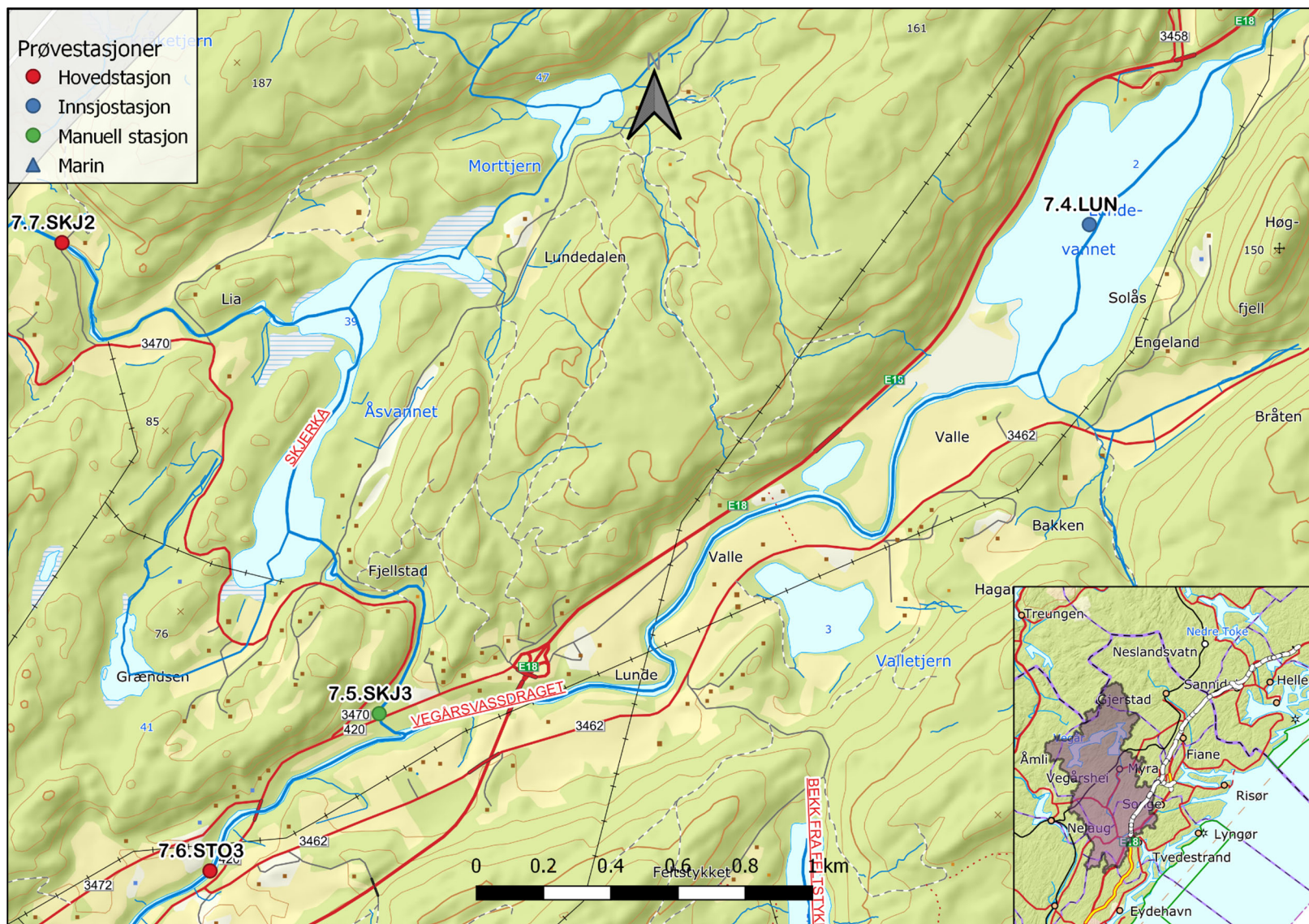




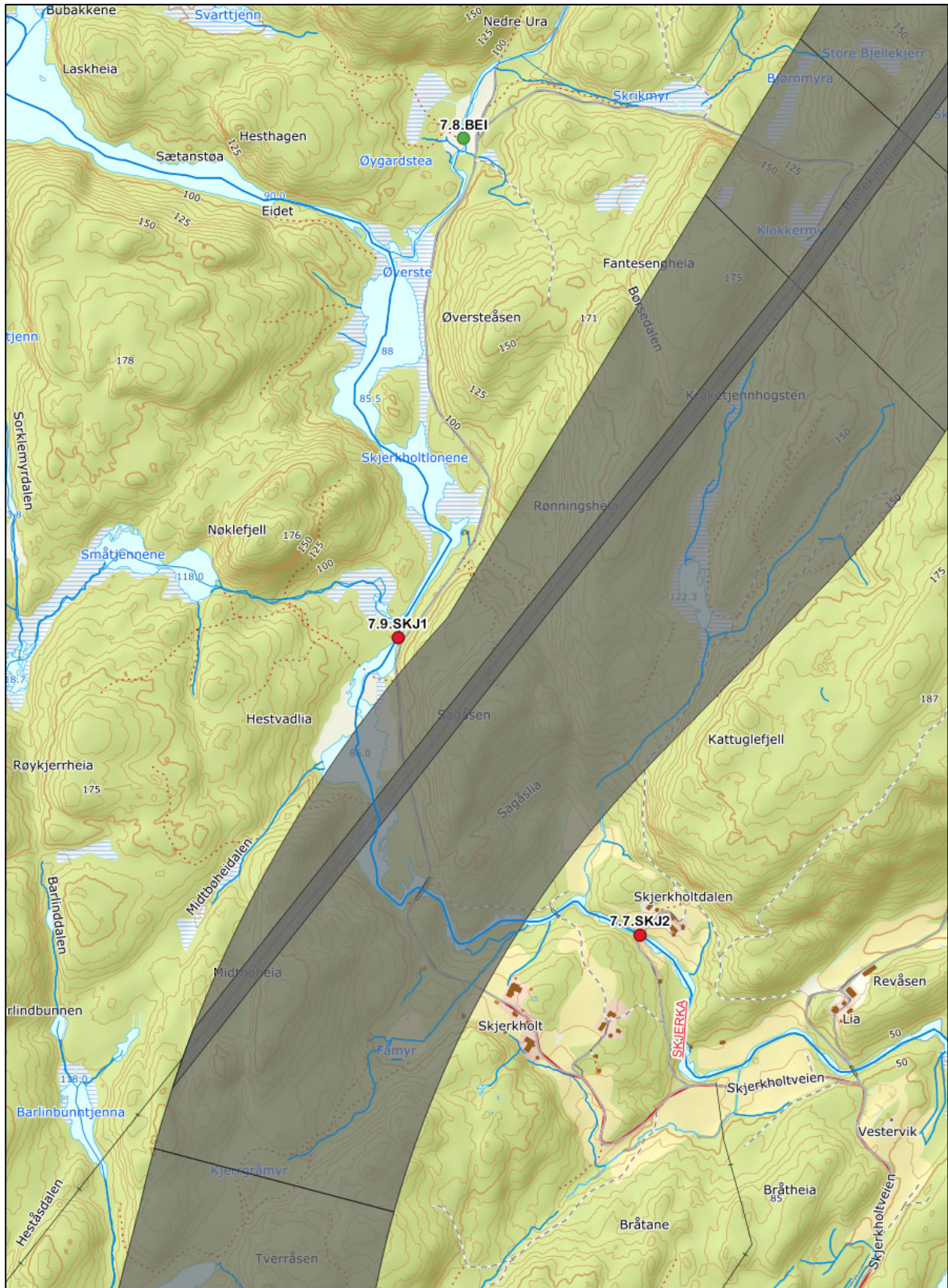
Figur 3.7.10. Prøvetakingstasjon i Stavannet.



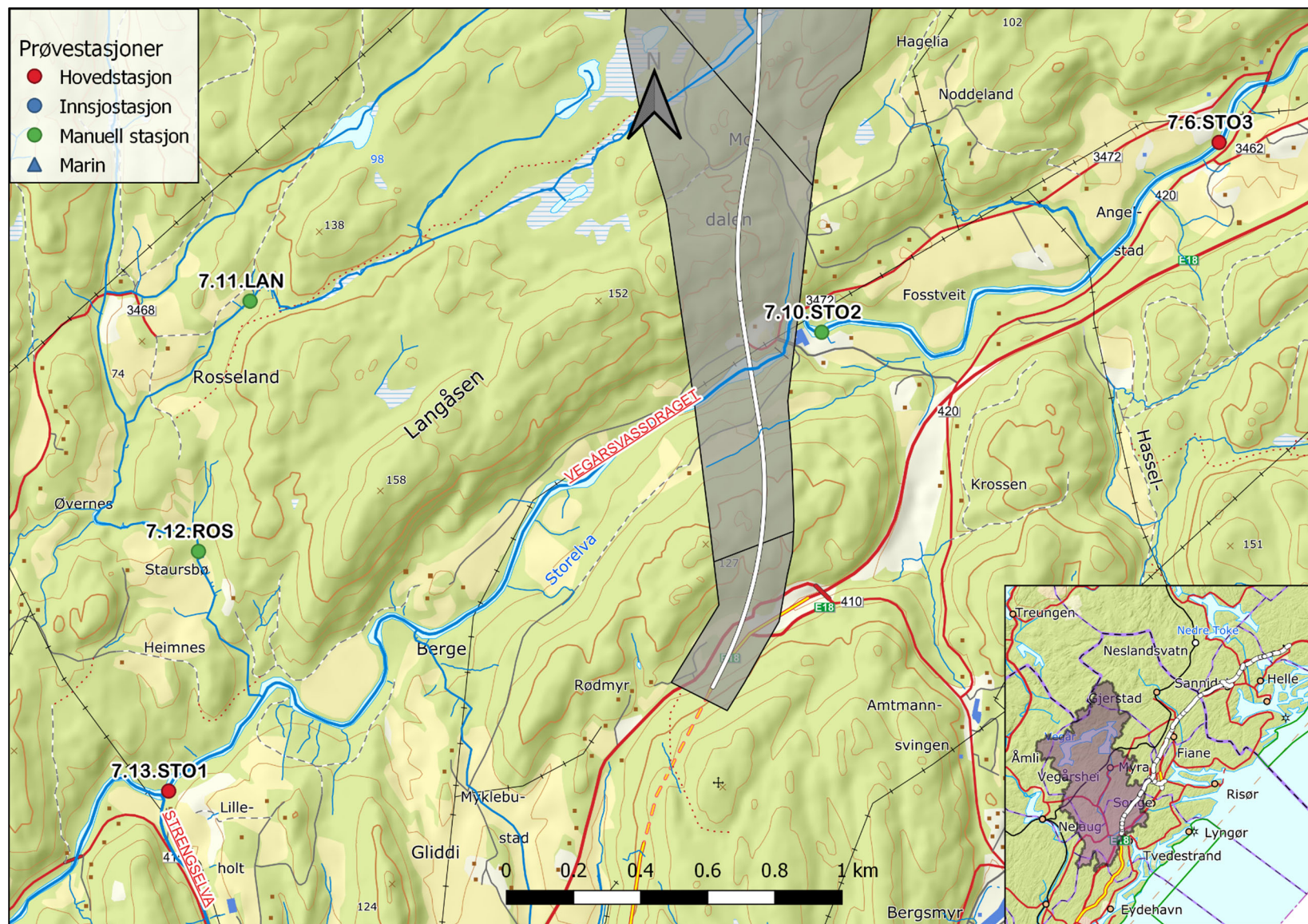
Figur 3.7.11: Prøvetakingstasjoner i Nattvann og Sandvannet i Vegårvassdraget.



Figur 3.7.12. Prøvetakingsstasjoner i Lunde vannet, Skjerka og Storelva i Vegårsvassdraget



Figur 3.7.13. Prøvetakingsstasjoner i Beindalselva og Skjerka i Vegårassdraget



Figur 3.7.14. Prøvetaksstasjoner i Storelva, Røssbekken og Langtjern i Vegårsvassdraget.

4 Forundersøkelser

Alle resultater fra forundersøkelsene skal legges inn i Vannmiljø-databasen.

4.1 Målsetting

Forundersøkelsene skal avdekke økologisk status og andre forhold knyttet til vannmiljø, arts mangfold, naturverdi og fremmede arter for berørte vassdrag.

Undersøkelsene skal gi grunnkunnskap om vannkvalitet, normale dynamiske variasjoner i hydrologi, biologiske kvalitetsparametere, fiskebestand, badevannskvalitet, rekreasjons- og brukskvalitet samt hvordan økologisk tilstand ligger an i forhold til å realisere "God økologisk tilstand".

Forundersøkelsene skal definere økologisk status for berørte vassdrag og vannforekomster før nye inngrep.

Undersøkelsene skal dekke de områdene av vassdraget som vil kunne bli berørt av anleggsfase eller driftsfase ny vei, og skal gi bakgrunn for å vurdere eventuelle skadevirkninger på vassdraget eller tilliggende bruksverdi eller verdi som naturressurs.

Særlig viktige forhold: Anadrome fiskebestander, ål, elvemusling, rødlistearter og nasjonalt prioriterte arter, sykdommer og spredningsfare mellom vassdrag, fremmede arter – tilstedeværelse og spredningsfare, mulighet for veisaltskader under drift, hydrologiske endring, endring i nedbørfelt.

Prioriterte arter og sykdommer: elvemusling, gyro, amfibiesykdom, krepspest, *Gonyostemum semens*, gjedde, vasspest m.m.

Det er en målsetting å avklare om vassdrag som vil påvirkes av anlegg og drift av ny vei er fiskeførende. Dette gjelder særlig mindre bekker som kan være anadrome, men også vassdrag med stasjonær ørret.

4.2 Prinsipper for undersøkelse

Foreslått program skiller mellom hovedtyper av stasjoner. Innenfor hver hovedtype av stasjon kan det iverksettes ulike undersøkelser, fra enkle undersøkelser med lav hyppighet til flere og mer komplekse undersøkelser med økt hyppighet. Mange forundersøkelser har kun blitt utført i rennende vann, der det vil være en dynamisk variasjon i vannkvalitet. Programmet foreslår i tillegg undersøkelser i innsjøer og tjern, som er mer statiske i vannkvalitet og vannmiljø, og der det kan være fare for mer langvarige effekter enn i rennende vann, som ofte vil kunne vaskes og restaureres i større flommer. I tillegg kan det være aktuelt med noen stasjoner i områder med brakk- eller sjøvann

Med basis i denne filosofien har det blitt foreslått fire hovedtyper av stasjoner:

1. Hovedstasjoner (H), med automatisk overvåking av vannkvalitet og vannhøyde
2. Manuelle stasjoner (M)
3. Innsjøstasjoner (I)
4. Marine stasjoner (Ma)

Stasjonene har blitt valgt på bakgrunn av mulig påvirkning fra anleggsaktivitet og viktige natur- og rekreasjonsverdier som nevnt i kapittel 2 og 3. Små bekker som mest sannsynlig ikke har årssikker vannføring ble ikke tatt med.

Hver stasjon ble gitt en unik ID etter nummer på nedbørfelt og rekkefølge på stasjonene langs linja innenfor hvert nedbørfelt. Nedbørfeltene innenfor anleggsområdene ble nummerert etter hvor de er plassert langs veilinja:

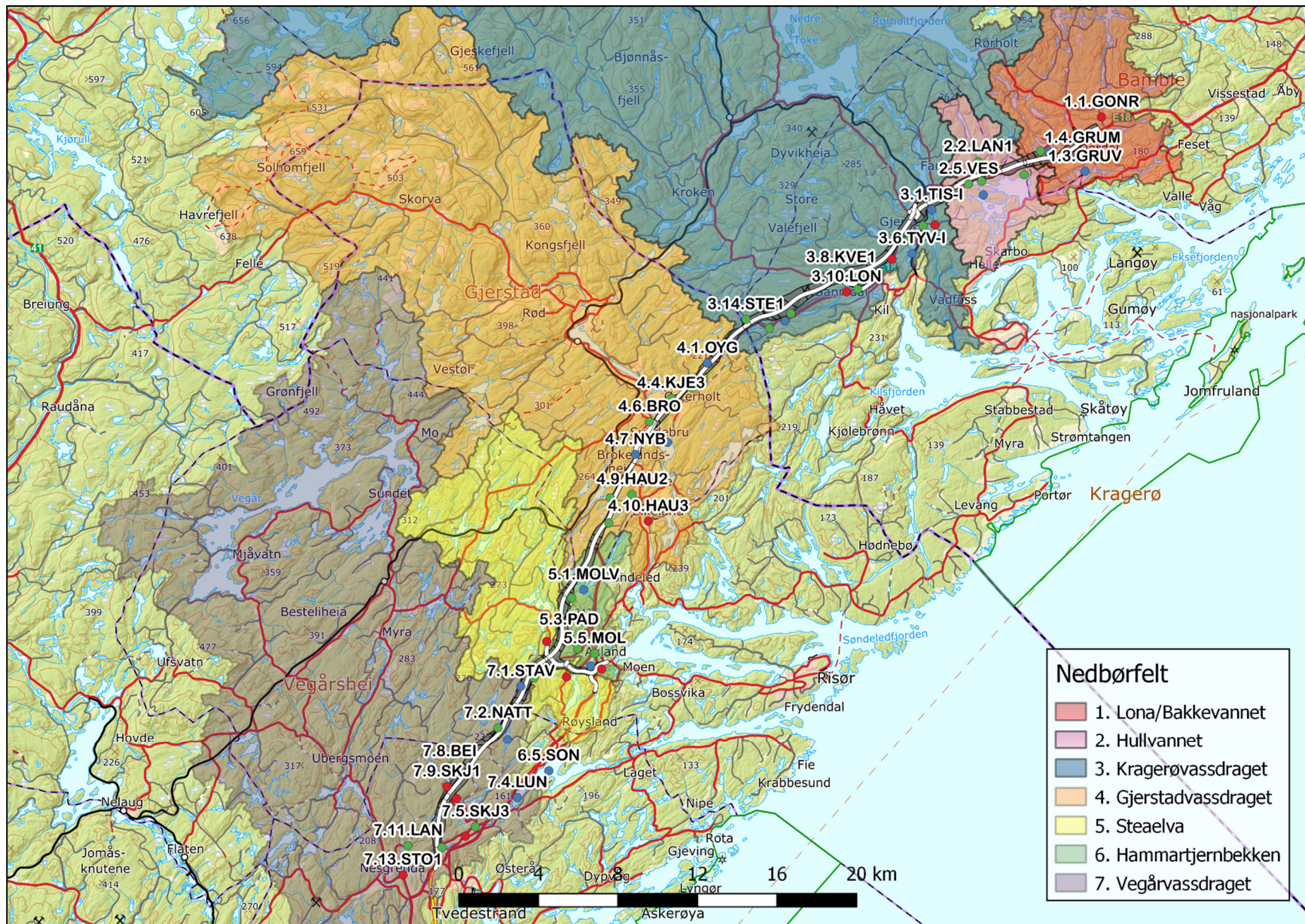
1. Lonavassdraget/Bakkevannet
2. Hullvannetsvassdraget
3. Kragerøvassdraget
4. Gjerstadvassdraget
5. Hammartjernbekken
6. Steaelva med Songevannet
7. Vegårvassdraget

Tabell 4.2.1 og figur 4.2.1 viser en oversikt over nedbørfelt og prøvetakingsstasjoner.

Tabell 4.2.1. Prøvetakingsstasjoner

Nedbørfelt	StasjonID	Navn	Type
1. Lona/Bakkevannet	1.1.GONR	Gongeelva referanse	Hovedstasjon
	1.2.GON5	Gongeelva	Hovedstasjon
	1.3.GRUV	Grummestadvann	Innsjøstasjon
	1.4.GRUM	Grummestadbekken	Manuell stasjon
	1.5.TEKU	Teksttjenn utløp	Hovedstasjon
	1.6.TEK	Teksttjenn	Innsjøstasjon
	1.7.BAK	Bakkevannet	Innsjøstasjon
	1.8.SKA	Skaugtjenna	Manuell stasjon
2. Hullvannet	2.1.MOE	Moen	Manuell stasjon
	2.2.HULV	Hullvann	Innsjøstasjon
	2.3.LAN-R	Langsjøelva referanse	Manuell stasjon
	2.4.LAN	Langsjøelva	Manuell stasjon
	2.5.VES	Vesterbekk	Manuell stasjon
3. Kragerøvassdraget	3.1.TIS-I	Tisjø (innsjø)	Innsjøstasjon
	3.2.KRA	Kragerøvassdraget	Hovedstasjon
	3.3.STILL	Stillgårdskjerr	Manuell stasjon
	3.4.TYV1	Tyvannselva referanse	Manuell stasjon
	3.5.TYV2	Tyvannselva	Manuell stasjon
	3.6.TYV-I	Tyvann (innsjø)	Innsjøstasjon
	3.7.HEG	Heglandselva	Hovedstasjon
	3.8.KVE1	Kvennvannselva referanse	Manuell stasjon
	3.9.KVE2	Kvennvannselva	Manuell stasjon
	3.10.LON	Lonelva	Hovedstasjon
	3.11.PLA	Plasstjenn	Manuell stasjon
	3.12.SON	Søndbøvannet	Innsjøstasjon
	3.13.STE1	Stebekken referanse	Manuell stasjon
	3.14.STE2	Stebekken	Manuell stasjon
4. Gjerstadvassdraget	4.1.OYG	Øygardstjerna	Innsjøstasjon
	4.2.KJE2	Kjerrstembekken	Manuell stasjon
	4.3.KJE1	Kjerrstembekken referanse	Manuell stasjon
	4.4.KJE3	Kjerrstembekken	Manuell stasjon

	4.5.HOL	Holtefjorden	Innsjøstasjon
	4.6.BRO	Brokelandsheia	Manuell stasjon
	4.7.NYB	Nybøtjerna	Innsjøstasjon
	4.8.HAU1	Haugeelva referanse	Manuell stasjon
	4.9.HAU2	Haugeelva	Manuell stasjon
	4.10.HAU3	Haugetjerna utløp	Hovedstasjon
	4.11.LATU	Langtjerna utløp	Manuell stasjon
	4.12.LAT	Langtjerna	Manuell stasjon
5. Hammartjernbekken	5.1.MOLV	Molandsvann	Innsjøstasjon
	5.2.TER	Terjebudalen	Manuell stasjon
	5.3.PAD	Paddetjern	Manuell stasjon
	5.4.KRO	Kroktjenna	Manuell stasjon
	5.5.MOL	Molandselva	Manuell stasjon
	5.6.AKL	Aklandstjenna	Innsjøstasjon
	5.1.HAM	Hammartjernbekken	Hovedstasjon
6. Steaelva	6.1.STEA1	Staelva referanse	Hovedstasjon
	6.2.STEA2	Staelva nedstrøms	Hovedstasjon
	6.3.SAV	Savannet	Innsjøstasjon
	6.4.TOR	Tørremyrtjenn	Manuell stasjon
	6.5.SON	Songevannet	Marin
7. Vegårvassdraget	7.1.STAV	Stavvann	Innsjøstasjon
	7.2.NATT	Nattvann	Manuell stasjon
	7.3.SAN	Sandvannet	Innsjøstasjon
	7.4.LUN	Lundevannet	Innsjøstasjon
	7.5.SKJ3	Skjerka utløp	Manuell stasjon
	7.6.STO3	Storelva	Hovedstasjon
	7.7.SKJ2	Skjerka	Hovedstasjon
	7.8.BEI	Beindalselva	Manuell stasjon
	7.9.SKJ1	Skjerka referanse	Hovedstasjon
	7.10.STO2	Storelva	Manuell stasjon
	7.11.LAN	Langtjern	Manuell stasjon
	7.12.ROS	Rossbekken	Manuell stasjon
	7.13.STO1	Storelva referanse	Hovedstasjon



Figur 4.2.1. Nedbørfelt og prøvetaksstasjoner langs veilinja.

4.3 Prøvetakingsplan

Tabell 4.3.1. Program for forundersøkelser Dørdal-Tvedestrand. Prøvetakingstasjoner er delt i hovedstasjoner (H), manuelle (M) og innsjøstasjoner (I). Alle stasjoner av typen hovedstasjoner (H) inkluderer automatiske målinger. Sedimentprøver: G= Grabbprøver, S=Søyleprøver.

StasjonID	Type	Vannprøver	Bunndyr m substrat-vurdering	Begroings-alger	Heterotrof begroing	Fisk	Elve-musling	Profilmålinger	Planteplakton	Krepsdyr	DNA	Sediment-prøver
1.1.GONR	H	Månedlig										
1.2.GON5	H	Månedlig	Vår/høst			Høst						
1.3.GRUV	I	Månedlig mai-okt.						Vår/sommer/høst	Månedlig mai-okt.	Mai, juli, sept.	(X)	G
1.4.GRUM	M	Månedlig	Vår/høst	Sommer	Vår/høst							
1.5.TEKU	H	Månedlig										
(1.6.TEK)	I											
1.7.BAK	I	Vår/sommer/høst						Vår/sommer/høst				G+S
1.8.SKA	M	Kvartalsvis										
2.1.MOE	M	Kvartalsvis										
2.2.LAN1	M	Kvartalsvis										
2.3.LAN2	M	Kvartalsvis										
2.4.HUL-I	I	Månedlig mai-okt.						Vår/sommer/høst	Månedlig mai-okt.	Mai, juli, sept.	(X)	G
2.5.VES	M	Kvartalsvis										
3.1.TIS-I	I	Vår/sommer/høst						Vår/sommer/høst				
3.2.KRA	H	Månedlig									(X)	
3.3.STILL	M	Kvartalsvis	Vår/høst			Høst					(X)	
3.4.TYV1	M	Kvartalsvis										
3.5.TYV2	M	Kvartalsvis	Vår/høst	Sommer	Vår/høst	Høst						
3.6.TYV-I	I	Vår/sommer/høst						Vår/sommer/høst				
3.7.HEG	H	Månedlig	Vår/høst	Sommer	Vår/høst	Høst	Sommer*				(X)	
3.8.KVE1	M	Kvartalsvis										
3.9.KVE2	M	Månedlig	Vår/høst	Sommer	Vår/høst	Høst						
3.10.LON	H	Månedlig	Vår/høst	Sommer	Vår/høst	Høst	Sommer*				(X)	
3.11.PLA	M	Kvartalsvis										
3.12.SON	I	Vår/sommer/høst						Vår/sommer/høst				G+S
3.13.STE2	M	Månedlig	Vår/høst	Sommer	Vår/høst	Høst					(X)	
3.14.STE1	M	Månedlig	Vår/høst	Sommer	Vår/høst	Høst						
4.1.OYG	I	Vår/sommer/høst						Vår/sommer/høst				
4.2.KJE2	M	Månedlig										
4.3.KJE1	M	Månedlig										

4.4.KJE 3	H	Månedlig	Vår/høst	Sommer	Vår/høst	Høst						(X)	
4.5.HOL	I	Vår/sommer/høst						Vår/sommer/høst				(X)	
4.6.BRO	M	Månedlig	Vår/høst	Sommer	Vår/høst	Høst							
4.7.NYB	I	Vår/sommer/høst						Vår/sommer/høst					G+S
4.8.HAU1	M	Månedlig											
4.9.HAU2	M	Månedlig	Vår/høst	Sommer	Vår/høst	Høst						(X)	
4.10.HAU3	H	Månedlig	Vår/høst	Sommer	Vår/høst	Høst	Sommer*					(X)	
4.11.LATU	M	Kvartalsvis				Høst						(X)	
4.12.LAT	M	Kvartalsvis											
5.1.MOLV	I	Månedlig mai-okt.						Månedlig mai-okt.	Månedlig mai-okt.	Mai, juli, sept.		(X)	
5.2.TER	M	Kvartalsvis				Høst							
5.3.PAD	M	Kvartalsvis				Høst							
5.4.KRO	M	Kvartalsvis	Vår/høst	Sommer	Vår/høst	Høst							
5.5.MOL	H	Månedlig	Vår/høst	Sommer	Vår/høst	Høst						(X)	
5.6.AKL	I	Månedlig mai-okt.						Månedlig mai-okt.	Månedlig mai-okt.	Mai, juli, sept.			G+S
5.7.HAM	H	Månedlig	Vår/høst	Sommer	Vår/høst	Høst						(X)	
6.1.STEA1	H	Kvartalsprøver											
6.2.SAV	I	Månedlig mai-okt.						Månedlig mai-okt.	Månedlig mai-okt.	Mai, juli, sept.			G+S
6.3.STEA2	H	Månedlig	Vår/høst	Sommer	Vår/høst	Høst						(X)	
6.4.TOR	M	Kvartalsvis				Høst							
6.5.SON	Ma	Vår/sommer/høst						Vår/sommer/høst				(X)	
7.1.STAV	I	Vår/sommer/høst						Vår/sommer/høst				(X)	
7.2.NATT	I	Kvartalsvis						Kvartalsvis					
7.3.SAN	I	Månedlig mai-okt.						Månedlig mai-okt.	Månedlig mai-okt.	Mai, juli, sept.		(X)	G+S
7.4.LUN	I	Vår/sommer/høst						Vår/sommer/høst					
7.5.SKJ3	M	Månedlig	Vår/høst	Sommer	Vår/høst	Høst	Sommer*					(X)	
7.6.STO3	H	Kvartalsvis	Vår/høst	Sommer	Vår/høst	Høst	Sommer**					(X)	
7.7.SKJ2	H	Månedlig	Vår/høst	Sommer	Vår/høst	Høst						(X)	
7.8.BEI	M	Kvartalsvis											
7.9.SKJ1	H	Kvartalsvis											
7.10.STO2	M	Kvartalsvis											
7.11.LAN	M	Kvartalsvis	Vår/høst	Sommer	Vår/høst	Høst						(X)	
7.12.ROS	M	Kvartalsvis											
7.13.STO1	H	Månedlig	Vår/høst	Sommer	Vår/høst	Høst						(X)	

* Kan undersøkes etter påvisning med miljø-DNA.

** Vurderes i forhold til pågående overvåkingsprogram for elvemusling.

5 Metoder

5.1 Vannkjemi

Alle vannforekomster typifiseres med grunnlag i informasjon fra Vann-nett (2) og sammenlignes med tilgjengelig data fra Vannmiljø som er mindre enn 10 år gamle. Hensikten med dette er å få et mest mulig korrekt klassifiseringsgrunnlag. Dersom typifisering i Vann-nett ikke samsvarer med analyseresultater fra forundersøkelsen vil det være hensiktsmessig å benytte de nyeste analyseresultatene. Alle analysedata skal legges inn i Vannmiljø.

Der det er mulig er klassifisering av de ulike kvalitetselementene gjengitt som nEQR, normalized ecological quality ratio. nEQR beregnes med bakgrunn i EQR for de ulike kvalitetselementene, og har like klassegrenser hvor 1 er best og 0 er dårligst. 1 - 0,8 er **svært god**, 0,8 - 0,6 er **god**, 0,6 - 0,4 er **moderat**, 0,4 - 0,2 er **dårlig** og 0,2 - 0 er **svært dårlig**.

5.1.1 Prøvetaking og oppbevaring

Vannprøver tas ut som manuelle prøver i henhold til norsk standard (NS-EN ISO 5667-14:2016). I bekker og elver skal prøvene, så godt det lar seg gjøre, tas fra midt i strømmingstverrsnittet med rask senking ned til dyp 10 cm under overflaten. I større elver benyttes prøvetakingsstang med forlenger.

Undersøkelser i innsjøer gjennomføres månedlig i perioden mai – oktober, totalt seks prøvetakinger. Vannprøver tas fortrinnsvis over innsjøens dypeste punkt dersom det er hensiktsmessig for å avdekke påvirkning fra anleggsaktiviteten og om mulig påvirkning i driftsfasen. Dersom dybdeinformasjon ikke foreligger kan prøvene tas fra innsjøens geografiske midtpunkt. Innsjødybden der prøvene blir tatt bør måles ved hjelp av ekkolodd eller håndholdt dybdemåler. Vannprøver tas som blandprøver fra eufotisk sone (2x siktedyp) eller fra sprangsjiktet i epilimnion dersom eufotisk sone er større enn epilimnion. Siktedypet måles ved hjelp av en hvit Secciskive som senkes ned i vannet til den ikke er synlig og føres videre sakte oppover til den igjen er synlig. Dette dypet noteres ned. Ved behov tas vannprøver fra hypolimnion. Oksygenprøve overføres til glassflaske med slipt glasskork i henhold til NS-EN 16698:2015. Temperatur og oksygeninnhold måles for hver meter gjennom hele vannsøylen.

Alle vannprøver lagres kjølig fram til forsendelse til akkreditert laboratorium samme dag eller påfølgende morgen. Ved prøvetaking skal det benyttes emballasje som er godkjent for rekvirerte analyser.

5.1.2 Profilundersøkelser

Profilundersøkelser med automatisk måleutstyr gjøres hovedsakelig vår, sommer og høst, men gjøres månedlig fra mai-oktober samtidig med prøvetaking av plankton i aktuelle innsjøer. Høstmålingene skal tas etter fullsirkulasjon før islegging, sent oktober eller tidlig november.

Profilundersøkelsen skal utføres med en multiparametersonde med tilsvarende spesifikasjoner som beskrevet for utstyr for automatiske målinger av vannkvalitet i kapittel 5.1. Utstyret må kunne tåle trykk ved 50 m dyp.

Multiparametersonden skal kunne gi nøyaktige målinger av vanntemperatur, konduktivitet, oksygen, pH, turbiditet og vanddyb. I tillegg bør den kunne måle klorofyll (fluorecens) samt redoksforhold i profilet. Fluorecensmålinger av klorofyll kan bli lysinhibert i svært klare sjøer, men dette vil ikke bli noe problem for sjøer og tjern langs ny E18 Dørdal – Tvedestrand.

5.1.3 Analyseparametere

I elver og bekker tas det vannprøver med et utvidet sett av parametere hvert kvartal. For de viktigste stasjonene bør det tas månedlige prøver. Parametere, hensikt og frekvens er gjengitt i tabell 5.1.1. Kun akrediterte laboratorier skal benyttes til analysene. Det er viktig at analyselabens deteksjonsgrense for parametere som skal benyttes til klassifisering er tilstrekkelig lav. Dette er spesielt viktig for PAH-forbindelser. Dersom valgt laboratorium har analyseresultater som viser resultater som avviker vesentlig fra tidligere målinger og normal forventning, så skal prøvene reanalyseres. Mistenkes det systematiske avvik i analyseresultater for viktige parametere, så skal dette sjekkes gjennom innlevering av parallel prøve til et annet laboratorium.

Tabell 5.1.1. Parametere for vannkjemi.

	Parameter	Hensikt	Månedlig	Kvartalsvis	Innsjø
Fysisk/kjemisk	pH	Klassifisering. Forsuring	X	X	X
	Alkalitet	Forsuring, typifisering	X	X	X
	Ledningsevne	Påvirkning av annen avrenning	X	X	X
	Turbiditet	Påvirkning fra avrenning, typifisering	X	X	X
	Suspendert stoff	Påvirkning fra avrenning, typifisering	X	X	X
	Fargetall	Typifisering. Humuspåvirkning		X	X
	TOC	Humus/organisk belastning		X	X
	KOF	Humus/organisk belastning		X	
	Oksygen*	Oksygenforhold bunnvann			X*
Næringsstoff	Tot-P	Klassifisering. Eutrofiering/algevekst	X	X	X
	Tot-N	Klassifisering. Avrenning jordbruk/sprengstoff	X	X	X
	Nitrat	Avrenning jordbruk/sprengstoff	X	X	X
	Ammonium	Avrenning jordbruk/sprengstoff	X	X	X
	Ammoniakk	Toksisitet vannlevende organismer		X	
	Klorofyll α	Algemengde			X
Anioner/Kationer	Kalsium	Typifisering, basekation	X	X	X
	Kalium	Basekation	X	X	X
	Magnesium	Basekation	X	X	X
	Natrium	Påvirkning av vegsalt	X	X	X
	Sulfat	Påvirkning berggrunn, bakgrunnsverdi	X	X	X
	Klorid	Påvirkning av vegsalt	X	X	X
Tungmetaller	Jern	Bakgrunnsverdi jern	X	X	X
	Mangan	Bakgrunnsverdi mangan	X	X	X
	Bly	Klassifisering, bakgrunnsverdi		X	X
	Kadmium			X	X
	Kvikksølv			X	X
	Nikkel			X	X
	Arsen			X	X

	Krom			X	X
	Kobber			X	X
	Sink			X	X
	Aluminium (+LAL)	Klassifisering. Naturlig forsurening aluminiumsfraksjoner	X	X	X
	Alifater + THC	Bakgrunnsverdi annen forurensning		X	(X)
	PAH 16	Klassifisering. Bakgrunnsverdi annen forurensning		X	(X)
*Analyseres der det ligger til grunn for klassifisering.					

I anadrome elvestrekninger bør ANC (Acid neutralizing capacity) benyttes. ANC beregnes ved å finne differansen mellom basekationene kalsium (Ca^{2+}), magnesium (Mg^{2+}), natrium (Na^+), kalium (K^+) og ammonium (NH_4^+) og sterke syrers anioner: sulfat (SO_4^{2-}), klorid (Cl^-) og nitrat (NO_3^-).

$$ANC = (Ca^{2+} + Mg^{2+} + Na^+ + K^+) - (SO_4^{2-} + Cl^- + NO_3^-)$$

Parametere som klassifiseres i henhold til veileder 02:2018 er gjengitt i tabell 4.2

5.1 Automatisk vannovervåking

5.1.1 Elver

Automatisk vannovervåking i elver utføres med multiparametersonder med måling av vannhøyde, vanntemperatur, turbiditet, pH og konduktivitet. Det er fordelaktig om det også kan inkluderes automatiske målinger av nitrat og ammonium. Det skal være daglig overføring av innsamlede data til nettbasert database, som skal gi presentasjon og nedlastningsmuligheter for innsamlede resultater. Databasefunksjonen bør tilrettelegge for visualisering av resultater for ønsket tidsintervall og i ønsket målestokk, samt enkel sammenligning av resultater fra ulike stasjoner. Det bør være muligheter for automatisk generering av flytende uke- og/eller døgnmiddelverdier for turbiditet, pH og konduktivitet.

Turbiditetssonde bør ha wiper for automatisk vedlikehold, alternativt dokumentasjon på at målenøyaktigheten kan opprettholdes innenfor foreslåtte vedlikeholdsintervaller. Det foreslås bruk av turbiditetssonder med måleintervall 0 – 1000 NTU, eller mulighet for digital tilpasning til et slik måleintervall. Målenøyaktighet bør være innenfor 1 % av måleintervallet.

pH-sonder skal være tilpasset målinger i ferskvann, og målinger i temperaturintervallet 0 – 30 °C. Målenøyaktighet bør være innenfor 0,1 pH-enhet. pH-sonde kalibreres ved tottrinnskalibrering, pH 4 og pH 7 fortrinnsvis to ganger i året.

Sonde for måling av konduktivitet bør kunne operere innenfor et måleintervall på 0 – 500 mS/m og ha en målenøyaktighet på 0,5 % av valgt måleintervall. Ofte kan måleintervallet justeres digitalt, slik at en kan velge aktuelt intervall for konduktivitetsmåling.

Sensor for måling av vanntemperatur bør kunne måle i intervallet -5 til 30 °C, og med en nøyaktighet på 0,1 °C.

Trykkcelle for måling av vannhøyde kan være satt opp til å måle i intervallet 0-10 m og bør ha en nøyaktighet på 0,1 % av måleintervallet.

For automatiske stasjoner for vannovervåking i elver og vassdrag, så bør det utføres vedlikehold med 14. dagers intervaller, for å sikre god kvalitet på innsamlede data. pH-sensorer har begrenset levetid, og alle instrumenter skal ha ny pH-sensor ved oppstart av målinger. De automatiske målestasjonene

skal kunne drives med batteri eller batteri og solcelle, slik at de kan plasseres og driftes uavhengig av strømforsyning. Ved drift gjennom vinteren må det settes oppvarming rundt sensor for å hindre frysing slik at instrumentene ødelegges. Dette forutsetter tilgang på byggestrøm til varmekabel rundt foringsrør med innplassert multiparametersensor. Vinterdrift er krevende, og det må gjøres en nøye vurdering av hvilke stasjoner som kan ha behov for måledata gjennom vinteren.

5.1.2 Innsjøer

For utvalgte innsjøer kan det være ønskelig med automatiske målinger av vannkvalitet i flere dyp. Dette kan utføres ved utsetting av en forankret miljøbøye med tre multiparametersensorer for måling i overflatevann, rundt sprangsjiktet og i dypvann. Multiparametersensorene skal ha samme spesifikasjoner som beskrevet ovenfor, men må ha en sensor kvalitet tilpasset aktuelle trykkforhold. Dypeste multiparametersensor må dermed kunne tåle et trykk tilsvarende minst 30 m, og ha en trykkcelle som måler vannhøyde i intervallet 0 - 50 m. Måling av vannhøyde gir kontroll på at sensor plasseres i riktig dybde, og at det ikke skjer forandringer i måledyp som følge av avdrift eller andre problemer. Data og drift av miljøbøyene skal være som beskrevet for automatiske målinger i elver beskrevet over. Miljøbøyer i innsjøer vil normalt sett ha en driftsperiode fra mars/april og til november/desember, avhengig av smelting og når isen legger seg.

5.2 Biologiske kvalitetselementer

5.2.1 Elver

Fisk

For laksefisk i rennende vann er tetthet av ungfisk (årsyngel og eldre ungfisk) eneste brukte parameter for å klassifisere økologisk tilstand. Fiskeundersøkelser gjennomføres som gjentatt overfiske med elektrisk fiskeapparat etter standard metode (NS-EN 14011). Utvalgt bekkeavsnitt overfiskes i tre omganger med 30 minutters mellomrom. All fisk som fanges blir artsbestemt og lengdemålt (total lengde) fra snutespiss til enden av naturlig utfoldet halefinne. For ørret og laks skilles det mellom årsyngel (0+) og eldre fisk (>0+). De øvrige fiskeartene blir lengdemålt. All fisk skal settes levende tilbake i elva etter avsluttet elfiske. Alt utstyr skal desinfiseres ved forflytning mellom vassdrag.

Tettheten av fisk (y) kan beregnes med Bohlin's metode (jf. Zippin 1956; Bohlin mfl 1989):

$$y = \frac{T}{1 - \left(\frac{T - C_1}{T - C_3}\right)^3}$$

der y er tettheten av fisk, T er totalt antall fisk fanget, og C_1 og C_3 er antall fisk fanget ved hhv første og tredje gangs overfiske.

Usikkerheten i et slikt estimat kan være betydelig, særlig om metoden benyttes for en fangst på færre enn 50 fisk, jf. Forseth og Forsgren (2009). Fangbarheten (p) kan beregnes ut ifra estimert tetthet og totalt antall fanget fisk via følgende formel:

$$p = 1 - \sqrt[3]{1 - \frac{T}{y}}$$

Tetthetsberegningene klassifiseres videre etter Veileder 02:2018 (Tabell 5.2.1). Klassifiseringssystemet er tilpasset for mindre vannforekomster (nedbørfelt <10 km²).

Tabell 5.2.1 Klassegrenser for økologisk tilstand i bekker og små elver i lavlandet med laksefisk (Veileder 02:2018).

Artssamfunn	Svært god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
Anadrom, habitat ikke beskrevet	>70	69-53	52-35	34-18	<18
Anadrom, habitatklasse 2	>49	49-37	36-25	25-12	<12
Anadrom, habitatklasse 3	>81	81-61	60-41	40-20	<20
Anadrom sympatrisk, habitat ikke beskrevet	>19	18-15	14-10	9-5	<5
Anadrom sympatrisk, habitatklasse 2		≥5	≤4		
Anadrom sympatrisk, habitatklasse 3	>25	24-19	18-13	12-6	<6
Stasjonær allopatrisk, habitat ikke beskrevet	>58	58-44	43-29	28-15	<15
Stasjonær allopatrisk, habitatklasse 1	>34	34-26	25-17	16-9	<8
Stasjonær allopatrisk, habitatklasse 2	>55	55-41	40-28	27-14	<14
Stasjonær allopatrisk, habitatklasse 3	>67	67-50	50-34	33-17	<17
Stasjonær sympatrisk, habitat ikke beskrevet	>10	10-8	8-6	5-3	<3
Stasjonær sympatrisk, habitatklasse 2		≥2	<2		
Stasjonær sympatrisk, habitatklasse 3	>14	14-11	10-7	6-4	<4

Det skal gjennomføres bonitering/habitatvurdering ved alle fiskestasjoner som dokumenteres med bilder. Stasjonene ble deles inn i habitatklasser i henhold til veileder 02:2018 og ICES habitatmodell (141) (Tabell 5.2.2).

- Velegnet habitat (kvalitet 3): Både godt gytehabitat og godt skjul for ungfisk til stede på avfisket område.
- Egnet habitat (kvalitet 2): Moderate gytemuligheter og noe skjul til stede.
- Mindre egnet habitat (kvalitet 1): Verken godt gytehabitat eller godt skjul forekommer på avfisket område.

Tabell 5.2.2. Vurderinger som inngår i ICES habitatmodell for laksefisk (141).

	-----Habitat score-----		
	0	1	2
Wetted width of stream (m)	>10	6-10	<6
Slope (%) of section	<0.2 & >8	0.2-0.5 & 3-8	>0.5-<3
Water velocity class	Slow/still	Fast	Moderate
Average/dominating depth (m)	>0.5	0.3-0.5	<0.3
Dominating substratum	Fine	Large stones, boulders or sand	Gravel-Stone
Shade (%)	<10%	10-20	>20

Bunndyr

Undersøkelse av bunndyr gjøres ved bruk av sparkemetoden, beskrevet i NS EN-ISO 10870:2012 og NS-EN 16150:2012. Metodikken er i henhold til anbefalinger i veilederen for vanndirektivet med ni delprøver fra hver stasjon. Hver delprøve representerer 1 m lengde av elvebunnen og samles inn i løpet av 20 sekunder. Når tre slike prøver er samlet inn (samletid ca. 1 minutt) tømmes håven for å hindre tetting av maskene og tilbakespyling. Samlet blir det da tre prøver á 1 minutt. Alle prøvene tas i strykparter og substratet på prøvestedene bør i hovedsak være grovkornet (grus og stein). Større

steiner som kommer med i håven inspisert visuelt. For å sikre en god konservering bør smågrener og andre større biter av organisk materiale uten bunndyr, samt det meste av vannet, fjernes fra prøven. Prøven konserveres deretter i 96 % etanol for artsbestemmelse ved et senere tidspunkt.

Artsbestemmelsen gjennomføres til det nivå som kreves som grunnlag for klassifisering av tilstand iht. ASPT-indeksen (Average Score per Taxon) og RAMI (River Acidification Macroinvertebrate Index). ASPT-indeksen kan benyttes i alle aktuelle elvetyper bortsett fra breelver. Den baserer seg på å gi ulike bunndyrfamilier en indeksverdi fra 1 – 10 hvor følsomhet for organisk belastning øker med indeksverdien. I elver med mye organisk belastning er det hovedsakelig forventet å finne bunndyr med lav indeksverdi. ASPT-verdi for de ulike stasjonene beregnes ved å finne gjennomsnittet av indeksverdiene for de ulike bunndyrfamilie som registreres ved hver stasjon. Klassegrenser for tilstand basert på ASPT er gjengitt i tabell 5.2.3.

Tabell 5.2.3. Klassifisering ved bruk av bunndyr og ASPT. Verdier er hentet fra klassifiseringsveiledere 02:2018 (142)

KLASSE	I (Svært god)	II (God)	III (Moderat)	IV (Dårlig)	V (Svært dårlig)
Bunndyr-ASPT	> 6.8	6.8-6.0	6.0-5.2	5.2-4.4	<4.4

RAMI benyttes i svært kalkfattige eller kalkfattige, klare elver og baseres på endring i artssammensetning av indikatortaksa som har ulik toleranse for forsurening. RAMI-indeksen tar også hensyn til pH-toleranse hos de ulike indikatorartene. Ingen av forsureningsindeksene skiller mellom naturlig forsurening (bl.a. fra humusstoffer) og menneskeskapt forsurening og bør dermed ikke benyttes i humøse vannforekomster. Den relative mengden av EPT-taksa og andre taksa av bunndyr beregnes separat. EPT-taksa er døgnfluer (Ephemeroptera), steinfluer (Plecoptera) og vårfluer (Trichoptera). Dersom det er registrert 15 individer av en bestemt art og totalt 60 individer av EPT-taksa vil den ene arten med 15 individer utgjøre 25% av totalen og følgelig gi $hk = 5$.

RAMI beregnes ved å benytte følgende formel:

$$RAMI = \frac{\sum_{k=1}^n s_k w_k h_k}{\sum_{k=1}^n w_k h_k}$$

Der s_k er indikatorverdi, w_k er vekten og h_k er mengdeverdien til den k -te indikatoren registrert i prøven og n er antall indikatortaksa.

Klassegrenser og referanseverdier for RAMI er vist i tabell 5.2.4, Forsureningsindeks-1 og 2 er ikke anbefalt å benytte da de ikke har referanseverdier. Det bør også bemerkes at grenseverdiene baseres på en gjennomsnittsverdi av minst to prøver, og at det foreligger data som angir mengden av de bunndyrene som er mest følsomme for forsurening.

Tabell 5.2.4. Klassegrenser og referanseverdier for bunndyrindekser som benyttes til å fastsette økologisk tilstand i forsurrede elver (Kilde: Veileder 02:2018, s. 75.)

Tilstandsklasse	RAMI	RAMI	Forsuringsindeks-1	Forsuringsindeks-2
	Svært kalkfattige, klare	Kalkfattige, klare	Alle klare	Alle klare
referanseverdi	4,08	4,5	Ikke definert	Ikke definert
svært god	>3,47	>3,87	1 ¹	1 ¹²
god	>3,29 – 3,47	>3,69 - 3,87	>0,77 – 1	>0,77 – 1,0
moderat	>3,08 – 3,29	>3,48 - 3,69	>0,5 – 0,77	>0,5 – 0,77
dårlig	>2,89 – 3,08	>3,28 - 3,48	>0,25 – 0,5	>0,25 – 0,5
svært dårlig	≤2,89	≤3,29	≤0,25	≤0,25

En nylig utført interkalibreringstest for bestemmelse av bunndyr viste store avvik mellom ulike aktører (143), noe som kan være en utfordring for bruk av bunndyr som kvalitetselement.

Begroingsalger og heterotrof begroing

Prøvetaking av begroingsalger gjennomføres ved å benytte vannkikkert til en visuell undersøkelse av en 10 m lang strekning. Alle synlige makroskopiske, bentiske alger samles inn og lagres på egne prøveglass (dramsglass). Under feltarbeidet noteres dekningsgrad av begroingsalger, tetthet og andre forhold som karakteriserer lokaliteten i en feltprotokoll. Til prøvetaking av mikroskopiske alger benyttes 10 steiner med diameter 10 – 20 cm som samles inn fra områder langs elvebunnen som ligger dypere enn laveste vannstand. Et areal på 8 x 8 cm på oversiden av hver stein børstes og det innsamlede materialet blandes med 1 liter vann og overføres til prøveglass. Alle prøver merkes nøye og tilsettes konserveringsmiddel (Lugols løsning) før de lagres mørkt og kjølig frem til analyse.

Vannforekomstens tilstand med hensyn til aktuell påvirkning vurderes etter fastsatte indekser angitt i veileder 02:2018 (1). Ved klassifisering av analyseresultatene for begroingsalger beregnes PIT-indeksen (Periphyton Index of Trophic Status) mht. eutrofiering og AIP mht. forsuring. AIP beregnes kun dersom det observeres tre eller flere indikatortaxa. Tilstandsklassene for PIT og AIP har sin egen fargekode som vist i tabell 5.2.5 og 5.2.6.

Tabell 5.2.5. Inndeling for tilstandsvurdering av PIT i svært kalkfattige elver (Ca < 1 mg/L) og de øvrige elvetypene (Ca > 1 mg/L) (1) (Kilde: Veileder 02:2018)

Elvetype	Kalsium	PIT					Svært dårlig
		Referanse verdi	Svært god	God	Moderat	Dårlig	
R101, R102, R103, R201, R202, R203, R301, R302, R303	<1 mg/l	4,85	<5,5	5,5-14,5	14,5-30	30-46	>46
R104, R105, R106, R107, R108, R109, R110, R204, R205, R206, R207, R208, R304, R305, R306	>1 mg/l	6,71	<9,5	9,5-16	16-31	31-46	>46

Tabell 5.2.6. Inndeling for tilstandsvurdering av AIP i svært kalkfattige (Ca < 1 mg/L), klare (TOC < 2 mg/L) eller humøse (TOC > 2 mg/L) elver, kalkfattige (Ca 1 – 4 mg/L) og øvrige elvetyper (Ca > 4 mg/L) (1) (Kilde: Veileder 02:2018)

Elvetype	Kalsium	TOC	AIP absoluttverdier					
			Referanse-verdi	Svært god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
R102, R103, R202, R203, R302, R303	< 1 mg/l	>2 mg/l	6,02	6,02 - 5,93	5,93 - 5,75	5,75 - 5,57	5,57 - 5,39	< 5,39
R101, R201, R301	< 1 mg/l	< 2 mg/l	6,53	6,53 - 6,31	6,31 - 5,87	5,87 - 5,43	< 5,43	ikke definert
R104, R105, R106, R204, R205, R206, R304, R305, R306	1-4 mg/l		6,86	6,86 - 6,77	6,77 - 6,59	6,59 - 6,41	6,41 - 6,23	< 6,23
R107, R108, R109, R110, R207, R208	> 4 mg/l		7,10	7,10 - 7,04	7,04 - 6,92	6,92 - 6,80	6,80 - 6,68	< 6,68

Organisk belastning i elver vurderes etter *Heterotrof begroingsindeks* (HIB2), beskrevet i veileder 02:2018 (1). Ved tilførsel av lett nedbrytbart organisk materiale kan det utvikles samfunn av nedbrytere som sopp og bakterier. Indeksen er basert på forekomst av soppen *Leptomitius lacteus* og/eller bakterien som forårsaker såkalte «lammehaler», *Sphaerotilus natans*. Disse artene er stedbundne og reagerer raskt på endringer i vekstmiljøet, noe som gjør dem godt egnet som indikatorer for organisk belastning. For å beregne tilstanden for heterotrof begroing benyttes den estimerte dekningsgraden av denne typen begroing på den undersøkte strekningen av elva eller bekken. Videre beregnes tykkelsen på lagene med heterotrof begroing. Mikroskopiske eller tynne lag vektet med 1. Lag av middels tykkelse vektet 2 og tykke lag vektet 4. For å beregne HIB2 benyttes følgende formel:

$$HIB2 = (d_{tynne+mikroskopiske}) + (d_{middels} * 2) + (d_{tykk} * 4)$$

Her er *d* = dekningsgraden i % for de ulike lagene. Der det er mikroskopiske observasjoner estimeres dekningsgraden til 0,001 % for sjeldne observasjoner, 0,01 % for vanlige og 0,1 % for hyppig forekommende observasjoner.

Tilstandsklasse og referanseverdi for HIB2-indeksen er gjengitt i tabell 5.2.7.

Tabell 5.2.7. Tilstandsklasse og referanseverdi for HIB2-indeksen (1) (Kilde: Veileder 02:2018)

Elvetype	HIB2 absoluttverdier					
	Referanseverdi	Svært god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
Alle	0	0	>0-1	1-10	10-100	100-400

Elvemusling

Kartlegging av elvemusling gjøres ved å gjennomføre tetthetstelling iht. metode beskrevet av Larsen og Hartvigsen (1999) og norsk standard (NS-EN 16859:2017) (144). Undersøkelser utføres fortrinnsvis på lokaliteter som har vært undersøkt tidligere, eller hvor elvemusling er registrert. Tetthetsvurdering gjennomføres der det er tilstrekkelig med individer. For hver stasjon undersøkes 4 transekter med tellinger på 15 minutter innenfor hver transekt. Levende og døde individer registreres vha. hver sin påmonterte teller på vannkikkerten. Et tilfeldig utvalg av levende individer plukkes ut og skallet måles med skyvelær til nærmeste 0,1 millimeter. I områder med få eller ingen individer vil det ikke være

hensiktsmessig å gjennomføre undersøkelser etter denne metoden. Det kan i disse tilfeller være hensiktsmessig å benytte vannkikkert til å søke etter elvemuslinger over en periode på ca. 30 minutter. Det bør i tillegg tas graveprøver for å kartlegge rekrutter som ofte ikke blir funnet ved metodene nevnt ovenfor.

Elvemuslingen i Hammerbekken og i Storelva er allerede inkludert i oppfølgende undersøkelser, og det må avklares nærmere om det ønskes supplerende undersøkelser utført i regi av E18 Dørdal-Tvedestrand.

5.2.2 Innsjøer

Planteplankton

Planteplankton benyttes for å måle effekten av eutrofieringspåvirkning i innsjøer. Klassifisering av økologisk tilstand basert på planteplankton gjennomføres ved å benytte følgende indekser:

- Klorofyll a
- Totalt biovolum av planteplankton
- Indeks for artssammensetning (PTI)
- Biomasse av cyanobakterier (Cyanomax)

Datagrunnlaget for klassifisering iht. disse indeksene bør minimum være fra vekstsesongen, dvs. mai – oktober, og det bør tas en prøve hver måned.

Blandprøver til klorofyll A og fytoplankton tas fra eufotisk sone, eller 2x siktedyp. Dersom den eufotiske sonen er dypere enn epilimnion tas prøven fra epilimnion. Dybden av epilimnion estimeres ved hjelp av temperaturmålinger og er det sjiktet der temperaturendringen nedover i vannmassene er størst pr. meter.

Vannprøvene tas fortrinnsvis med en 2 m lang rørsamler, f.eks. en Ramberg vannhenter eller tilsvarende. Dersom en rørsamler ikke er tilgjengelig kan en ruttner vannhenter benyttes til å ta prøver fra hver halvmetre i det samme området. Vannet blandes i en ren bølge og 1 L overføres til brune, lystete plastflasker for analyse av klorofyll A. For analyse av fytoplankton tas 100 mL vann ut fra samme blandprøve ut på glassflasker og tilsettes 0,5 – 1 ml Fytofix (surgjort Lugols løsning).

Krepsdyr

Prøvetakingen av krepsdyr gjøres i henhold til norsk standard (NS-EN 15110) og metoden beskrevet i kapittel 8.4 i veileder 02:2018.

Prøver av krepsdyr tas minst tre ganger gjennom vekstsesongen; i mai, juli og september. I større innsjøer bør prøvene tas månedlig samtidig med prøvetaking av planteplankton. Prøvene tas både fra littoralsonen og pelagialen. Plassering av prøvetakingspunkter ved ulike habitat i littoralsonen gjøres etter en vurdering av i felt. Stasjonene merkes på kart og dokumenteres med bilder.

Ved klassifisering av økologisk tilstand i innsjøer basert på kvalitetselementet pelagiske og littorale krepsdyr brukes forsurningsindeksene LACI-1 eller LACI-2 (Tabell 5.2.8). Begge indeksene baserer seg på en rangering av krepsdyrarter etter deres toleranse overfor forsuring. Surhetstoleransen er inndelt i fire kategorier og er angitt for totalt 54 indikatorarter.

LACI-1 baserer seg på endringer i artssammensetningen av ulike indikatorarter og kan benyttes til tilstandsklassifisering i svært kalkfattige og klare innsjøer med 0,5- 1 mg Ca/l.

$LACI-1 = (m \text{ arter av forsuringfølsomme arter i kategori 1 og 2}) / \text{notalt antall arter registrert i kombinerte prøver}$

LACI-2 kan brukes i alle kalkfattige og klare innsjøer med 1-2 mg Ca/l. I tillegg til forekomst av indikatorartaks, inngår også mengder og diversitet i LACI-2, der diversitet er forholdet mellom antall observerte arter i prøven og antall arter som er registrert i gjeldende fylke. Det er kun denne indeksen som tilfredsstillt kravene i vanndirektivet.

$LACI-2 = ((\text{sum indikatorverdi følsomme arter} + 1) / (\text{sum indikatorverdi tolerante arter} + 1)) \times (\text{veid artsmangfold} + 1)$
 der arter tilhørende kategori 1 og 4 gis verdi = 2, mens arter tilhørende kategori 2 og 3 gis verdi = 1;
 og
 der veid artsmangfold = antall arter / antall arter totalt registrert i fylket.

Tabell 5.2.8. Referanseverdi og klassegrenser, absolutt verdi, for krepsdyrindeksene LACI-1 og LACI-2 (Tabell 4.10b: Veileder 02:2018)

Tilstandsklasse	LACI-1 (litoral+pelagisk)	LACI-2 (litoral+pelagisk)
referanseverdi	0,24	2,09
svært god	>0,16	>1,85
god	>0,12 – 0,16	>1,39 – 1,85
moderat	>0,08 – 0,12	>0,92 – 1,39
dårlig	>0,04 – 0,08	>0,46 – 0,92
svært dårlig	≤0,04	≤0,46

Metoden beskrevet over en kvalitativ metode som beskriver artsdiversiteten av krepsdyrfaunaen og forekomst av indikatorarter. For å se kunne se på generelle endringer i hele dyreplanktonsamfunnet bør det i tillegg tas kvantitative prøver hvor man beregner tetthet og biomasse av alle artsgrupper, ikke bare krepsdyr. Dette gjøres ved å filtrere en bestemt mengde vann hentet fra ulike dyp gjennom en planktonhåv.

Bunndyr

Det foreslås uttak av bunndyr fra profundal-sonen i utvalgte innsjøer og tjern, på samme prøvetakingspunkt som brukt for profilundersøkelser, uttak av vannprøver samt evt. plante- og zooplankton. Prøvene tas med grabb og hentes fra samme representative blandprøve som skal leveres for sedimentanalyse. Prøvetakingsdypet vil naturlig variere mellom ulike lokaliteter, men det antas et gjennomsnitt på 15 – 20 m dyp. Blandprøvevolumet med sediment vaskes i en sil, forslagsvis med maskevidde 500 µm, for å fjerne finstoff. Håndterbart restvolum fordeles på tre parallelle prøveglass, og konserveres med 96 % etanol. Prøvene leveres til taksonomisk analyse, der det forutsettes spesialkunnskap for bestemmelse av fåbørstemark og fjærmygglarver, som vil være dominerende dyregrupper i profundalsonen. Fåbørstemark bør bestemmes til art og fjærmygglarver til slekt. Bunndyr fra profundalsonen kan brukes til å indikere forurensning og trofegrad, og kan vise seg som et egnet kvalitetselement for å beskrive eventuelle endringer i artssamfunnet i profundalsonen under veibygging og eventuelt økt sedimentbelastning og –rate. Metoden er ikke beskrevet i veileder 02:2018.

5.3 Miljø-DNA

5.3.1 Fokusundersøkelser og andre muligheter

Miljø-DNA (eDNA) er en samlebetegnelse på DNA i samleprøver fra ulike livsmiljøer som vann, jord, luft og snø. Innsamlet og analysert DNA gir rask informasjon om hvilke organismer som er tilstede i undersøkte livsmiljøer, da levende organismer avgir DNA til omgivelsene (145) (146) (147).

Miljø-DNA kan undersøkes for de fleste arter som er tilstede i en vannprøve der DNA-fragmenter som også kalles strekkoding (fra f.eks. gen i mitokondrier). Gensekvensene som er unike for bestemte artsgrupper (qPCR/ddPCR) kan bestemmes ved bruk av bestemte primere. Begge metoder er i normal bruk for undersøkelser av organismer i ferskvann i Norge, med laboratorier og kompetanse blant annet hos NINA, NIVA og NIBIO.

Metodene gir helt nye muligheter til å avdekke mulig forekomst av sjeldne og truede arter, fremmede og uønskede arter, sykdomsfremkallende organismer samt definerende økosystembeskrivelser som gir et avtrykk av alle ferskvannslevende organismer i undersøkt vannforekomst.

For store utbyggingsprosjekter som ny E18 Dørdal- Grimstad, representerer metodikken en mulighet for å avdekke mulig forekomst av truede og sårbare arter, som elvemusling og stor salamander, før oppstart av anleggsaktivitet. Tilsvarende kan det avdekkes forekomst av uønskede fremmede arter, som suter, sørv og vasspest, slik at disse ikke spres mellom vassdrag som følge av anleggsaktivitet. Det samme gjelder sykdommer som krepsepest, amfibiesoppen *Batrachochytrium dendrobatidis*, lakseparasitten *Gyrodactylus salaris* og den vannbårne tredreperen *Phytophthora spp.* med flere. Forhåndskunnskap om både sårbare og uønskede arter gjør at en kan ta hensyn til disse under planlegging og oppfølging av anleggsaktivitet, og om nødvendig iverksette avbøtende tiltak.

Ved sekvensering av innsamlet DNA kan en få nyttig økosysteminformasjon om sammensetning av ferskvannslevende arter før, under og etter anleggsaktivitet og etter at ny vei er satt i normal drift (148). Herunder indikasjoner på effekter av uønskede utslipp og hendelser eller periodisk stor økning i avrenning av nitrogenforbindelser, slik det er normalt for anleggsaktivitet med mye fjellsprengning.

5.3.2 Prøvetaking og lokaliteter

Lokalitet for uttak av vannprøver til miljø-DNA vil i hovedsak være den samme som for øvrige vannprøver. Det kan være fordelaktig å velge prøvepunkt og tidspunkt for prøvetaking med grunnlag i de artene man ønsker å påvise, basert på hvilke habitater som er foretrukket og når arten er mest aktiv. De fleste arter i elver og bekker vil dog avgis nok vevsmateriale i løpet av perioden mai – oktober til å oppnå en tilfredsstillende konsentrasjon av DNA i vannprøven. I en totalvurdering anbefales det at prøvetaking for miljø-DNA gjennomføres som en omgang for alle ønskede lokaliteter i løpet av august eller september 2020.

Ved prøvetaking i innsjøer eller tjern skal det benyttes en metodikk som tar ut en representativ blandprøve over et antatt representativt transekt over vannflaten. Ved prøvetaking i elver og vassdrag skal det tas ut en representativ prøve over 1 minutt over et dybdesnitt med god gjennomstrømning. Perioder med flom eller svært lav vannføring bør unngås. Vannprøvene tas ut i henhold til feltprotokoll som anbefalt av NINA (145), med uttak av representativ prøve der 10 liter vann filtreres gjennom et 2.0 µm glassfiberfilter (Merck Millipore) ved bruk av en hånd- eller batteridrevet peristaltisk pumpe. Metoden følger deretter Qiagen protokoll (149) i forhold til konservering av filter, isolering og eluering av eDNA (Qiagen Neasy Blood and Tissue kit).

Isolert og eluert DNA kan deretter analyseres for ønskede arter ved bruk av artsspesifikke primere og ddPCR-analyse og/eller for et samlet tilfang av søkbare arter (blasting) gjennom scan av eluert DNA (metastrekkoding). En del av eluert DNA kan fryses i -80°C og oppbevarer for framtidig analyse

samtidig med tilsvarende prøver tatt i forbindelse med etterundersøkelser i vassdrag etter ferdigstilt veianlegg.

Det anbefales at det velges samme analyser for alle lokaliteter der det tas ut prøver for miljø-DNA analyser. Et scan av eluert DNA som dekker en stor andel av ønskede vertebrater og invertebrater, herunder aktuelle fremmede fiskearter, elvemusling, salamander, amfibier, kreps, sykdommer med mere supplert med rene artsundersøkelser (ddPCR) for elvemusling.

5.3.3 Fokusundersøkelser og andre muligheter

I vassdrag der elvemusling eller edelkreps har vært påvist tidligere, men observasjoner ikke er gjort i senere tid kan miljø-DNA være nyttig for å påvise eller utelukke tilstedeværelse av disse. Det samme gjelder der det er ønskelig å se etter fremmede arter.

5.4 Substrat og sediment

5.4.1 Elver

Vurdering av bunnssubstratet i elver gjøres ved alle stasjoner det gjennomføres bunndyrundersøkelser. Substratvurderingene gjøres fortrinnsvis samtidig med prøvetakingen av bunndyr eller fisk ved å filme og fotografere substratet langs den aktuelle prøvetakingsstrekningen ved bruk av et undervannskamera. Herunder noteres det alltid om substratet er løst innlagret med hulrom, eller om hulrommene er fylt med finstoff, eller om substratet har blitt fiksert i en matriks av finstoff og utfellinger slik at det sitter fast.

5.4.2 Innjøer og marine resipienter

Sedimentprøver for kjemisk analyse tas ved bruk av en Van Veen grabb eller lignende.

Med hensyn til lagdeling og tykkelse av lag skal det i tillegg tas ut søyleprøver som fotodokumenteres med målestokk for referanse. Søyleprøver kan med fordel fryses inn for senere sammenligning i anleggsfase.

Antall stasjoner ved hver lokalitet som skal prøvetas avhenger av resipientens størrelse. I små innsjøer som er lite påvirket av annen aktivitet kan det være tilstrekkelig med en sedimentprøve som tas ved innsjøens dypeste punkt, men i større resipienter vil det være hensiktsmessig å ta flere prøver så nærme de innløpselvene som antas å bli mest påvirket av anleggsaktivitet som mulig.

Prøvene analyseres for parameterne som kan brukes til klassifisering av kjemisk tilstand (Tabell 5.4.1). Sedimentprøvene tas en gang i året og en delprøve leveres som tidligere nevnt for bunndyrundersøkelser i profundalsonen.

Tabell 5.4.1. Analyseparametere for sedimentprøver.

	Parameter
Fysiske	Kornfordeling
	Partikkelform
	Organisk materiale
Metaller	Kadmium
	Bly
	Nikkel
	Kvikksølv
	Kobber
	Sink
	Arsen
	Krom
Olje/PAH	PAH 16
	THC/Alifater (>C5-C35)

6 Bibliografi

1. Vikan, H. Avrenning av ammoniumnitrat fra uomsatt sprengstoff til vann - Giftvirkninger i resipient og renseløsninger. Vann. 03:2013, 2013.
2. Rambøll/Sweco 2018. Not_013_20180914_Bane NOR_201802800 - Temanotat-Krom 6. Dato 14.09.18, Jannike GB Jensen.
3. Eliassen, T. 2018. utfordringer knyttet til seksverdig krom. Foredrag 31.01.2018, Oslo. http://www.byggemiljo.no/wp-content/uploads/2018/02/Dag1_04_1115_Tollef-Eliassen.pdf.
4. Eckbo, C. 2018. Utlekking av treverdig og seksverdig krom fra betong. NGI Teknisk notat 20180207-TN. 2018-10-3.
5. Pabst, T., Hindar, A., Hale, S., Garmo, Ø., Endre, E., Petersen, K., Bækken, T. og Baardvik, G. 2015. Bergarters potensielle effekter på vannmiljøet ved anleggsvirksomhet. Statens Vegvesens rapporter Nr. 389. 96 s.
6. Hagelia, P. og Fjermestad, H. 2016. Bruk av XRF på bergarter for vurdering av miljørisiko. Eksempel frå Rv 4 Gran og E18 Grimstad-Kristiansand. Statens Vegvesens Rapportar Nr. 516. 43 s. Statens vegvesen. Statens vegvesens rapporter nr. 516.
7. Hindar, A. og Roseth, R. 2003. E-18 gjennom sulfidberggrunn i Agder; anbefaling om avbøtende tiltak for å hindre sur avrenning og annen belastning av resipienter. NIVA-Rapport 4642-2003. 45 s. . Norsk institutt for vannforskning. NIVA-rapport 4642-2003.
8. NGU 2019. Aktsomhetskart over syredannende gneis (foreløpig - utkast sendt til høring høsten 2019).
9. Haraldstad, T. og Güttopp, J. Slep av laksesmolt fra Storelva som avbøtende tilstak mot estaurine blandsoner. Smoltårgang 2018. NIVA Rapport 7309-2018. 16 s. . s.l. : Norsk institutt for vannforskning, 2018. NIVA-rapport 7309-2018.
10. Kroglund, F., Gutterup, J., Kleiven, E., Stefanson, S., Barlup, B. og Teien, H.C. 2007. Aluminium, et miljøproblem for laks i Sandnesfjorden, Aust-Agder? NIVA Rapport 5366-2007. 47 s.
11. Kroglund, F., Teien, H.C., Rosten, C., Hawley, K., Guttrup, J., Johansen, Å., Høgberget, R., Kristensen, T., Tjomsland, T. og Haugen, T. 2010. Betydningen av kreftverk og predasjon fra gjedde for smoltproduksjon og aluminium i brakkvann for postsmoltoverlevelse. NIVA Rapport 6084-2010. 103 s.
12. Haraldstad, T., Kroglund, F. og Guttorp, J. 2015. Sjøoverlevelse til smolt eksponert for aluminium i brakkvann. Smoltårgang 2012. NIVA Rapport 6842-2015. 26 s. .
13. Kroglund, F., Haraldstad, T. og Guttorp, J. 2015. Sjøoverlevelse til smolt eksponert for aluminium i brakkvann. Tilbakevandring av gytelaks til Storelva i 2010-2013. NIVA-Rapport 6663-2014. 56 s.
14. Statens Vegvesen. 2019. Håndbok V240 Vannhåndtering. Høringsutgave ny håndbok, 2019: https://www.norskvann.no/files/docs/H%C3%98RINGSUTKAST_V240_20.03.2019.pdf.
15. Kløve, B., Stålnacke, P. og Kværner, J. 2015. Forslag til hydrologisk overvåking av restaurert myr i Norge. s.l. : Miljødirektoratet, 2015. M-442|2015.
16. Aker, P. og Dalen Johansen, M. 2015. Når vegen berører myra. God forvaltning av myr i vegplanlegging, bygging og drift. Statens Vegvesens Rapporter Nr. 423. 36 s.
17. Bjørnfeldt, K. S. Dødelig sykdom truer verdens amfibier. [Internett] Forskning.no, 9 April 2019. <https://forskning.no/amfibier-biologi-biologisk-mangfold/dodelig-sopp sykdom-truer-verdens-amfibier/1323366>.

18. Veterinærinstituttet. Krepsepest. [Internett] <https://www.vetinst.no/sykdom-og-agens/krepsepest>.
19. Johnsen, B. O., Møkkelgjerd, P. I. og Jensen, A.J. 1993. Furunkolose i norske vassdrag - Statusrapport. Norsk institutt for naturforskning. 1993. NINA Forskningsrapport 38: 1-73.
20. Kleiven, R., Flatås, S. og Påsche, E.S. Gir klimaendringer skylden for laksedød. NRK-nyheter. [Internett] 2019. <https://www.nrk.no/trondelag/gir-klimaendringer-skylden-for-laksedod-1.14636893>.
21. Bjørnfeldt, K.S. Dødelig sykdom truer verdens amfibier. Forskning.no. [Internett] <https://forskning.no/amfibier-biologi-biologisk-mangfold/dodelig-soppsykdom-truer-verdens-amfibier/1323366>.
22. Artsdatabanken 2018. Fremmedartslista 2018. *Phytophthora cambivora*. [Internett] <https://artsdatabanken.no/Fab2018/N/273>.
23. Artsdatabanken. Vasspest. 2012. Artsdatabankens faktaark nr. 285. ISSN1504-9140.
24. Krypsiv truer vassdragene. Østhagen, H. 2010. Vassdragseminaret 2010.
25. Mugaas, P. Fjerning av krypsiv - behov og effekter. Norske lakseelver. [Internett] 28 juni 2019. <https://lakseelver.no/nb/news-2019/fjerning-av-krypsiv-behov-og-effekter>.
26. Artsdatabanken. 2018. Fremmedartslista 2018. <https://artsdatabanken.no/Fab2018/N/69>.
27. Gustavsen naturanalyser. 2007. Kartlegging av kreps i Porsgrunn og Bamble 2007. Gustavsen Naturanalyser. Rapport 4-2007.
28. Artsdatabanken. 2018. Fremmedartslista 2018. <https://artsdatabanken.no/Fab2018/N/2793>.
29. Artsdatabanken. Suter. 2012. Artsdatabankens faktaark nr. 284. ISSN1504-9140.
30. Artsdatabanken. 2018. Fremmedartslista 2018. <https://artsdatabanken.no/Fab2018/N/2794>.
31. Artsdatabanken 2018. Fremmedartslista 2018. <https://artsdatabanken.no/Fab2018/N/2794>.
32. Artsdatabanken 2018. Fremmedartslista 2018. <https://artsdatabanken.no/Fab2018/N/24>.
33. Artsdatabanken 2018. Fremmedartslista 2018. <https://artsdatabanken.no/Fab2018/N/2796>.
34. Pechinkina, L. 2018. *Gonyostomum semen* : en klimaflyktning? : utvikling av algens dominans i to innsjøer i Østfold : en paleolimnologisk studie. Norges miljø- og biovitenskapelige universitet. Ås : s.n., 2018. Masteroppgave.
35. Kleiven, E. og Hesthagen, T. 2012. Fremmede fiskearter i ferskvann i Aust-Agder - Historikk, status og konsekvenser. NINA Rapport 665. NIVA Rapport 12/001. 115 s
36. Norsk institutt for naturforskning. Revolusjonerer overvåking av fremmede fiskearter med miljø-DNA. [Internett] Norsk institutt for naturforskning, 7 Mars 2019. <https://www.nina.no/Aktuelt/Nyhetsartikkel/ArticleId/4706/Revolusjonerer-overvaking-av-fremmede-fiskearter-med-miljo-DNA>.
37. Artsdatabanken. Elvemusling. 2011. Artsdatabankens faktaark nr. 22.
38. Larsen, Bjørn Meijdel. 2018 Handlingsplan for elvemusling (*Margaritifera margaritifera* L.) 2019-2028. Miljødirektoratet Rapport M-1107/2018. 62 s.
39. Magerøy, Jon H og Larsen, Bjørn Meijdel. 2018. Handlingsplan for elvemusling *Margaritifera margaritifera* i Agder. Status, trusler og tiltak. NINA Rapport 1424. 66 s.
40. Larsen, B.M. & Magerøy, J.H. 2016. Elvemusling i Storelva (Vegårvassdraget), Aust-Agder. NINA Rapport. Norsk.

41. Magerøy, J.H. & Larsen, B.M. 2018. Elvemusling i Hammerbekken, Aust-Agder. Status med henblikk på tilstand og.
42. Roseth, Roger, et al. 2018. Miljøovervåking E18 Rugtvedt - Dørdal. Halvårsrapport for anleggsperioden juli til desember 2017. NIBIO Rapport 4(62)2018.
43. Rognan, Yvonne, et al. 2018. Miljøovervåking E18 Rugtvedt – Dørdal. Halvårsrapport for anleggsperioden januar til juni 2018. NIBIO Rapport 4(123)2018.
44. Rognan, Yvonne, et al. 2019. Miljøovervåking E18 Rugtvedt – Dørdal. Halvårsrapport for anleggsperioden juli til desember 2018. NIBIO Rapport 5(57)2019.
45. Reinemo, Jonas, et al. 2017. E18 Rugtvedt-Dørdal. Forundersøkelser av vannkvalitet i berørte vassdrag. NIBIO Rapport 3(93)2017.
46. Jernbaneverket 2018. Utbygging Vestfoldbanen. UVB Vestfoldbanen. Parsell 12 Farriseidet - Porsgrunn. Bekkeundersøkelser 2011-2016. Statusrapport. Dokumentnummer UVB-22-A-39181, rev. 02A 16.11.2016.
47. Gjemlestad, Lars, Haaland, Ståle og Skaalsveen, Kamilla. 2010. Fiskeundersøkelse i Eikedalsbekken, Larvik kommune. Undersøkelse av ørretbestanden i Eikedalsbekken. Bioforsk Rapport 5(120)2010.
48. Haugland, Øyvind og Vågnes Hjelle, Ingrid M. 2015. Frie fiskeveger. Utbedring av vandringshinder for fisk. Statens Vegvesens Rapporter Nr. 459. 73 s.
49. Statens vegvesen. 2014. Veger og dyreliv. Håndbok V134. 135 s.
50. Saunes, H., Jørgensen, N. E., Værøy, N., Konierczny, R. M. og Åstebøl, S. O. 2019. Sluttrapport - Undersøkelse av veinære innsjøer 2015-2018. Vannkvalitet og statistiske analyser av data for 2005-2018. Statens Vegvesens Rapporter Nr. 217. 72 s.
51. Bækken, T. og Haugen T. 2012. Vegsalt og tungmetaller i innsjøer langs elver i Sør-Norge. Statens vegvesen. 2012. VD-rapport nr. 50.
52. Vogelsang, C., Lusher, A.M., Dadkah, M.E., Sundvor, I., Umar, M., Ranneklev, S.B., Eidsvoll, D. og Meland, S. 2019. Microplastics in road dust - characteristics, pathways and measures. NIVA Report 7361-2019. 170 s.
53. Rødland, E. 2018. Spredning av mikroplast fra veg. Foredrag 14.11.2018. https://www.vegvesen.no/_attachment/2497427/binary/1297785?fast_title=Spredning+av+mikroplast.pdf.
54. Direktoratgruppen vanndirektivet 2018. Veileder 02:2018. Klassifisering av miljøtilstand.
55. Lønmø, N., Svantesvold, K. og Syversen, N. 2019. Temarapport Vannmiljø. KU E18 Dørdal-Grimstad. Dok-F-014. Verdivurdering og konsekvensutredning for tema vannmiljø. Rev 01, 02.04.19. 91 s.
56. Dok 0-14.
57. Endre, E; Sørmo, E. 2015. Identifisering og karakterisering av syredannende bergarter. Veileder for miljødirektoratet. NGI Rapport Nr 20120842-01-R. M310/2015. NGI.
58. Agder fylke og Birkeland kommune. 2019. Høringsforslag til klassifisering av syredannende gneis. 11.september 2019.
59. Kaste, Ø. 1994. Miljøstatus for vannforekomster i Aust-Agder. Del I: Elver og innsjøer. NIVA Rapport 3149. 91 s.
60. Miljødirektoratet. Naturtyper - NiN. [Internett] <https://www.miljodirektoratet.no/verktoy/natur-i-norge/>.

61. Naturbase. [Internett] <https://www.miljodirektoratet.no/verktoy/naturbase/>.
62. NVE. NEVINA. [Internett] <http://nevina.nve.no/>.
63. Bamble og Kragerø kommuner. 2017. Lona-vassdraget. Oversikt over vannveiene, dammene og deres tilstand: <https://docplayer.me/59592614-Lona-vassdraget-i-bamble-kragero-kommuner.html>.
64. Fossing storsmolt AS. 2018. Søknad om konsesjon for nytt settefiskanlegg med produksjon av 5 mill. settefisk/postsmolt på Fossing i Kragerø kommune. Brev til Telemark Fylkeskommune 09.05.2018.
65. NVE. 2017. Bakgrunn for vedtak. Uttak av vann fra Lona-vassdraget til produksjon av settefisk - Bamble og Kragerø kommuner i Telemark fylke. KI-notat 18/2017. 28.09.17. .
66. Johnsen, G. H. og Tveranger, B. 2018. Dokumentasjonsvedlegg til søknad om konsesjon for Fossing Storsmolt AS, men en enkel konsekvensutredning. Rådgivende Biologer Rapport 2617. 35 s. .
67. Sem, Gunnar. Jubileumsbok for Bamble og Langesund Sparebank. 1999.
68. Burvald, Ingulf. Trachenbergk Bergwerk, Kongens seigerhytte og Traag Mines Ltd. i Bamble, og Mynten i Skien. Telemark 1542–1908. Oslo : Norsk Industri, 2018. s. 315.
69. Grung, M., Vikan, H., Hertel-Aas, T., Meland, S., Thomas, K. V. and Ranneklev, S. 2017. Roads and motorized transport as major sources of priority substances? A data register study. Journal of Toxicology and Environmental Health, Part A. Vol. 80, 2017.
70. Åstebøl, S. O., Hvidved-Jakobsen, T. og Roseth, R. 2014. Vannbeskyttelse i vegplanlegging og vegbygging. Statens Vegvesens Rapporter Nr. 295. 90 s. (opptrykk av håndbok 261 fra 2006, med enkelte justeringer).
71. Leikanger, E. og Roseth, R. 2016. Veiavrenning og driftstiltak. Overvåking av avrenning samt oppfølging av feie- og sandfangsmasser ved ulik veidrift. NIBIO Rapport 2(144)2016.
72. NGU. Nasjonal berggrunnsdatabase. [Internett] <http://geo.ngu.no/kart/berggrunn/>.
73. Olsen, K.M. og Gammelmo, Ø. 2008. Introduerte arter i Grenlandsområdet Telemark- kartlegging og forslag til tiltak. Biofokus-rapport 2008-13.
74. Vann-Nett. [Internett] 2019. <https://vann-nett.no/portal/>.
75. Direktoratgruppen vanndirektivet 2018. Veileder 02:2018. Klassifisering av miljøtilstand i vann. .
76. Reinemo, J, Skaalsveen, K., Rognan, Y., Roseth, R. 2017. E18 Rugtvedt-Dørdal. Forundersøkelser av vannkvalitet i berørte vassdrag. NIBIO-rapport 3 (93) 2017.
77. Helle Bruk AS. Søknad om konsesjon etter vannressurslovens § 8 for uttak av vann fra Hullvannvassdraget i Kragerø kommune. Brev til NVE - konsesjonsavdelingen 24.04.2018.
78. NGU Pukkdatabasen. [Internett] http://geo.ngu.no/kart/common94/encapsulate.htm?http://aps.ngu.no/pls/oradb/grus_GP_Omrade_fakta.Main?p_spraak=N&p_objid=142127.
79. Miljødirektoratet. Marine naturtyper: Hellefjorden. Naturbase faktaark BM00076006. Henter fra: <https://faktaark.naturbase.no/?id=BM00076006>.
80. Miljødirektoratet. Marine naturtyper: Hellefjorden. Naturbase faktaark: BM00076005. Hentet fra: <https://faktaark.naturbase.no/?id=BM00076005>.
81. NVE. 2019. Vann-Nett. <https://vann-nett.no/portal/>. [Internett]
82. Miljødirektoratet. 2000. Kragerøvassdraget (Toke). Hentet fra: <http://tema.miljodirektoratet.no/old/dirnat/multimedia/48005/Kragero--Tokevassdraget.pdf>.

83. Aanes, K.J. og Eriksen., T.E. 2015/2017. Tiltaksrettet overvåking for Vafos Pulp AS i 2015. NIVA Rapport 6979-2016. 41 s. Norsk institutt for vannforskning. NIVA-rapport 6979-2016.
84. Bækken, T. og Haugen, T. 2010. Vegsalt og tungmetaller i innsjøer langs veier i Sør-Norge i 2010. VD Rapport, Vegdirektoratet Nr. 50. 54 s.
85. Forseth, T., Lund, R.A. og Ugedal, O. 2006. Reetablering av laks i Kragerøvassdraget. Forprosjekt. NINA Rapport 145. 28 s.
86. Miljødirektoratet. Naturbase. [Internett] <https://kart.naturbase.no/>.
87. Kvingedal, E., Forseth, T., Kroglund, F. og Fjeldstad, H.P. 2013. Reetablering av laks i Kragerøvassdraget – anbefalte tiltak for å sikre toveis vandringsmuligheter. NINA Rapport 943. 36 s.
88. Land og ferskvandsmollusker i Kragerø omegn ved Joh. Tidemanet-Rund.
89. Sandaas, K. og Enerud, J. 2012. Kartlegging av elvemusling (Margaritifera margaritifera) i Telemark 2012. .
90. Carm, K. 1993. Rapport fra Prøvefiske i Toke og Rørholtfjorden Drangedal og Bamble kommune.
91. Tormodsgård, L. 2011. Fiskeribiologiske undersøkelser i Toke i Drangedal i Telemark. Øverby Skog AS. Rapport ØS4-2011. 40 s.
92. Vannlokalitet 017-86011 - Kvennvannselva før samløp.
93. Naturbase, Naturtypeområde Bjønnås. [Internett] <https://ninfaktaark.miljodirektoratet.no/naturtyper/?id=NINFP1810032426..>
94. Naturbase, Naturtypeområde Tisjøtjenna (NINFP1810029239). [Internett] <https://ninfaktaark.miljodirektoratet.no/naturtyper/?id=NINFP1810029239>.
95. Naturbase, Naturtypeområde Gjerde 7 (NINFP1810029243). [Internett] <https://ninfaktaark.miljodirektoratet.no/naturtyper/?id=NINFP1810029243>.
96. NVE. Bakgrunn for vedtak. Nytt Sønedeled kraftverk og oppruting og utvidelse av Stifoss kraftverk - Risør og Gjerstad kommuner i Aust-Agder fylke. NVE-notat 201504774-36. 18.02.2019. [Internett] <http://webfileservice.nve.no/API/PublishedFiles/Download/201504775/2318558>.
97. Palviainen, M., Finer, L., Lauren, A., Mattson, T. og Högbom, L. 2015. A method to estimate the impact of clear-cutting on the nutrient concentrations in boreal headwater streams. *Ambio* 44(6): 521-531. .
98. Palviainen, M., Finer, L., Lauren, A., Launiainen, S., Piirainen, S., Mattson, T., and Starr, M. 2014. Nitrogen, Phosphorus, Carbon and Suspended Solids Loads from Forest Clear-Cutting and Site Preparation. *Ambio*43(2): 218-233. *Ambio*.
99. Vannregion Agder. 2019. Sammen for vannet - Hovedutfordringer for vannregion Agder. Regional plan for vannforvaltning for vannregion Agder 2022-2027. Høringsdokument 2 (15.2.2019).
100. Miljødirektoratet. Kartlagt friluftsområde: Vasstøvannet rundt. Naturbase faktaark FK00013574. Hentet fra: <https://faktaark.naturbase.no/?id=FK00013574>.
101. Miljødirektoratet. Naturtyper: Holtemyra. Naturbase faktaark BN00015442. Hentet fra: <https://faktaark.naturbase.no/?id=BN00015442>.
102. Johnsen, G.H. og Sægvog, H. 1995. Konsekvensvurdering av alternative løsninger or E18 Akland-Brokelandsheia: Fisk og vassdrag. Rapport nr. 159. Råggivende Biologier AS. Institutt for miljøforskning. 20 s. .
103. Magerøy, J.H. & Larsen, B.M. 2018. Handlingsplan for elvemusling Margaritifera margaritifera i Agder. Status, trusler og tiltak. – NINA Rapport 1424. Norsk institutt for naturforskning.

104. Johnsen, G.H. og Sægrov H. Konsekvensvurdering av alternative løsninger for E18 Akland-Brokeldandsheia: Fisk og vassdrag. Rådgivende biologer. 1995. Rapport nr. 159.
105. Heibo, E. og Løset, F. 2016. Biologisk mangfoldrapport for Stifoss kraftverk.
106. NGU Berggrunnskart. [Internett] <http://geo.ngu.no/kart/berggrunn/>.
107. Larsen, B.M. 2015. En oppsummering av tiltak for elvemusling i Norge iverksatt gjennom handlingsplanen eller tilskuddsordningen for prioriterte arter. NINA Rapport 1208. 60 s.
108. Magerøy, J.H. 2017. Evaluering av habitatkvalitet for juvenil elvemusling (Margaritifera margaritifera) i Agder: Redoksmålinger i Hammerbekken, Lilleelv, Storelva, Straibekken og Vassbotnbekken – NINA Rapport 1419. 62 s.
109. Degerman, E, et al. 2009. Restaurering av flodpärlmusselvatten. Solna : WWF Sweden, 2009. 62 s.
110. Kiland, H., Johansen, B.S., Simonsen, J.H. & Solvang, R. 1999. Ny E18 Brokeldandsheia - Akland: Verknader for fugl, fisk, vassdrag, sjeldne og sårbare dyrearter. Sørnorsk Økosenter Rapport. 27 s.
111. Miljødirektoratet. Naturtyper: Aklandstjern. Naturbase faktaark BN00006653. Hentet fra: <https://faktaark.naturbase.no/?id=BN00006653>.
112. Miljødirektoratet. Naturtyper: Bekken Aklandstjern-Hammartjern. Naturbase faktaark BN00006628. Hentet fra: <https://faktaark.naturbase.no/?id=BN00006628>.
113. <https://faktaark.naturbase.no/?id=BN00006629>.
114. Saunes, H. og Værøy, N. 2016. Undersøkelser av vegnære innsjøer i Norge. Vannkjemiske undersøkelser - 2015/2016. Statens vegvesens rapporter Nr. 344. 90 s.
115. Saunes, H., Jørgensen, N.E., Værøy, N., Konieczny, R.M og Åsetbøl, S.O. Sluttrapport – Undersøkelse av veinære innsjøer 2015-2018. s.l. : Statens vegvesen, 2019. s. 102, Statens vegvesens rapporter nr. 217.
116. Haraldstad, T. og Güttopp, J. 2018. Slep av laksesmolt fra Storelva som avbøtende tilstak mot estaurine blandsoner. Smoltårgang 2018. NIVA-rapport 7309-2018.
117. Hindar, A., Haraldstad, T. og Høgberget, R. 2018. Optimaliseringstiltak i kalkede laksevassdrag i Sør-Norge og kartlegging av andre forsured, anadrome vassdrag i Agder. NIVA-rapport 7321.
118. <http://webfileservice.nve.no/API/PublishedFiles/Download/200708025/624787>.
119. Naturbase, Friluftsområde Timmeråsen. [Internett] <https://faktaark.naturbase.no/?id=FK00013629>.
120. Naturbase, Friluftsområde Sandvann. [Internett] <https://faktaark.naturbase.no/?id=FK00013629>.
121. Naturbase, Friluftsområde Sjømannsheia. [Internett] <https://faktaark.naturbase.no/?id=FK00021338>.
122. Naturbase, Friluftsområde Venlitjenn. [Internett] <https://faktaark.naturbase.no/?id=FK00021371>.
123. Arendal Fossekompagni. 2012. Søknad om konsesjon for Lille Lindland minikraftverk 08.10.2012: <http://webfileservice.nve.no/API/PublishedFiles/Download/200708025/624787>.
124. Aktsomhetskart over syredannende gneis (foreløpig).
125. Vegårdshei kommune. 1999. Flerbruksplan for Vegårvassdraget: https://www.vegarshei.kommune.no/_f/p1/ic6216ee1-c189-4d44-a841-9addd803ecf7/flerbruksplan_for_vegrvassdraget1.pdf.

126. Kaste, Ø. 2000. Vegårvassdraget:
<http://tema.miljodirektoratet.no/old/dirnat/multimedia/48015/Vegarsvassdraget.pdf>.
127. Pers. medd. Liv Strand, Vegårdshei kommune, 13.10.19.
128. Naturpartner. 2016. Enkel bestandskartlegging med elfiskebåt, nedstrøms Fosstveit i Storelva samt i delområder i Lundevannet 2015. Rapport NP 3-2016. 25 s.
129. Naturbase, Naturtypeområde oppstrøms Fosstveit. [Internett]
<https://faktaark.naturbase.no/?id=BN00079674>.
130. Naturbase, Naturtypeområde nedstrøms Fosstveit. [Internett]
<https://faktaark.naturbase.no/?id=BN00079782>.
131. Norske lakseelver, Storelva. [Internett] <https://lakseelver.no/nb/elver/storelva>.
132. Kristensen.T., Rustadbakken. A., Kroglund.F., Gûttrup. J.,Johansen.A., Hawlwy.K.,Rosten.C., Kjøsnæs.A.J 2010. Gjeddas betydning som predator på smolt. NIVA 6085-2010.31s.
133. Saltveit, S.J., Braband, Å., Bremnes, T., Kleiven, E. & Pavels, H. 2009. 3 Fisk. 2009. S. 6-10 i: Weideborg, M. (red.) 2009. Vegårvassdraget. DN-Notat. 14 s.
134. Kleiven, E. & Barlaup, B.T. 2006. Prøvefiske i Vegår i 2006. S. 9-13 i: Weideborg, M. (red.) 2006. Vegårvassdraget. DN-Notat. 18 s.
135. Kroglund, Frode, et al. 2013. Overvåking av ål i Storelva og evaluering av tiltak for nedvandring forbi Fosstveit kraftverk. NIVA 6491-2013.
136. Larsen, B.M. & Magerøy, J.M. 2019, Elvemuslinglokaliteter i Norge. En beskrivelse av status som grunnlag for arbeid med kartlegging og tiltak i handlingsplanen for 2019–2028. NINA Rapport 1669. Norsk institutt for naturforskning.
137. Larsen, B.M. & Magerøy, J.H. 2016b. Elvemusling i Storelva (Vegårvassdraget), Aust-Agder. NINA, Upublisert Rapport. 20 s.
138. Kleiven, Einar, et al. 2013. Historisk kunnskap og status for elvemuslingen Margaritifera. NIVA Rapport 6607-2013.
139. Inatur. Skjerkavassdraget, gode fiskeopplevelser i nydelig natur. [Internett]
<https://www.inatur.no/fiske/52415b24e4b093195a8dacf4>.
140. Miljødirektoratet. Vannmiljø. [Internett] <https://vannmiljo.miljodirektoratet.no/>.
141. ICES. 2011. Study Group on data requirements and assessment needs for Baltic Sea trout (SGBALANST), 23 March 2010 St. Petersburg, Russia, By correspondence in 2011. ICES CM 2011/SSGEF:18. 54 s.
142. Sandlund. Veileder 02:2013. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. Trondheim 11.10.2013. 2013 (rev. 2015).
143. http://uni.no/media/manual_upload/LFI_315.pdf.
144. Norsk Standard NS-EN 16859:2017 - Guidance standard on monitoring freshwater pearl mussel (Margaritifera margaritifera) populations and their environment.
145. Fossøy, F., Thaulow, J., Anglès d'Auriac, M., Brandsegg, H., Sivertsgård, R., Mo, T.A., Sand-lund, O.T. & Hesthagen T. 2018. Bruk av miljø-DNA som supplerende verktøy for overvåking og kartlegging av fremmed ferskvannsfisk. NINA-Rapport 1586. .
146. Ficetola, Gentile Francesco, et al. Species detection using environmental DNA from water samples". . doi:. Biology Letters. 2008, 4 (4): 423–425.

147. Taugbøl, A., Dervo, B.K., Brandsegg, H., Sivertsgård, R. Fossøy, F. 2018. Bruk av miljø-DNA tilovervåkning av små- og storsalamander. NINA Rapport 1476. Norsk institutt for naturforskning.
148. Coble, Ashley A., et al. 2019. eDNA as a tool for identifying freshwater species in sustainable forestry. Science of the Total Environment. 649 (2019) 1157-1170.
149. Walz, Kristine, et al. Environmental DNA (eDNA) extraction using Qiagen DNeasy Blood and Tissue. Monterey Bay Aquarium Research Institute. Moss Landing, CA

Norsk institutt for bioøkonomi (NIBIO) ble opprettet 1. juli 2015 som en fusjon av Bioforsk, Norsk institutt for landbruksøkonomisk forskning (NILF) og Norsk institutt for skog og landskap.

Bioøkonomi baserer seg på utnyttelse og forvaltning av biologiske ressurser fra jord og hav, fremfor en fossil økonomi som er basert på kull, olje og gass. NIBIO skal være nasjonalt ledende for utvikling av kunnskap om bioøkonomi.

Gjennom forskning og kunnskapsproduksjon skal instituttet bidra til matsikkerhet, bærekraftig ressursforvaltning, innovasjon og verdiskaping innenfor verdikjedene for mat, skog og andre biobaserte næringer. Instituttet skal levere forskning, forvaltningsstøtte og kunnskap til anvendelse i nasjonal beredskap, forvaltning, næringsliv og samfunnet for øvrig.

NIBIO er eid av Landbruks- og matdepartementet som et forvaltningsorgan med særskilte fullmakter og eget styre. Hovedkontoret er på Ås. Instituttet har flere regionale enheter og et avdelingskontor i Oslo.