

Fra: Eirik Brunvatne[eirik.brunvatne@afgruppen.no]

Sendt: 24.03.2021 12:28:57

Til: Postmottak SFAG

Kopi: Harald Kjetil Glendrange; Olav Groven; YM-E39KM; Harald J. Solvik; Anita Enebakk; Magnus Thomassen; Bjørn Wattne Østerhus; E39 Kristiansand vest - Mandal øst; Aanonsen, Ole Martin

Tittel: E39KvMo_YM_Søknad om utslippstillatelse for ny E 39 Kristiansand øst- Mandal vest for driftsfasen.

Vedlagt finner dere vår søknad om utslippstillatelse for ny E 39 Kristiansand øst- Mandal vest for driftsfasen på vegne av Nye Veier AS.

Ta gjerne kontakt om dere har spørsmål eller behov for ytterligere informasjon.

Mvh

Eirik Brunvatne

YM-leder AF-Anlegg E-39 Kv-Mø

+47 95227326

Eirik.Brunvatne@afgruppen.no

E39 Kristiansand vest – Mandal øst

Søknad om tillatelse etter forurensningsloven. Utslipp i driftsfase

Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Kontrollert	Godkjent
00	07.01.21		BM	EB	

Sammendrag

AF gruppen søker med dette på vegne av Nye Veier AS om tillatelse til utslipp av vann i driftsfase for strekningen E39 Kristiansand Vest – Mandal øst.

Etablering av nytt veianlegg vil medføre behov for håndtering av overvann fra veien og vaskevann fra tunnelene i driftsfase.

Vaskevann fra tunnelene samles opp og renses i lukket vaskevannstank med en integrert løsning for oljeutskilling. Søknaden gjelder utslipp av rensset vaskevann fra Mjåvannsheitunnelen, Volleberg tunnelen, Søgnetunnelen, og Lindelitunnelen.

Ordinært overvann fra dagsoner (veivann) ledes som hovedregel til terreng. I områder med sårbare resipienter ledes veivann til åpne sedimentasjonsbassenger før videre utslipp. Det skal etableres åpne sedimentasjonsbassenger ved Grauthelleren, på Monan og på Lohnelier.

Innholdsfortegnelse

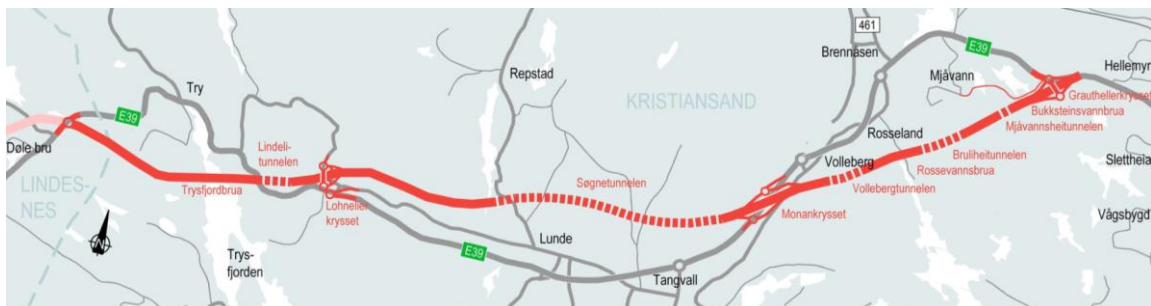
Sammendrag.....	2
1. Innledning.....	5
1.1. Utbyggingen.....	5
1.2. Om søker.....	5
1.3. Søknadens omfang	6
1.4. Rammer for prosjekterte renseløsninger	7
1.5. Oppbygging av søknadsdokumentet	7
1.6. Mikroplast	7
2. Utslipp av vann i driftsfase	8
2.1. Vaskevann fra tunnel.....	8
2.1.1. Vannmengder fra tunnel	8
2.1.2. Vannkvalitet	10
2.1.3. Vannhåndtering	12
2.2. Overvann fra vei	14
2.2.1. Vannmengder	14
2.2.2. Vannkvalitet	14
2.2.3. Vannhåndtering	14
2.3. Mulige effekter av mest aktuelle forurensningsstoffer og tålegrenser	15
3. Utslippspunkter og lokalisering av renseløsninger	16
3.1. Vaskevann fra tunnel.....	16
3.1.1. Vaskevannstank Mjåvannsheitunnelen	16
3.1.2. Vaskevannstank Toftelandsveien.....	18
3.1.3. Vaskevannstank Søgnetunnelen	19
3.1.4. Vaskevannstank Lindelitunnelen.....	20
3.2. Overvann fra dagsoner	21
3.2.1. Sedimentasjonsbasseng Grauthelleren	21
3.2.2. Sedimentasjonsbasseng Monan	22
3.2.3. Sedimentasjonsbasseng Lohnelier	24
4. Resipienter	25
4.1. Fortynning	25
4.2. Bukkesteinsvannet.....	25
4.3. Songdalselva/Søgneelva	25
4.4. Monabekken	26
4.5. Dåsåna	26
4.6. Trysfjorden	26

5. Foreslåtte utslippskrav til vaskevann	27
6. Overvåkning og rapportering.....	27
7. Referanser	29
Vedlegg	30

1. Innledning

1.1. Utbyggingen

Strekningen omfatter 19 km firefelts motorvei med fartsgrense 110 km/t fra Kristiansand vest til Mandal øst. Utbyggingen omfatter også adkomstvei fra E39 til Mjåvann industriområde. Prosjektet hadde byggestart i oktober 2018, og ferdigstilles høsten 2022. Prosjektet omfatter også fem tunneler på totalt 6,4 km, og fire lengre broer på totalt 1,2 km. Nye veier AS er ansvarlig utbygger for prosjektet. AF gruppen står som totalentreprenør, med Norconsult AS som rådgiver. Figur 1 viser oversiktskart for strekningen som omfattes av søknaden.



Figur 1: strekningen som omfattes av utslippsøknaden.

1.2. Om søker

Nye Veier AS er et statlig eid aksjeselskap. Selskapets oppgaver omfatter å planlegge, bygge, drifte og vedlikeholde viktige hovedveier.

Tabell 1: Firmapresentasjon Nye Veier AS.

Organisasjon	Nye Veier AS
Organisasjonsnummer	915 488 099
Prosjekt	E39 Kristiansand vest – Mandal øst.
Besøksadresse hovedkontor	Tangen 76, 4608 Kristiansand
Telefon sentralbord	479 72 727
Kontaktperson	Bjørn Wattne Østerhus
E-post	post@nyeveier.no

1.3. Søknadens omfang

Nye Veier søker om tillatelse iht. forurensningsloven om:

- Permanent utslipp av tunnelvaskevann fra Mjåvannsheitunnelen, Bruliheitunnelen, Volleberggtunnelen, Søgnetunnelen, og Lindelitunnelen.
- Permanent utslipp fra sedimentasjonsbassenger for ordinært veivann på Grauthelleren, Monan, og Lohnelier.

Det vil benyttes to hovedmetoder for vannrensing. Tunnelvaskevann vil håndteres i lukkede vaskevannstanker på samtlige lokasjoner. Overflatevann fra vei vil i områder med sårbare resipienter håndteres i åpne våte sedimentasjonsbasseng. Når det refereres til vaskevannstank, og sedimentasjonsbasseng i søknaden er det disse metodene det siktes til.

Veivann fra resterende del av strekningen slippes diffust til terreng. Veivannet vil infiltreres i sideterrenget før det når resipientene. Overvann fra bruer ledes til terreng slik at overvannet ikke går direkte til resipienter.

Ved Rossevann vil veivann, samt vaskevann fra Bruliheitunnelen ledes over Rossevann bro, vestover gjennom Volleberggtunnelen til vaskevannstank ved Toftelandsvegen. Rossevann er drikkevannskilde for Kristiansand.

Ved Holbekkstjønn vest for Trysfjord er det deponert mindre mengder med sulfidholdig berg. Sulfider og avrenning fra disse bergartene omtales i egne tiltaksplaner og ikke i denne søknaden. Oppfølging og overvåking av resipientene etter at veianlegget er ferdigstilt, såkalte etterundersøkelser, beskrives ikke i denne søknaden, men vil bli fulgt opp av Nye Veier på et senere tidspunkt.

Søknaden omfatter utslipp fra ny E39 samt tilførselsveier og sideareal som utføres i forbindelse med prosjektet. Nye Veier har kun driftsansvaret for ny E39.

Figur 2 viser strekning med vei i dagen og tunnel, samt plassering av vaskevannstanker og åpne sedimentasjonsbasseng.



Figur 2: Oversikt over plassering av lukkede vaskevannstanker i tunneler, og åpne sedimentasjonsbasseng ute i dagen. Grønne sirkler indikerer vaskevannstank for tunnelvaskevann, blå sirkler indikerer åpne sedimentasjonsbasseng.

1.4. Rammer for prosjekterte renseløsninger

Det henvises til Statens vegvesen sine håndbøker N500 (vegtunneler), og N200 (vegbygging), samt reguleringsplan for strekningen. Det er utarbeidet separate reguleringsplaner for delstrekningene E39 Søgne øst – Mandal øst, og E39 Kristiansand vest – Søgne øst, med tilhørende planbestemmelser. Disse er stort sett analoge, og vil refereres til under ett i denne søknaden (Nye veier et al, 2017).

I forbindelse med reguleringsplanen er det gjort en risiko- og sårbarhetsanalyse (ROS-analyse). Risikoene som er identifisert her med tilhørende tiltak ligger til grunn for prosjekterte renseløsninger for vann (Nye veier, 2017). ROS-analysen er vedlagt søknaden i vedlegg 1.

Strekningen krysser den nordlige enden av drikkevannskilden Rosse vann. Det er derfor utarbeidet en egen rapport for dette nedslagsfeltet, inkludert en stedsspesifikk risikovurdering (Nye veier, 2017). Denne rapporten er vedlagt i vedlegg 2.

Det er i tillegg utført en sårbarhetsanalyse av resipienter i prosjekteringsfasen for å avdekke tiltaksbehov for de respektive resipientene og stedlig løsning («Beslutningsnotat veivannhåndtering under driftsfase», Norconsult, 2019). Rapporten finnes i vedlegg 3.

1.5. Oppbygging av søknadsdokumentet

Søknaden er bygget opp med beskrivelse av forutsetninger og rammer for valgte løsninger i kapittel 1, mens kapittel 2 gir generell informasjon, grunnlagsdata og stedsspesifikke beregninger for utslipp fra vei og tunneler i drift. Omfang av søknaden er vist i kapittel 1.3 og utdypet videre i kapitlene 3, 4, og 5. Foreslåtte krav til utslippet er vist i kapittel 5. Noen sentrale grunnlagsdokumenter er gitt i vedlegg.

1.6. Mikroplast

Mikroplast er en miljøutfordring som har fått økende oppmerksomhet i senere år. I Norge slippes det i dag ut 10 000 tonn mikroplast fra landbaserte kilder hvert år. Halvparten av dette vil nå vannforekomster og til slutt havet (miljødirektoratet 2020). Den største enkeltkilden til mikroplast i Norge i dag er fra slitasje av bildekk. I veivann finnes også mikroplast fra veimaling, veisalt, og fra slitasje av asfalt. Det er anslått at dette utgjør omtrent 5000 tonn årlig, altså halvparten av det totale utslippet av mikroplast i Norge (Sundt et.al, 2014).

Mikroplast er plastpartikler som er mindre enn 5 mikrometer (Sundt et.al, 2014). Det er foreløpig usikkert hvor gode rensiltak som brukes i moderne veianlegg i dag er på å holde tilbake mikroplast, men det foregår per dags dato en innsats i Norge for å finne ut av dette på initiativ fra Statens vegvesen. Det er enda ikke publisert data fra disse undersøkelsene, men det forventes at tradisjonelle rensiltak mot partikkelforurensning fra veg og dekkslitasje vil fungere mot mikroplast fra veivann. Videre vil en stor andel av partikkelrelatert forurensning vil bli holdt tilbake i sideterrenget og i rensesystemer for veivann som har tilstrekkelig kapasitet til å sedimentere avrenningen (Skumlien Furuset et.al. 2020).

2. Utslipp av vann i driftsfase

2.1. Vaskevann fra tunnel

2.1.1. Vannmengder fra tunnel

Veitunneler må vaskes for å opprettholde sikt og gode lysforhold. Dette er viktig i forhold til trafikksikkerhet. Vannmengder som benyttes ved vask i tunneler avhenger av flere parametere, blant annet tunnallengde, tunnelklasse (tverrsnitt), vaskefrekvens (som blant annet avhenger av trafikkmengde) og vannforbruk per areal under vask. Enkelte av disse parameterne vil variere avhengig av hvilke driftsrutiner utførende entreprenør følger. Det er store variasjoner i hvor ofte tunneler faktisk vaskes.

På grunn av dette må anslåtte vannmengder betraktes som veiledende.

Renholdsfrekvens vil være avhengig av hvor mye trafikk som går gjennom tunnelen.

Årsdøgntrafikk, forkortet ÅDT, vil være et gjennomsnittstall for daglig trafikkmengde. Trafikktall er anslått for året 2040. ÅDT for tunnelene som omfattes av denne søknaden er gitt i Tabell 2.

Tabell 2: ÅDT for tunneler E39 Kristiansand vest- Mandal øst.

Tunnel	ÅDT
Mjåvannsheitunnelen	35 500
Bruliheitunnelen	35 500
Volleberggtunnelen	35 500
Søgnetunnelen	25 900
Lindelitunnelen	30 200

Gjennom et driftsår gjennomføres det ulike typer av vaskeoperasjoner i tunnelene. Helvask av tunnelen innebærer at alle elementer i tunnelen vaskes, halvvaske innebærer at vei og vegg samt teknisk utstyr vaskes, mens teknisk vask vil innebære spyling av skilt og annet teknisk utstyr, kjørebane og veiskulder.

Figur 3 er hentet fra håndbok R610, Standard for drift og vedlikehold av riksveger (Vegdirektoratet, 2014), og viser krav til renholdsfrekvens sammenstilt med ÅDT.

Trafikkvolum ÅDT pr tunnellop	Renhold: Hel	I tillegg: Renhold: Halv	I tillegg: Renhold: Teknisk
15001 -	2 pr år	4 pr år	6 pr år

Figur 3: Renholdsfrekvens for tunneler sammenstilt med ÅDT (Vegdirektoratet, 2014)

Det skal foreligge instruks for tunnelrenhold for hver enkelt tunnel.

Vannforbruket varierer med forskjellig vaskeutstyr og fremdriftshastighet. Lavtrykksdyser (< 15 bar) fører til et større vannforbruk enn bruk av høytrykksdyser (75 -150 bar). En studie av tunnelvask i 13 tunneler viste en forskjell i vannforbruk på opp mot 356 % mellom lav- og høytrykksdysene (Statens vegvesen, 1997). En annen studie på tunnelvask viste at vannforbruket ved bruk av lavtrykksdyser er ca. 100 l/m ved helvask av en toløps firefelts-tunnel (to felt i hvert tunnellop) og ca. 140 l/m i en toløps trefelts-tunnel (tre felt i hvert tunnellop) (Meland og Roseth, 2006, hentet fra Meland, 2012). Ved halvask benyttes ca. 70 % av vannforbruket som ved en helvask (Statens vegvesen, 2013).

Omtrent 70 - 90 % av vaskevannet føres ut av tunnelen med overvanns- og drencsystemet. Resten av forbrukt vann absorberes i vegg- og takoverflatene, fordamper eller suges opp av feie- og sugebilen. Sprøytebetong vil typisk absorbere mer vann enn betongelementer. Tunnelprofilene ved E39 Kristiansand vest – Mandal øst vil bestå av PE-skum og sprøytebetong i hvelvet. Det forventes ut fra dette at ca. 70 % av vaskevannet føres til vaskevannstanken.

Bruk av såpe varierer, og der dette benyttes vil ca. 0,2 – 5 % av vannforbruket bestå av såpe.

Ut fra en antagelse om forbruk av 100 liter vann per meter tunnel og at 70% av vannmengden går til utslipp, er det beregnet vaskevannsmengder per helvask i Tabell 3. Denne vannmengden, samt volum for tankbilvelt, er dimensjonerende for rensenheten ved de ulike tunnelene.

Vannmengdene er veiledende.

Tabell 3: Vaskevannsmengder per helvask for E39 Kristiansand øst – Mandal vest.

Tunnel	Tunnellengde (m) per løp	Forbrukt vannmengde per helvask m ³	Vaskevannsmengde til utslipp per helvask m ³ for begge løp	Gjennomsnittlig utslipp av vaskevann ved utslipp fra rensedbasseng over 24 timer l/s
Mjåvannsheitunnelen	373	38	53	0,06
Brunliheitunnelen	930	93	130	0,15
Volleberg tunnelen	710	71	99	0,12
Søgnestunnelen	4023	403	564	Var.
Lindelitunnelen	590	59	83	0,10

Ut fra Tabell 3 og Figur 4, samt en forutsetning om at vannforbruket ved halvask er 70% av helvask, er det anslått et årlig utslipp fra hver tunnel. Det er ukjent hvor store vannmengder som benyttes ved teknisk vask, men det er her benyttet en total årlig vannmengde på 50 m³ for teknisk vask. Vannmengder er vist i Tabell 4.

Tabell 4: Anslåtte årlige vaskevannsmengder for E39-Kristiansand vest - Mandal øst.

Tunnel	Vaskevannsmengde per halvask m ³	Vaskevannsmengde per halvask m ³	Totalt vannforbruk per år inkludert teknisk vask m ³	Anslått Vaskevannsmengde til utslipp per år m ³
Mjåvannsheitunnelen	76	38	304	213
Bruliheitunnelen	186	93	744	521
Volleberg tunnelen	142	71	568	398
Søgnetunnelen	806	403	3 224	2 257
Lindelitunnelen	118	59	472	330

2.1.2. Vannkvalitet

I driftsfase må vaskevann fra tunnelen og innlekkasje til tunnelen håndteres.

Tunnelvaskevann inneholder partikler og metaller i ulike konsentrasjoner. Metaller som kan være problematiske i forhold til utslipp er erfaringsmessig kobber (Cu), sink (Zn), kadmium (Cd), bly (Pb) og nikkel (Ni). I tillegg kan vannet ha høyt innhold av forskjellige PAH-forbindelser og såper (tensider).

Utvasking av forurensningsstoffer fra tunnel i driftsfasen vil i hovedsak være knyttet til vask av tunnelen, da forurensningene vil føres ut med vaskevannet. Undersøkelser tyder på at organiske forbindelser brytes ned noe langsommere inne i tunneler sammenlignet med i dagsoner der forbindelsene utsettes for sollys. Generelt sett vil innholdet i vaskevannet være det samme som i overvann fra dagsoner, men vaskevannet vil kunne ha vesentlig høyere konsentrasjoner av forurensningsstoffer siden disse ikke vaskes ut jevnlig med nedbør. I tillegg vil støvpartikler forbli i tunnelen og ikke føres bort med vind som i dagsoner.

Svært små mengder av andre kjemikalier kan forekomme under drift og vedlikehold av tunnel, for eksempel ulike oljer og fettstoffer.

Høye konsentrasjoner av forurensningsstoffer i vaskevannet kan gi akutt giftvirkning på levende organismer, men i hovedsak er det bruk av såpe i vaskeprosessen som har slik virkning.

Bruk av såpe i vaskeprosessen kan ha akutt giftvirkning på levende organismer. Såpestoffene vil imidlertid brytes ned når vaskevannet står i renseanlegget. Resultater fra nedbrytningsforsøk (laboratorieforsøk) med tunnelsåpe har vist at målt giftighet ble redusert med 90 % i løpet av 10 døgn og med 98 % i løpet av 23 døgn (Roseth og Amundsen, 2003). Såpe kan øke mobilisering av forurensning til løst fase og det bør etterstrebes å benytte lave såpedoser ved tunnelvask. Risteforsøk gjennomført i forhold til Statens vegvesens rapport «Nedbryting av såper til tunnelvask», nr. UTB 2006/01, viser at enkelte såpestoffer kan binde seg til veistøv og dermed fjernes ved hjelp av sedimentasjon av partiklene.

Data for nedbrytning av såper (tensider) fra forsøk i Eidsvolltunnelen (Roseth, R., 2013) er vist i Tabell 5.

Tabell 5: Konsentrasjoner av såperester (tensider) i ubehandlet og sedimentert vaskevann for Eidsvolltunnelen i 2013 (Roseth, R.).

Vannkvalitet	Konsentrasjon			Enhet
	Anioniske tensider	Kationiske tensider	Nonioniske tensider	
Råvann vaskevann Eidsvolltunnelen	0,8	0,5	37	mg/l
Sedimentering 2 uker	0,5	Ikke påvist	1,3	mg/l
Sedimentering 8 uker	0,3	Ikke påvist	Ikke påvist	mg/l

Det finnes flere ulike såpeprodukter på markedet. Felles for disse er at de skal være godkjent i henhold til produktforskriften. Dette innebærer at såpeproduktene kun skal inneholde miljøvennlige og fullstendig nedbrytbare såpestoffer. Hvilke produkter som benyttes ved tunnelvask vil imidlertid variere avhengig av hvilken entreprenør som utfører vaskeprosessen.

Det er gjort ulike undersøkelser av forurensningskonsentrasjoner i vaskevann. Bruk av sedimentasjon har vist svært gode resultater ved rensing av slikt vann. Turbiditet er et indirekte mål på mengde partikler. Målinger gjort av Bioforsk (Bioforsk, 2012) 27. mai 2011 i vaskevannstank i Nøstvedt-tunnelen viser at turbiditeten i vaskevannstanken økte til 388 FTU etter vask av tunnelen. Ett døgn etter avsluttet vask var turbiditeten redusert til 115 FTU, det vil si en «rensegrad» på ca. 70 %. Etter to uker var turbiditeten redusert til 12 FTU, det vil si 97 % «rensegrad». Etter en ukes sedimentasjon var «rensegraden» på ca. 93 %. Dette tyder på at partiklene i all hovedsak sedimenterer allerede etter 7 dager i bassenget. Store deler av forurensingene i vaskevannet er knyttet til partikler. Figur 4 viser andel av forurensning i vaskevann som går videre med vaskevannet før rensing (Statens vegvesen 2013).

Se også kapittel 3 og kapittel 4 for beskrivelse av utslipp og resipienter.

Det er et økende fokus på mikroplast og blant annet utslipp av mikroplast fra slitasje av bildekk. NIVA og TØI har i et prosjekt sett på mikroplast i veistøv (Vogelsang et. Al., 2018). I deres konklusjon står det at sedimentasjon og filtrering vil være sentrale tiltak for tilbakeholdelse av mikroplast i veivann.

Mengden forurensningskomponenter som fjernes fra en veitunnel under en vaskeoperasjon vil fordele seg i selve vaskevannet, i masser sedimentert i sandfang og i masser som tas opp av suge- og feiebler. I tillegg vil forurensningskomponenter fanges opp i oljeavskiller. For å ivareta ytre miljø på en god måte er det dermed ikke tilstrekkelig at det sikres gode løsninger knyttet til rensing av vaskevannet, det må også fokuseres på tilfredsstillende håndtering av masser fra suge- og feiebler og sandfang.

Forurensningskomponent	%-andel forurensning som går videre til vaskevannet
Fosfor	32
Kobber	38
Sink	27
Bly	28
Kadmium	51
Nikkel	22
Krom	17
Tot. Nitrogen	40
Partikler	17
Benzo(a)pyren	34
Tot. 16-PAH	43
Tot. Olje	52

Figur 4: Andel forurensning fra vasking av tunnel som går ut via vaskevannet før rensing. Hentet fra Statens vegvesen, 2013.

2.1.3. Vannhåndtering

Vaskevann fra tunnelene skal samles opp og renses i lukket vaskevannstank før vannet ledes videre.

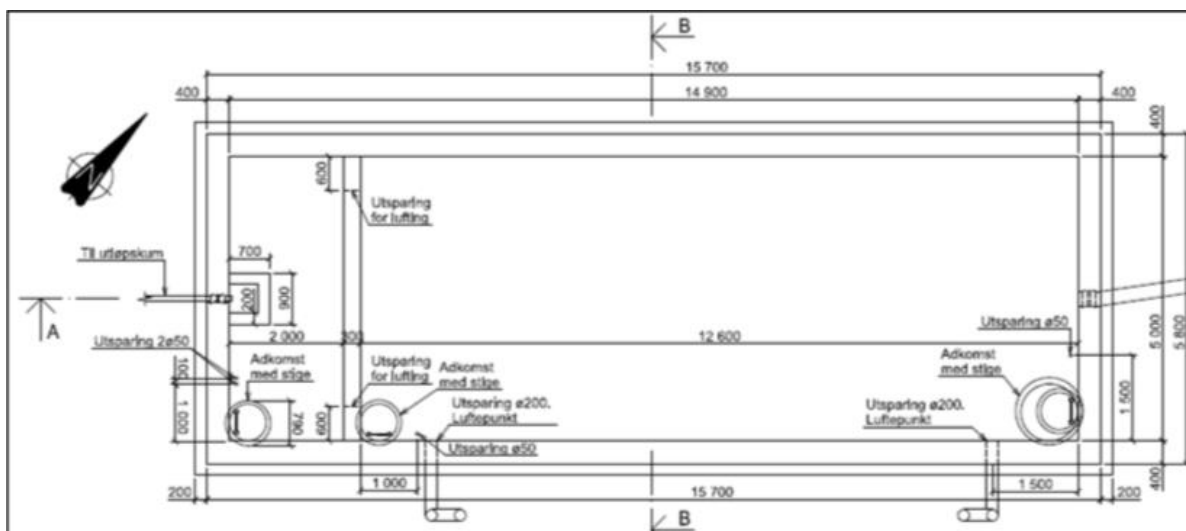
Utslipp fra vaskevannstankene styres ved tidsstyrt ventil. Oppholdstid i bassengene settes til 20 dager, fra start av vask. Vaskevannstankene utrustes innvendig med lys og oljedeteksjon. Bassengene bygges opp slik at olje avskilles fra vaskevannet.

Bassengene bygges som plass-støpt, nedgravd konstruksjon i dagsonen. For Søgnetunnelen vil basseng bygges inn i berget i lavbrekk. Renseløsning har samme funksjon som basseng i dagsonen.

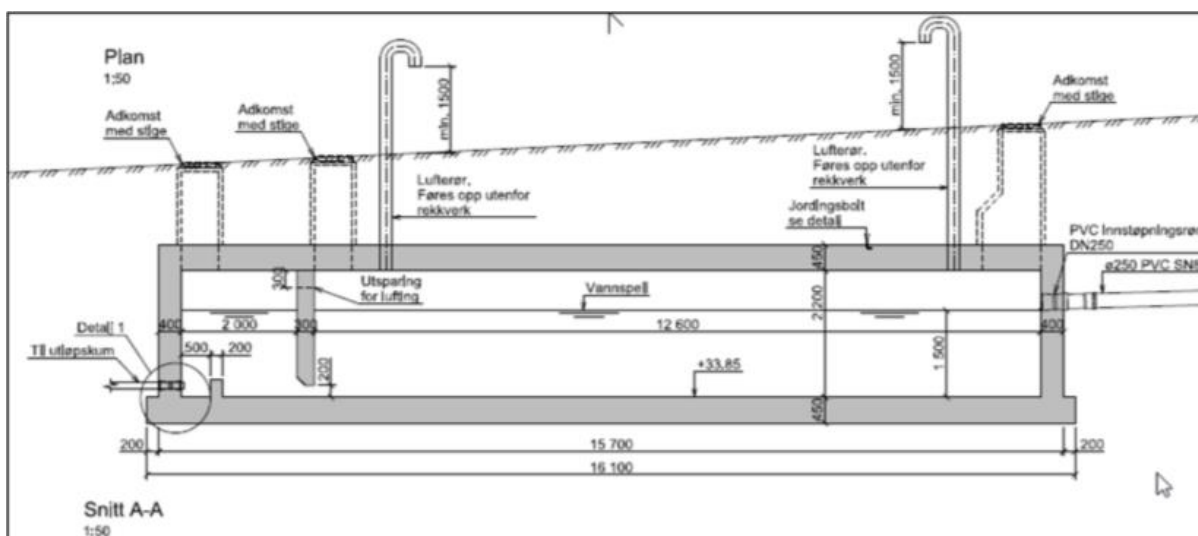
Det etableres adkomst via terreng for inspeksjon og vedlikehold. Adkomst skal ha fastmontert stige, som føres til bunn av vaskevannstanken.

Bassengene skal ha lufteventiler med mekanisk avsug. Lufterør føres til minst 1,5 m over terreng og avsluttes med «svanehals» og gitter for å hindre tilgang. Plassering av lufterør fastsettes av plassering av basseng i forhold til vei og sideareal.

Typiske plan og snitt for vaskevannstankene er vist i Figur 5 og Figur 6. Disse er like for vaskevannstankene ved alle tunnelene. Prinsipp for vannveien gjennom renseløsningen er vist i Figur 6.



Figur 5: Prinsippskisse for vaskevannstank i dagsone for vaskevann fra tunnel.



Figur 6: Tverrsnitt for typisk vaskevannstank i dagsone for vaskevann fra tunnel.

Rensegraden for det enkelte rensedbasseng avhenger av tillatt utslipp på aktuelt sted. Undersøkelser av vaskevann fra rensedbasseng blant annet i Nøstvedt-tunnelen på E6 i Akershus viser at det etter 14 dager er oppnådd rensegrad på over 97 % (Bioforsk, 2012).

Da løsning er basert på oppsamling og sedimentasjon i bassenget, vil oppholdstiden være den viktigste faktor for rensegrad. Endelig oppholdstid for det enkelte bassenget settes etter en testperiode med prøvetaking av vaskevannet. Foreløpig oppholdstid for alle rensedbasseng for vaskevann settes til 20 dager. Dette vil sikre god nedbryting av plantebaserte/nedbrytbare såper og også god sedimentering av partikler. Lengre oppholdstid kan gi oksygenfattig («dødt») vann på grunn av at såpen forbruker oksygen.

Tankbilvelt etc. i tunnel er svært sjelden, men vil kunne ha betydelige konsekvenser dersom det først skjer. Systemet som etableres for oppsamling og rensing av vaskevann fra tunnelene kan også benyttes til tilbakeholdelse ved uhellsutslipp. Det legges inn buffer i volum for rensedbassenget for tankbilvelt. Volum settes til 40 m³ (volumet inkluderer spyling ved uhell). Olje eller kjemikalier kan hentes i sedimenteringsenheten med bil.

Se også beskrivelse av rammer for valgte løsninger i kapittel 1.4.

2.2. Overvann fra vei

2.2.1. Vannmengder

For dimensjonering av sedimentasjonsbassenger gjøres det vurdering av overvannsmengder. Dammene for veivann er åpne dammer dimensjonert for 100- års nedbør.

2.2.2. Vannkvalitet

Veitrafikk gir opphav til mange ulike forurensningstyper som kan spres til jord, luft og vann i området.

Forurensninger fra vei i driftsfase vil kunne omfatte:

- Veistøv fra slitasje på veibanen
- Tungmetaller og organiske miljøgifter/PAH fra avgasser og slitasje på bildekk og asfaltdekke
- Salt fra veisalting
- Uhellsutslipp/lekkasjer (av drivstoff, bremsevæske osv).
- Mikroplast.

Forurensningene er erfaringsmessig i stor grad bundet til partikler.

Utslippet er rensert ordinært veivann. Vannet inneholder erfaringsmessig ikke stoffer som er akutt giftige. Utslipp av ordinært overvann fra veiareal vurderes som mindre problematisk enn vaskevann fra tunneler, som inneholder såpe. Sedimentasjonsbassenger renser ikke vannet med hensyn på salt.

2.2.3. Vannhåndtering

I henhold til planbeskrivelsen for prosjektet skal overvann fra veien som hovedregel slippes ut til terreng der dette er praktisk mulig. For enkelte området er det i planbeskrivelsen beskrevet at det er «ønskelig, om mulig, å behandle vannet i sedimentasjonsbasseng eller lignende».

Dammene for veivann er åpne dammer dimensjonert for 100- års nedbør. Dammene etableres med kontinuerlig vannspeil, med membran og sand i bunn. Planter kan etablere seg i bassengene og øke renseseffekten. Slike sedimentasjonsbasseng bygges ved Grautheller, Monan og Lohnelier.

Eventuelle uhellsutslipp i dagsone håndteres i samme system som det ordinære overvannet.

Se også beskrivelse av rammer for valgte løsninger i kapittel 1.4.

2.3. Mulige effekter av mest aktuelle forurensningsstoffer og tålegrenser

Olje

Utslipp av olje kan forårsake ulike effekter i resipienten. Av visuell forurensning vil det kunne legge seg oljefilm på vannoverflaten, selv ved relativt lave utslippskonsentrasjoner. I tillegg vil det knyttes risiko til effekter på biologiske verdier i nærheten av utslippsstedet. Fisk kan ta opp stoffer gjennom huden og over gjellene fra oljekomponenter i vannsøylen. De kan også få i seg olje gjennom mattilgang eller bli påvirket indirekte av forandringer i økosystemet. Gyteprodukter som egg og larver samt ung fisk er mest sårbare. Fisk i tidlige stadier vil også ha mindre evne til å bevege seg vekk fra forurensede områder enn voksne individer.

Fjerning av partikler fra utslippsvannet vil også føre til reduksjon av konsentrasjonen av organiske forurensninger som bindes til partiklene. Sandfang vil ha en viss sedimenteringseffekt på partiklene.

Suspendert stoff

Suspendert materiale kan føre til tilslamming i resipienten, og også gi visuell forurensning. Tilførsel av suspendert stoff kan medføre blant annet forandring i yngelforholdene, oksygenmangel i vannmassene og endring i næringstilgang til bunndyrene.

Tabell 6 er hentet fra rapport fra Norsk forening for fjellsprenningsteknikk (NFF 2009) og viser effekter av forhøyede konsentrasjoner av naturlig eroderte partikler på fiske. Verdiene er basert på erfaringer fra suspendert stoff i elver.

Tabell 6: Effekter av partikler fra naturlig erodert materiale på fisk (retningslinjer fra den europeiske innlandsfiskekommisjonen EIFAC, NFF (2009)).

Suspendert stoff (mg/l)	Effekt
< 25 mg/l	Ingen skadelig effekt.
25-80 mg/l	Godt til middels godt fiske. Noe redusert avkastning.
80-400 mg/l	Betydelig redusert fiske.
> 400 mg/l	Meget dårlig fiske, sterkt redusert avkastning.

Salt

NaCl (natriumklorid) benyttes vanligvis til veisaltning i forbindelse med vintervedlikehold. Veisaltning kan gi forsuring av resipienter nær veien. Lav pH kan ha negative biologiske konsekvenser. Metaller løser seg også lettere i surt vann.

Saltvann er tyngre enn ferskvann og saltholdig vann kan derfor synke mot bunnen av innsjøer og legge seg som et saltvannslag under ferskvannet. Dersom en slik tilstand vedvarer over tid kan oksygenet i bunnlaget brukes opp og gasser dannes.

Grenseverdi for salt i den norske drikkevannsforskriften ligger på 200 mg/l. Biologiske endringer i planteplanktonsamfunn er påvist å forekomme ved konsentrasjoner på 20- 25 mg/l (Norconsult, 2017). Rensetiltakene vil bidra til å fordrøye og fortynne saltkonsentrasjonene før vannet ledes til resipient.

Såpe

Bruk av såpe varierer, men det er anslått at 0,2-5% av vannforbruket vil bestå av såpe. Såpestoffene i vaskevannet brytes ned over tid. Resultater fra nedbrytningsforsøk (laboratorieforsøk) med tunnelsåpe har vist at målt giftighet ble redusert med 90 % i løpet av 10 døgn og med 98 % i løpet av 23 døgn (Roseth og Amundsen, 2003). Såpe kan øke mobilisering av forurensning til løst fase og det bør etterstrebes å benytte lave såpedoser ved tunnelvask. Risteforsøk gjennomført i forhold til Statens vegvesens rapport «Nedbryting av såper til tunnelvask», nr. UTB 2006/01, viser at enkelte såpestoffer kan binde seg til veistøv og dermed fjernes ved hjelp av sedimentasjon av partiklene.

Det finnes flere ulike såpeprodukter på markedet. Hvilke produkter som benyttes ved tunnelvask vil imidlertid variere avhengig av hvilken entreprenør som utfører vaskeprosessen. Felles for disse produktene er at de skal være godkjent i henhold til produktforskriften. Dette innebærer at såpeproduktene kun skal inneholde miljøvennlige og fullstendig nedbrytbare såpestoffer. 60 % av de organiske forbindelsene i såpen skal brytes ned til CO₂ og vann innen 28 dager ved bruk av standard nedbrytingstester. Vaskevann fra tunneler ved E39 skal ha en oppholdstid på 20 dager. Endelig oppholdstid for det enkelte vaskevannstank settes etter en testperiode.

3. Utslippspunkter og lokalisering av renseløsninger

3.1. Vaskevann fra tunnel

Renset vaskevann fra tunnelene ledes til resipienter som vist i Tabell 3.1.

Tabell 7: Resipienter for rensed vaskevann fra tunneler E39 Kristiansand vest – Mandal øst.

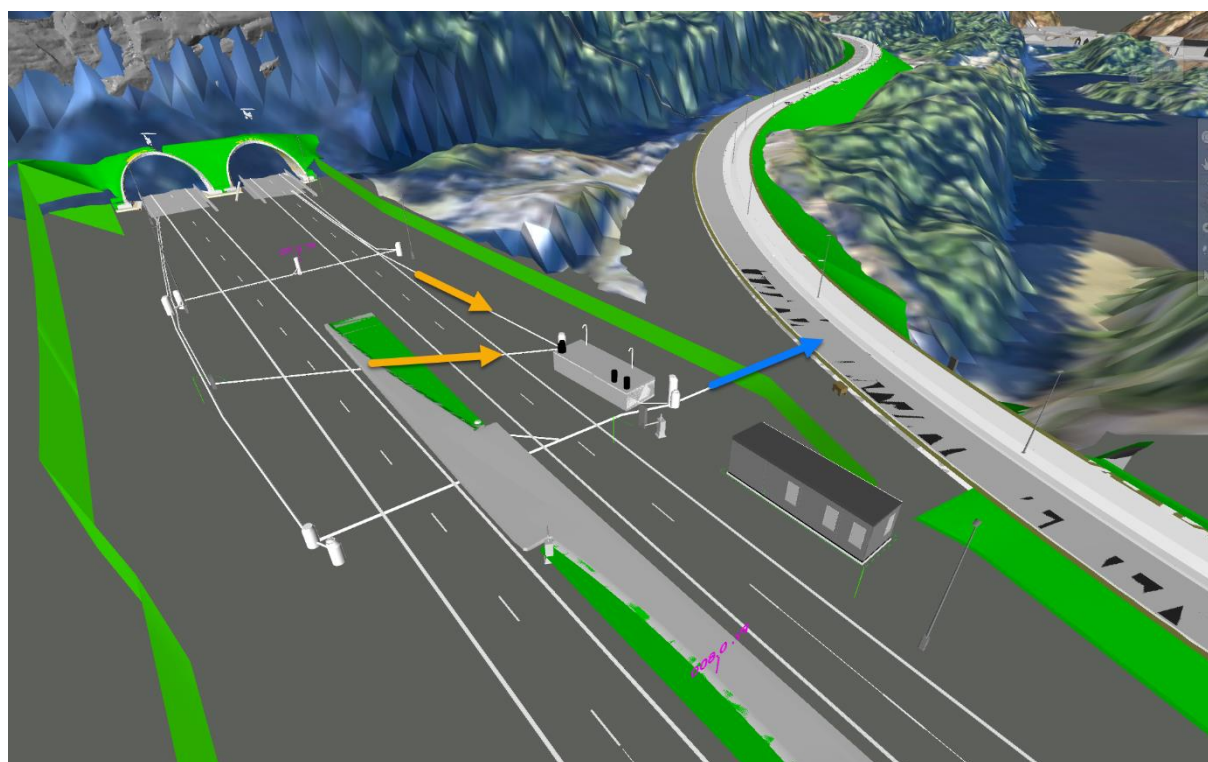
Tunnel	Resipient for rensed vaskevann
Mjåvannsheitunnelen	Bukksteinsvannet
Bruliheitunnelen	Songdalselva/Søgneelva
Volleberg tunnelen	Songdalselva/Søgneelva
Søgnetunnelen	Kleplandsbekken
Lindelitunnelen	Trysfjorden

3.1.1. Vaskevannstank Mjåvannsheitunnelen

Utløp fra Mjåvannsheitunnelen slippes til Bukkesteinsvannet. Plassering av vaskevannstank er vist i figur Figur 7 og Figur 8.



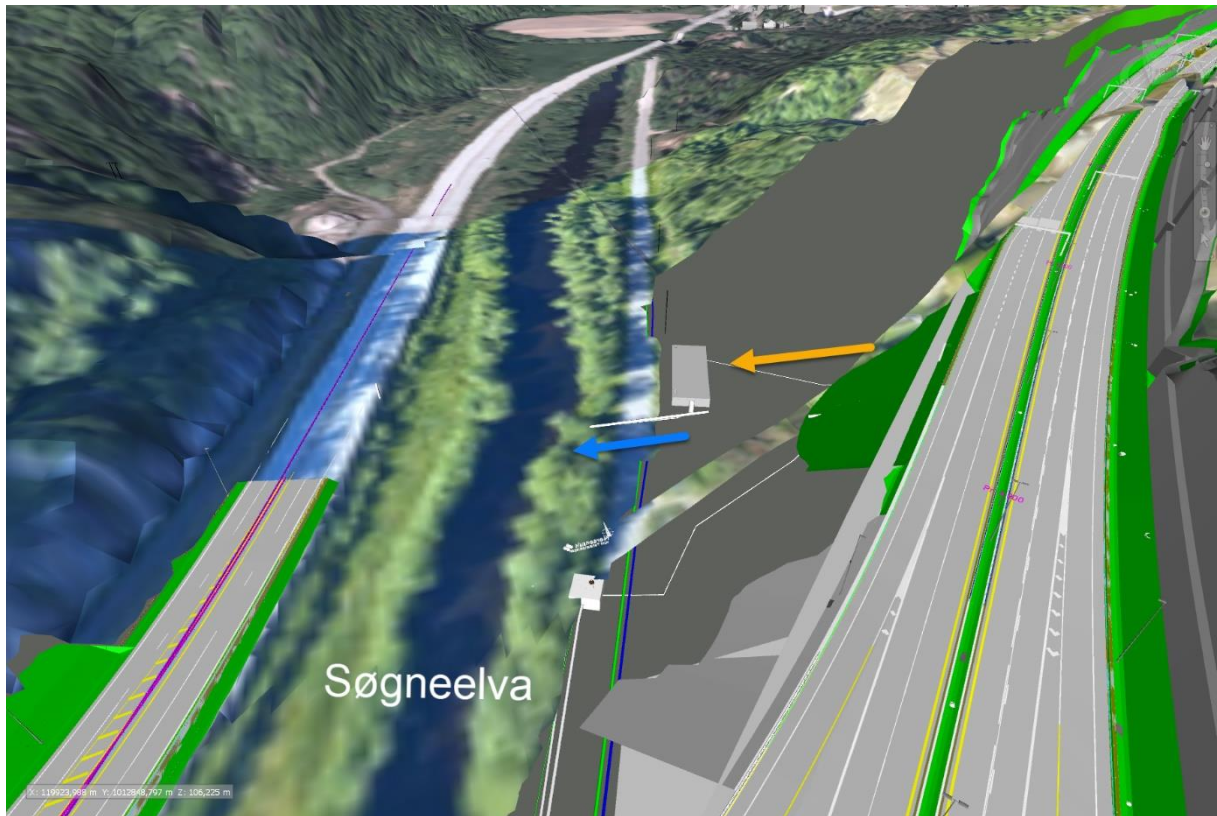
Figur 7: Plassering av vaskevannstank for Mjåvannsheitunnelen er indikert med rød sirkel. Avrenningsretning er indikert med blå pil.



Figur 8: Plassering av vaskevannstank for Mjåvannsheitunnelen. Oransje piler indikerer hvor vannet kommer inn til vaskevannstanken, og blå pil indikerer utslipp.

3.1.2. Vaskevannstank Toftelandsveien

Vaskevann fra Bruliheitunnelen og Vollebergtunnelen slippes til Søgneelva. Plassering av vaskevannstank er vist i figur Figur 9, og Figur 10.



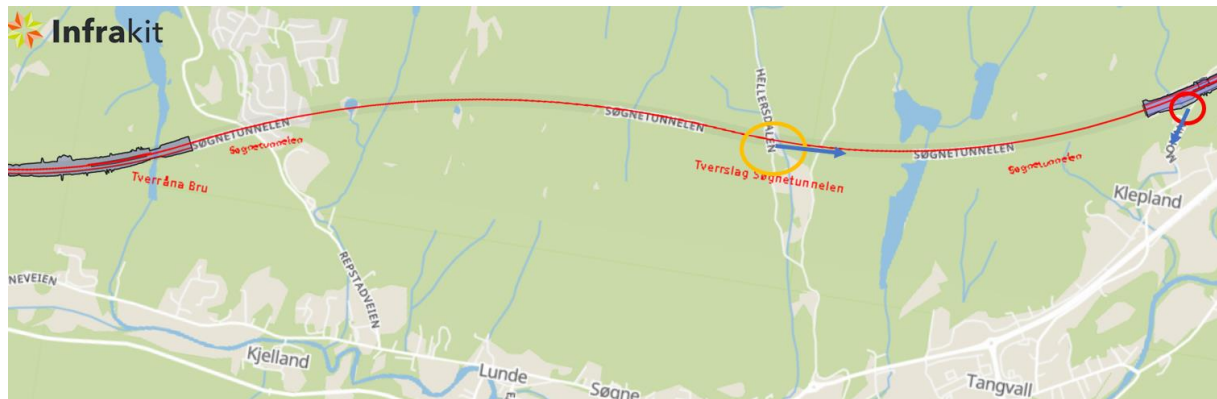
Figur 9: Plassering av vaskevannstank for Bruliheitunnelen og Vollebergtunnelen. Oransje piler indikerer hvor vannet kommer inn til vaskevannstanken, og blå pil indikerer utslipp.



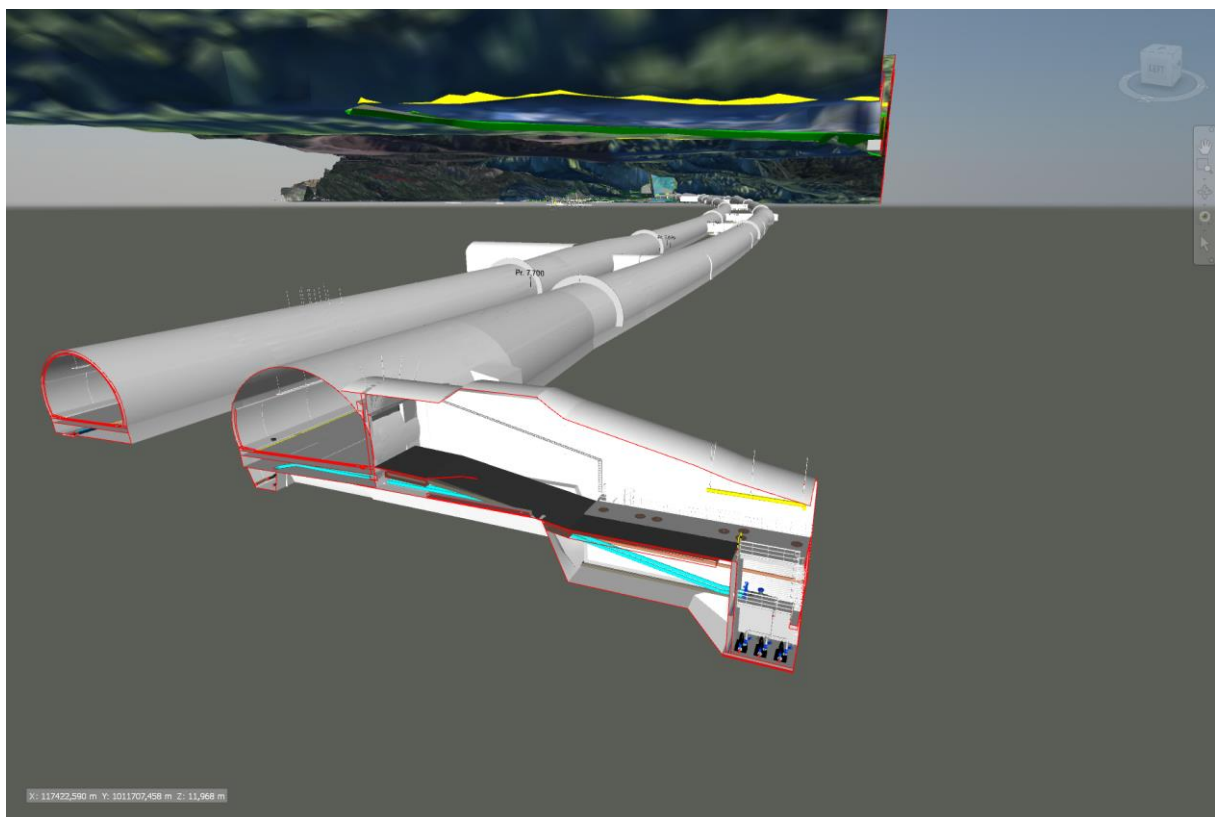
Figur 10: Vaskevannstank for tunnelvann fra Bruliheitunnelen og Vollebergtunnelen er indikert med rød sirkel. Avrenningsretning er vist med blå pil.

3.1.3. Vaskevannstank Søgnetunnelen

I Søgnetunnelen vil vann gå til vaskevannstank i lavbrekket, hvor det også er pumpestasjon. Vaskevann fra tunnelen slippes til Kleplandsbekken som videre renner ut nedstrøms Monan og hensynssone H_120 som ivaretar grunnvannet i Heimernesan drikkevannskilde. Plassering av vaskevannstank og pumpestasjon er vist i Figur 11, tverrsnitt av pumpestasjon er vist i Figur 12.



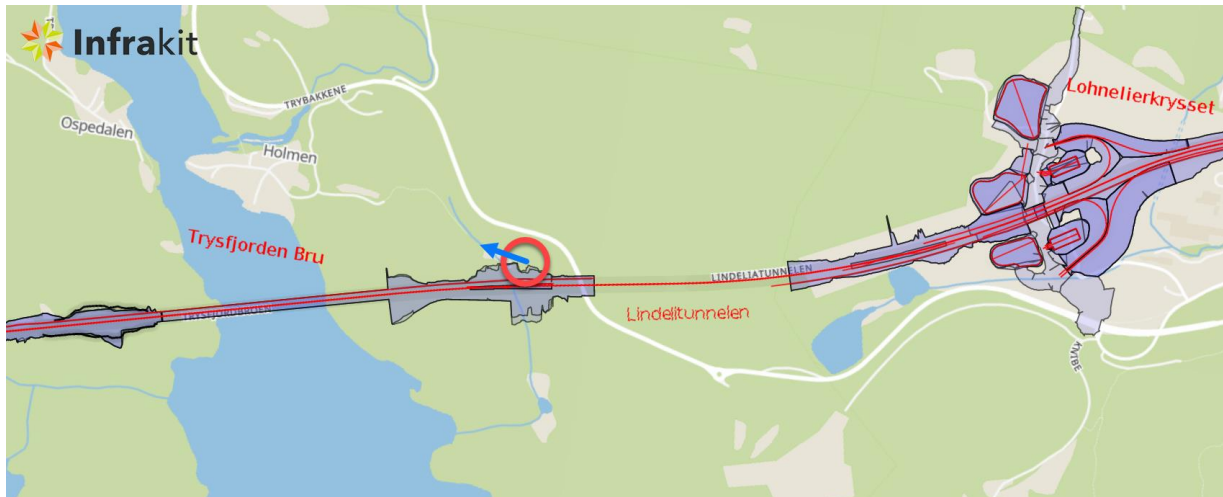
Figur 11: Plassering av vaskevannstank og pumpestasjon for Søgnetunnelen er indikert med gul sirkel. Rød sirkel indikerer utslippspunkt til Kleplandsbekken.



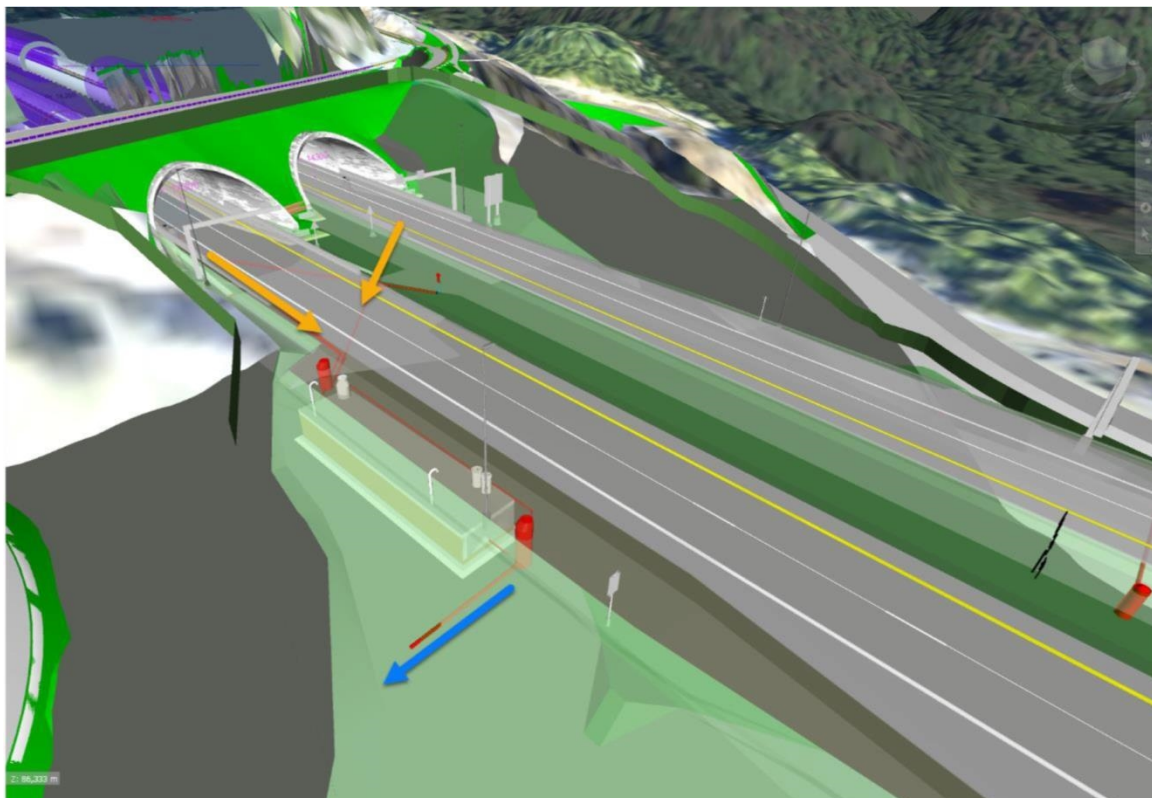
Figur 12: Tverrsnitt av pumpestasjon i Søgnetunnelen.

3.1.4. Vaskevannstank Lindelitunnelen

Vaskevann fra Lindelitunnelen slippes til Postvegsbekken og renner videre ut til Trysfjorden. Plassering av vaskevannstank er vist i Figur 13 og Figur 14.



Figur 13: Vaskevannstank for tunnelvann fra Lindelitunnelen er indikert med rød sirkel. Avrenningsretning er vist med blå pil.



Figur 14: Plassering av vaskevannstank Lindelitunnelen. Oransje piler indikerer hvor vannet kommer inn til vaskevannstanken, og blå pil indikerer utslipp.

3.2. Overvann fra dagsoner

Renset overvann ledes via åpne sedimentasjonsbassenger til resipient som vist i Tabell 8. For resterende dagsoner går vannet via drengrofter til terreng.

Tabell 8: Resipienter for renset overvann fra E39 Kristiansand vest – Mandal øst.

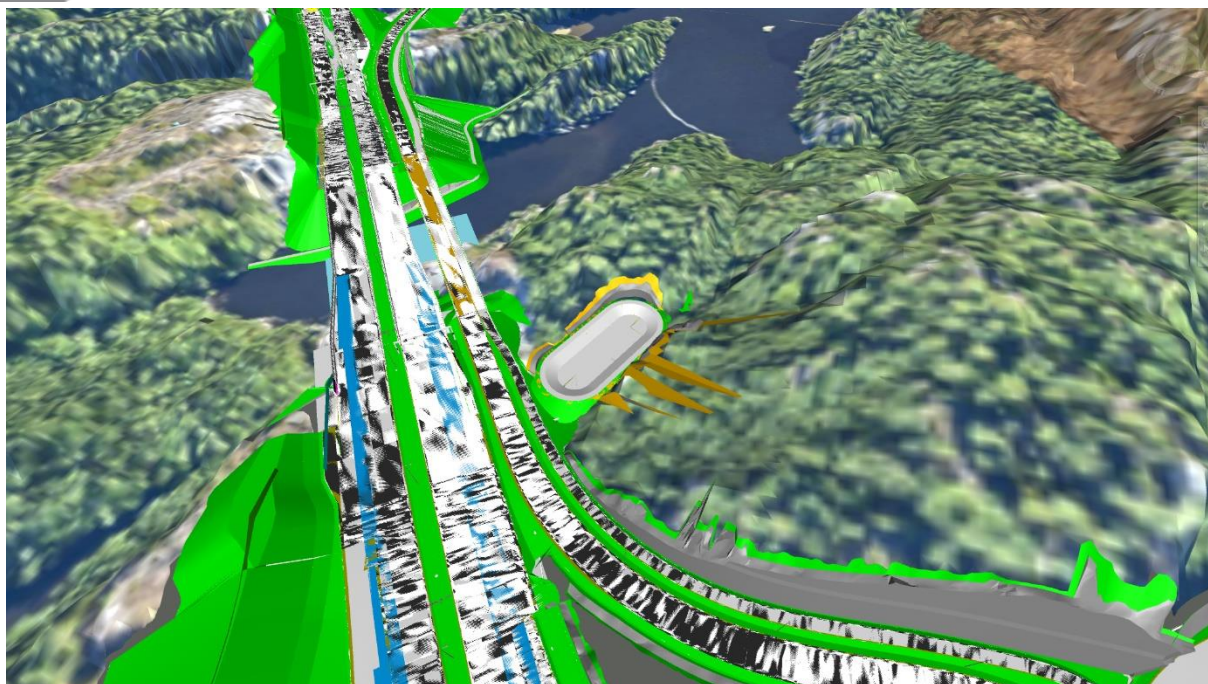
Sedimentasjonsbasseng	Resipient for renset overvann
Grauthelleren	Bukkesteinsvannet
Monan	Søgneelva
Löhnelier	Dåsåna

3.2.1. Sedimentasjonsbasseng Grauthelleren

Vann fra sedimentasjonsbasseng ved Grauthelleren slippes til Bukkesteinsvannet. Plassering av sedimentasjonsbasseng er vist i figur Figur 15 og Figur 16.



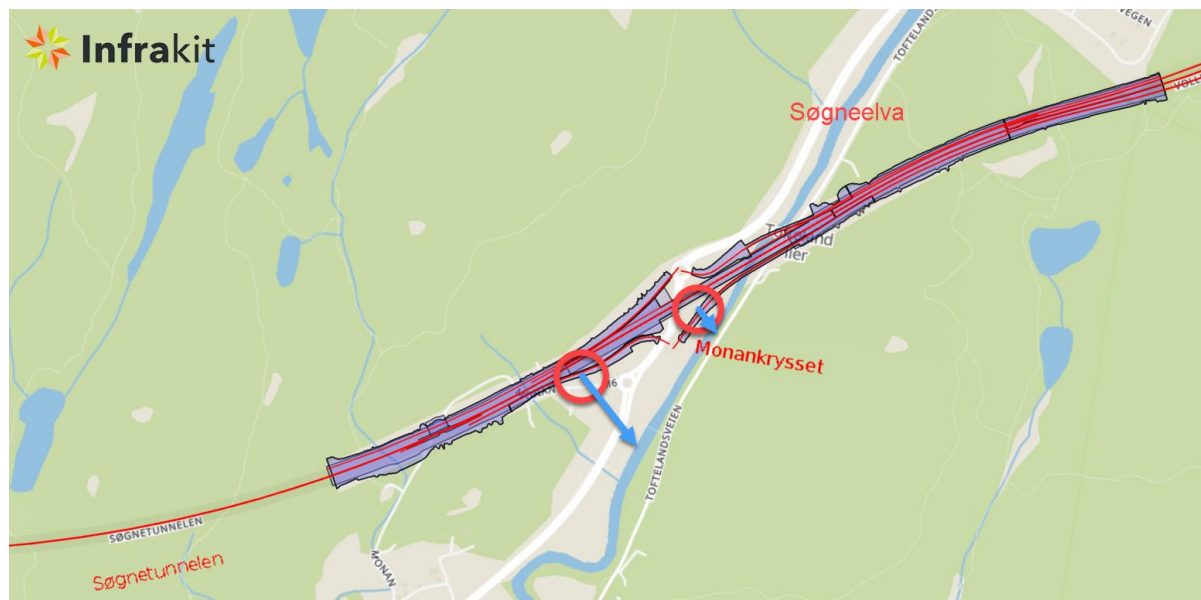
Figur 15: Plassering av sedimentasjonsbasseng ved Grautheller er vist i rød sirkel. Avrenning mot Bukkesteinsvannet er vist med blå pil.



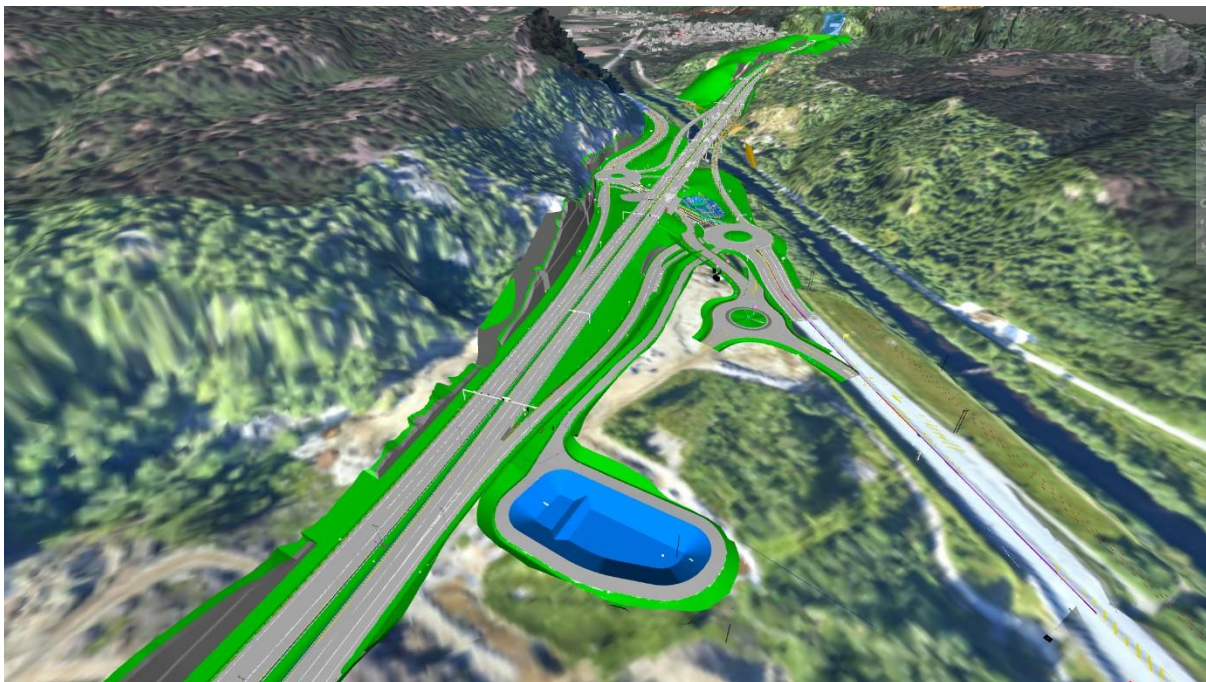
Figur 16: Åpent sedimentasjonsbasseng for veivann ved Grauthelleren.

3.2.2. Sedimentasjonsbasseng Monan

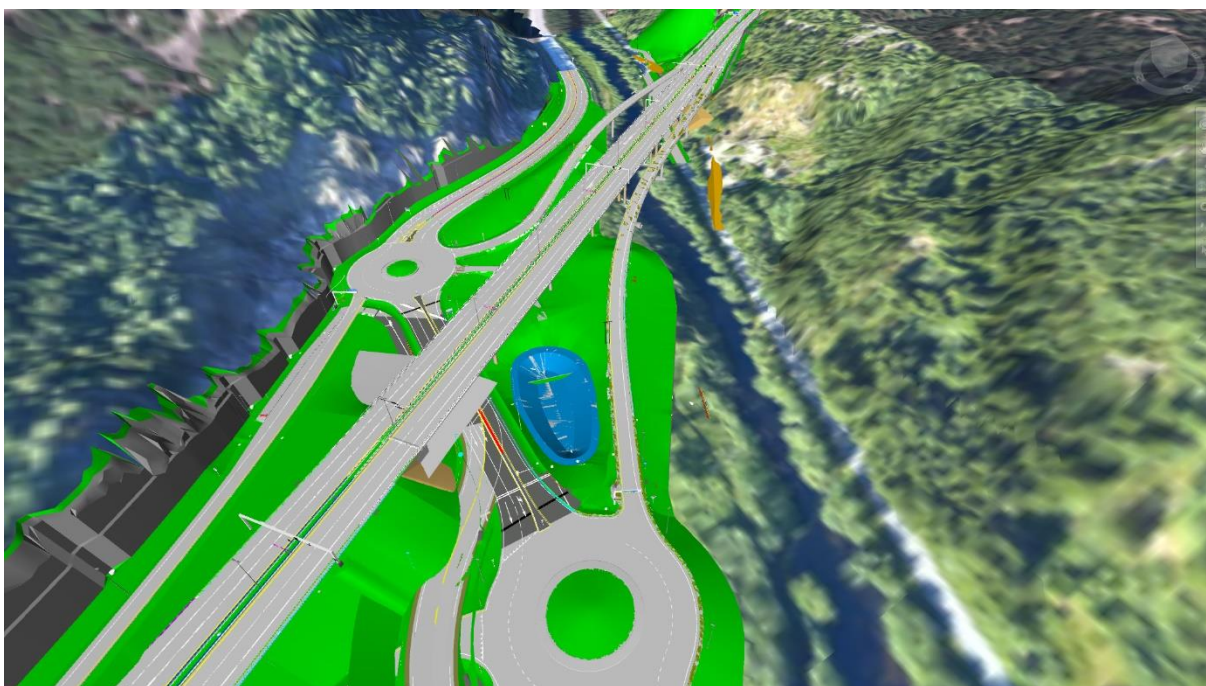
Vann fra sedimentasjonsbasseng ved Monan slippes til Søgneelva. Plassering av sedimentasjonsbasseng er vist i Figur 17, Figur 18 og Figur 19.



Figur 17: Plassering av åpne sedimentasjonsbasseng på Monan er indikert med røde sirkler. Avrenning til Søgneelva er vist med blå pil.



Figur 18: Åpent sedimentasjonsbasseng for veivann på Monan.



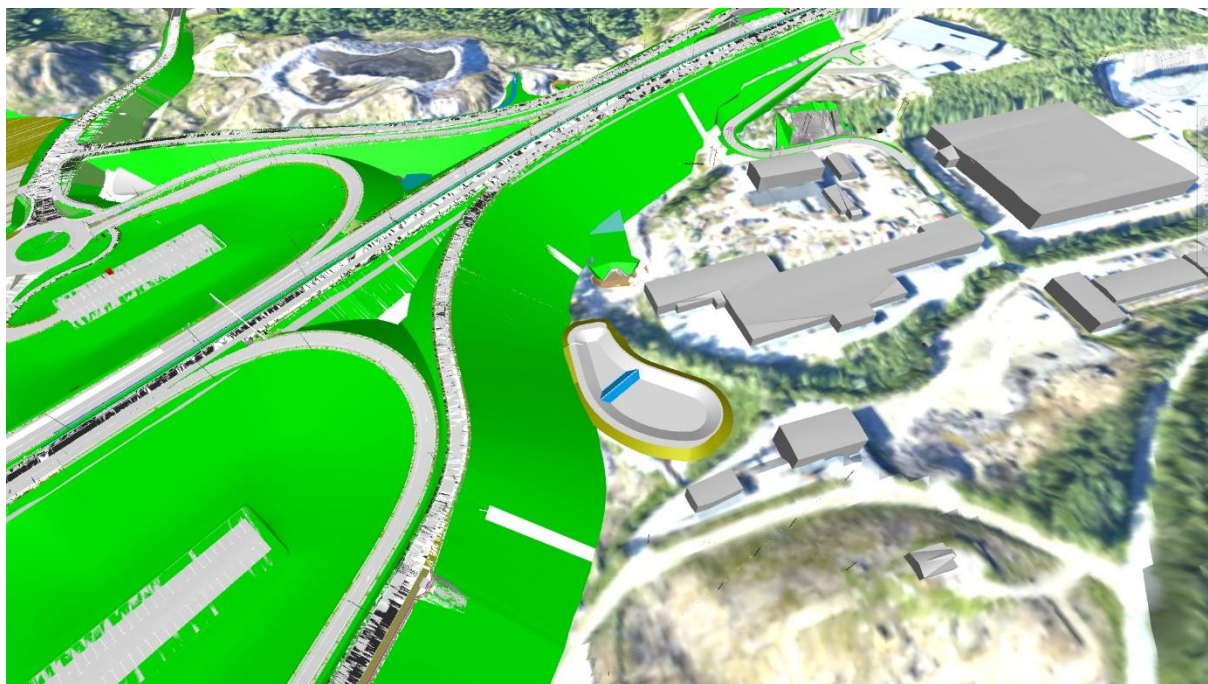
Figur 19: Åpent sedimentasjonsbasseng for veivann på Monan øst.

3.2.3. Sedimentasjonsbasseng Lohnelier

Vann fra sedimentasjonsbasseng ved Lohnelier slippes til Dåsåna. Plassering av sedimentasjonsbasseng er vist i Figur 20 og Figur 21.



Figur 20: Plassering av åpent sedimentasjonsbasseng ved Lohnelier er markert med rød ring. Blå pil indikerer avrenning til Dåsåna.



Figur 21: Åpent sedimentasjonsbasseng for veivann på Lohnelier.

4. Resipienter

4.1. Fortynning

Renset vaskevann vil i tunnelene fortynnes med ren innlekkasje fra berget før utslipp til resipient. Fortynningsfaktoren med rent innlekkasjevann er anslått til ca. 0,3 (1:3). Dette er anslått ut fra at rensed vaskevann (helvask) fra vaskevannstankene slippes ut over 24 timer og fortynnes med innlekkasje på 10 l/minutt*100 meter tunnel. Dette vil gi en konsentrasjon i vannet som slippes til resipient som er vist i Tabell 9.

I tillegg vil det samlede utslippet fra tunnelen blandes med vann i resipient.

Tabell 9: Konsentrasjonsøkning i resipient for vaskevann fra tunnel fortynnet med innlekkasjevann.

Stoff	Konsentrasjon i utslipp til resipient
Fortynningsfaktor	1:3 med innlekkasje, 1:10 i resipient
Suspendert stoff SS mg/l	0,75
Olje mg/l	0,03

4.2. Bukkesteinsvannet

Bukkesteinsvannet vil være resipient for vaskevann fra Mjåvannsheitunnelen. Bukkesteinsvannet drenerer til Fiskåvannet.

I henhold til vann-nett er Fiskåvannet bekkefelt kategorisert med moderat økologisk tilstand. I førkartlegging for prosjektet kategoriseres utløpsbekken fra Bukkesteinsvannet med dårlig økologisk tilstand (Multiconsult 2018). Videre antas den kjemiske tilstanden å være dårlig. Det er blant annet målt høye verdier av arsenikk og sinkforbindelser. Sannsynligvis påvirkes resipienten av det nærliggende industriområdet på Mjåvann.

Bukkesteinsvannet vil også være resipient for veivann fra åpent sedimentasjonsbasseng ved Grauthelleren.

4.3. Songdalselva/Søgneelva

Søgneelva er resipient for vaskevann fra Bruliheitunnelen, og Volleberggtunnelen. Søgneelva er også resipient for veivann fra to åpne sedimentasjonsbasseng. Veivann fra strekningen mellom Bruliheitunnelen og Monankryset herunder også overvann fra Rossevann bru ledes til sedimentasjonsbassenget i vest på Monan. Veivann fra ramper og sideveier ledes til sedimentasjonsbassenget i øst.

Søgneelva har i henhold til vann-nett dårlig økologisk tilstand. Dette er med tanke på forsurening og eutrofiering. Den kjemiske tilstanden i elva er god.

I henhold til naturbase (naturbase.no) er Songdalselva en viktig naturtype. Elva har meandrerende elveparti med kroksjøer og flomdammer. Nedstrøms punktet der elven krysser dagens E39 kalles den Søgneelva. Denne strekningen av elva er ikke kategorisert som en viktig naturtype. Strekningen nedstrøms Tangvall til utløpet av elven er også kategorisert

som svært viktige naturtyper på grunn av meandrerende elvepartier, og brakkvannsdelta. Søgneelva har også oppgang av laks, og brukes til sportsfiske.

Elven er lett påvirket av omkringliggende jordbruksaktivitet.

4.4. Kleplandsbekken

Kleplandsbekken er resipient for vaskevann fra Søgnetunnelen. Bekken har oppgang av anadrom fisk. I vann-nett er den ikke registrert som en egen lokalitet, men som en del av Søgneelva sine sideelver. Feltet er klassifisert med moderat økologisk tilstand, og dårlig kjemisk tilstand. Dette stemmer overens med forundersøkelsene til prosjektet der bekken fikk dårlig økologisk tilstand.

Vaskevann fra Søgnetunnelen slippes til Kleplandsbekken som har utløp nedstrøms H_120-sonen i reguleringsplanen. Denne sonen skal ivareta drikkevannskilden Heimernesan og det er ikke tillatt med utslipp i denne sonen. Utslipp til Kleplandsbekken vil kun forekomme i perioder etter tunnelvask. Vaskevannet kan holdes tilbake i vaskevannstanken dersom forholdene i resipienten skulle tilsi dette.

4.5. Dåsåna

Dåsåna er resipient for veivann fra åpent sedimentasjonsbasseng ved Lohnelier-krysset. I henhold til vann-nett har Dåsåna moderat økologisk tilstand. Dette er først og fremst på grunn av forsuring. Den kjemiske tilstanden er god.

Dåsåna og Lundeelva er en viktig resipient av flere grunner. Det er oppgang av anadrom fisk både i selve Dåsåna, og i flere sidevassdrag, som er viktige gyte- og oppvekstområder for anadrom fisk. Dåsåna renner ut i Lohnetjønn naturreservat rundt 1 km nedstrøms veglinja. Området er klassifisert som en svært viktig naturtype. Reservatet er et våtmarksområde som er en viktig lokalitet for fuglearter som lever ved vann og våtmark. Nedstrøms samløp med Tverråna er fortynningen stor, og påvirkning til Lundeelva vil i driftsfasen kunne antas å bli minimal.

4.6. Trysfjorden

Trysfjorden er resipient for vaskevann fra Lindelitunnelen. Vannet slippes ut til stikkrenne som går under veilinja, og renner gjennom et mindre tjern til fjorden ved Holmen-Salbustø.

Bekken som leder ned til Trysfjorden ble under forundersøkelsene funnet å være i svært dårlig økologisk tilstand. Den kjemiske tilstanden var derimot god (Multiconsult 2018). Det er ikke oppgang av anadrom fisk i bekken. Trysfjorden anses som en robust resipient, og det er lite sannsynlig at utslippet hit vil ha en negativ effekt for fjorden.

5. Foreslåtte utslippskrav til vaskevann

Selv relativt lave utslippskonsentrasjoner vil kunne gi visuell forurensning av området og såledesreaksjoner knyttet til dette. Utslippene vil være et permanent utslipp og vil derfor kunne påvirke resipientene over lengre tid.

Utslipp av olje skal så langt dette er mulig kunne forhindres via de barrierene som er planlagt.

Utslipp av rensset vaskevann vil kun skje i perioder med tunnelvask, og da i størst grad ved helvask. I resterende perioder er det kun utslipp av rent drens vann fra tunnelene. Utslipppet vil utgjøre en liten del av den samlede avrenningen til resipientene.

Foreslåtte krav til rensset vaskevann:

Suspendert stoff: 50 mg/l

Olje: 5 mg/l

Grenseverdiene gjelder for rensset vaskevann før utslipp til resipient. Prøver av rensset vaskevann tas i utslipp fra vaskevannstanken (utløpskum), som beskrevet i kapittel 6. Endelig oppholdstid for det enkelte rensebasseng for vaskevann settes etter en testperiode. Vaskevannet kan holdes tilbake i bassenget dersom forhold i resipienten, eksempelvis svært lav vannføring, skulle tilsi dette.

Grenseverdi for suspendert stoff er satt ut fra hva den etablerte tekniske løsningen har mulighet til å rense, samt resipientenes tåleevne. Det forventes ikke effekter på fiske ved en konsentrasjon på 50 mg SS/l (se Tabell 6).

Det er ikke satt forslag til grenseverdier for tungmetaller i utslipp fra rensset vaskevann, men det foreslås at tungmetaller inkluderes i overvåkingen.

Det er ikke satt forslag til grenseverdier for utslipp fra rensebassenger for veivann, men det foreslås at utslipp herfra inkluderes i overvåkingsprogrammet.

6. Overvåkning og rapportering

Det skal utarbeides drift- og vedlikeholdsplan for rensesystemene. Instruksjonen skal nærmere beskrive prøvetakingsprosedyrer av rensset vaskevann og rutiner for fjerning av forurensete sediment i renseløsningene.

Forurensete sedimenter skal deponeres på godkjent deponi eller mottak i iht. krav for ulike fraksjoner.

Det skal etableres rutiner for visuell inspeksjon av utslippspunktene for vaskevann, der observasjoner av overflatevann, oljefilm eller annen forurensning skal registreres. Ved vesentlig forurensning skal dette rapporteres til Statsforvalteren.

Det første året tunnelene er i drift skal det tas prøver av utslippet ved alle helvask og halvask. Vannprøvene tas av rensset vaskevann før det ledes til resipient. Etter at analyseresultater viser at oppholdstiden i bassengene er tilstrekkelig, kan prøvetakingshyppigheten reduseres. Analysene skal utføres av akkreditert laboratorium.

Alle bassenger har utløpskummer for prøvetaking av rensset vaskevann rett etter vaskevannstanken. Vannprøvene skal ikke tas i selve vaskevannstankene eller i resipientene.

Prøvetakning må tilpasses etter hvert som resultater framkommer. Prøvetakingsrutinene kan variere mellom de ulike bassengene. Forslag til overvåkingsprogram er vist i tabell 10 og 11.

Tabell 10: Forslag til overvåkingsprogram for vaskevannstank for tunnelvann.

Parameter	Grenseverdi	Måleenhet	Foreslått hyppighet	Prøvetaking
Suspendert stoff	50	mg/l	Driftsår 1: Prøver etter hver helvask/halvvask Deretter vurderes hyppighet ut fra prøveresultater.	I utløpet fra rensebasseng
Olje	5	mg/l		
PAH		µg/l		
Bly		µg/l		
Arsen		µg/l		
Kadmium		µg/l		
Krom		µg/l		
Nikkel		µg/l		
Kobber		µg/l		
Kvikksølv		µg/l		
Sink		µg/l		
Tensider		mg/l		

Tabell 11: Forslag til overvåkingsprogram for sedimentasjonsbassenger for veivann:

Parameter	Måleenhet	Foreslått hyppighet	Prøvetaking
Suspendert stoff	mg/l	Halvårlig i en oppstartsfase, deretter vurderes hyppighet ut fra prøveresultat.	I utløpet fra sedimentasjonsbasseng
Olje	mg/l		
PAH	µg/l		
Bly	µg/l		
Arsen	µg/l		
Kadmium	µg/l		
Krom	µg/l		
Nikkel	µg/l		
Kvikksølv	µg/l		
Kobber	µg/l		
Sink	µg/l		
Veisalt	mg/l		

7. Referanser

Bioforsk, 2012. Renseanlegg for vaskevann fra vegtunneler. Dokumentasjon av renseanlegg og utprøving av rensefilter. Statens vegvesen rapport 115-2012.

Meland, Sondre, 2012. Tunnelvaskevann - En kilde til vannforurensning. Vann 02/2012.

Meland, S. og Roseth, R., 2006. Forurensning fra sterkt trafikkerte vegtunneler. Bioforsk og Statens vegvesen.

Miljødirektoratet 2020, *Miljøstatus.no, mikroplast*.

<https://miljostatus.miljodirektoratet.no/tema/avfall/avfallstyper/mikroplast> (18.11.20).

Multiconsult, 2018. E39 Kristiansand vest – Mandal øst. Utslippssøknad for anleggsfasen. Rapport 314050 – RIM-RAP-001.

Naturbase.no. Miljødirektoratets naturbase. <https://kart.naturbase.no/>.

NIVA, 2018. Microplastics in road dust – characteristics, pathways and measures. Rap.nr 7231-2018.

NIVA, 2014. Sjøaurebekker på Aust-Agderkysten, en rekartlegging med fokus på vannforskriftskrav.

NIVA, 2011. Veisalt og tungmetaller i innsjøer langs veier i Sør-Norge 2010. NIVA-rapport 6220-2011.

Norconsult 2019, *Beslutsningsnotat Veivannhåndtering under driftsfase. NO-VA-010*.

- Nye veier, Rambøll, 2017. E39 Kristiansand vest – Søgne øst. Planbeskrivelse.*
- Nye veier, Rambøll, 2017. E39 Søgne øst – Mandal øst. Planbeskrivelse.*
- Nye veier, Rambøll, Sweco, 2017. Risiko-og sårbarhetsanalyse for regulering av E39 Kristiansand vest –Mandal øst.*
- Nye veier, Rambøll, 2017. Rossevann nedslagsfelt. RAP – 008.*
- Nye veier, Sweco, 2017. E39 Søgne øst – Mandal øst. Fagnotat VA.
- Statens vegvesen, 2017. Undersøkelse av vegnære innsjøer i Norge. Vannkjemiske og biologiske undersøkelser – 2016. Rapport nr. 565.
- Statens vegvesen, 2013. Estimering av forurensning i tunnel og tunnelvaskevann. Staten vegvesen rapport nr.99. 22.11.2013.
- Statens vegvesen, 1997. Renhold i tunneler. Statens vegvesen, Vegdirektoratet, Driftsteknisk avdeling, Rapport 97-3615.
- Vann-nett.no <https://vann-nett.no/portal/#/mainmap>
- Vegdirektoratet, 2014. Standard for drift og vedlikehold av riksveger. Håndbok R610.
- Roseth, R., Ny E6 Minnesund – Espa. Utslipp av rensset vaskevann fra vegtunneler. Vurdering av resipienteffekter. Bioforsk 2013
- Sundt, P., Schulze, P. E., & Syversen, F. (2014). *Sources of microplastic-pollution to the marine environment. Mepex for the Norwegian Environment Agency, 86.*
- Skumlien Furuseth, I., Støhle Rødland, E. (2020). Reducing the Release of Microplastic from Tire Wear: Nordic Efforts. Nordisk Ministerråd.

Vedlegg

Vedlegg 1: Risiko-og sårbarhetsanalyse for regulering av E39 Kristiansand vest –Mandal øst.

Vedlegg 2: Rossevann nedslagsfelt. RAP – 008.

Vedlegg 3: Beslutningsnotat Veivannhåndtering under driftsfase.



ROS-ANALYSE E39 KRISTIANSAND VEST – MANDAL ØST

Risiko- og sårbarhetsanalyse for regulering av E39 Kristiansand vest – Mandal øst.

Oppdragsnr:	502
Oppdragsnavn:	E39 Kristiansand vest – Mandal øst
Dokument nr.:	
Filnavn	rap-005 ros-analyse_rev01

Revisjonsoversikt

Revisjon	Dato	Revisjon gjelder	Utarbeidet av	Kontrollert av	Godkjent av
00	06.01.17	Første utgivelse	AE (Rambøll) /MBNt (Sweco)	SOE(Rambøll) /HL(Sweco)	JTE(Nye Veier AS)
01	15.05.17	Revisjon etter offentlig ettersyn	AE (Rambøll) /MBNt (Sweco)	SOE(Rambøll) /HL(Sweco)	JTE(Nye Veier AS)

Dokumentet er utarbeidet av Rambøll Norge AS /Sweco Norge AS med oppdragsleder Cecilia Orosz/Karl Arne Hollingsholm.

Innhold

1	Innledning	4
1.1	Bakgrunn og formål	4
1.2	Beskrivelse av prosjektet	4
1.3	Grunnlagsdokumenter	6
1.4	Forutsetninger og avgrensninger	7
1.5	Forkortelser og definisjoner	9
2	Metode	10
2.1	Metodikk	10
2.2	Risikosamlinger	10
2.3	Akseptkriterier	12
2.4	Risikomatrise	12
2.5	Vurdering av sannsynlighet og konsekvens	13
3	Fareidentifisering	14
3.1	Vurdering av aktuelle farer	14
4	Risikoevaluering	32
4.1	Risiko- og sårbarhetsanalyse anleggsfasen	32
4.2	Risiko- og sårbarhetsanalyse driftsfasen	42
5	Konklusjoner	55
6	Referanser	58
7	Vedlegg	59

1 Innledning

1.1 Bakgrunn og formål

Nye Veier AS planlegger utbygging av ny firefelts motorvei med hastighet 110 km/t på strekningen E39 Kristiansand vest – Mandal øst. Strekningen er en del av det norske stamvegnettet mellom Oslo - Stavanger og reguleringsplanarbeidet foregår parallelt som to separate parseller.

Parsellen E39 Søgne øst – Mandal øst prosjekteres av Sweco, og tilstøtende parsell E39 Kristiansand vest – Søgne øst prosjekteres av Rambøll. Begge parsellene er planlagt utbygd som et prosjekt.

Plan- og bygningslovens § 4-3 (1) stiller krav til gjennomføring av risiko- og sårbarhetsanalyse ved utarbeidelse av planer for utbygging. Analysen skal vise alle risiko- og sårbarhetsforhold som har betydning for om arealet er egnet til utbyggingsformål, og eventuelle endringer i slike forhold som følge av planlagt utbygging.

1.2 Beskrivelse av prosjektet

Parsellene Søgne øst – Mandal øst og Kristiansand vest – Søgne øst ble frem til høsten 2016 planlagt hver for seg. I slutfasen for arbeidet med reguleringsplan for den østligste parsellen Søgne øst – Mandal øst ble det besluttet å slå sammen E39-parsellene når det gjelder en rekke fagrapporter. Dette omfatter også ROS-analysen for de to reguleringsplanene. Nye Veier tar sikte på å bygge ut de to parsellene som en entreprise. Derfor har det vært hensiktsmessig å samordne mest mulig av plan- og utredningsarbeidet.

1.2.1 Ny E39 mellom Kristiansand vest og Mandal øst

Ny E39 fra Grauthelleren i Kristiansand til Døle bru i Mandal er en viktig del av planen om å lage ny firefelts motorvei mellom Kristiansand og Stavanger. Planområdet strekker seg øst-vest over en strekning på ca. 17 km i luftlinje. I øst er planområdet preget av næringsområder og bebyggelse i nord og friluftsområder i sør. Vestlige deler av planområdet er dominert av Trysfjorden og det skogkledte kystlandskapet som omkranser denne. I denne delen av planområdet er det spredt boligbebyggelse i et landskap der naturelementene dominerer.

Formålet med prosjektet er å oppnå en tilfredsstillende veistandard på de 2 delstrekningene mellom Grauthelleren og Døle bru. Eksisterende E39 har hverken vegbredder, kurvatur, avkjørsler, kryssløsninger eller fartsgrense som tilfredsstillende dagens krav. Dagens trafikk skaper periodevis miljø- og trafikksikkerhetsproblemer langs strekningen. Uten tiltak forventes problemene å øke i takt med prognostisert betydelig trafikkvekst.

Nye Veier har etter sin overtakelse av planoppdraget lansert Kristiansand vest – Mandal øst som første delstrekning av Kristiansand – Sandnes. Reguleringsplanene har dermed strekninger under planlegging både mot øst og vest som de må sees i sammenheng med.

1.2.2 Parsellen Søgne øst – Mandal øst

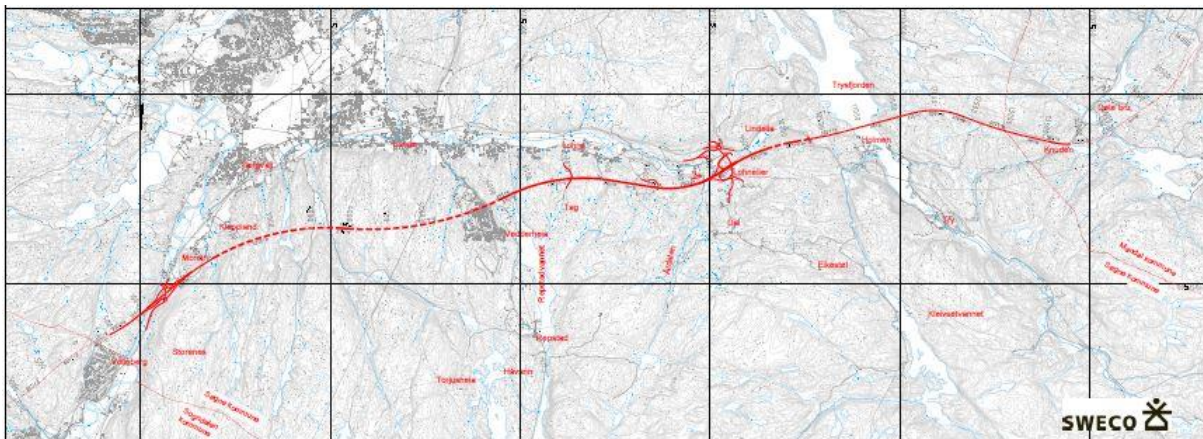
Regulering og prosjektering av E39 Søgne øst – Mandal Øst inngår som en del av det vedtatte konseptet i konseptvalgutredningen (midtrettverkskonseptet) for E39 Søgne – Ålgård. Reguleringsplanen utarbeides på bakgrunn av kommunedelplan med konsekvensutredning for

strekningen ny E39 på strekningen Volleberg – Døle Bru, vedtatt i Søgne kommunestyre og Mandal kommunestyre 18.06.15. Det er den samme strekningen som nå har skiftet navn til E39 Søgne Øst – Mandal Øst i arbeidet med reguleringsplan.

Strekningen går fra boligområdet Volleberg (Søgne øst) og videre gjennom Søgne mot Døle bru (Mandal øst). Den eksisterende veien vurderes å ha for dårlig standard med tanke på funksjon som stamveg mellom Kristiansand og Stavanger. Det er høy årstdøgnstrafikk (ÅDT) og mange trafikkulykker registrert, spesielt mellom Volleberg og Tangvall. Strekingen Tangvall – Lindelia har i dag høye ulykkeskostnader.

Dagens veg fra Søgne øst til Mandal øst er ca. 15,7 km lang og avkjørselsfri frem til Lindelia. Det er flere kanaliserte T-kryss og fire par busslommer på strekningen. Mellom Storenes – og Monan er det en strekning på ca 1 km med smal (16 m) firefeltsveg med midtdeler. Fra Klepland forbi Tangvall og videre frem til og med Lunde går vegen gjennom områder med mye dyrket mark og med til dels tett bebyggelse på begge sider av vegen.

Strekningen fra Lunde til Lindelia (ca. 2,5 km) ligger i sideskrått skogsterrang uten randbebyggelse. På strekningen Lindelia – Døle Bru går vegen forbi en rasutsatt strekning ned mot og langs Trysfjorden. Vestover fra Try og opp Trybakken er det anlagt forbikjøringsfelt og midtdeler.



Figur 1: Oversiktstegning som viser utstrekningen av planområdet for parsellen Søgne øst – Mandal øst.

Noen av de viktigste målene med bygging av ny E39 er blant annet:

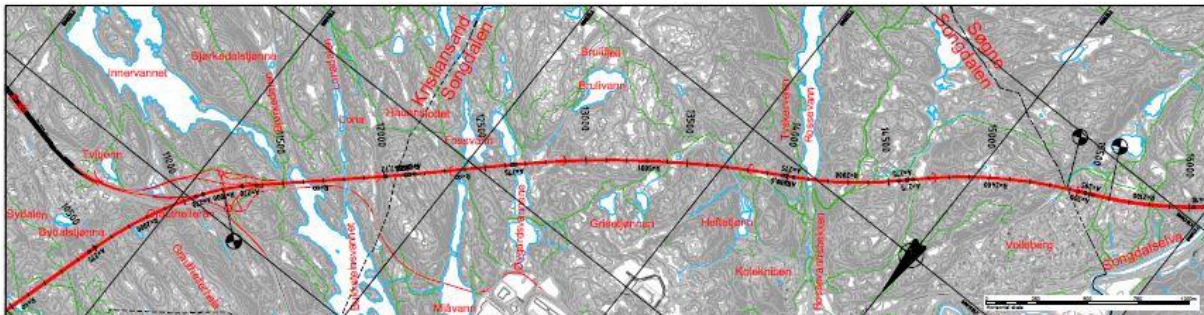
- Å bedre trafiksikkerheten, fremkommeligheten, og redusere kjøretid og avstandskostnader på strekningen Volleberg – Døle bru.
- Ambisjoner om ingen møteulykker og ingen driftsstans som følge av vanskelig vintervedlikehold. God framkommelighet for kollektivtrafikken,
- Trafikkseparering med gode kryss- og vegløsninger, planfrie kryssinger for gående og syklende.
- Redusere konflikt mellom de ulike reisetypene (gjennomgangstrafikken, handlereiser mellom bolig og kjøpesenter).
- At antall støyutsatte boliger skal reduseres.

1.2.3 Parsellen Kristiansand vest – Søgne øst

Parallelt med avslutning av planarbeidet for parsellen E39 Søgne øst – Mandal øst arbeides det med reguleringsplan for naboparsellen i øst, dvs. Kristiansand vest- Søgne øst.

Strekningen går fra boligområdet Volleberg ved kommunegrensen til Søgne, gjennom Songdalen kommune mellom industriområdet på Mjåvann og Rossevang og avsluttes ved Grauhellerheia i Kristiansand kommune. Her skal det etableres en ny kryssløsning som kobler seg på eksisterende vei (krysset ved Grauthelleren).

Veien er planlagt som en firefelts motorvei med fartsgrense 110 km/t. Den vil krysse Rossevang med bru, og vil også omfatte tre tunneler og fyllinger/bru over flere mindre vann. Eksisterende E39 passerer nord for Volleberg og videre forbi Farvannet og Mjåvann industriområde, gjennom til dels bratt og skredutsatt terreng.



Figur 2: Oversiktstegning som viser utstrekningen av planområdet for parsellen Kristiansand vest – Søgne øst.

I varsel om oppstart for parsellen Kristiansand vest – Søgne øst heter det at:

Formålet med reguleringsplanarbeidet er å legge til rette for bygging av ny firefelts motorvei på strekningen, i tillegg til ny adkomstvei til Mjåvann industriområde.

Reguleringsplanen utarbeides på bakgrunn av kommunedelplan med konsekvensutredning for strekningen E18/E39 Ytre ringveg Vige-Volleberg, vedtatt av Kommunal- og moderniseringsdepartementet 26.2.2016.

Strekningen omfatter også en ny adkomstvei til Mjåvann industriområde via Bukksteinvannet og utfylling i Mjåvann.

1.3 Grunnlagsdokumenter

Følgende dokumenter har vært benyttet som grunnlag for denne ROS-analysen:

Tabell 1: Oversikt over grunnlagsdokumenter

Tittel	Utgiver
Sjekkliste for ROS – Stavanger kommune	Det er tatt utgangspunkt i Stavanger kommune sin sjekkliste for ROS for parsellen Søgne øst – Mandal øst.
Sjekkliste for risiko- og sårbarhet – Kristiansand kommune	Det er tatt utgangspunkt i Kristiansand kommune sin sjekkliste for ROS for parsellen Kristiansand vest - Søgne øst.
NS – 5814: 2008 Krav til risikovurderinger.	Standard Norge
Lov om planlegging og byggesaksbehandling (Plan- og bygningsloven).	Miljøverndepartementet

Kart over grunnforurensning. (tilgjengelig fra: http://grunn.miljodirektoratet.no/)	Miljødirektoratet
Samfunnssikkerhet i arealplanlegging. Kartlegging av risiko og sårbarhet (2011). Temaveileder.	Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap (DSB)
DSB sin kartinnsynsløsning: kart.dsb.no	DSB
Flaum og skredfare i arealplaner (sist. rev. 2014)	Norges Vassdrags- og Energidirektorat (NVE)
NVE sin kartkatalog http://gis3.nve.no/kartkatalog/metadatabg_datasett.html	NVE
NGU løsmassekart: http://geo.ngu.no/kart/losmasse/	NGU
Håndbok R760 Styring av vegprosjekter	Statens Vegvesen
Håndbok V721 Risikovurderinger i vegtrafikken	Statens Vegvesen
Dokumenter til reguleringsplan for E39 Søgne Øst – Mandal Øst: - Notat fra HazID-seminar Trafikksikkerhet - Notat geoteknikk Monan Grunnforhold - Rap 007 YM-plan	Sweco og Statens Vegvesen
Dokumenter til reguleringsplan for E39 Kristiansand vest – Søgne øst: - Fagrapport Støy - Fagrapport Luft - Notat Trafikk - Notat Massedeponier - Notat Nedslagsfelt over Rossevann (Drikkevann)	Rambøll
Miljøstatus Kart	Miljødirektoratet
Vegkart Beta	Statens Vegvesen
Prosedyre for risikostyring v1.0	Nye Veier AS

1.4 Forutsetninger og avgrensninger

Følgende forutsetninger og avgrensninger ligger til grunn for arbeidet med ROS-analysene for henholdsvis Søgne øst – Mandal øst, og Kristiansand vest – Søgne øst:

- Analysene er på et overordnet og kvalitativt nivå.
- Analysene omfatter vurderinger av risiko knyttet til anleggsfasen, og fremtidig driftsfase.
- Analysene omhandler ikke vurderinger knyttet til SHA/HMS-forhold for entreprenør i anleggsfasen eller driftspersonell under drifts- og vedlikeholds operasjoner i fremtidig anlegg.
- Analysen tar utgangspunkt i den foreliggende informasjon som fremkommer av planprogrammet på analysetidspunktet og de momenter som har kommet frem gjennom analysেমøter datert henholdsvis 04.11.2015 (Søgne øst – Mandal øst) og 22.09.2016 (Kristiansand vest – Søgne øst).
- Analysene omfatter risikostyringsmålene; personsikkerhet, ytre miljø/natur og materielle verdier.

- ROS-analysene omhandler mulige uønskede enkelthendelser, ikke sammenfallende hendelser og kaskade-effekter som kan oppstå på bakgrunn av disse.
- De vurderinger som er gjort av identifiserte risikoforhold og aktuelle tiltak forutsettes fulgt opp i videre plan- og prosjektfaser.

1.5 Forkortelser og definisjoner

ALARP	As Low As Reasonably Practicable – prinsipp for risikostyring . Risikonivået vurderes som så lavt som praktisk mulig.
AMK	Akuttmedisinsk kommunikasjonsentral
DSB	Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap
HMS	Helse, miljø og sikkerhet
NGU	Norges geologiske undersøkelse
NVE	Norges Vassdrags- og energidirektorat
ROS	Risiko- og sårbarhetsanalyse
SHA	Sikkerhet, helse og arbeidsmiljø
Svv	Statens vegvesen
TEK 10	Byggteknisk forskrift
VA	Vann- og avløp
YM	Ytre miljø
ÅDT	Årsdøgnstrafikk

2 Metode

2.1 Metodikk

Metodikken som har blitt benyttet i for begge ROS-analysene er i henhold til NS 5814 Krav til risikovurderinger (2) og Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap sin temaveileder Samfunnssikkerhet i arealplanlegging (3). Prosessen for gjennomføring av ROS-analysen har foregått i følgende trinn:

1. Beskrivelse av analyseobjekt
2. Identifikasjon av farekilder og uønskede hendelser
3. Vurdering av konsekvenser av uønskede hendelser
4. Vurdering av sannsynlighet av uønskede hendelser
5. Risikoevaluering og identifikasjon av mulige tiltak
6. Oppfølging og rapportering

2.2 Risikosamlinger

2.2.1 Risikosamling Søgne øst – Mandal øst 04.11.2015

ROS-analysen for parsellen Søgne øst – Mandal øst ble gjennomført i løpet høsten/vinteren 2015-2016, når Statens vegvesen Region Sør var prosjekteier. Det ble gjennomført et analyse møte ved Statens vegvesen Region Sør sine kontorer i Kristiansand den 4. november 2015.

Akseptkriterier og risikomatriser ble presentert, og det ble gjennomgått en egen sjekkliste for ROS. Denne sjekklisten er basert på sjekkliste ROS fra Stavanger kommune. Videre ble fare og mulig risiko som kan oppstå i forbindelse med gjennomføring av tiltaket diskutert, og et kvalitativt utvalg av uønskede hendelser drøftet. En oversikt over deltakere på analysen møtet er presentert i tabell 1. Rapport fra samlingen ble utarbeidet av Sweco i etterkant av møtet.

Tabell 2: Oversikt over deltakere på analyse møte for Søgne øst – Mandal øst 04.11.2015.

Navn	Funksjon	Firma
Jon Terje Eikeland	Planleggingsleder	Statens Vegvesen Region Sør
Ragnar Hellerslien	Prosjekteringsleder	Statens Vegvesen Region Sør
Inge Grosås	Geotekniker	Statens Vegvesen Region Sør
Christiane Brandvoll	Biolog	Statens Vegvesen Region Sør
Jone Strømsvåg	Geolog	Statens Vegvesen Region Sør
Håkon Nordgaard	Planlegger	Statens Vegvesen Region Sør
Terje Pedersen	Lensmann Søgne og Songdalen	Politiet
Yngve Årøy	Fylkesberedskapssjef	Fylkesmannen Vest Agder
Marianne Bøe	Møteleder og referent	Sweco Norge AS
Gunnar Sandvik	Fagansvarlig YM og ROS	Sweco Norge AS
Karl-Arne Hollingsholm	Oppdragsleder	Sweco Norge AS
Bjørn Hammer	Fagansvarlig konstruksjon	Sweco Norge AS

2.2.2 Risikosamling Kristiansand vest – Søgne øst 22.09.2016

ROS-analysen for parsellen Kristiansand vest - Søgne øst ble gjennomført i september 2016, med Nye Veier AS som prosjekteier. Det ble gjennomført et analyse møte ved Rambøll sitt kontor i Kristiansand den 22. september 2016.

Akseptkriterier og risikomatriser ble presentert, og det ble gjennomgått en egen sjekkliste for ROS. Denne sjekklisten er basert på sjekkliste ROS fra Kristiansand kommune. Videre ble fare og mulig risiko som kan oppstå i forbindelse med gjennomføring av tiltaket diskutert, og et kvalitativt utvalg av uønskede hendelser drøftet. En oversikt over deltakere på analysen møtet er presentert i tabell 2. Rapport fra samlingen ble utarbeidet av Rambølls avdeling Risk Management i etterkant av møtet.

Tabell 3: Oversikt over deltakere på analyse møte for Søgne øst – Mandal øst 04.11.2015.

Navn	Funksjon	Firma
Jon Terje Ekeland	Planleggingsleder	Nye Veier AS
Hans Kristian Holmen	Rådgiver, HMSK	Nye Veier AS
Sigurd Paulsen	Beredskapsjef	Kristiansand kommune
Eirik Martens Svensen	Planleder	Kristiansand kommune
Christina Rasmussen	Planlegger	Kristiansand kommune
Robert Tskhovrebov	Ingeniør	Kristiansand kommune
Kay Christian Jørgensen	Arealplanlegger	Songdalen kommune
Yngve Årøy	Fylkesberedskapssjef	Fylkesmannen i Aust- og Vest-Agder
Johnny Flæte	Overbrannmester	Kristiansandregionens brann og redning IKS
Jan Røilid	Brannsjef	Kristiansandregionens brann og redning IKS
Yngvar Aas	Trafikkoordinator	Politiet
Cecilia Susanne Orosz	Prosjektleder	Rambøll
Arild Vestbø	Prosjekteringsleder/ Fagansvarlig Veg	Rambøll
Randi Aune-Steinacher	Fagansvarlig Plan	Rambøll
Per Kristian Røhr	Fagansvarlig Miljø	Rambøll
Alexander Ekren	Fagansvarlig ROS	Rambøll
Signe Oma Engevik	Medarbeider, ROS	Rambøll

2.3 Akseptkriterier

Risiko vurderes som en funksjon av sannsynlighet og konsekvens. For alle identifiserte uønskede hendelser settes en sannsynlighet og en konsekvens iht. til kategoriene i tabell 4 og tabell 5 presentert i kapittel 2.5. Det er utarbeidet egne risikomatriser for hvert av risikostyringsmålene i tabellene 4 og 5, som benyttes i denne analysen. Disse har tatt utgangspunkt i risikomatrise fra Nye Veiers prosedyre for risikostyring (4), men er tilpasset de respektive risikostyringsmålene.

Risikomatrissene er delt inn i 3 risikoområder, som også beskriver akseptkriterier for hvordan tiltak skal vurderes.

	Risiko er akseptabel, men finnes det enkle forbedringer som reduserer risiko ytterligere så gjennomføres disse.
	Risiko er ikke akseptabel. Risikoreduserende tiltak bør vurderes ut ifra ALARP-prinsippet.
	Risiko er ikke akseptabel og man kan ikke fortsette aktivitet/avdekket forhold uten å gjennomføre tiltak.

2.4 Risikomatrise

Sannsynlighet	Svært sannsynlig	5					
	Meget sannsynlig	4					
	Sannsynlig	3					
	Mindre sannsynlig	2					
	Lite sannsynlig	1					
			1	2	3	4	5
			Ubetydelig	Liten	Middels	Alvorlig	Kritisk
			Konsekvenser				

Figur 3: Risikomatrise.

2.5 Vurdering av sannsynlighet og konsekvens

Vurdering av konsekvenser og sannsynlighet for identifiserte uønskede hendelser gjøres i henhold til følgende fastsatte skala med beskrivelser:

Tabell 4: Kategorisering av konsekvenser.

Konsekvens	Nivå	Personikkerhet (PS)	Ytre miljø/ natur (YM)	Materielle verdier (MV)
Kritisk	5	Dødsfall. Flere døde eller alvorlig skadde med varige mén	Store miljøskader, varige eller tar flere år å lege	Kostnad/ tap på over 100 mill. NOK
Alvorlig	4	En eller flere alvorlig skadde med fare for varige mén	Alvorlig miljøskade med store utslipp	Kostnad/tap mellom 20 – 100 mill NOK
Middels	3	Personskade, en eller flere skadde. Sykefravær over 4 uker	Utslipp og skade på ytre miljø.	Kostnad/tap på 5 – 20 mill. NOK
Liten	2	Mindre skade. Medisinsk behandling med opptil 14 dager sykemelding	Mindre utslipp med begrenset miljøskade. Ingen varig skade	Kostnad/tap på 1 – 5 mill. NOK
Ubetydelig	1	Ubetydelig skade på en person.	Ubetydelig utslipp. Liten/ingen miljøskade	Kostnad/tap på under 1 mill. NOK

Tabell 5: Kategorisering av sannsynlighet.

Sannsynlighet	Nivå	Beskrivelse av sannsynlighet	
		Prosjekt	Drift
Svært sannsynlig	5	Vil skje ukentlig	Oftere enn 1 gang pr. år
Meget sannsynlig	4	Vil skje flere ganger	1 gang pr. 1 – 10 år
Sannsynlig	3	Vil skje en gang	1 gang pr. 10 – 100 år
Mindre sannsynlig	2	Har hørt om, men vil antakelig ikke skje	Mer enn 100 år mellom hver gang det skjer
Lite sannsynlig	1	Aldri hørt om, vil neppe skje	Tilnærmet utenkelig, aldri hørt om liknende hendelser

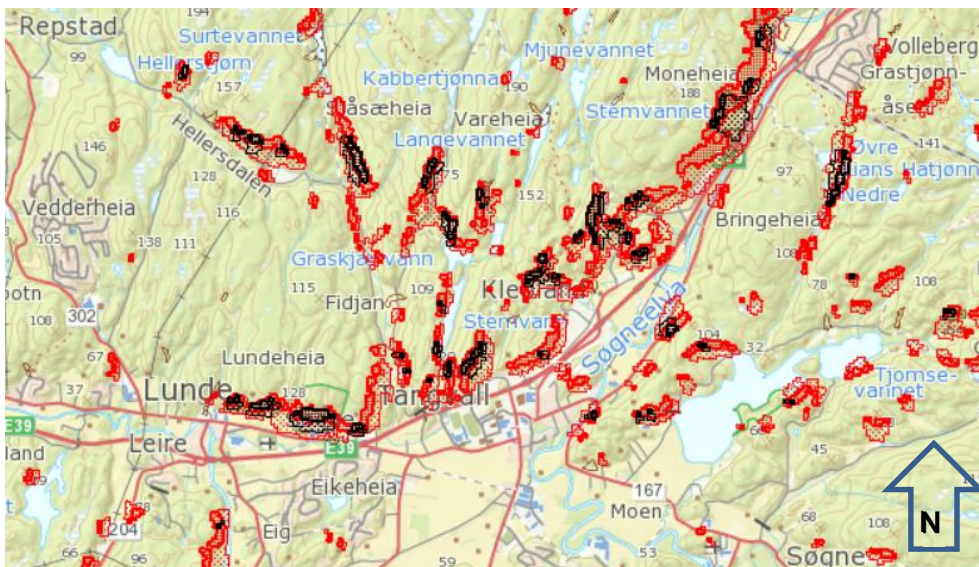
3 Fareidentifisering

3.1 Vurdering av aktuelle farer

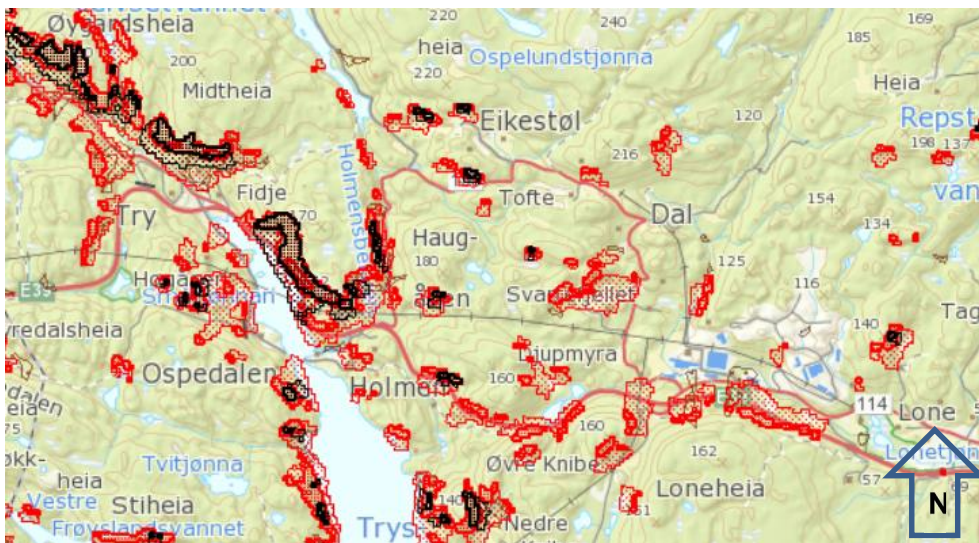
3.1.1 Naturgitte forhold

3.1.1.1 Snøskred, steinsprang og isras

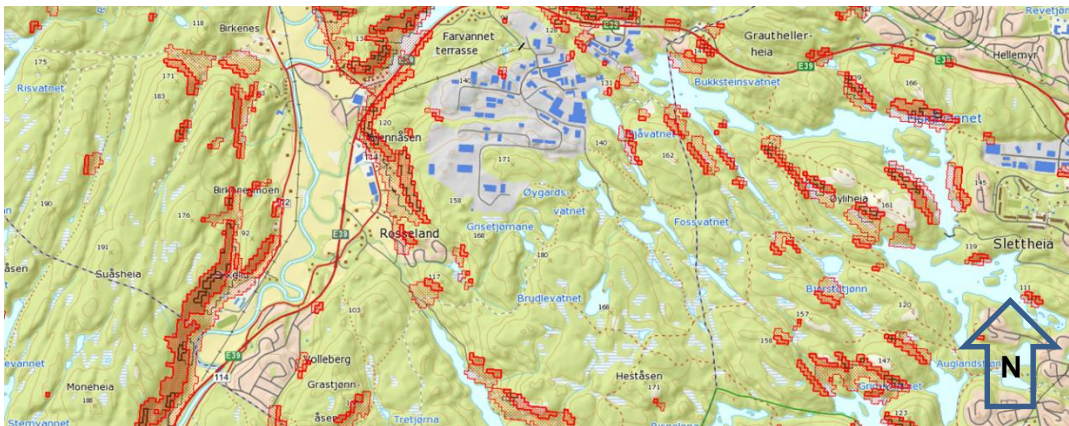
Flere deler av planområdene er utsatt for snøskred og steinsprang. Videre er også isras fra skjæring, skrenter og tunnelpåhugg vurdert som en aktuell risiko. For parsellen Søgne øst – Mandal øst er det spesielt områdene ved Klepland/Monan og på østsiden av Trysfjorden hvor det er registrert aktsomhetsområder for skredfare i de nasjonale databasene. For parsellen Kristiansand vest – Søgne øst er det registrert skredfare ved områdene der det skal etableres tunnelpåhugg, mellom Bukksteinsvannet og Mjåvann, ved Rosseland samt syd for Volleberg, og mellom Lohneliet og Trysfjorden.



Figur 4: Skredfare i østre del av planområdet for parsellen Søgne øst – Mandal øst. Fare for snøskred i rødt og fare for steinsprang i sort.



Figur 5: Skredfare i vestre del av planområdet for parsellen Søgne øst – Mandal øst. Fare for snøskred i rødt og fare for steinsprang i sort.



Figur 6: Skredfare i vestre del av planområdet for parsellen Søgne øst – Mandal øst. Fare for snøskred i rødt og fare for steinsprang i sort.

Det er også spredt fare for jordskred flere steder området. I hovedsak er registrerte skredhendelser i planområdet knyttet til eksisterende E39. Likevel går ny planlagt trasé for E39 gjennom flere aktsomhetsområder for skred, og det blir nødvendig med opparbeiding av flere høye nye skjæringer for å drive vegen frem. Store deler av planområdet er preget av bratt terreng. Skredhendelser fører som regel til skade på materielle verdier, men kan også utgjøre skade på naturmiljøet og i verste fall volde alvorlig skade i forhold til menneskers liv og helse.

Ettersom aktsomhetskartene i de nasjonale databasene bare er teoretiske beregninger bør det gjøres ytterligere vurderinger av personer med geologisk kompetanse før anleggsstart i områder der det er konsentrert og overlappende registrert fare/aktsomhet for de ulike skredtypene. Det er gjennomført egne ingeniørgeologiske befaringer som har vurdert skredrisiko på detaljerte steder både for drifts- og anleggsfasen.

Anleggsfasen (A1)

Rasfaren i anleggsfasen vil sannsynligvis ikke angå tredjepart, da eksisterende E39 vil opprettholdes så lenge byggingen pågår. Det kan allikevel være steder på strekningen der tredjepart kan være utsatt for ras- og steinsprang. Eksempelvis dersom personer enten tilsiktet eller utilsiktet befinner seg innenfor anleggsområdet.

Det nye veganlegget vil ikke åpne for allmenn trafikk før det står ferdig. Rasfare for arbeidstakere i anleggsfasen bør inngå i vurderingene for SHA-planen for prosjektet.

Driftsfasen (D1)

Faren for ras/skred vil i driftsfasen være spesielt tilknyttet tunnel hvor tunnelpåhuggene går inn i bratte skrenter eller vil få forskjæringer, dette gjelder begge parseller. Ved tunnelpåhuggene kan det være fare for steinsprang og isras fra naturlig terreng, utglidninger av berg fra sprengte skjæringer og/eller utglidninger av løsmasser fra bratte partier.

Krav til ras - og skredsikring iht. gjeldene regelverk i prosjekterings- og i utførelsesfasen av tunneler og veger etc., skal hindre at nye veg- og tunnelstrekninger skal utsettes for ras og skred. Eventuelle farer og potensielle uønskede hendelser kan også skje som følge av menneskelig svikt i prosjekterings- og i anleggsfasen. Dårlig og manglende vedlikehold av sikringsopplegget kan også være en faktor knyttet til skred- og rasfare.

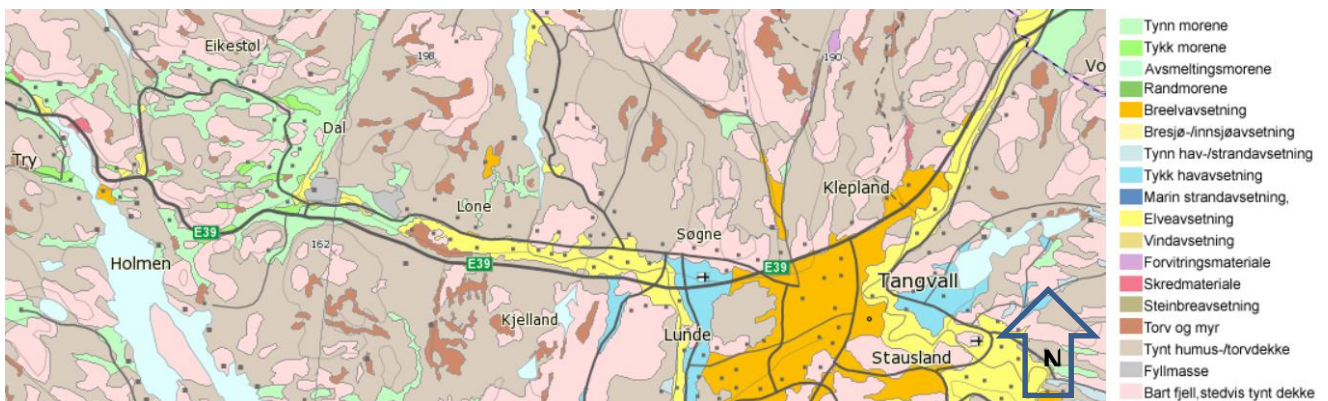
Anbefalte avbøtende tiltak

De vanligste tiltakene mot snøskred er snøskjermer på toppen av fjellsiden for å redusere transporten av fokksnø ut i løsneområdet. I tillegg gjøres ofte støtteforbygninger i løsneområdet for å forankre snødekket. Det kan også være aktuelt med bremse-, lede-, eller fangvoller i utløpsområder for skred. De vanligste tiltakene mot jord og- steinskred er bruk av armering, bolting, nett eller geotekstiler. Tiltak mot jordskred er ofte beplantning eller motfylling i skråningsfot. Sikringstiltak i utløpsområder uavhengig av typen skredfare, er vanligvis terrengtiltak som har til hensikt å lede skredmasser utenom områder med skadepotensiale.

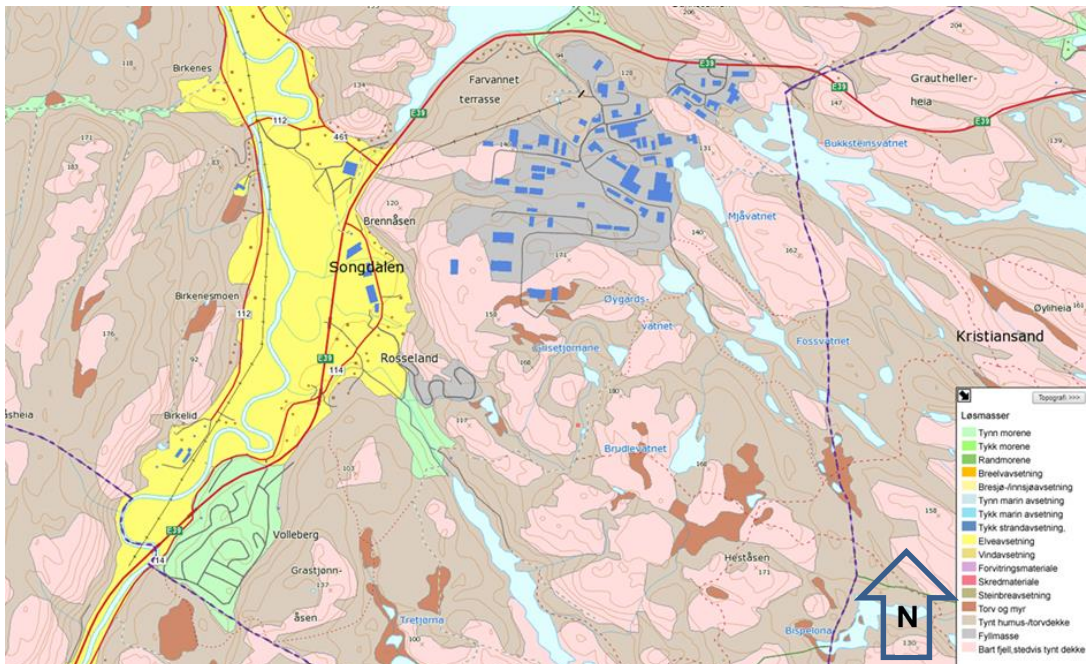
Sikringstiltak mot snøskred, isfall og steinsprang eller steinras må følges opp av personell med geologisk/geoteknisk kompetanse før igangsetting og underveis i anleggsperioden. Det vises også til fagrapportene for geoteknikk og geologi ifm. planarbeidet.

3.1.1.2 Grunnforhold

Mesteparten av trasé for ny E39 i planområdet vil anlegges over tynt humus – torvdekke og ellers stedvis tynt dekke over bart fjell. Planlagt trasé går også stedvis over områder med torv og myr. I noen tilfeller krysser planlagt trasé arealer med skredmateriale, breelavsetninger og elveavsetninger.



Figur 7: Utsnitt fra løsmassekart, oversikt for parsellen Søgne øst – Mandal øst.



Figur 8: Utsnitt fra løsmassekart, oversikt for parsellen Kristiansand vest – Søgne øst.

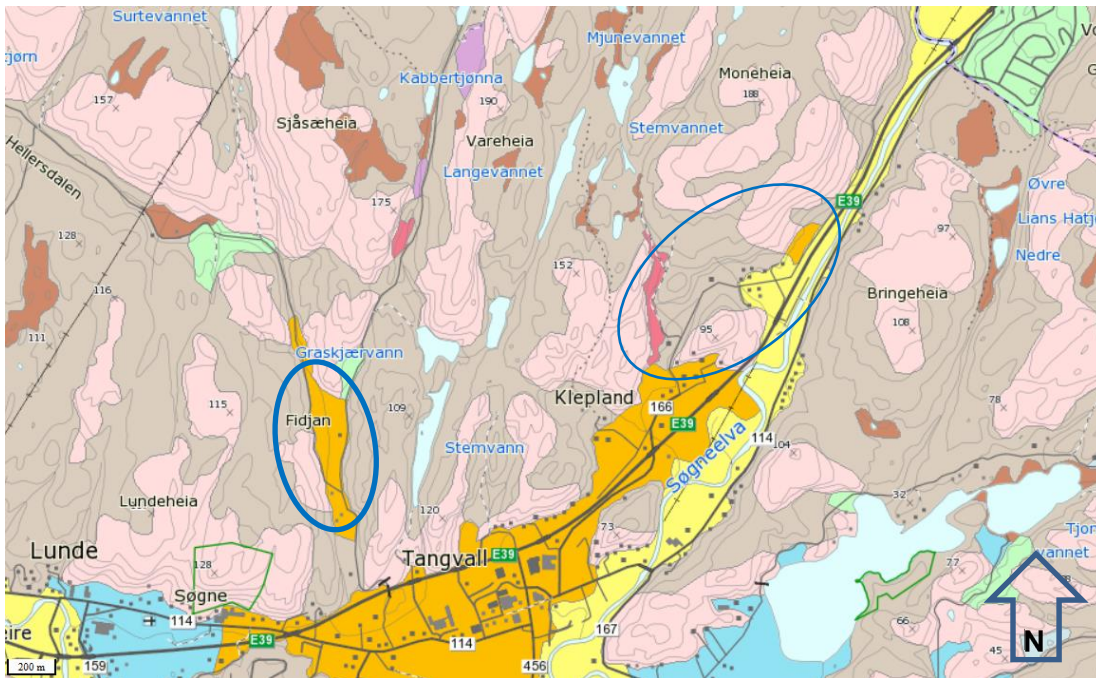
Anleggsfasen (A2, A6, A12)

I parsellen Søgne øst – Mandal øst er det potensiale for ustabil grunn ved Monan/Klepland. Tidligere fagundersøkelser fra planarbeidet eller som er gjort i området viser potensiale for kvikkleire langs Søgneelva sør for Monan. Mer informasjon om kvikkleireforholdene på denne strekningen er beskrevet i egen rapport med geotekniske vurderinger for reguleringsplan for området og sør for Monan.

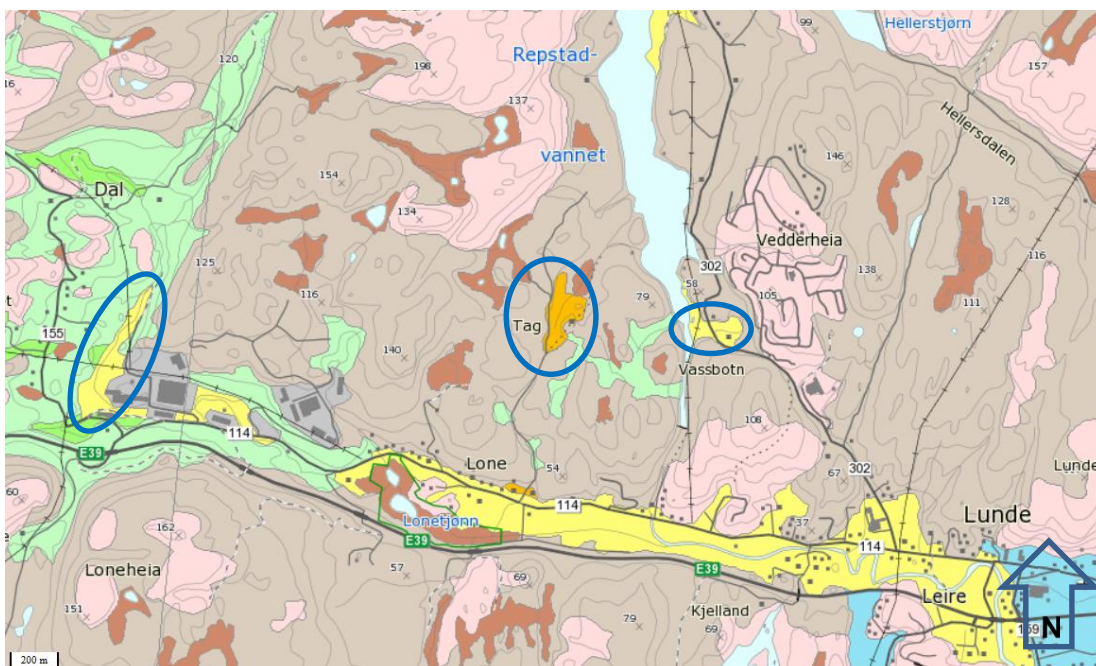
Det er også gjennomført geotekniske vurderinger for planområdet til parsellen Kristiansand vest – Søgne øst. Det er ikke registrert kvikkleire på denne delen av strekningen. Avhengig av tykkelsen på sjiktene bør man ha aktsom planlegging i arealer med elveavsetninger, breeilavsetninger og der det er registrert skredmateriale. Dette fordi disse feltene erfaringsmessig har noe økt potensiale for ustabil grunn enn de omkringliggende arealer. En oversikt over hvor i planområdet dette er mest aktuelt er vist i figurene 9 og 10.

I parsellen Kristiansand vest – Søgne øst er det aktuelt med masseutfyllinger i vann- og myrområder noe som medfører risiko for utglidninger. Konsekvensene rundt dette vil kunne føre til personskader på de som oppholder seg i anleggsområdet om det inntreffer, materielle skader samt mindre lokale miljøskader. Det vil være viktig å implementere tiltak for å unngå dette i anleggsfasen.

Det er generelt for begge parsellene i områder der det skal etableres tunneler svakhetssoner i berg som kan medføre utrasing av steinblokker. For parsell Søgne øst – Mandal øst gjelder dette spesielt ved Lindelia tunnelen. Det er også registrert svakhetssoner i berg på øvrige deler av strekningen, og det bør gjennomføres ytterligere vurderinger av dette under detaljplanlegging av tunneler.



Figur 9: Utsnitt fra NGU løsmassekart, øst i planområdet. Ved Monan/Klepland og Fidjan er det langs planlagt trasé for ny E39 i blått innsirklet områder med breelevsetning (oransje felt), elveavsetning (gult felt) og skredmateriale (rødt felt).



Figur 10: Utsnitt fra NGU løsmassekart. Ved området for planlagt tunnelpåhugg ved Vedderheia, ved Tag og ved næringsområdet på Lohnelien er det langs planlagt trasé for ny E39 i blått innsirklet områder med breelevsetning (oransje felt) og elveavsetning (gule felt).

Driftsfasen (D2)

Det er gjennomført grunnundersøkelser og geotekniske vurderinger i forbindelse med plan- og prosjekteringsarbeidene. Så lenge potensialet for ustabil grunn på de påpekte stedene blir hensyntatt i planleggingsfasen og anleggsfasen vil ikke dette anlegget ha større potensiale for at uønskede hendelser oppstår i driftsfasen enn det som normalt aksepteres for lignende

anlegg ellers i landet. Forhold tilknyttet svakhetssoner i berg og tunneler omfatter også driftsfase, en hendelse i trafikkert tunnel vil kunne medføre alvorlige konsekvenser. Det er viktig at personell med geoteknisk kompetanse kommer med sine anbefalinger før anleggsstart og de anbefalte avbøtende tiltak blir etterfulgt.

Anbefalte avbøtende tiltak

For å oppnå tilstrekkelig sikkerhet mot ustabil grunn er det nødvendig å identifisere arealer der det er behov for etablering av motfyllinger og hvor det vil være behov for masseutskifting. I tillegg lokalspesifikke valg av løsninger for fundamentering i enkelte områder langs anlegget, for å oppnå en tilstrekkelig sikkerhet mot ustabil grunn. Dette vil spesielt gjelde områdene der det skal anlegges bru, kulvert eller store konstruksjoner ellers.

Det forutsettes at forslag til tiltak som er identifisert gjennom de geotekniske vurderingene ved plan- og prosjekteringsarbeidet, blir implementert.

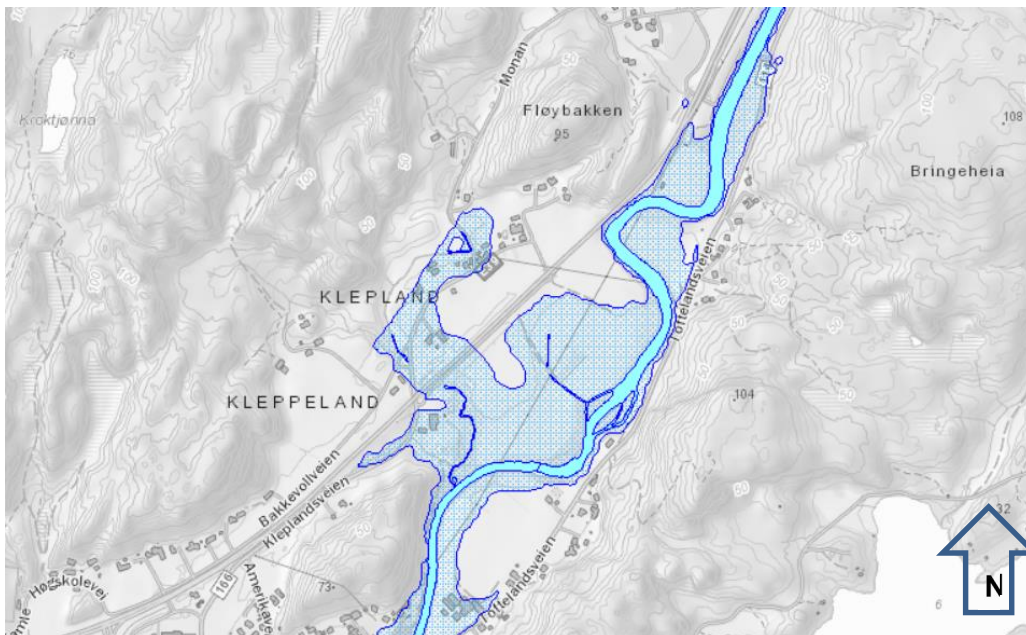
Det bør også gjennomføres vurderinger av svakhetssoner og risiko i forbindelse med detaljplanlegging av tunneler.

3.1.1.3 Flom i elv og innsjø

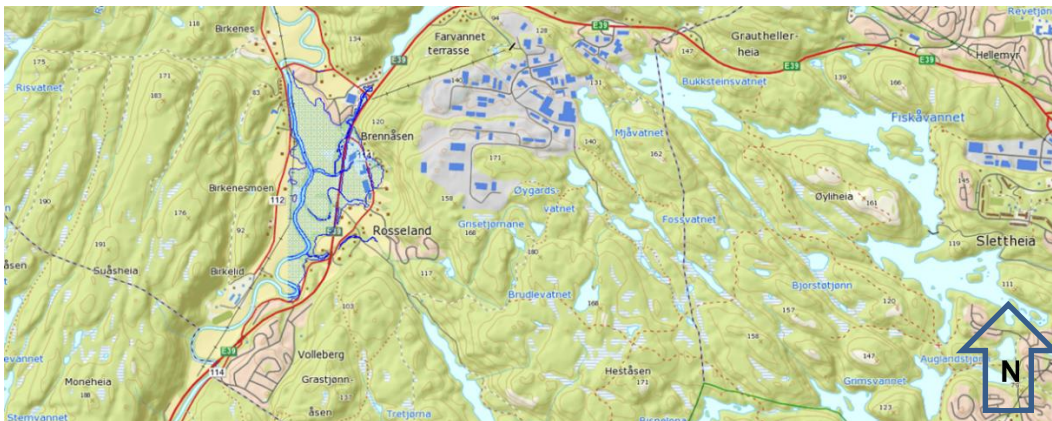
Både planlagt ny og eksisterende strekning krysser flere elver, bekkevassdrag og innsjøer. Flom i disse kan medføre risiko både i anleggs- og driftsfasen gjennom skader på personer (i ekstreme situasjoner), miljøskader og materielle skader. Ny vei vil krysse vassdrag enten gjennom bruer eller utfyllinger. Beregninger gjort av NVE viser at for parsellen Søgne øst – Mandal øst vil området like sør for Monan ha potensiale for å bli berørt av flom fra Søgneelva.

For parsellen Kristiansand vest – Søgne øst vil flom i Songdalselva lenger nord ved Rosseland kunne berøre eksisterende E39 og gi reduserte adkomstmuligheter til anleggsområdet under anleggsfasen.

Figurene under viser beregnet 200-års-flom for dagens terrenget i de aktuelle områdene.



Figur 11: NVE sin beregning av 200-års flom i Søgneelva ved Klepland/Monan.



Figur 12: NVE sin beregning av 200-års flom i Songdalselva/Rossevannsbekken ved Rosseland.

Videre vurderes det også at løsninger for drenering og håndtering av overvann kan skape flomsituasjoner i lavtliggende områder.

Anleggsfasen (A5, A7, A13)

Flom fra Søgneelva ved Klepland/Monan kan påvirke anleggsfasen i prosjektet for parsellen Søgne øst – Mandal øst. Dette gjelder i hovedsak tiltak i forbindelse med påkobling mellom nytt og gammelt veganlegg.

Flom i Songdalselva/Rossevannsbekken over 200-års flom nivå vil kunne føre til redusert fremkommelighet på dagens E39, dette vil også kunne påvirke adkomstmuligheter til og fra anleggsområdet for parsellen Kristiansand vest – Søgne øst via Rosseland og Tyskerveien.

Driftsfasen (D3, D4, D12)

Der vei vil krysse mindre bekker og vassdrag over fyllinger eller mindre bruløsninger vil tette eller underdimensjonerte kulverter kunne føre til flom på tilstøtende veianlegg.

Drenering og løsninger for håndtering av overvann kan føre til oppsamling av større vannmengder eller flom. Dette kan påvirke fremkommelighet på vei, men også medføre større avrenning fra vegareal til resipient. I tillegg kan bygging av veg gjennom myrområder føre til at dreneringseffekten fra myrene blir borte og potensielt forskyve overvannets bevegelser i området.

Avbøtende tiltak

Ved regulering av nye veianlegg, slik som det foreliggende planarbeidet, er det mest vanlig å dimensjonere anlegget for 200-års flom (Tek 10) som grunnlag for høydekoter for ny eller endret vegbane. Ofte benyttes beregnet 200-års flom + 0,5m. Tiltak sør for ny E39 ved Monan er enda ikke fullt ut planlagt. Det kan komme tiltak ifm. sammenkobling av gammelt og nytt veganlegg i dette området.

Behovet for drenering og evt. fordrøyning, inkludert prosjektering av grøfter, stikkrenner og system ellers for fremtidig håndtering overflatevann vurderes i forbindelse med prosjekteringen av anlegget. Også eventuelt behov for utslippstillatelser for overvann fra veg bør vurderes i forbindelse med prosjekteringen og valg av løsninger for dette må være på plass før anleggsstart. Teknisk plan for VA vil følge byggeplanene for prosjektet.

3.1.1.4 Radon

Både anleggsfasen og driftsfasen

I utgangspunktet er ikke radon et spesielt faremoment i dette tilfellet, da tiltaket som planlegges er et veganlegg, ikke byggverk/anlegg for varig opphold. Likevel er arbeidsplasser i bergrom og tunneler eksempler på arbeidsplasser som kan ha spesielle utfordringer med radon i forbindelse med utarbeidingen av anleggene. Grunnen til dette er at bearbeiding av masser og tilsig av grunnvann i anleggsperioden lettere vil frigjøre radongass.

Ved både driving av tunneler i anleggsfasen og ved varige perioder med vedlikeholdsarbeid i driftsfasen, bør det som del av prosjekteringen vurderes sannsynligheten for radoneksponering av ansatte gjennom byggeprosjektet.

Et måleprogram bør utarbeides i forkant sammen med beslutninger rundt avbøtende tiltak, som f.eks. dimensjonering av ventilasjon o.l. Dette tas ikke med videre i ROS-analysen, men forutsettes vurdert videre i SHA-planen for prosjektet.

3.1.1.5 Skog- og lyngbrann

Ny E39 vil for det meste bli liggende lengre borte fra eksisterende bebyggelse, enn dagens E39. Dagens E39, vil bli liggende som tilkomst til eksisterende bebyggelse i planområdet, og ny E39 er planlagt å tjene som gjennomfartsåre med høy fart og få avkjøringspunkter. Det foreligger ingen planer om fortetting av bebyggelse mot ny E39.

Anleggsfasen (A3)

Planlagt vei vil gå gjennom eksisterende skog/utmark. Anleggsvirksomhet kan medføre noe økt risiko for skogbrann under tørkeperioder i nærliggende terreng. Skog- og lyngbrann kan spre seg mot boligområder dersom vindretninger legger til rette for det og føre til skader på personer, miljø og materielle verdier.

Driftsfase

Bygging av ny E39 bygger i utgangspunktet ikke inn større risiko for at brann i planområdet skal kunne påvirke bebyggelse enn situasjonen er i dag. Etter utbygging av ny E39 vil nødetatenes responstid trolig endre seg i positiv grad i forhold til i dag. Hendelser tilknyttet skog- og lyngbrann i anleggsfasen er ikke vurdert videre.

Anbefalte avbøtende tiltak:

Under anleggsfasen bør det i perioder hvor det advares mot særlig høy brannfare i utmarksområder vurderes av entreprenør behov for ekstra sikringstiltak som kan redusere sannsynligheten for brann.

Det anbefales videre at det utarbeides reviderte beredskapsplaner i samarbeid med berørte kommuner og nødetater i forbindelse med ny E39.

3.1.1.6 Terrengformasjoner

Det er flere bratte skråninger i planområdet (aktsomhetsområder snøskred/steinsprang), bl.a. der det skal etableres påhugg for tunnel. Det vil også bli enkelte høye skjæringer gjennom hele området. Endringer i terrenget kan medføre risiko for at personer eller vilt faller og skader seg dersom disse ligger skjult i terrenget og tilgjengelig for ferdsel. Konsekvenser av fall vil være personskader.

Anleggsfase (A4)

Endringer i terrenget kan være kamuflert av øvrig terreng og skog, dette medfører at stup og bratte skjæringer kan komme overaskende på personer og dyr og man kan falle ned skrenter. Spesielt i forbindelse med etablering av tunnelpåhugg og støyvoller/miljøtunnel ved Volleberg kan dette medføre risiko. Her vil anleggsområdet ligge nært eksisterende boligområde, og barn/unge kan oppholde seg nært anlegget.

Driftsfase

Ny strekning vil i hovedsak ikke gå nært boligområder, og sikres med gjerder. Vurderes som ikke aktuelt videre for driftsfasen.

Anbefalte avbøtende tiltak

Statens vegvesen og Vegdirektoratet sine håndbøker og veiledere dekker vurderinger som må gjøres i forbindelse med sikring av nye skjæringer som oppstår. Det utarbeides egne fagrapporter for temaene geologi og geoteknikk i forbindelse med planarbeidet. For mer informasjon om vurderinger av sikring og avbøtende tiltak ellers, vises det til disse. Normalt sikres anleggsområder der det er fallrisiko eksempelvis med gjerder o.l.

3.1.2 Infrastruktur og trafikk

3.1.2.1 Trafikkulykker

Dagens E39 er ulykkesbelastet. Siden 1977 er det registrert over 200 trafikkulykker på denne strekningen og det vurderes at ny E39 vil bidra til å redusere ulykkesbelastningen på dagens strekning. Risikoanalysen har fokusert på vurdering av mulige hendelser og økt risiko som følge av etablering av ny vei. Ny E39 vil i hovedsak gå gjennom et område bestående av ubrukt mark og skoglandskap. Dette er et populært turområde for store deler av befolkningen i Kristiansand og Songdalen. Hendelser i anleggsfasen omfatter potensielle konflikter mellom anleggstrafikk og brukere av naturområder.

Etablering av motorvei med økte fartsgrenser kan føre til at uønskede hendelser får alvorlige konsekvenser for personsikkerhet, og føre til skader på natur og materielle verdier.

Tungtrafikk som kommer fra utlandet med båt og skal videre sydvestover kan være spesielt sårbare for ekstreme vær-situasjoner, eksempelvis pga. glatt føre og manglende erfaring.

Planområdet vil være siste strekke med mulighet for å stanse tunge kjøretøy før stigninger på videre kjøreveier medfører risiko for farlige trafikksituasjoner under glatte- og/eller vanskelige kjøreforhold.

Anleggsfasen (A14)

Anleggsveier vil gå gjennom områder som er mye brukt til friluftsliv, spesielt områdene mellom E39 og Kristiansand. Anleggstrafikk kan komme i konflikt med myke trafikanter som ferdes i området. Deler av området har anleggsveier med kurvaturer som gir mindre sikt samtidig med vegetasjon, som kan gjøre det vanskelig å oppdage personer i veibane. Det kan også være villtkrysninger av anleggsveier. Ved Rosseland vil det være aktuelt å frakte maskiner og utstyr inn til anleggsområdet.

Driftsfase (D8, D9, D10)

Ved etablering av firefelts motorvei med fartsgrense 110 km/t vil hendelser som medfører størst risiko for trafikkulykker omfatte kollisjoner ved stans på motorvei, eller kjøretøy som kommer ut i motsatt kjørefelt.

Videre er det også vurdert konsekvenser ved snøvær og/eller glatte utfordrende kjøreforhold. Utenlandske tunge kjøretøy som kommer fra Kristiansand havn og skal videre vestover kan møte utfordrende kjøreforhold når de kommer videre ut fra planområdet, selv om det er gode kjøreforhold på denne delen av strekningen.

Anbefalte avbøtende tiltak:

Det bør stilles krav til at entreprenør gjennomfører detaljerte risikovurderinger for anleggstrafikk, som omfatter bl.a. vurderinger av viltkryssinger, oversiktsforhold ved områder hvor stier o.l. krysser anleggsvei (vegetasjon/kurvatur), krav til fartsgrenser på/til/fra anleggsområdet.

Videre bør det gjennomføres vurderinger av aktuelle trafiksikkerhetstiltak i detaljplanleggingen. Plassering av havarilommer og vegbredde som muliggjør stans utenfor vegbane bør vurderes. Det bør også tas sikte på å unngå uheldige løsninger for av- og påkjøringsramper og kryssløsninger. Eksempelvis tilstrebe å unngå løsninger der man må kjøre mot kjøretøret ved atkomst til motorveg gjennom påkjøringsramper.

Det bør også legges til rette for å kunne advare kjøretøy på et tidlig tidspunkt før de kjører videre inn på strekninger med vanskelige kjøreforhold, slik at man eksempelvis unngår kø som følge av tungtransport som ikke er skodd for kjøreforhold o.l.

3.1.2.2 Ulykker med transport av farlig gods

Risikoen for uønsket hendelse med farlig gods vil i hovedsak gjelde i de planlagte tunnelene, ved det sårbare naturmiljøet ved Døle bru, samt ved kryssing over fjorder og vassdragsområder, da spesielt i forbindelse med Rossevann – som er en av to drikkevannskilder for Kristiansand kommune. Drikkevannskilden Rossevann eies av Kristiansand kommune. Til daglig får ca. 45.000 mennesker sitt drikkevann herfra. I situasjoner der Tronstadvann er ute av drift, kan Rossevann forsyne også deler av Søgne og Songdalen, til sammen ca. 100 000 mennesker, og er derfor også en viktig beredskapskilde.

Uønsket hendelse med transport av farlig gods som kan skade naturmiljøet (olje, kjemikalier, sprengstoff, etc.) kan bli alvorlig. Estimert tungtrafikkandel langs dagens E39 på det aktuelle strekket er 14-16%. Det er ikke kjent hva type gods som blir fraktet, men på dagens E39 gjennom planområdet er det hos DSB beregnet å passere i mellom 120-140 000 tonn farlig gods/m³ årlig (2012-tall).

Hos Statens vegvesen sitt Vegkart Beta står dagens E39 oppført med noe varierende ÅDT gjennom planområdet. For parsellen Søgne øst – Mandal øst er ÅDT ca. 9000 helt vest i planområdet, og 17 000 helt øst i planområdet. ÅDT for parsellen Kristiansand vest – Søgne øst er ca. 17 000 syd for Volleberg og Mjåvann, og ca. 23 500 nordøst i planområdet der man kobler seg på eksisterende E39 (krysset ved Grauthelleren).

Anleggsfasen

Risiko for hendelser tilknyttet i anleggsfasen vurderes som en del av prosjektets SHA-plan.

Driftsfasen (D7, D12, D14, D15)

Utslipp av farlig gods ut i sårbare naturmiljø i planområdet kan i driftsfasen potensielt få alvorlige konsekvenser. For parsellen Søgne øst – Mandal øst er det naturmiljøet ved Døle bru, Trysfjorden og områdets elver/bekkevassdrag (Søgneelva, Kleplandsbekken, Tverråna og Dåsåna) vurdert som særlig sårbare områder.

Ved kryssnings-/påkoblingspunkt mot eksisterende E39 vil alvorlige hendelser som med brann- og eksplosjonsfarlige stoffer medføre at overliggende bru må stenges.

For parsellen Kristiansand vest – Søgne øst er drikkevannskilden Rossevang vurdert som spesielt sårbar. Felles for begge parseller er ulykker med farlig gods i forbindelse med tunneler.

Anbefalte avbøtende tiltak

For alle tunneler lengre enn 500 m har tunneleier ansvar for at det utarbeides en beredskapsplan. Planen skal utarbeides under planlegging av tunnelen i samarbeid med lokale redningsetater. Nærliggende tunneler bør ses i sammenheng når beredskapsplan utarbeides. Vurderingen gjøres sammen med brannvesenet, politiet og AMK.

Det må sikres god drenering langs vegen slik at eventuelle utslipp ikke når de sårbare naturmiljøene i planområdet. Det planlegges lokalt infiltrasjonsanlegg for oppsamling av overvann flere steder i nærheten av de registrerte sårbare naturmiljøene. Ved Tverråna planlegges lokalt infiltrasjonsanlegg for oppsamling av overvann.

Ved Dåsåna planlegges lokalt sedimentasjonsanlegg for håndtering av overvann. Ved Trysfjordbrua blir det infiltrasjon i lokale masser, og det må sikres god grøttefunksjon gjennom under anlegning av vei. Vannmengde i fjorden sikrer rask uttynning av overvannet. Det henvises til eget YM-notat for redegjørelse rundt overvann ved Trysfjorden.

Alt vann fra vasking av tunneler skal føres til egne naturbaserte rensbasseng eller innendørs rensbasseng for tunnelvaskevann før utløp i vassdrag. Det etableres et eget overvåkingssystem for sårbare vassdragsområder. Dette er nærmere beskrevet i prosjektets YM-plan.

Det bør gjøres vurderinger rundt evt. behov for forsterkninger under bro / såle ved kryssingspunktene over eksisterende veg, for å øke tåleevnen dersom det skulle oppstå uønskede hendelser med sprengningsfare.

I forbindelse med drikkevannskilden på Rossevang er det foreslått løsninger som omfatter leding av overvann og tunnelvaskevann ut fra nedbørsfeltet til Rossevang og videre mot Monan. Tiltak i forbindelse med drenering og overvann er videre detaljert beskrevet i egne VA-notat.

Videre vurderes det egne løsninger for bru over Rossevang med sikte på å unngå forurensning av drikkevann, slik som sprutskjermer og betongkanter.

3.1.2.3 *Bruk av transportnettet for myke trafikanter*

Det meste av den nye strekningen vil ikke ha tilbud til myke trafikanter.

Anleggsfasen og driftsfasen (D13)

Risikoen vil i hovedsak gjelde ved planlagt innfartsparkering og buss på parsellen Søgne øst – Mandal øst.

Avbøtende tiltak

Fortau/perrong ved busstopp og innfartsparkering. Det er viktig med gode arealer for parkering og manøvrering som hensyntar potensialet for konflikt med myke trafikanter.

3.1.2.4 *Støy fra vegtrafikk*

Økt fart og generell årlig vekst av trafikkmengder gir også økte prognoser for vegtrafikkstøy. Dagens E39 ligger nærmere boligområder en planlagt ny E39, som i hovedsak vil gå gjennom uberørt mark. Støyforholdene for boligområdene vurderes å bli lavere ettersom mye trafikk ledes bort fra den eksisterende veien.

Anleggsfase

Anleggsfasen vil kunne medføre noe økt støynivå for enkelte områder i perioder. Dette er ikke vurdert videre i analysen.

Driftsfase (D6)

Støy fra ny veg kan potensielt skjemme omkringliggende bebyggelse, men det vurderes at færre boliger totalt vil bli berørt en hva som er tilfelle med dagens situasjon.

Avbøtende tiltak

Det er utarbeidet egne fagrapporter for Støy for de to parsellene, der støydempende tiltak i henhold til T-1442 er angitt.

3.1.2.5 *Bortfall av infrastruktur*

Planarbeidet legger til rette for bygging av nytt veianlegg, og inkluderer nye broer og tunneler. Dette vil etter at det nye anlegget åpner være en del av den kritiske infrastrukturen – det nasjonale stamveinettet. Av samfunnsviktig infrastruktur innen planområdet ellers kan, demningen ved Repstadvannet og drikkevannskilden Rossevann nevnes. I tillegg går Agder Energi sin 110 kV høyspent på tvers (nord-sørgående) av planområdet for parsellen Søgne øst – Mandal øst. Denne vil ikke berøres, da nytt veianlegg planlegges i tunnel under dette området.

Det er også noen mindre kraftlinjer (lavspent); fra Kjelland og opp til Repstad, fra Djupmyra til Nedre Knibe, en nord for Øygardsheia, samt en som går parallelt med dagens E39 langs Søgneelva og nordover mot Volleberg/Rosseland.

Anleggsfasen

Høyspent vil i utgangspunktet ikke bli berørt. Det er potensielt behov for å flytte på master for lavspenlinjen ved utarbeiding av ny E39, spesielt vil dette gjelde ved området for tunnelpåhugg ved Vedderheia og ved næringsområdet på Lohnelien.

Hendelser i anleggsfasen vedrørende drikkevannskilden er vurdert i forbindelse med avsnittene som omfatter ulykker med farlig gods og forurensning under anleggsfasen. Det gjennomføres også en egen risikovurdering i forbindelse med drikkevannskilden og forurensningsrisiko som følge av planlagt tiltak.

Driftsfasen (D5)

Bortfall av el-tjenester i driftsperioden kan føre til at tunneler må stenges.

Hendelser i driftsfasen vedrørende drikkevannskilden er vurdert i forbindelse med avsnittene som omfatter ulykker med farlig gods og forurensning/tilsiktete hendelser.

Anbefalte avbøtende tiltak

Gamle E39 blir liggende og vil kunne fungere som omkjøring ved evt. hendelser på ny E39 gjennom planområdet. Dette utgjør i seg selv en viktig reserveplan / avbøtende tiltak dersom det skulle oppstå uønskede hendelser på ny E39. For tunnelene bør det vurderes å installere nødstrømsaggregat. Nødløsning som gjør at all trafikk kan ledes i en tunnel (et løp) bør også vurderes.

Flytting av el-master må gjøres i samarbeid med linjeeiere.

3.1.3 Virksomheter, omgivelser og forurensning

3.1.3.1 Forurenset grunn fra tidligere bruk

Det vil potensielt foregå graving, masseuttak/utskiftning og andre tiltak i område som er registrert med mistanke om forurenset grunn på Monan for parsellen Søgne øst – Mandal øst. Punktet står oppført i kategorien «Kan brukes med restriksjoner» - gammelt kommunalt deponi.

I tillegg er det knyttet noe usikkerhet til historikken for næringsvirksomheten på Lohnelier og skytebanen ved Mjåvann. Det er vurdert å være potensiale for forurensning fra tidligere virksomhetene på disse to lokalitetene.

For parsellen Kristiansand vest – Søgne øst omfatter temaet dynamittlager ved Øygårdsvannene. Lageret består av containere for oppbevaring – og dette vil bli flyttet før anleggsarbeider starter. Punktet er ikke videre vurdert. Det ligger også en bensinstasjon ved Hellemyr rett nord for planlagt kryss ved Grauthelleren. Det er foreløpig ikke planlagt at denne vil bli berørt, og heller ingen kjente problemstillinger knyttet til denne og grunnforurensning.

Anleggsfasen (A8, A9, A10)

For parsellen Søgne øst – Mandal øst har utbyggingsområdet for planlagte tiltak på Monan og tiltak ifm. påkobling fra sør har i anleggsfasen potensiale for konflikt og spredning av forurensete masser i grunnen.

Driftsfasen

Forurenset grunn i det aktuelle området vil lite trolig bli noe videre påvirket etter at anlegget står ferdig og tas i bruk.

Avbøtende tiltak

Graving, flytting og behandling av forurenset masse skal behandles etter forskrift om begrensning av forurensning. Ved mistanke om grunnforurensning som ved planlagt tiltak på Monan, skal det gjennomføres undersøkelser. Hvis mistanken bekreftes, skal det utarbeides en tiltaksplan for utbyggingen/anleggsområdet som oversendes til kommunen. Tillatelse til å bygge på forurenset grunn gis av kommunen ved at den fremlagte tiltaksplanen godkjennes.

3.1.3.2 Akutt forurensning

Anleggsvirksomhet kan medføre risiko for akutt forurensning i forbindelse med utslipp av kjemikalier, avrenning fra massedeponier o.l. Dette vil i hovedsak medføre utslipp og skade på ytre miljø, men også konsekvenser for personsikkerhet i forbindelse med drikkevann og økonomiske konsekvenser for næringsvirksomheter som eventuelt blir berørt.

Anleggsfasen (A11, A15)

For anleggsvirksomhet vil forholdet være gjeldende på parsellen Kristiansand vest – Søgne øst der det skal etableres fyllinger og bru i forbindelse med Bukksteinvannet. Vannet benyttes som prosessvann for virksomheten Elkem i Kristiansand. Utslipp av sedimenter i vannet vil kunne berøre dette.

Forholdet vil også være gjeldende for parsellen Søgne øst – Mandal øst, i naturmiljøet i områdene ved Døle bru, Trysfjorden og området elver/bekkevassdrag (Søgneelva, Monanbekken, Kleplandsbekken, Tverråna, Dåsåna, bekker ved Havåsen), samt i myrområde (Hanevansheia) sørvest for ny E39 i vestre del av Dyredalen som vil bli benyttet som massedeponi som kan gi miljøskadelig avrenning til Mjåvatn. Det er i tillegg planlagt midlertidig deponi for overskuddsmasser i Fidjan/Hellersdalen og bekken som da renner gjennom deponiområde vil da bli utsatte for forurensning (mineralpartikler og nitrogen fra sprengstoffrester).

Avsetningene langs Søgneelva har potensiale som større grunnvannsressurs. Søgneelven har derfor et potensiale som kilde for drikkevannsforsyning og energibrønner. Vegen krysser Søgneelva på en bru og det er fokus på å minimere inngrep i Søgneelva i en anleggsperiode og i en permanent situasjon

Monanbekken har verdi som akvatisk biologisk mangfold og renner gjennom et område avsatt til riggområde.

Kleplandsbekken har stor verdi som gytebekk for anadrom fisk og bekken har direkte tilførsel til Søgneelva som er sårbar for forurensninger.

Gjennom Lohnelier industriområde renner Dåsåna som drenerer ut i Lohntjønn naturreservat. Lohntjønn naturreservat som ligger kort vei nedstrøms nytt kryssområde ved Lohnelier er allerede belastet med høye tilførsler av vannforurensning og det blir derfor viktig å unngå ytterligere negative konsekvenser av at ny E39 etableres.

Veianlegg vil også medføre arealbeslag ved Havåsen, der 3-4 bekker i området vil dreneres til Dåsåna/Lundeelva og vannkvaliteten i disse bekkene må derfor holdes på et slikt nivå at de ikke bidrar til å forurense disse viktige elvene, som ligger kort vei nedstrøms.

Driftsfasen (D15 og D18)

Aktuelle hendelser vil i hovedsak omfatte forurensning mot drikkevannskilden Rossevang fra deponiområder på parsellen Kristiansand vest – Søgne øst, og utslipp av saltholding vegvann til Søgneelva som er en stor grunnvannsressurs med potensialet som kilde for drikkevannsforsyning og energibrønner. Største faren for forurensning fra veien er knyttet til veisalt og avrenning til grunn og vassdrag. Salt som havner i Søgneelva vil innenfor brønnens tilrenningsområde kunne infiltreres i grunnen og ned i grunnvannsmagasinet. Saltholding vann er tryngre enn ferskvann og vil synke mot dypet i grunnvannsmagasinet og pumpet opp i brønnene med økende uttak. Boreprøver påviser iht. Asplan Viak (ref. notat datert 01.02.2017) at det er salt grunnvann i peilebrønner.

Evt. andre hendelser for akutt forurensning knyttet parsell Søgne Øst- Mandal Øst i driftsfasen er behandlet i kap. 3.1.2.2 Ulykker med transport av farlig gods.(Id D12)

Anbefalte avbøtende tiltak

For anleggsfasen må det etableres siltgardiner for å sikre vannkilden til virksomheten Elkem. Videre opprettes det også et eget overvåkingsprogram og planer for utfyllings- og deponiområder. Ytterligere krav og tiltak for å unngå forurensning fra anleggsvirksomhet og deponiområder er beskrevet i prosjektets YM-plan.

Det er utarbeidet en egen rapport som omfatter drikkevannskilden Rossevang med tilhørende nedslagsfelt (RAP-008 Rossevang Nedslagsfelt). Rapporten redegjør detaljert for aktuelle risikoforhold som vil kunne medføre konsekvenser for drikkevannskilden, og foreslår aktuelle avbøtende tiltak.

De generelle ovennevnte avbøtende tiltak nevnt over er også gjeldende for parsell Søgne øst – Mandal Øst. Videre følger en presisering av ytterligere avbøtende tiltak som er gjeldende for denne parsellen:

Brufundamenter skal søkes plassert slik at vannstanden i elva ikke påvirkes nevneverdig. Det tilrettelegges for hensynssoner langs elvebredden i dette område for å ivareta Søgneelva på best mulig måte. Det må likevel forventes at anleggsarbeidet vil ha en viss negativ konsekvens på vannkvaliteten i anleggsperioden, men det vil bli stilt krav om rensing av anleggs- og prosessvann før utslipp i Søgneelv. Viser til RAPP-007 YM-plan som setter fokus på Søgneelva og dens kvaliteter.

Et større myrområde (Hanevansheia) sørvest for ny E39 i vestre del av Dyredalen vil bli benyttet som massedeponi. Det vil bli stilt krav om etablering av renseløsninger for å hindre miljøskadelig avrenning herfra og ned til Mjåvatn.

I dalbunnen av Fidjane/Hellersdalen område som er avsatt til anleggs- og riggområde, settes av en hensynssone på minimum 5 meter for bevaring av kantvegetasjonen langs bekken og det må prosjekteres løsninger som kan hindre forurensninger av typen mineralpartikler og nitrogen fra sprengstoffrester.

Monanbekken renner gjennom et område avsatt til riggområde. Det planlegges for sedimentasjonsbasseng i området med Monanbekken som resipient. Det vil bli stilt krav om tiltak for å hindre forurensning i henhold til utslippstillatelsen.

Kleplandsbekken har stor verdi som gytebekk for anadrom fisk nedstrøms ny E39. Bekkeløpet og minst 5 meter av kantvegetasjonen skal ivarettas. Bekken har direkte tilførsel til Søgneelva som er sårbar for forurensninger og det vil bli stilt krav til overvåkning.

Alle bruer unntatt Trysfjorden bru er utstyrt med drengsluk og drengssystem. For Trysfjorden bru foreslås vegvannet drenert bort via sluk med nedføring og utslipp direkte til sjø. Trysfjorden vurderes som en stor resipient med god tåle evne og vil med bakgrunn i det utsettes for akseptable utslippsverdier, og konskevansen av utslipp vurderes som liten. Viser til YM plan for ytterligere informasjon.

Det vil bli stilt krav om oppsamling og rensing av alt anleggs- og prosessvann samt forurenset overvann i anleggsområdene ved Lohnelier. Påslipp fra renseanlegg til Dåsåna skal ikke aksepteres før vannkvaliteten ligger innenfor den naturlige variasjonen til aktuelle parametere, slik denne er estimert på bakgrunn av den pågående tiltaksovervåkingen. Det gis forbehold om at en utslippstillatelse fra Fylkesmannen i Agder kan komme til å stille andre krav.

Generelt er alle hensynsoner vist på plankartet, og beskrevet generelt i RAPP-007 YM-plan.

Avbøtende tiltak vedr. utslipp av saltholdig veivann i driftsfasen:

Salt veivann må ledes ut av brønnenes tilrenningsområde. Dette innebærer at det må bygges tette veigrøfter og at alt overvann fra veibane inklusiv fra tunnel og bru samles ved vegkrysset ved Monan hvor det er et lavbrekk på vegen. Overvannet renses via oljeavskiller og sedimentasjonsbasseng/fordrøyningsbasseng som foreslått i reguleringsplan, men det må ledes i tett rør nedstrøms brønnområdet, dvs. nedstrøms sone 2. Dette vil kreve en ca. 600 m lang vannledning.

Et alternativ til dette vil være å ikke salte vei i aktuelt område. Dette vil trolig medføre redusert fartsgrense vinterstid. Hvilket tiltak som iverksettes må vurderes nærmere av veimyndighetene.

3.1.3.3 Ulykker i bedrifter med storulykkepotensiale

Ved Mjåvann er det et etablert industriområde med aktiviteter som omfatter lager og produksjon. Det ligger bl.a. et lagerlokale for distribusjon av fyrverkeri på dette området. Området har i dag en sikkerhetssone på 300 m fra bygget, noe som medfører restriksjoner på hva som tillates utbygd innenfor dette. Denne sikkerhetssonen gjelder også offentlig vei – og før en eventuell bygging av ny adkomstvei til Mjåvann må det søkes dispensasjon for disse restriksjonene fra DSB. Planlagt ny motorvei vil ligge utenfor denne sikkerhetssonen.

Håndtering av eksplosive stoffer er i dag strengt regulert, men en uønsket hendelse på industriområdet som eksempelvis større brann kan medføre at det opprettes midlertidige sikkerhetssoner på inntil 1 km.

Anleggsfase

Ulykker i bedrifter med storulykkepotensiale kan inntreffe i både anleggsfase og driftsfase. Planlagt tiltak har ingen påvirkning på dette. Vurderes videre for driftsfase.

Driftsfase (D17)

Eksisterende og planlagt E39 vil kunne bli berørt dersom det forekommer omfattende ulykker i bedrifter ved Mjåvann, eksempelvis brann i forbindelse med oppbevaring av fyrverkeri. Konsekvenser vil være at veien blir midlertidig stengt for alminnelig ferdsel.

3.1.3.4 Høyspentmaster og magnetiske felt

Det befinner seg flere høyspentmaster innenfor plangrensen. Likevel utgjør i utgangspunktet dette ikke noen spesiell risiko og planlagte tiltak bygger ikke inn noen større risiko for klatrefare eller annen fare jf. høyspentmaster. Magnetiske felt er heller ikke noe vesentlig tema, da planarbeidet omhandler veganlegg og ikke bygg/anlegg for varig opphold. Temaet tas ikke med i den videre ROS-analysen.

3.1.4 Tilsiktede hendelser

3.1.4.1 Uønskede hendelser i forbindelse med bru over Rossevann

Rossevann er drikkevannskilde for store deler av Kristiansand, og tilsiktede hendelser i tilknytning til drikkevannskilden kan medføre konsekvenser både for personsikkerhet, ytre miljø/natur og materielle verdier.

Anleggsfase

Tilsiktede hendelser kan inntreffe i både anleggsfase og driftsfase. Sikring mot tilsiktede hendelser bør være tema for detaljplanlegging og utarbeidelse av arbeidsplaner. Drøftes kun videre for driftsfase.

Driftsfase (D19)

Tilsiktede hendelser i planområdet kan omfatte alt fra personer som eksempelvis stanser for å kaste ting fra brua over Rossevann til personer som kjører utfor bru med vilje.

Avbøtende tiltak

Brua bør konstrueres på en slik måte at det ikke vil være naturlig å stanse på den for bilister, og med tiltak som sikrer at kjøretøy som kolliderer med brua ikke kan havne i vannet.

Eksempelvis vil betongkanter langs bru og sprutskjermer være aktuelle tiltak. Det er utarbeidet en egen rapport som omfatter drikkevannskilden Rossevann med tilhørende nedslagsfelt (RAP-008 Rossevann Nedslagsfelt). Rapporten redegjør detaljert for aktuelle risikoforhold som vil kunne medføre konsekvenser for drikkevannskilden, og foreslår aktuelle avbøtende tiltak.

4 Risikoevaluering

4.1 Risiko- og sårbarhetsanalyse anleggsfasen

De identifiserte uønskede hendelsene spesifikke for anleggsfasen er gitt en sannsynlighet og konsekvens for hvert av risikostyringsmålene. Merk at sannsynligheten for en hendelse er den samme uansett risikostyringsmål, men konsekvensvurderingene kan variere.

Resultatene for hvert av risikostyringsmålene, og vurderinger av hver enkelt hendelse er presentert i egne tabeller under kapitlene 4.1.1, 4.1.2 og 4.1.3. Tallene i matrisen tilsvarer ID-nummeret på hver enkelt hendelse. Forkortelsene PS, YM og MV refererer til risikostyringsmålene personsikkerhet, ytre miljø/natur og materielle verdier. Bokstavene S og K henviser til sannsynlighets- og konsekvensvurderinger.

Det er i alt identifisert 16 aktuelle uønskede hendelser og risikoforhold for anleggsfasen. Hendelsene med ID-nummer fra A1 – A5 er generelle risikoforhold som omfatter begge parseller. Hendelser med ID-nummer A6 – A11 omfatter kun parsellen Søgne øst – Mandal øst, og hendelsene med ID-nummer A12 – A16 omfatter kun parsellen Kristiansand vest – Søgne øst.

		Personsikkerhet		Ubetydelig skade på en person.	Mindre skade. Medisinsk behandling med opptil 14 dager sykemelding	Personskade, en eller flere skadde. Sykefravær over 4 uker	En eller flere alvorlig skadde med fare for varige mén	Dødsfall. Flere døde eller alvorlig skadde med varige mén	
		5	4	3	2	1			
Sannsynlighet	Svært sannsynlig	5		A8, A10					Ofte enn 1 gang pr. år
	Meget sannsynlig	4							1 gang pr. 1 – 10 år
	Sannsynlig	3		A5, A16	A7, A12, A15, A11		A1		1 gang pr. 10 – 100 år
	Mindre sannsynlig	2		A9, A13	A3, A4	A2, A14			Mer enn 100 år mellom hver gang det skjer
	Lite sannsynlig	1				A6			Tilnærmet utenkelig, aldri hørt om liknende hendelser
			1	2	3	4	5		
			Ubetydelig	Liten	Middels	Alvorlig	Kritisk		
			Konsekvenser						

Figur 13: Risikomatrix for personsikkerhet i anleggsfasen.

Ytre miljø/natur			Ubetydelig utslipp. Liten/ingen miljøskade	Mindre utslipp med begrenset miljøskade. Ingen varig skade	Utslipp og skade på ytre miljø.	Alvorlig miljøskade med store utslipp	Store miljøskader, varige eller tar flere år å lege	
Sannsynlighet	Svært sannsynlig	5		A10	A8			Oftere enn 1 gang pr. år
	Meget sannsynlig	4						1 gang pr. 1 – 10 år
	Sannsynlig	3	A1	A5, A12, A16	A7	A15,A11		1 gang pr. 10 – 100 år
	Mindre sannsynlig	2	A2, A4, A13, A14	A3	A9			Mer enn 100 år mellom hver gang det skjer
	Lite sannsynlig	1				A6		Tilnærmet utenkelig, aldri hørt om liknende hendelser
			1	2	3	4	5	
			Ubetydelig	Liten	Middels	Alvorlig	Kritisk	
			Konsekvenser					

Figur 14: Risikomatrix for ytre miljø/natur i anleggsfasen.

Materielle verdier			Kostnad/ tap på under 1 mill. NOK	Kostnad/ tap på 1 – 5 mill. NOK	Kostnad/ tap på 5 – 20 mill. NOK	Kostnad/ tap mellom 20 – 100 mill. NOK	Kostnad/ tap på over 100 mill. NOK	
Sannsynlighet	Svært sannsynlig	5	A10	A8				Oftere enn 1 gang pr. år
	Meget sannsynlig	4						1 gang pr. 1 – 10 år
	Sannsynlig	3		A1, A5, A12	A7, A15, A16 ,A11			1 gang pr. 10 – 100 år
	Mindre sannsynlig	2	A4, A13, A14	A3, A9	A2			Mer enn 100 år mellom hver gang det skjer
	Lite sannsynlig	1			A6			Tilnærmet utenkelig, aldri hørt om liknende hendelser
			1	2	3	4	5	
			Ubetydelig	Liten	Middels	Alvorlig	Kritisk	
			Konsekvenser					

Figur 15: Risikomatrix for materielle verdier i anleggsfasen.

4.1.1 Generelle risikoforhold i anleggsfasen

Tabell 6: Risiko og sårbarhetsanalyse iht. akseptkriterier og risikomatriser inkl. avbøtende tiltak for generelle risikoforhold felles for begge parseller i anleggsfasen.

ID	Parsell	Uønsket hendelse	Årsak	Risikostyrings- mål	Sannsynlighet	Konsekvens	<	Forslag til risikoreducerende tiltak	Forventet risiko etter iverksettelse av tiltak		
						Utfall av hendelsen			Sannsynlighet x Konsekvens	Sannsynlighet	Konsekvens
		<i>Hva skjer?</i>	<i>Hva utløser hendelsen?</i>	<i>Personikkerhet (PS), Ytre Miljø/natur (YM), Materielle verdier (MV)</i>	1 til 5	1 til 5					
A1	Generell	Steinsprang, snøskred og isras	Steinsprang, snøskred og isras fra bratte skrenter og fjellsider kan føre til skader. Gjelder spesielt ved områder der det etableres skjæringer og tunnelpåhugg.	PS	3	5	15	Vurderinger av skrenter må gjennomføres av geologer før igangsetting. Dette vil gi grunnlag for vurderinger og dimensjonering av aktuelle sikringstiltak som reduserer risiko. Sikring av rasfarlige områder skal utføres før igangsetting. Eksempel på tiltak: - Grundig rensking av fjellskråning. - Bruk av verneutstyr i anleggsfasen. - Sikring av fjell i permanent situasjon. - Sidemann alltid tilstede. - Behov og grad av sikring må vurderes i samarbeid med geologer Anleggsområder skal markeres/avsperrers med bånd/gjerde. Områder der det kan være risiko for at steinsprang/isras/skred kan påføre 3.person skade skal være avsperrret med fysisk sikring.	1	5	5
				YM	3	1	3		1	1	1
				MV	3	2	6		1	1	1

ID	Parsell	Uønsket hendelse	Årsak	Risikostyringsmål	Sannsynlighet	Konsekvens	<	Forslag til risikoreducerende tiltak	Forventet risiko etter iverksettelse av tiltak		
						Utfall av hendelsen			Sannsynlighet x Konsekvens	Sannsynlighet	Konsekvens
		<i>Hva skjer?</i>	<i>Hva utløser hendelsen?</i>	<i>Personsikkerhet (PS), Ytre Miljø/natur (YM), Materielle verdier (MV)</i>	1 til 5	1 til 5					
A2	Generell	Ras i tunnel	Tunneler vil flere steder på strekning kunne krysse svakhetssoner i berg. Dette kan føre til utrasinger og steinskred ved sprengningsarbeider i tunnel.	PS	2	4	8	Det må stilles krav til detaljerte vurdering av aktuelle svakhetssoner i berg for tunneler. Dette vil gi grunnlag for dimensjonering av aktuelle sikringstiltak som reduserer sannsynligheten. Detaljerte vurderinger av aktuelle svakhetssoner i berg for tunneler skal utføres. Dette vil gi grunnlag for dimensjonering av aktuelle sikringstiltak som kan redusere sannsynligheten for utrasinger og steinskred. Eksempel på tiltak: Fokus på høy sikkerhet i anleggsfasen. God kommunikasjon før sprengning. God avstand til sprengningsområdet. Verneutstyr. Tilstrekkelig sprengningsmatte.	1	4	4
				YM	2	1	2		1	1	1
				MV	2	3	6		1	2	2
A3	Generell	Skog- og lyngbrannfare	Varme- og sprengningsarbeider i perioder med tørke kan medføre økt skog- og lyngbrannfare på strekningen.	PS	2	3	6	I perioder hvor det advares mot særlig høy brannfare i utmarksområder må entreprenør vurdere ekstra sikringstiltak som kan redusere sannsynligheten for brann. Eksempel på sikringstiltak kan være brannvakt og tilgjengelige pulverapparat, for å ivareta 1.slokkeinnsats.	1	3	3
				YM	2	2	4		1	2	2
				MV	2	2	4		1	2	2
A4	Generell	Fallrisiko for tredjepart ved skjæringer/tunnel påhugg	Endringer i terrenget kan være kamuflert av øvrig terreng og skog, dette medfører at stup og bratte skjæringer kan komme overaskende på personer og dyr og man kan falle ned skrenter.	PS	2	3	6	Aktuelle områder skal sikres med anleggsgjerder, varselskilt og lignende.	1	3	3
				YM	2	1	2		1	1	1
				MV	2	1	2		1	1	1
A5	Generell	Flom i planområdets	Flom i planområdets tilstøtende vassdrag kan	PS	3	2	6	Tiltak sør for ny E39 ved Monan er enda ikke fullt ut planlagt. Det kan komme tiltak ifm.	3	2	6

ID	Parsell	Uønsket hendelse	Årsak	Risikostyrings- mål	Sannsynlighet	Konsekvens	<	Forslag til risikoreducerende tiltak	Forventet risiko etter iverksettelse av tiltak		
						Utfall av hendelsen			Sannsynlighet x Konsekvens	Sannsynlighet	Konsekvens
		<i>Hva skjer?</i>	<i>Hva utløser hendelsen?</i>	<i>Personikkerhet (PS), Ytre Miljø/natur (YM), Materielle verdier (MV)</i>	1 til 5	1 til 5	Sannsynlighet x Konsekvens				
		tilstøtende vassdrag	påvirke anleggsfasen, og føre til redusert fremkommelighet.	YM	3	2	6	sammenkobling av gammelt og nytt veganlegg i dette området. Det må vurderes aktuelle tiltak for å redusere konsekvenser i anleggsfasen i detaljplanlegging	3	2	6
				MV	3	2	6		3	2	6

4.1.2 Risikoforhold i anleggsfasen parsellen Søgne øst – Mandal øst

Tabell 7: Risiko og sårbarhetsanalyse iht. akseptkriterier og risikomatriser inkl. avbøtende tiltak som viser risikoforhold i anleggsfasen, spesielle for parsellen Søgne øst – Mandal øst.

ID	Parsell	Uønsket hendelse	Årsak	Risikostyringsmål	Sannsynlighet	Konsekvens	<	Forslag til risikoreducerende tiltak	Forventet risiko etter iverksettelse av tiltak		
						Utfall av hendelsen			Sannsynlighet x Konsekvens	Sannsynlighet	Konsekvens
		<i>Hva skjer?</i>	<i>Hva utløser hendelsen?</i>	<i>Personikkerhet (PS), Ytre Miljø/natur (YM), Materielle verdier (MV)</i>	1 til 5	1 til 5					
A6	Søgne øst-Mandal øst	Ustabile grunnforhold ved Monan (kvikkleire)	Tilstøtende områder ved Monan består av kvikkleire. Planlagt utbygging kan påvirke stabiliteten ved Monan.	PS	1	4	4	Det vises til geoteknisk vurderingsrapport vedrørende grunnforhold på Monan. Det må gjøres detaljerte geotekniske grunnundersøkelser før igangsetting. Dersom ustabil grunn avdekkes må hensynssone markeres i plankartet og bestemmelser knyttet til avbøtende tiltak må innlemmes i eksisterende og tilstøtende planer.	1	3	3
				YM	1	4	4		1	3	3
				MV	1	3	3		1	3	3
A7	Søgne øst-Mandal øst	Overvann/Flom i anleggsfase ved Døle bru	Flatt og myrlandt terreng ved Døle bru hvor ny veg skal anlegges. Kan føre til større vannmengder og i verste fall flom sør for vegen.	PS	3	3	9	Det må gjennomføres tiltak som sikrer god overvannshåndtering i anleggsfasen. Teknisk plan for VA vil følge byggeplanene for prosjektet. Tiltak angitt i VA dokumenter må følges.	1	3	3
				YM	3	3	9		1	3	3
				MV	3	3	9		1	3	3
A8	Søgne øst-Mandal øst	Gammel avfallsplass ved Monan	Vegen skal anlegges gjennom område med forurenset grunn. Elven som renner like ved er viktig tilholdssted for laks, spesielt i forbindelse med gyting.	PS	5	2	10	Forurensede masser må fjernes og flyttes til godkjent deponi. Det forutsettes masseutsiftning. Det bør kartlegges tiltak som ikke fører til stopp i anleggsfasen (jf. restriksjoner som følge av gyting i Søgneelva). For ytterligere anbefaling av avbøtende tiltak, se YM-plan.	2	2	4
				YM	5	3	15		2	2	4
				MV	5	2	10		2	1	2

ID	Parsell	Uønsket hendelse	Årsak	Risikostyrings- mål	Sannsynlighet	Konsekvens	<	Forslag til risikoreducerende tiltak	Forventet risiko etter iverksettelse av tiltak		
						Utfall av hendelsen			Sannsynlighet x Konsekvens	Sannsynlighet	Konsekvens
		<i>Hva skjer?</i>	<i>Hva utløser hendelsen?</i>	<i>Personsikkerhet (PS), Ytre Miljø/natur (YM), Materielle verdier (MV)</i>	1 til 5	1 til 5					
A9	Søgne øst- Mandal øst	Mulig forurenset grunn ved Lohnelier	Gammelt og eksisterende industriområde. Lang tids drift. Knyttet usikkerhet til hva som finnes i grunnen. Se også faresonekart tilknyttet YM-tegninger	PS	2	2	4	Før anleggsfasen tar til må grunnen undersøkes nærmere. Dersom forurensete masser avdekkes må disse håndteres etter gjeldende regelverk. Entreprenør må legge frem prosedyre for håndtering av akutt forurensning ved funn av forurensete masser i anleggsfasen.	1	2	2
				YM	2	3	6		1	2	2
				MV	2	2	4		1	2	2
A10	Søgne øst- Mandal øst	Mulig forurenset grunn fra skytebane	Det kan være tungmetaller i grunnen ved de eksisterende skyteskivene og en må være obs på dette i videre prosjektfaser.	PS	5	2	10	Før anleggsfasen må grunnen undersøkes nærmere dersom det skal foregå fysisk inngripen i nærheten. Dersom forurensete masser avdekkes må disse håndteres etter gjeldende regelverk. Det forutsettes fjerning av masser der det påvises forurensning.	1	1	1
				YM	5	2	10		1	1	1
				MV	5	1	5		1	1	1
A11	Søgne øst- Mandal øst	Mulig forurensning av elver/bekker og vassdrag	Akutt forurensning (for eksempel mineralpartikler og nitrogen fra sprengstoff, drivstoff, avrenning massedeponi, slam etc), kan medføre miljøskader på sårbare områder (ref områder beskrevet i kap. 3.1.3.2. 2 i ROS analyse rapporten	PS	3	3	9	Før anleggsfasen tar til må det opprettes et eget overvåkingsprogram og planer for utfyllings- og deponiområder. Tiltak og krav for å unngå forurensning fra anleggsvirksomhet og deponiområder må utføres som beskrevet i prosjektets YM-plan og Avbøtende tiltak beskrevet under kapittel 3.1.3.2 i ROS analyse rapporten.. Krav om hensynsoner må overholdes, som angitt på plankartet og beskrevet i planbeskrivelsen.	2	2	2
				YM	3	4	12		2	3	6
				MV	3	3	9		2	2	2

4.1.3 Risikoforhold i anleggsfasen parsellen Kristiansand vest – Søgne øst

Tabell 8: Risiko og sårbarhetsanalyse iht. akseptkriterier og risikomatriser inkl. avbøtende tiltak som viser risikoforhold i anleggsfasen, spesielle for parsellen Kristiansand vest – Søgne øst.

ID	Parsell	Uønsket hendelse	Årsak	Risikostyrings- mål	Sannsynlighet	Konsekvens	<	Forslag til risikoreducerende tiltak	Forventet risiko etter iverksettelse av tiltak		
						Utfall av hendelsen			Sannsynlighet x Konsekvens	Sannsynlighet	Konsekvens
		<i>Hva skjer?</i>	<i>Hva utløser hendelsen?</i>	<i>Personsikkerhet (PS), Ytre Miljø/natur (YM), Materielle verdier (MV)</i>	1 til 5	1 til 5					
A12	Kristiansand vest-Søgne øst	Utglidning i forbindelse med masseutfylling av vann	Masseutfylling i vann-/myrområder medfører risiko for utglidninger/ras	PS	3	3	9	Det må stilles krav til at entreprenør gjennomfører detaljerte risikovurderinger av arbeid med utfylling av vann/masseutskiftninger i myr og at det gjennomføres avbøtende tiltak basert på risikovurderingen.	2	3	6
				YM	3	2	6		2	2	4
				MV	3	2	6		2	2	4
A13	Kristiansand vest-Søgne øst	Flom i Songdalselva/Rossevannsbekken	Flom over 200-års nivå kan gi reduserte atkomstmuligheter eller stenge atkomst til området via Rosseland.	PS	2	2	4	Det må gjennomføres en egen vurdering av behov for tiltak for å redusere sannsynlighet eller konsekvenser for flom i dette området. Hvordan atkomst fra dette området skal skje er ikke fastsatt.	2	1	2
				YM	2	1	2		2	1	2
				MV	2	1	2		2	1	2

ID	Parsell	Uønsket hendelse	Årsak	Risikostyrings- mål	Sannsynlighet	Konsekvens	<	Forslag til risikoreducerende tiltak	Forventet risiko etter iverksettelse av tiltak		
						Utfall av hendelsen			Sannsynlighet x Konsekvens	Sannsynlighet	Konsekvens
		<i>Hva skjer?</i>	<i>Hva utløser hendelsen?</i>	<i>Personikkerhet (PS), Ytre Miljø/natur (YM), Materielle verdier (MV)</i>	1 til 5	1 til 5					
A14	Kristian- sand vest- Søgne øst	Påkjørsel av myke trafikanter under anleggs-arbeider	Området er et populært turområde, som benyttes av mange ulike grupper til ulike formål. Lite til ingen øvrig trafikk kan bidra til å påvirke anleggsarbeideres risikopersepsjon.	PS	2	4	8	Det må stilles krav til at entreprenør gjennomfører detaljerte risikovurderinger for anleggstrafikk, som omfatter bl.a. vurderinger av viltkrysninger, oversiktsforhold ved områder hvor stier o.l. krysser anleggsvei (vegetasjon/kurvatur), krav til fartsgrenser på/til/fra anleggsområdet, og at det gjennomføres avbøtende tiltak basert på risikovurderingen.	1	4	4
				YM	2	1	2		1	1	1
				MV	2	1	2		1	1	1
A15	Kristian- sand vest- Søgne øst	Forurensning fra anleggs- virksomhet ved etablering av bru over Rossevann	Akutt forurensning kan medføre miljøskader på sårbare områder. Akutt forurensning kan nå drikkevannskilde. Spredning av forurensede sedimenter i Rossevann pga. aktivitet i vann.	PS	3	3	9	Det er gjennomført egne detaljerte risikovurderinger for akutt forurensning i forbindelse med drikkevannskilden (RAP-008 Rossevann nedslagsfelt). Denne beskriver detaljerte vurderinger av aktuelle tiltak som kan medføre redusert risiko for forurensning. Entreprenør må beskrive beredskapstiltak og gjennomføres tiltak basert på risikovurderingen i RAP-008 Rossevann nedslagsfelt.	2	2	4
				YM	3	4	12		2	3	6
				MV	3	3	9		2	2	4

ID	Parsell	Uønsket hendelse	Årsak	Risikostyrings- mål	Sannsynlighet	Konsekvens	<	Forslag til risikoreducerende tiltak	Forventet risiko etter iverksettelse av tiltak		
						Utfall av hendelsen			Sannsynlighet x Konsekvens	Sannsynlighet	Konsekvens
		Hva skjer?	Hva utløser hendelsen?	Personikkerhet (PS), Ytre Miljø/natur (YM), Materielle verdier (MV)	1 til 5	1 til 5					
								Siltgardin benyttes som tiltak for oppsamling av partikler o.l. i vann. Det må også benyttes oljelenser sammen med siltgardin. Det skal ikke være aktivitet (graving, masseflytting o.l.) i vannet som medfører risiko for spredning av kartlagte forurensede sedimenter.			
A16	Kristian- sand vest- Søgne øst	Forurensning fra anleggs- virksomhet ved Bukksteinvann	Virksomheten Elkem bruker vannet fra Bukksteinvannet i driften og vil bli berørt ved utslipp av sedimenter fra anlegget.	PS	3	2	6	Det må etableres siltgardiner for å sikre vannkilden til virksomheten.	2	1	2
				YM	3	2	6		2	1	2
				MV	3	3	9		2	2	4

4.2 Risiko- og sårbarhetsanalyse driftsfasen

De identifiserte uønskede hendelsene spesifikke for anleggsfasen er gitt en sannsynlighet og konsekvens for hvert av risikostyringsmålene. Merk at sannsynligheten for en hendelse er den samme uansett risikostyringsmål, men konsekvensvurderingene kan variere.

Resultatene for hvert av risikostyringsmålene, og vurderinger av hver enkelt hendelse er presentert i egne tabeller under kapitlene 4.2.1, 4.2.2 og 4.2.3. Tallene i matrisen tilsvarer ID-nummeret på hver enkelt hendelse. Forkortelsene PS, YM og MV refererer til risikostyringsmålene personsikkerhet, ytre miljø/natur og materielle verdier. Bokstavene S og K henviser til sannsynlighets- og konsekvensvurderinger.

Det er i alt identifisert 19 aktuelle uønskede hendelser og risikoforhold for driftsfasen. Hendelsene med ID-nummer fra D1 – D10 er generelle risikoforhold som omfatter begge parseller. Hendelser med ID-nummer D11 – D15 omfatter kun parsellen Søgne øst – Mandal øst, og hendelsene med ID-nummer D16 – D19 omfatter kun parsellen Kristiansand vest – Søgne øst.

				Personssikkerhet					
				Ubetydelig skade på en person.	Mindre skade. Medisinsk behandling med opptil 14 dager sykemelding	Personskade, en eller flere skadde. Sykefravær over 4 uker	En eller flere alvorlig skadde med fare for varige mén	Dødsfall. Flere døde eller alvorlig skadde med varige mén	
Sannsynlighet	Svært sannsynlig	5		D6		D10			Oftere enn 1 gang pr. år
	Meget sannsynlig	4				D11, D13		D9	1 gang pr. 1 – 10 år
	Sannsynlig	3	D4, D5	D18	D15	D7, D16	D1, D8		1 gang pr. 10 – 100 år
	Mindre sannsynlig	2	D12			D2, D4, D19, D14			Mer enn 100 år mellom hver gang det skjer
	Lite sannsynlig	1			D3, D17				Tilnærmet utenkelig, aldri hørt om liknende hendelser
			1	2	3	4	5		
			Ubetydelig	Liten	Middels	Alvorlig	Kritisk		
			Konsekvenser						

Figur 16: Risikomatrix for personsikkerhet i driftsfasen.

Ytre miljø/natur			Ubetydelig utslipp. Liten/ingen miljøskade	Mindre utslipp med begrenset miljøskade. Ingen varig skade	Utslipp og skade på ytre miljø.	Alvorlig miljøskade med store utslipp	Store miljøskader, varige eller tar flere år å lege	
Sannsynlighet	Svært sannsynlig	5		D6, D10				Oftere enn 1 gang pr. år
	Meget sannsynlig	4	D13	D9	D11			1 gang pr. 1 – 10 år
	Sannsynlig	3	D5	D1, D4, D8	D7	D15, D18D16		1 gang pr. 10 – 100 år
	Mindre sannsynlig	2	D2, D14			D12, D19		Mer enn 100 år mellom hver gang det skjer
	Lite sannsynlig	1		D3, D17				Tilnærmet utenkelig, aldri hørt om liknende hendelser
			1	2	3	4	5	
			Ubetydelig	Liten	Middels	Alvorlig	Kritisk	
Konsekvenser								

Figur 17: Risikomatrix for ytre miljø/natur i driftsfasen.

Materielle verdier			Kostnad/tap på under 1 mill. NOK	Kostnad/tap på 1 – 5 mill. NOK	Kostnad/tap på 5 – 20 mill. NOK	Kostnad/tap mellom 20 – 100 mill NOK	Kostnad/tap på over 100 mill. NOK	
Sannsynlighet	Svært sannsynlig	5		D6	D10			Oftere enn 1 gang pr. år
	Meget sannsynlig	4	D13		D9, D11			1 gang pr. 1 – 10 år
	Sannsynlig	3		D4, D5, D18	D1, D7, D8, D15,D16			1 gang pr. 10 – 100 år
	Mindre sannsynlig	2	D12		D2, D14	D19		Mer enn 100 år mellom hver gang det skjer
	Lite sannsynlig	1			D3, D17			Tilnærmet utenkelig, aldri hørt om liknende hendelser
			1	2	3	4	5	
			Ubetydelig	Liten	Middels	Alvorlig	Kritisk	
Konsekvenser								

Figur 18: Risikomatrix for materielle verdier i driftsfasen.

4.2.1 Generelle risikoforhold i driftsfasen

Tabell 9: Risiko og sårbarhetsanalyse iht. akseptkriterier og risikomatriser inkl. avbøtende tiltak for generelle risikoforhold felles for begge parseller i driftsfasen.

ID	Parsell	Uønsket hendelse	Årsak	Risikostyrings- mål	Sannsynlighet	Konsekvens	<	Forslag til risikoreducerende tiltak	Forventet risiko etter iverksettelse av tiltak		
						Utfall av hendelsen			Sannsynlighet	Konsekvens	Sannsynlighet x Konsekvens
		<i>Hva skjer?</i>	<i>Hva utløser hendelsen?</i>	<i>Personikkerhet (PS), Ytre Miljø/natur (YM), Materielle verdier (MV)</i>	1 til 5	1 til 5	Sannsynlighet x Konsekvens				
D1	Generell	Steinsprang, snøskred og isras	Steinsprang, snøskred og isras fra bratte skrenter og fjellsider kan føre til skader. Gjelder spesielt ved områder der det er blitt etablert skjæringer og tunnelpåhugg.	PS	3	5	15	Tunnelpåhugg, rasutsatte skrenter, fjellsider og skjæringer skal sikres i henhold til TEK 10.	1	5	5
				YM	3	2	6	Behov for ytterligere tiltak må gjøres av geologer i detaljplanlegging	1	1	1
				MV	3	3	9		1	2	5
D2	Generell	Ras/svakhetssoner i tunneler	Tunneler vil flere steder på strekning kunne krysse svakhetssoner i berg. Dette kan føre til utrasinger og steinskred i tunnel.	PS	2	4	8	Det må stilles krav til detaljerte vurdering av aktuelle svakhetssoner i berg for tunneler.	1	4	4
				YM	2	1	2	Dette vil gi grunnlag for dimensjonering av aktuelle sikringstiltak som reduserer sannsynligheten.	1	1	1
				MV	2	3	6		1	3	3
D3	Generell	Flom/ Tette kulverter	Bekkekulverter under veg. Dersom kulvertene tettes til kan vannmasser demmes opp og skape flomsituasjon.	PS	1	3	3	Det gjennomføres egne flomanalyser i prosjektet. Kulverter dimensjoneres for 200-års flom nivå med klimapåslag.	1	2	2
				YM	1	2	2	Det må sikres at kulverten er stor nok til å ta unna store vannmengder. Jevnlig vedlikehold for å hindre tilsetning.	1	2	2
				MV	1	3	3		1	2	2

ID	Parsell	Uønsket hendelse	Årsak	Risikostyrings- mål	Sannsynlighet	Konsekvens	<	Forslag til risikoreducerende tiltak	Forventet risiko etter iverksettelse av tiltak		
						Utfall av hendelsen			Sannsynlighet x Konsekvens	Sannsynlighet	Konsekvens
		<i>Hva skjer?</i>	<i>Hva utløser hendelsen?</i>	<i>Personikkerhet (PS), Ytre Miljø/natur (YM), Materielle verdier (MV)</i>	1 til 5	1 til 5	Sannsynlighet x Konsekvens		Sannsynlighet	Konsekvens	Sannsynlighet x Konsekvens
D4	Generell	Drenering (eller mangel på drenering) kan føre til oversvømmelser av lavere-liggende områder	Utbyggingen vil kunne medføre økt eller endret avrenning fra vegareal til resipient. I tillegg kan bygging av veg i myrområder, slik at dreneringseffekten av myrene blir borte, potensielt forskyve overvannets bevegelser i området.	PS	3	1	3	Teknisk plan for VA vil følge byggeplanene for prosjektet. Tiltak angitt i VA dokumenter må følges.	3	2	6
				YM	3	2	6		3	2	6
				MV	3	2	6		3	1	3
D5	Generell	Bortfall av strøm i tunneler	Bortfall av strøm kan føre til av tunneler må stenges. Gjelder alle tunneler innenfor planområdet.	PS	3	1	3	Det må vurderes å installere nødstrømsaggregat i tunneler. Nødløsning som gjør at all trafikk kan ledes i en tunnel må også vurderes.	2	1	2
				YM	3	1	3		2	1	2
				MV	3	2	6		2	2	4
D6	Generell	Vegtrafikkstøy	Støy fra ny veitrasè kan potensielt skjemme omkringliggende bebyggelse. Gjelder det meste av veistrekket i dagsonene ved bebyggelse i planområdet. Se egen støykartlegging ifm. planarbeidet	PS	5	2	10	Det blir utarbeidet egen støyrapport hvor avbøtende støydempende tiltak i henhold til T-1442 er angitt. For nærliggende bebyggelse vil likevel en noe forverret støysituasjon påregnes i forhold til dagens situasjon. For videre vurderinger rundt avbøtende tiltak vises det til støyrapporten.	5	1	5
				YM	5	2	10		5	1	5
				MV	5	2	10		5	1	5

ROS-ANALYSE
E39 KRISTIANSAND VEST – MANDAL ØST

ID	Parsell	Uønsket hendelse	Årsak	Risikostyrings- mål	Sannsynlighet	Konsekvens	<	Forslag til risikoreducerende tiltak	Forventet risiko etter iverksettelse av tiltak		
						Utfall av hendelsen			Sannsynlighet x Konsekvens	Sannsynlighet	Konsekvens
		<i>Hva skjer?</i>	<i>Hva utløser hendelsen?</i>	<i>Personikkerhet (PS), Ytre Miljø/natur (YM), Materielle verdier (MV)</i>	1 til 5	1 til 5	Sannsynlighet x Konsekvens				
D7	Generell	Ulykke med farlig gods i tunneler	En eksplosjonsartet ulykke med farlig gods i tunneler kan forekomme og kan få alvorlige følger for liv og helse.	PS	3	4	12	Tunneler skal sikres i henhold til statens vegvesens håndbok R-511- Sikkerhetsforvaltning av vegtunneler og annet gjeldende regelverk for tilsvarende installasjoner.	2	3	6
				YM	3	3	9		2	1	2
				MV	3	3	9		2	2	4
D8	Generell	Kollisjoner mellom kjøretøy ved midlertidig stans på motorvei	Stans på eller nært motorvei kan føre til alvorlige ulykker.	PS	3	5	15	Det må gjennomføres vurderinger av aktuelle tiltak i detaljplanlegging. Plassering av havarilommer og vegbredde som muliggjør stans utenfor vegbane må vurderes i videre faser.	1	5	5
				YM	3	2	6		1	2	2
				MV	3	3	9		1	3	3

ID	Parsell	Uønsket hendelse	Årsak	Risikostyrings- mål	Sannsynlighet	Konsekvens	<	Forslag til risikoreducerende tiltak	Forventet risiko etter iverksettelse av tiltak		
						Utfall av hendelsen			Sannsynlighet x Konsekvens	Sannsynlighet	Konsekvens
		<i>Hva skjer?</i>	<i>Hva utløser hendelsen?</i>	<i>Personikkerhet (PS), Ytre Miljø/natur (YM), Materielle verdier (MV)</i>	1 til 5	1 til 5					
D9	Generell	Kjøretøy i motsatt kjørefelt	Uheldig utforming av kryssløsninger og påkjøringsfelt-/ramper kan gi økt risiko for at bilister kommer ut i motsatt kjørefelt.	PS	4	5	20	Det må tas sikte på å unngå uheldige løsninger for av- og på kjøringsramper og kryssløsninger.	1	5	5
				YM	4	2	8	Eksempelvis unngå løsninger der man må kjøre mot kjøreretning til motorveg ved påkjøringsramper.	1	2	2
				MV	4	3	12		1	3	3
D10	Generell	Værforhold som skaper krevende kjøreforhold for trafikanter	Snøvær eller glatte kjøreforhold kan skape trafikale utfordringer vestover fra planområdet. Mye tungtransport kommer fra Kristiansand havn fra utlandet.	PS	5	4	20	Det må etableres et tilstrekkelig område før krysset ved Grauthelleren for kontroll av tunge kjøretøy, slik at de kan stanses ved ekstreme kjøreforhold.	2	3	6
				YM	5	2	10		4	2	8
				MV	5	3	15		4	2	8

4.2.2 Risikoforhold i driftsfasen parsellen Søgne øst – Mandal øst

Tabell 10: Risiko og sårbarhetsanalyse iht. akseptkriterier og risikomatriser inkl. avbøtende tiltak som viser risikoforhold i driftsfasen, spesielle for parsellen Søgne øst – Mandal øst.

ID	Parsell	Uønsket hendelse	Årsak	Risikostyrings- mål	Sannsynlighet	Konsekvens	<	Forslag til risikoreducerende tiltak	Forventet risiko etter iverksettelse av tiltak		
						Utfall av hendelsen			Sannsynlighet	Konsekvens	Sannsynlighet x Konsekvens
		<i>Hva skjer?</i>	<i>Hva utløser hendelsen?</i>	<i>Personsikkerhet (PS), Ytre Miljø/natur (YM), Materielle verdier (MV)</i>	1 til 5	1 til 5	Sannsynlighet x Konsekvens				
D11	Søgne øst- Mandal øst	Flom fra Søgneelva og Kleplandsbekken	Lavpunkt i terrenget med uavklart flomsone sør for Monan, angår ikke ny trasé for E39 men tiltak ifm. påkobling mellom gammelt og nytt veianlegg.	PS	4	3	12	Vei evt. nye tiltak må anlegges minimum klar av 200-års flomsone, evt. kost/nytte-analyse ift. aksept av risiko for flom over veg/tiltak.	1	1	1
				YM	4	3	12		1	2	2
				MV	4	3	12		1	2	2
D12	Søgne øst- Mandal øst	Utslipp fra farlig gods i sårbare områder (Søgneelva, Tverråna, Dåsåna, Trysfjordbrua og Døle bru.)	Utslipp av farlig gods sårbare naturområder, vassdrag eller fjorder kan føre til skader på miljø. Nedstrøms for Dåsåna ligger et naturreservat med våtmark.	PS	2	1	2	Det må sikres god drenering langs vegen slik at eventuelle utslipp av farlig gods ikke når sårbare naturmiljøer. Teknisk plan for VA vil følge byggeplanene for prosjektet. Detaljerte beskrivelser av avbøtende tiltak mtp. plasseringer av infiltrasjons- og sedimentasjonsanlegg beskrives i egne fagrapporter. Tiltakene vil bidra til å redusere konsekvensene av eventuelle ulykker som omfatter transport av farlig gods.	1	1	1
				YM	2	4	8		1	2	2
				MV	2	1	2		1	1	1

ROS-ANALYSE
E39 KRISTIANSAND VEST – MANDAL ØST

ID	Parsell	Uønsket hendelse	Årsak	Risikostyrings- mål	Sannsynlighet	Konsekvens	<	Forslag til risikoreducerende tiltak	Forventet risiko etter iverksettelse av tiltak		
						Utfall av hendelsen			Sannsynlighet x Konsekvens	Sannsynlighet	Konsekvens
		<i>Hva skjer?</i>	<i>Hva utløser hendelsen?</i>	<i>Personikkerhet (PS), Ytre Miljø/natur (YM), Materielle verdier (MV)</i>	1 til 5	1 til 5					
D13	Søgne øst- Mandal øst	Påkjørsel av myke trafikanter	Ved planlagt innfartsparkering og busstopp vil det kunne oppstå konflikter mellom myke trafikanter og kjøretøy.	PS	4	3	12	Fotgjengere må kunne benytte fortau og perrong. Viktig med gode areal for parkering og manøvrering som hensyntar potensialet for konflikt med myke trafikanter. Må utredes nærmere i detaljplanlegging.	2	1	2
				YM	4	1	4		2	1	2
				MV	4	1	4		2	1	2
D14	Søgne øst- Mandal øst	Hendelser på veg som går under E39	Bruene er ikke dimensjonert for eksplosjonslast eller brannbelastning. En alvorlig ulykke med brann eller sprengingsfare kan føre til at overliggende bro må stenges (gjelder påkoblingsområdene mot ny veg). Ellers er det såpass stor avstand mellom gammel og ny E39 at hendelse på gamlevegen vil lite trolig påvirke trafikantene på ny veg.	PS	2	4	8	Brupilarer nær kjørebane sikres mot påkjørsel ved bruk av kjøresterkt veirekkverk Eventuelt kan også pilarer dimensjoneres for slik last.	1	2	2
				YM	2	1	2		1	1	1
				MV	2	3	6		1	1	1

ID	Parsell	Uønsket hendelse	Årsak	Risikostyrings- mål	Sannsynlighet	Konsekvens	<	Forslag til risikoreducerende tiltak	Forventet risiko etter iverksettelse av tiltak		
						Utfall av hendelsen			Sannsynlighet x Konsekvens	Sannsynlighet	Konsekvens
		<i>Hva skjer?</i>	<i>Hva utløser hendelsen?</i>	<i>Personikkerhet (PS), Ytre Miljø/natur (YM), Materielle verdier (MV)</i>	1 til 5	1 til 5	Sannsynlighet x Konsekvens				
D15	Søgne øst- Mandal øst	Utslipp av saltholding veivann i Søgneelva (grunnvannressurs med potensialet som drikkevannsforsyni ng og energibrønner.	Salting av vei vinterstid kan føre til avrenning av saltholding veivann til grunn og vassdrag. Salt som havner i Søgneelva vil innenfor brønnenes tilrenningsområde kunne infiltreres i grunnen og ned i grunnvannsmagasinet. På grunn av at saltholdig vann er tyngre enn ferskvann vil det saltholdige grunnvannet synke mot dypet i grunnvannsmagasinet og bli pumpet opp i brønnene med økende uttak	PS	3	3	9	Salt veivann må ledes ut av brønnenes tilrenningsområde. Bygging av tette veigrøfter og at alt overvann fra veibane inklusiv fra tunnelog bru samles ved veikrysset ved Monan hvor det er et lavbrekk på veien. Overvannet renses via oljeavskiller og sedimentasjonsbasseng/fordrøyningsbasseng, men det må ledes i tett rør nedstrøms brønnområdet., Et alternativ til dette vil være å ikke salte veien i aktuelt område. Dette vil trolig medføre reduert fartsgrense vinterstid. Hvilket tiltak som iverksettes må vurderes nærmere av veimyndighetene.	2	2	44
				YM	3	4	12		2	3	6
				MV	3	3	9		2	2	4

4.2.3 Risikoforhold i driftsfasen parsellen Kristiansand vest – Søgne øst

Tabell 11: Risiko og sårbarhetsanalyse iht. akseptkriterier og risikomatriser inkl. avbøtende tiltak som viser risikoforhold i driftsfasen, spesielle for parsellen Kristiansand vest – Søgne øst.

ID	Parsell	Uønsket hendelse	Årsak	Risikostyrings- mål	Sannsynlighet	Konsekvens	<	Forslag til risikoreducerende tiltak	Forventet risiko etter iverksettelse av tiltak		
						Utfall av hendelsen			Sannsynlighet x Konsekvens	Sannsynlighet	Konsekvens
		<i>Hva skjer?</i>	<i>Hva utløser hendelsen?</i>	<i>Personikkerhet (PS), Ytre Miljø/natur (YM), Materielle verdier (MV)</i>	1 til 5	1 til 5					
D16	Kristiansand vest-Søgne øst	Utslipp fra transport av farlig gods over Rossevangen	Utslipp av farlig gods innenfor nedbørsfelt til Rossevangen kan påvirke drikkevannskvalitet.	PS	3	4	12	System for håndtering av overvann, tunnelvaskevann o.l. må dimensjoneres for å unngå utslipp innenfor nedbørsfelt. Det skal etableres egne løsninger for bru over Rossevangen med sikte på å unngå forurensning av drikkevann slik som sprutskjermer på bru og betongkantdrager.	2	3	6
				YM	3	4	12	Det skal etableres tiltak som sikrer at tunnelvaskevann o.l. ikke renner ut i nedbørsfelt til Rossevangen.	2	3	6

ID	Parsell	Uønsket hendelse	Årsak	Risikostyrings- mål	Sannsynlighet	Konsekvens	<	Forslag til risikoreducerende tiltak	Forventet risiko etter iverksettelse av tiltak		
						Utfall av hendelsen			Sannsynlighet x Konsekvens	Sannsynlighet	Konsekvens
		<i>Hva skjer?</i>	<i>Hva utløser hendelsen?</i>	<i>Personikkerhet (PS), Ytre Miljø/natur (YM), Materielle verdier (MV)</i>	1 til 5	1 til 5	Sannsynlighet x Konsekvens		Sannsynlighet	Konsekvens	Sannsynlighet x Konsekvens
				MV	3	3	9	Det er utarbeidet en egen rapport med risikovurderinger av aktuelle hendelser som kan medføre akutt forurensning av Rossevann (RAP-008 Rossevann nedslagsfelt). Rapporten beskriver også hvilke tiltak som må følges opp i videre planlegging.	2	2	4
D17	Kristiansand vest-Søgne øst	Ulykker i bedrifter med storulykkepotensial	Bedrifter på Mjåvann som omfattes av storulykkeforskriften. Hendelse ved Pyrobygg kan føre til at veien blir stengt. Det er en sikkerhetssone med byggerestriksjoner på 300 m fra Pyrobygg sitt lageranlegg. Adkomstvei til Mjåvann vil på det nærmeste ligge 230 m. unna.	PS	1	3	3	Det må søkes om dispensasjon fra DSB for bygging av adkomstvei innenfor sikkerhetssone til Pyrobygg på Mjåvann.	1	3	3
				YM	1	2	2		1	2	2
				MV	1	3	3		1	3	3

ID	Parsell	Uønsket hendelse	Årsak	Risikostyrings- mål	Sannsynlighet	Konsekvens	<	Forslag til risikoreducerende tiltak	Forventet risiko etter iverksettelse av tiltak		
						Utfall av hendelsen			Sannsynlighet x Konsekvens	Sannsynlighet	Konsekvens
		<i>Hva skjer?</i>	<i>Hva utløser hendelsen?</i>	<i>Personikkerhet (PS), Ytre Miljø/natur (YM), Materielle verdier (MV)</i>	1 til 5	1 til 5					
D18	Kristian- sand vest- Søgne øst	Forurensning av drikkevann fra deponiområder	Avrenning av forurenset vann fra massedeponier medføre skader på miljøet.	PS	3	2	6	Det utarbeides egne planer for håndtering og rensing av vann fra deponiområder. Tiltak beskrives i YM-plan og egne notater for massedeponering.	2	1	2
				YM	3	4	12	Det er utarbeidet en egen rapport med risikovurderinger av aktuelle hendelser som kan medføre akutt forurensning av Rosse vann (RAP-008 Rosse vann nedslagsfelt). Rapporten beskriver også hvilke tiltak som må følges opp i videre planlegging.	2	2	4
				MV	3	2	6		2	1	2
D19	Kristian- sand vest- Søgne øst	Forurensning av drikkevann fra trafikkhell eller tilsiktede hendelser	Utforkjøring fra bru over Rosse vann kan medføre risiko for forurensning av drikkevann.	PS	2	4	8	Det skal etableres egne løsninger for bru over Rosse vann med sikte på å unngå forurensning av drikkevann slik som betongkant og sprutskjermer på bru.	1	3	3
				YM	2	4	8	Det er utarbeidet en egen rapport med risikovurderinger av aktuelle hendelser som kan medføre akutt forurensning av Rosse vann (RAP-008 Rosse vann nedslagsfelt). Rapporten	1		3

ID	Parsell	Uønsket hendelse	Årsak	Risikostyrings- mål	Sannsynlighet	Konsekvens	<	Forslag til risikoreducerende tiltak	Forventet risiko etter iverksettelse av tiltak		
						Utfall av hendelsen			Sannsynlighet x Konsekvens	Sannsynlighet	Konsekvens
		<i>Hva skjer?</i>	<i>Hva utløser hendelsen?</i>	<i>Personsikkerhet (PS), Ytre Miljø/natur (YM), Materielle verdier (MV)</i>	1 til 5	1 til 5	Sannsynlighet x Konsekvens				
				MV	2	4	8	beskriver også hvilke tiltak som må følges opp i videre planlegging. Vannverket må gjennomføre egne vurderinger av risiko for tilsiktede handlinger/oppdatering av vannverkets egne risikoanalyser og beredskapsplaner.	1	3	3

5 Konklusjoner

Formålet med denne analysen har vært å kartlegge alle risiko- og sårbarhetsforhold som har betydning for om arealet egner seg til utbyggingsformål, samt å kartlegge eventuelle endringer i slike forhold som følge av planlagt utbygging i henhold til plan- og bygningslovens § 4-3.

Det er gjennomført egne risikosamlinger for de to parsellene med deltakere fra ulike organisasjoner og fagområder. Under disse samlingene har egne sjekklister for ROS blitt gjennomgått med hensikt å kartlegge aktuelle farer. Videre har også farekategoriene som beskrives i DSBs temaveileder Samfunnssikkerhet i arealplanlegging (3) blitt vurdert opp mot de planlagte tiltakene. Aktuelle risikoforhold som har blitt identifisert har også blitt supplementert med foreliggende grunnlagsdata og dokumenter som støtte til vurderinger som har blitt gjort. Alle aktuelle farer er vurdert i henhold til fastsatte risikostyringsmål og vurderingskriterier.

Risikoforhold både for anleggsfasen og driftsfasen har blitt vurdert, med hensikt å identifisere alle uønskede hendelser som medfører uakseptabelt høy risiko for personsikkerhet, ytre miljø/natur og materielle verdier i planområdet og tilstøtende områder. Der det har blitt identifisert risiko- eller sårbarhetsforhold som kan medføre uønskede hendelser har det blitt gjort vurderinger av aktuelle avbøtende tiltak som kan bidra til risikoen for tiltak vil holde seg innenfor akseptabelt nivå. Dersom disse tiltakene etterfølges havner ingen hendelser i kategorien «rød», som omfatter uakseptabel risiko. Det er derimot identifisert flere aktuelle hendelser i kategorien «gul», der risiko er på et slikt nivå at det bør ut ifra en kost/nyttevurdering bør søkes tiltak som reduserer risiko til akseptabelt område.

Det er identifisert 16 aktuelle uønskede hendelser som omfatter anleggsfasen med 3 risikostyringsmål til hver, som gir totalt 48 forskjellige risikokonsekvenser. Der 5 av risiko konsekvensene omfatter begge parsellene, og 6 vurderes som spesielle for parsellen Søgne øst – Mandal øst og 5 vurderes som spesielle for parsellen Kristiansand vest – Søgne øst.

Tabell 12: Oversikt over antall identifiserte hendelser og risikonivå for anleggsfasen, før og etter foreslåtte tiltak.

Risiko i anleggsfasen med konsekvenser i risikostyringsmål personsikkerhet, ytre miljø og materielle verdier		
Risiko kategori	Før tiltak	Etter tiltak
	10	0
	24	9
	14	39
Sum	48	48

De viktigste risikobidragene med aktuelle avbøtende tiltak i anleggsfasen omfatter: Hendelser som omfatter skred, steinsprang, isras ved skjæringer og tunnelpåhugg eller svakhetssoner i tunnel. Planlagte avbøtende tiltak som ytterligere geotekniske vurderinger og dimensjonering av sikringstiltak mot ras og skred i detaljplanlegging vil bidra til redusere risiko til ALARP-nivå.

Hendelser tilknyttet ustabile grunnforhold – usikkerhet rundt kvikkleire ved områder på Monan for parsellen Søgne øst – Mandal øst. Ytterligere detaljerte vurderinger av grunnforhold vil kunne gi grunnlag for avklaring av behov for opprettelse av hensynsone og planbestemmelser for avbøtende tiltak i eksisterende og tilstøtende planer.

Risiko tilknyttet etablering av fyllinger over vann for parsellen Kristiansand vest – Søgne øst. Det er gjennomført grunnundersøkelser, og funnet kvikkleire i denne parsellen. Masseutfylling i vann vil være en generell anleggsteknisk risiko som må følges opp under prosjektering. I forbindelse med masseutfylling i vann- og myrområder må entreprenør gjennomføre detaljerte risikovurderinger av grunnforhold og risiko for anleggsarbeidere.

Flomhendelser i planområdets tilstøtende vassdrag kan føre til redusert fremkommelighet både på eksisterende vei og i anleggsområde. Aktuelle risikoreduserende tiltak må vurderes i detaljplanlegging.

Forurensning av sårbare områder fra anleggsvirksomhet. Det er etablert en egen YM-plan for prosjektet som beskriver aktuelle områder der det må gjøres spesielle tiltak for å unngå forurensning av sårbare områder som følge av anleggsvirksomhet.

I driftsfasen er det identifisert 19 aktuelle uønskede hendelser med 3 risikostyringsmål til hver, som gir totalt 57 forskjellige risikokonsekvenser. Der 10 av risikokonsekvensene vurderes som generelle for hele strekningen, og 5 vurderes som spesielle for parsellen Søgne øst – Mandal øst, og 4 som spesielle for parsellen Kristiansand vest – Søgne øst.

Tabell 13: Oversikt over antall identifiserte hendelser og risikonivå for anleggsfasen, før og etter foreslåtte tiltak.

Risiko i driftsfasen		
Risiko kategori	Før tiltak	Etter tiltak
	25	0
	17	16
	15	41
Sum	57	57

De viktigste risikobidragene med aktuelle avbøtende tiltak i anleggsfasen omfatter:

- Hendelser som omfatter skred, steinsprang, isras ved skjæringer og tunnelpåhugg eller svakhetssoner i tunnel. Planlagte avbøtende tiltak som ytterligere geotekniske vurderinger og dimensjonering av sikringstiltak mot ras og skred i detaljplanlegging vil bidra til redusere risiko til ALARP-nivå.
- Drenering som fører til økt avrenning fra vegareal til resipient. Utbyggingen vil kunne føre til øst eller endret avrenning fra vegareal. Det utarbeides en egen teknisk plan for VA som vil følge prosjektet. Det er også utarbeidet egne fagrapporter VA som redegjør for dreneringsløsninger. Overvannshåndtering følger Statens vegvesen sine prinsipper for håndtering av overvann og veivann. Vegvann føres gjennom sandfang før utslipp til

vassdrag Ved Rossevann vil ikke vann slippes direkte ut i sjøen, men ledes ut av nedbørsfeltet mot Monan. Her vil vannet renses før det slippes videre ut. For detaljerte beskrivelser av løsninger henvises det til egne fagrapporter VA.

- Trafikkulykker på ny strekningen. Den overordnede vurderingen er at ny vei vil føre til en bedring av trafikksikkerhetsforholdene for hele strekningen, men etablering av nye tunneler og bruer medfører endrede risikoforhold. Dette er spesielt knyttet til transport av farlig gods gjennom tunneler – der det er foreslått aktuelle sikringstiltak. Ny vei vil også føre til en endring i støyforhold, men det vurderes at færre boliger totalt sett vil bli berørt av støy enn hva som er tilfelle i dagens situasjon. Motorvei med økt fartsgrense gir også en endring i forhold til dagens situasjon – og detaljerte vurderinger av aktuelle sikringstiltak må gjennomføres i detaljplanleggingen.
- Drikkevannskilden Rossevann er vurdert som særlig sårbar overfor uønskede hendelser som kan forekomme. Det er planlagt tiltak for å unngå at forurenset vann fra veganlegget (overvann og tunnelvaskevann) slippes ut i Rossevann eller tilhørende nedbørsfelt. Sprutskjermer og betongrekkverk over bru vurderes å redusere risiko for at kjøretøy, forurensende stoffer e.l. vil kunne havne i vannet fra bru. Dersom dette tiltaket sammen med skisserte løsninger for håndtering av overvann og tunnelvaskevann gjennomføres bør risiko vurderes ut ifra ALARP-prinsippet. Det må gjennomføres en egen risikovurdering for drikkevannskilden, og kommunen/vannverket bør gjøre en revisjon av sine risikovurderinger/beredskapsplaner.

6 Referanser

1. **Kommunal- og moderniseringsdepartementet.** Plan- og bygningsloven -pbl. LOV-2008-06-27-71 Lov om planlegging og byggesaksbehandling. Kommunal- og moderniseringsdepartementet, 2008.
2. **Standard Norge.** NS 5814 Krav til risikovurderinger. Lysaker, Standard Norge, 2008.
3. **Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap.** Samfunnssikkerhet i arealplanlegging. Tønsberg, Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap, 2011.
4. **Nye Veier AS.** Prosedyre for risikostyring. Kristiansand, 2016.

7 Vedlegg

Sjekkliste ROS – E39 Søgne øst – Mandal øst

Sjekkliste ROS – E39 Kristiansand vest – Søgne øst

Vedlegg 1:

Sjekkliste til analyse av risiko og sårbarhet for
reguleringsplan E39 Søgne Øst – Mandal Øst

Gjennomgått på tverrfaglig analysemøte 4. november 2015.

NATUR- RISIKO	Forhold som kartlegges	Vurdering			Ansvarlige
		Ja	Nei	Merknad	
Skred, Ras, ustabil grunn (snø, is, stein, leire, jord og fjell)	Er området utsatt for snø- eller steinskred	X		Vurderes i kap. 3.1, 4.1 og 4.2. Se til rapport fra geo.	NVE, FM
	Er området geoteknisk ustabilt? Fare for utglidning?	X		Vurderes i kap. 3.1, 4.1 og 4.2. Bygger over marin grense og ikke registrert kvikkleire innenfor planområdet i de nasjonale databasene. Usikkerhet rundt tiltaksområdet på Monan – mulig ustabil grunn og kvikkleire.	NVE, FM
	Er området utsatt for springflo/floam i sjø?		X	Ikke sjønært og dermed ikke relevant. Springflo for liten innerst i fjorden til å ha vesentlige innvirkninger.	NVE, FM
	Er området utsatt for floam i elv/bekk, (lukket bekk?)	X		Vurderes i kap. 3.1, 4.1 og 4.2	NVE, FM
	Kan drenering føre til oversvømmelser i nedenforliggende områder?	X		Vurderes i kap. 3.1, 4.1 og 4.2	NVE, VA
	Er det radon i grunnen?	X		Vurderes i kap. 3.1. Men i utg.punktet ikke relevant da dette er et veganlegg, ikke bygg/anlegg for varig opphold.	Sikret i TEK
	Flom	Kan området være ekstra eksponert for økende vind/ekstremnedbør som følge av endring i klima?		X	

Radon	Vil skogbrann/lyngbrann i området være en fare for bebyggelse?	X		Vurderes i kap. 3.1, 4.1 og 4.2 Planarbeidet bygger ikke inn større risiko for at brann i planområdet skal påvirke bebyggelse, enn dagens situasjon. Anlegget i seg selv vil også lite trolig bli vesentlig påvirket ved hendelse med skogbrann/lyngbrann.	
Ekstremvær					
Lyng-/Skogbrann					
Regulerte vann	Er det åpent vann i nærheten, med spesiell fare for usikker is eller drukning.		X		
Terrengformasjoner	Finnes det terrengformasjoner som utgjør en spesiell fare (stup etc.)	X		Vurderes i kap. 3.1, 4.1 og 4.2 Blir flere nye og stedvis høye skjæringer. Se til fagrapport for geologi og utredning av tema landskap/illustrasjoner.	SVV, NVE, FM, Geodata (kart)

VIRKSOMHETS-RISIKO	Forhold som kartlegges	Vurdering			Ansvarlige
		Ja	Nei	Merknad	
Tidligere bruk	Er området (sjø/land) påvirket/forurenset fra tidligere virksomheter? Industrivirksomhet, herunder avfallsdeponering? Militære anlegg, fjellanlegg, piggrådsperringer? Gruver, åpne sjakter, steintipper etc.? Landbruk, gartneri	X		Vurderes i kap. 3.1, 4.1 og 4.2	Grunnundersøkelser Lokale bedrifter /tidl.ansatte. Sivilforsvaret, Heimevernet. Ikke utfyllende liste
Virksomheter med fare for brann og eksplosjon	Er nybygging i området uforsvarlig?		X	Det er ingen storulykkebedrifter i området.	Brannvesenet, DSB (BR, DSB)
	Vil nybygging legge begrensninger på eksisterende anleggs mulighet for videreutvikling?		X		(BR, DSB)

Virksomheter med fare for kjemikaliutslipp eller annen akutt forurensning	Vil nybygging utgjøre en økt brannrisiko for omliggende bebyggelse dersom spredning?		X	Ikke relevant da nytt veganlegg ikke bygger inn større risiko enn dagens situasjon og vil bli liggende lengre borte fra det meste av bebyggelsen enn dagens E39.	(BR, DSB)
	Er nybygging i nærheten uforsvarlig?		X		(BR, DSB)
	Vil nybygging legge begrensninger på eksisterende virksomhet?		X		(BR, DSB)
	Høyspent	Går det høyspentmaster gjennom området som påvirker området med magnetiske felt?	X		Vurderes i kap. 3.1. Høyspent blir ikke fysisk berørt. Faren for stråling fra høyspent er i utg.punktet ikke relevant ettersom det er et vegprosjekt. Det planlegges ikke bygg/anlegg for varig opphold. Det går flere andre strømlinjer i området (lavspent) og for disse må det flyttes på master.
	Er det spesiell klatrefare i forbindelse med master?		X		Agder Energi, NVE

TRAFIKK	Forhold som kartlegges	Vurdering			Ansvarlige
		Ja	Nei	Merknad	
Ulykkespunkt	Er det kjente ulykkespunkt på transportnett i området?	X		Vurderes i kap. 3.1, 4.1 og 4.2	Veg-vesenet Transport-plan
	Farlig gods	Er det transport av farlig gods gjennom området?	X		Vurderes i kap. 3.1, 4.1 og 4.2 T2- spes. utsatt. Se til rapport om farlig gods fra FM.
	Foregår det fylling/tømming av farlig gods i området?		X		

Myke trafikantene	Er det spesielle farer forbundet med bruk av transportnettet for gående, syklende og kjørende innenfor området? Til barnehage/skole Til idrettsanlegg, nærmiljøanlegg Til forretninger Til busstopp	X		Vurderes i kap. 3.1, 4.1 og 4.2 Se til vurderinger som er gjort i hazidseminar. Hovedsak busstopp og innfartsparkering som er relevante.	SVV Transport-plan
Støy og luftforurensning	Er området utsatt for støy? Er området utsatt for luftforurensning?	X		Vurderes i kap. 3.1, 4.1 og 4.2 Støykartlegging med tiltak lages.	Det utarbeides egen støykartlegging ifm. planarbeidet
Ulykker i nærliggende transportårer	Vil utilsiktede/ukontrollerte hendelser som kan inntreffe på nærliggende transportårer (industriforetak med mer) utgjøre en risiko for området? Hendelser på veg Hendelser på jernbane Hendelser på sjø/vann/elv Hendelser i luften	X		Vurderes i kap. 3.1, 4.1 og 4.2 Se til vurderinger som er gjort i hazidseminaret for Trafikksikkerhet.	Jernbaneverket DSB Veg-vesenet Nabokommuner Kystverket Avinor

SAMFUNNS- SIKKERHET	Forhold som kartlegges	Vurdering			Ansvarlige
		Ja	Nei	Merknad	
Kritisk infrastruktur	Medfører bortfall av tilgang på følgende tjenester spesielle ulemper for området? Elektrisitet Tele Vannforsyning Renovasjon/spillvann	X		Vurderes i kap. 3.1, 4.1 og 4.2 Tunneler i planområdet vil være spesielt utsatt for dette. Behov for tiltak vurderes.	Agder Energi Avfall Sør VA Vegvesenet

	Veier, broer og tuneller (særlig der det ikke er alternativ adkomst)				
Høyspent	Vil tiltaket endre (styrke/svekke) forsyningssikkerheten i området?	X		Strømbehovet for veggen bør undersøkes i forhold til kapasitet.	NVE Agder Energi
Beredskapstiltak	Har området utilstrekkelig brannvannforsyning? (mengde og trykk)	X		Vurderes i kap. 3.1, 4.1 og 4.2 Vil i hovedsak gjelde tunnel. Behovet for brannvann i tunnel bør undersøkes i samarbeid med kommunen og brannvesenet.	Brannvesenet VA
	Har området bare en mulig adkomst for brannbil?		X		Brannvesenet
Terror og sabotasje	Er det spesiell fare for terror eller kriminalitet i området? (ved plassering av utsatt virksomhet)		X		Politiet
	Er tiltaket i seg selv et sabotasje/terrormål? Er det ev terrormål i nærheten		X		Politiet
Skipsfart 1	Er det planlagt en sjønær utbygging? Vil dette få konsekvenser for farleder eller strømforhold?		X	Stor fri høyde under planlagt bru over Trysfjorden, ikke til hinder for farled.	Kystverket
Skipsfart 2	Er det fare for at skipstrafikk fører til: Utslipp av farlig last Oljesøl Kollisjon mellom skip Kollisjon med bygning Kollisjon med infrastruktur		X	Ikke relevant	Kystverket

Vedlegg 2:

Sjekkliste for risiko og sårbarhet i plansaker

Detaljregulering for E39 Kristiansand Vest - Mandal øst (Kristiansand vest - Søgne øst)

Plan- og bygningsloven § 4-3 – samfunnssikkerhet og risiko- og sårbarhetsanalyse:

Ved utarbeidelse av planer for utbygging skal planmyndigheten påse at risiko- og sårbarhetsanalyse gjennomføres for planområdet, eller selv foreta slik analyse. Analysen skal vise alle risiko- og sårbarhetsforhold som har betydning for om arealet er egnet til utbyggingsformål, og eventuelle endringer i slike forhold som følge av planlagt utbygging. Område med fare, risiko eller sårbarhet avmerkes i planen som hensynssone, jf. §§ 11-8 og 12-6. Planmyndigheten skal i arealplaner vedta slike bestemmelser om utbyggingen i sonen, herunder forbud, som er nødvendig for å avverge skade og tap. ”

Regulant skal kartlegge alle relevante forhold som må utredes i egen risiko- og sårbarhetsanalyse.

Dette er en sjekkliste som skal være til hjelp for å finne ut hvilke temaer som må beskrives/utredes nærmere. Mindre forhold beskrives i planbeskrivelsen. Forhold som krever spesialkompetanse må utredes i egen fagutredning/ROS-analyse.

ROS-analyser utarbeides med utgangspunkt i veileder fra Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap:

[Samfunnssikkerhet i arealplanlegging - Kartlegging av risiko og sårbarhet](#)

Det kan være hensiktsmessig å sammenfatte aktuelle tema i risikomatriser, se s. 15 i veilederen.

Emne	Forhold eller uønsket hendelse som kan utløse et behov for egen ROS-analyse	Kartlegging			
		Mer info	Utredes i egen ROS-analyse	Utredes ikke i egen ROS-analyse Begrunnelse:	Vedl . Nr.

Naturrisiko	Er området utsatt for snø-, jord-, sørpe- eller steinskred?		Ja		
	Er det fare for utglidning (er området geoteknisk ustabil)?		Ja		
	Er området utsatt for springflo/flom i sjø/vann?		Ja		
	Er området utsatt for flom i elv/bekk, herunder lukket bekk?		Ja		
	Er det tatt hensyn til fremtidig havnivåstigning?		Nei	Planområdet ligger ikke i nær tilknytning til fjord eller havområder, og er vurdert som ikke relevant.	
	Dersom området har tilgang til elv eller sjø; er det behov for sikringstiltak?	lenke	Ja		
	Er det fare for forurensende avrenning fra et utsprengt område (gjelder sulfidholdig fjell)?		Nei	Det er gjennomført egne geotekniske vurderinger for området. Ikke identifisert noen risiko tilknyttet dette. Øvrige forhold rundt utsprengning og massedeponering er vurdert i egen ROS-analyse.	
	Finnes det terrengformasjoner som utgjør fare (stup etc.)		Ja		
	Vil skogbrann/lyngbrann i området være en fare for boliger/hus?		Ja		
	Annet (angi)		Nei	Ikke aktuelt.	
Infrastruktur	Vil utilsiktede/ukontrollerte hendelser som kan inntreffe på nærliggende transportårer, utgjøre en risiko for området:				

- hendelser på veg?		Ja		
- hendelser på jernbane?		Nei	Planområdet omfatter ikke jernbanevirksomhet. Vurdert som ikke aktuelt.	
- hendelser på sjø/vann/elv?		Nei	Planområdet omfatter ikke transportårer på sjø/vann/elv. Vurdert som ikke aktuelt.	
- hendelser i luften?		Nei	Vurdert som ikke aktuelt. Nærmeste flyplass er Kjevik lufthavn, planområdet berøres ikke av byggerestriksjoner for flyplass.	
Vil utilsiktede/ukontrollerte hendelser som kan inntreffe i nærliggende virksomheter (industriforetak etc.), utgjøre en risiko for området:				
- utslipp av giftige gasser/væsker?		Ja		
- teletjenester?		Nei	Planområdet berører ikke infrastruktur tilknyttet teletjenester. Vurdert som ikke aktuelt.	
- vannforsyning?		Ja		
- renovasjon/spillvann?		Ja		
Dersom det er høyspentanlegg i området: - blir følsom bebyggelse som skoler/barnehager/boliger (samt uteoppholdsarealer) planlagt i tilstrekkelig avstand til høyspentledninger, jordkabler, transformatorstasjoner eller nettstasjon i forhold til mulig helserisiko (utredningskrav ved 0,4 µT)?	lenke	Ja		

	Er det farer forbundet med bruk av transportnett for gående, syklende og kjørende innenfor området (f.eks. inn- og utkjørsel)?		Ja	
	Brannberedskap:			
	- omfatter området spesielt farlige anlegg?		Ja	
	- ligger området slik at brannvesenets krav til innsatstid tilfredsstilles?		Ja	
	- har området tilstrekkelig brannvannforsyning (mengde og trykk)?		Ja	
	- har området tilfredsstillende atkomst for brannvesenet? (Pbl § 18-1)		Ja	
Tidligere bruk/ forurensning	Er det mistanke om forurensning i grunnen fra tidligere virksomheter i og utenfor planområdet?			
	- bensinstasjon/bilverksted/ tankanlegg/mekanisk verksted/skipsverft?	lenke	Ja	
	- industri (for eksempel galvaniseringsverksted, impregneringsverk, annen industri)?		Ja	
	- avfallshåndtering/deponi?		Ja	
	- gjentatte rivingsarbeider/rehabilitering av bygninger fra 1950-1980/byjord		Ja	Planområdet strekker seg i hovedsak gjennom uberørt mark. Vurdert som ikke aktuelt.
	- militære anlegg: fjellanlegg, piggtrådsperringer etc.?		Ja	I nærhet til planområdet befinner det seg verneverdige festningsanlegg fra 1. verdenskrig. Det

				vurdert at disse ikke utgjør noen risiko mtp. forurensning. Som kulturminner er de vurdert i egne fagrapporter.	
	- annet (angi)?		Ja	Ikke aktuelt.	
Omgivelser	Vil boliger bli utsatt for forhold som direkte eller indirekte kan påvirke helsen:				
	- forurensning av drikkevannskilde (privat/kommunal) og/eller nedslagsfelt for drikkevannskilde?		Ja		
	- støy/rystelser/vibrasjoner fra veitrafikk/bane/fly/tekniske installasjoner (eks. vifter og kjøleanlegg) / annen virksomhet (eks serveringsvirksomhet og konsertlokaler)?	lenke	Ja		
	- luftforurensning i planområdet (T-1520, retningslinjer for behandling av luftkvalitet i arealplanleggingen)?	lenke	Nei	Utredes i egen fagrapport for luft.	
	- utslipp av støv, avgasser, markert lukt eller annet (eks. lukt fra serveringsvirksomhet og matproduksjon)?		Nei	Utredes i egen fagrapport for luft.	
	- andre forhold av vesentlig betydning for miljø og trivsel?		Ja		
	- dårlig mobildekning og bredbånd/internettforbindelse ?		Nei	Vurdert som ikke aktuelt. Tiltaket omfatter kun etablering av veganlegg.	
	Annet (angi) "risiko- og sårbarhetsforhold som har betydning for om arealet er egnet til utbyggingsformål"		Nei	Ikke aktuelt.	
Sabotasje/terror	Er tiltaket i seg selv et sabotasje-/terrormål?		Nei	Ny vei vil være del av kritisk infrastruktur, men	

				vurdert videre som ikke utsatt sabotasje/terror mål.	
	Finnes det potensielle sabotasje-/terror mål i nærheten? (F.eks. risikofylt industri med kjemikalie/eksplosiver, olje/gass, radioaktiv materiale eller kraftstasjon, trafo, damanlegg, viktige telekommunikasjonsanlegg, militæranlegg)		Ja	Utrede i ROS-analyse for temaet drikkevann.	

Utført av Alexander Ekren, Rambøll Norge AS

Dato: 22.09.16

Vi bygger **gode** veier **raskt** og **smart**





06.01 | **17**

E39 KRISTIANSAND VEST – SØGNE ØST RAP-008 ROSSEVANN NEDLSAGSFELT

Oppdragsnr:	502
Oppdragsnavn:	E39 Kristiansand vest – Søgne øst
Dokument nr.:	RAP-008
Filnavn	rap-008 rossevann nedslagsfelt_oppdatert 050517

Revisjonsoversikt

Revisjon	Dato	Revisjon gjelder	Utarbeidet av	Kontrollert av	Godkjent av
00	06.01.17	Første utgivelse	AP/AE/PKR	AV	JTE (Nye Veier AS)
01	15.05.17	Revisjon etter offentlig ettersyn	AP/AE/PKR	AV	JTE (Nye Veier AS)

Dokumentet er utarbeidet av Rambøll Norge AS. Oppdragsleder er Cecilia Orosz.

1 Innholdsfortegnelse

2	Innledning	4
2.1	Bakgrunn	4
2.2	Forkortelser.....	4
3	Nedslagsfelt Rossevangen	5
4	Veglinjevalg.....	6
4.1	Kommunedelplan.....	6
4.2	Grunnundersøkelser	6
4.3	Valgt trase over Rossevangen	7
5	Overvannshåndtering.....	9
5.1	Overvannsløsning for vei.....	10
5.2	Overvannsløsning for bru	10
5.3	Rossevangsbekken	10
5.4	Dimensjonerende vannmengder	11
6	Flom	12
6.1	Flomveier	12
6.1.1	Aktsomhetsområde A10	13
6.1.2	Aktsomhetsområde A12.....	14
6.1.3	Aktsomhetsområde	15
7	Anleggsgjennomføring	16
8	Luft.....	17
9	Overvåkningsplan for vannforekomster.....	18
10	Risikovurdering	18
10.1	Metode og gjennomføring	18
10.1.1	Akseptkriterier	20
10.1.2	Forutsetninger og avgrensninger	20
10.2	Erfaringer fra E18 Bommestad – Sky og Farris	20
10.3	Fareidentifikasjon	22
10.3.1	Risikoforhold i anleggsfasen	23
10.3.2	Risikoforhold i driftsfasen	25
10.4	Evaluerer av risiko	27
10.4.1	Risikoevaluering av anleggsfasen	27
10.4.2	Risikoevaluering av driftsfasen	30
10.5	Konklusjoner risikoforhold	35
11	Referanser	36
12	Vedlegg.....	37

2 Innledning

2.1 Bakgrunn

Nye Veier AS planlegger utbygging av ny firefelts motorvei med hastighet 110 km/t på strekningen E39 Kristiansand vest – Mandal øst. Strekningen planlegges utbygget som et prosjekt, men det utarbeides separate reguleringsplaner for parsellene E39 Søgne øst – Mandal øst og E39 Kristiansand vest – Søgne øst. Denne rapporten beskriver svar på de problemstillingene som Kristiansand kommune, Songdalen kommune og Mattilsynet har tatt opp i forbindelse med tilbakemelding på vårt reguleringsforslag i nedslagsfeltet til Rossevangen og Rossevangsbekken samt oppstartsmøte 25. mai 2016. Rapporten skal innarbeides i bestemmelser, plankart og annen aktuell dokumentasjon for reguleringsplanen.

Rapporten er delt inn i 9 kapitler. Kapittel 2 omfatter beskrivelser av nedslagsfeltet for Rossevangen. Kapittel 3 omfatter en beskrivelse av bakgrunn for justering av veilinjen gjennom nedslagsfeltet. I kapittel 4 redegjøres det for planlagte løsninger for håndtering av overvann og i kapittel 5 flom. Kapittel 6 omhandler anleggsgjennomføring og kapittel 7 omhandler påvirkning fra luftforurensning i nedslagsfeltet. I kapittel 8 redegjøres for det overvåkingsplan for vannforekomster. Avslutningsvis, omhandler kapittel 9 resultatene fra en egen risikovurdering gjennomført for å kartlegge aktuelle risikoforhold som kan medføre forurensning av drikkevannskilden som følge av planlagt utbyggingstiltak.

2.2 Forkortelser

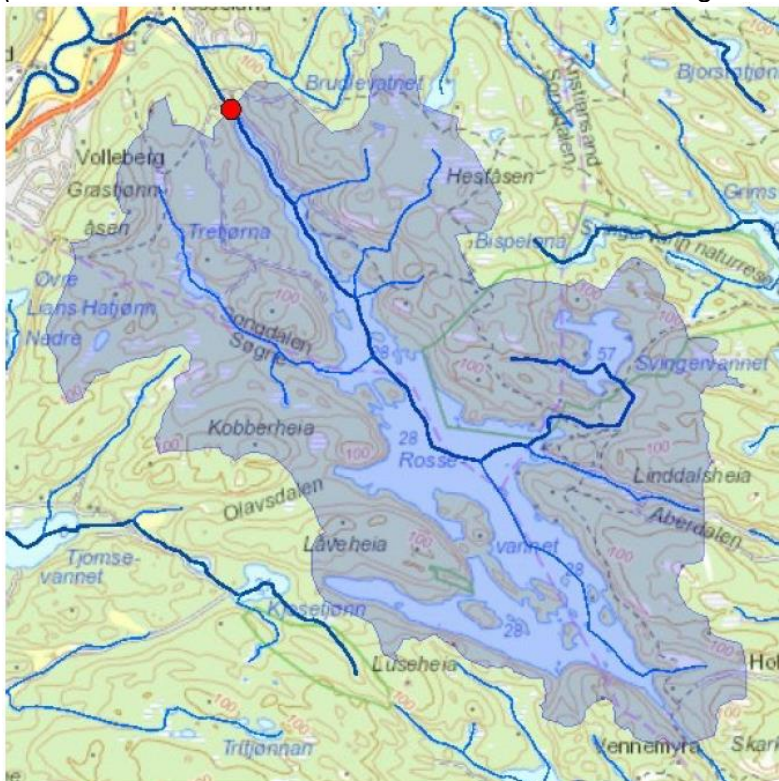
ALARP	As-Low-As-Reasonably-Practicable (Prinsipp for risikostyring)
DSB	Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap
IUA	Inter-kommunalt utvalg mot akutt forurensning
KU	Konsekvensutredning
NIVA	Norsk institutt for vannforskning
NS	Norsk standard
NVE	Norges vassdrags- og energidirektorat
PM ₁₀	Particulate matter > 10 µm (partikler mindre enn 10 µm)
ROS	Risiko- og sårbarhetsanalyse
VA	Vann- og avløp
YM-plan	Plan for ytre miljø
ÅDT	Årsdøgnstrafikk

3 Nedslagsfelt Rosse vann

Rosse vann er en grensesjø mellom Songdalen, Søgne og Kristiansand kommuner. Kristiansand kommune v/Kristiansand vannverk benytter sjøen som en av to drikkevannskilder. Rosse vann har et areal på ca. 2,0 km² og et nedslagsfeltet på ca. 7 km², se figur 1. Vanninntaket er på ca. 25 meters dyp. Fra vannbehandlingsanlegget pumpes vannet opp i Lindalsheia høydebasseng, før det renner ut i kommunens ledningsnett. Årlig vannproduksjon er 6 100 000 m³. Nedbørsfeltet til vannverket består av skog med noe myr og fjellområder. Det er ingen boliger eller gårdsbruk i nedbørsfeltet, men enkelte hytter. Det er strenge restriksjoner på alle aktiviteter som kan forurense vannet, og kommunen forventer nullrisiko for kritisk drikkevannsforurensning. Kart fra Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) under viser nedslagsfeltet til Rosse vann.

Drikkevannskilden Rosse vann eies av Kristiansand kommune. Til daglig får ca. 45.000 mennesker sitt drikkevann herfra. I situasjoner der Tronstadvann er ute av drift, kan Rosse vann også forsyne deler av Søgne og Songdalen, til sammen ca. 100 000 mennesker, og er derfor også en viktig beredskapskilde.

Det er gjennomført prøvetaking og analyse av sedimentene i Rosse vann. Resultatene er tatt like ved utløpet ved Rosse vann og viser at sedimentene er *sterkt forurenset/dårlig kvalitet* (tilstandsklasse 4 i henhold til veileder for klassifisering av vann, sediment og biota) (1).



Figur 1: Nedslagsfeltet til Rosse vann

4 Veglinjevalg

I følgende kapitler oppsummeres bakgrunnen til justering av veilinjen.

4.1 Kommunedelplan

Kommunedelplan med KU for Ytre ringveg ble vedtatt av Kommunal- og moderniseringsdepartementet i februar 2016 (2). I vedtaket fra departementet står det at traséen skal optimaliseres med støytiltak og justeringer i terrenget. Det skal legges vekt på å ivareta kulturminner, friluftsområder, drikkevann og boligbebyggelsen på best mulig måte .

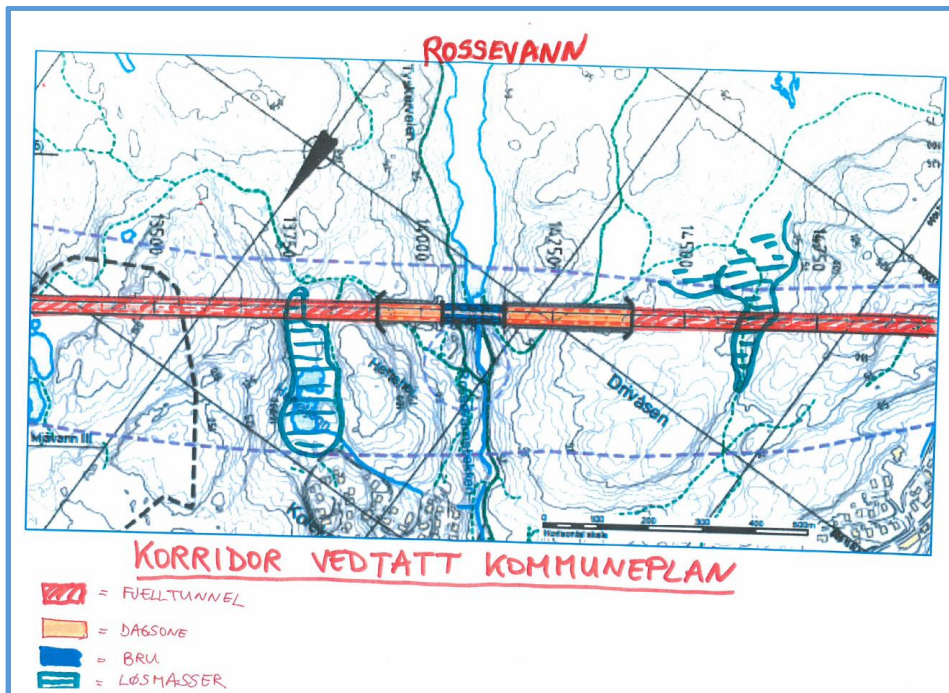
Ved varsel om oppstart av reguleringsplanarbeidet med planavgrensning, ble korridoren fra Kommunedelplan utvidet for å ivareta optimalisering og en effektiv anleggsgjennomføring. Det er lagt vekt på gode adkomstmuligheter inn til ny trasé og fleksibilitet for entreprenør til massetransport i linja før gjennomslag i tunnelene..

4.2 Grunnundersøkelser

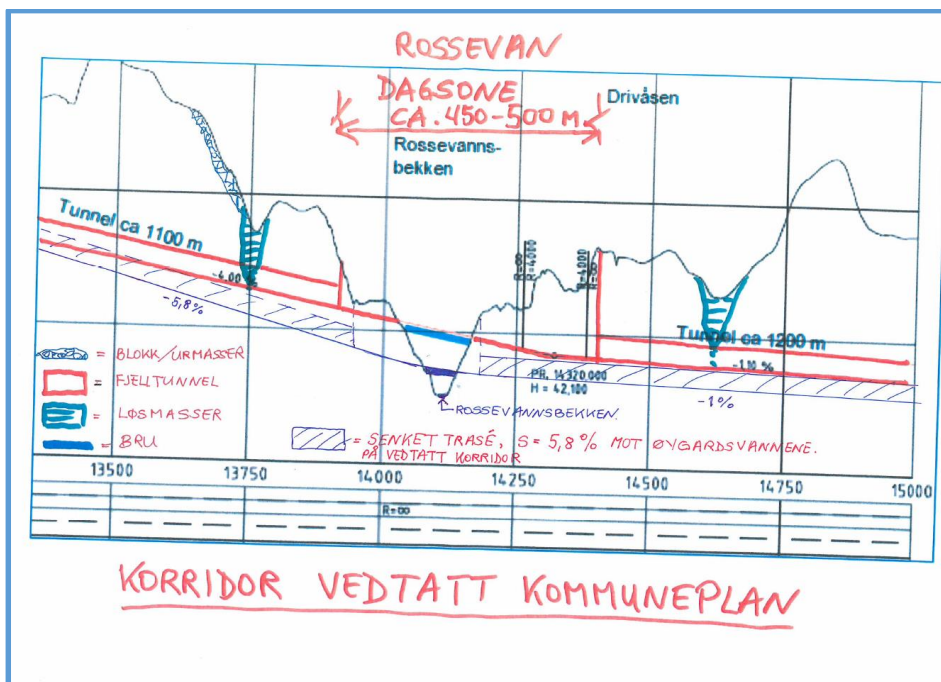
Grunnundersøkelsene ved Heftetjønn og myra syd for Heftetjønn viste løsmasser av ulik dybde. Det ble utført 23 totalsonderinger med bergpåvisning, samt tatt opp to stk. prøveserier for klassifisering av jordart. I notat datert 11.01.2016 konkluderte Statens vegvesen med at tunneltraséen lå for høyt og anbefalte å flytte linja sydover. Det ble også påvist store mengder blokk/ur-masser i den bratte skrenten mot Heftehei. Dette er illustrert i skissene nedenfor, figur 2 og 3.

I optimaliseringsprosessen er traséen flyttet ca. 70 – 80 m sydover og tunnelen unngår området med de kryssende svakhetssonene, og influeres kun av den ene i et gunstigere parti av sonen. Tunneltraseen trekkes også lengre unna Grisetjønnene som potensielt er svært gunstig for fjellkvaliteten i tunnelen. I påhuggsområdet unngår en også de bratte skrentene med store blokker og urmasser, til fordel for et svært mye tryggere terreng som også er enklere å jobbe i anleggsteknisk.

Nord for Storemyr er det også et område der det ble påvist løsmasser/knusningssone som kunne være i konflikt med fjelltunnelen vist i vedtatt kommunedelplan. Her er det ikke foretatt detaljerte grunnundersøkelser. Ved justert linje passeres dette området i dagsone. Området er vist til høyre på skissene nedenfor.



Figur 2: Viser plantegning av vedtatt korridor i kommuneplan

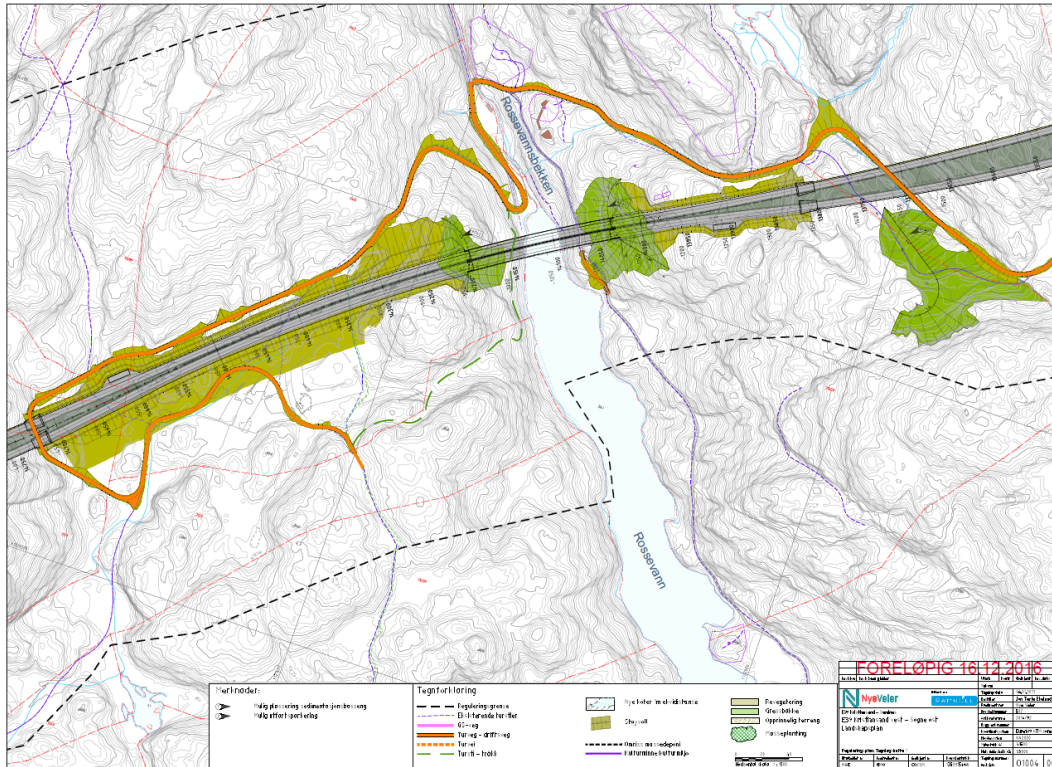


Figur 3: Viser profiltegnning av vedtatt korridor i kommuneplan

4.3 Valgt trase over Rossevann

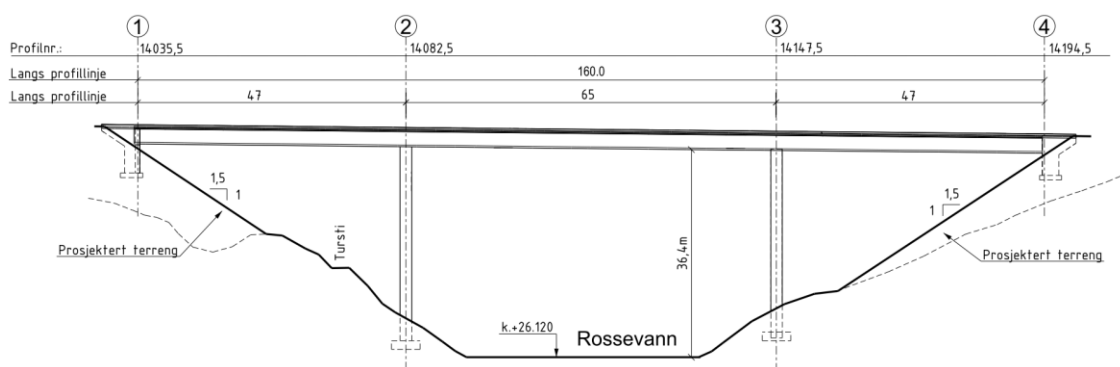
Optimalisering av traséen ved å flytte vegen mot syd er hovedsakelig begrunnet ut fra ny kunnskap om grunnforholdene og hensyn til kulturminnene. Optimalisering trase ligger i god

avstand til kulturminne også med hensyn til byggeperioden. Justert trasé ved Rossevannet er vist på tegningen nedenfor, figur 4.



Figur 4: Justert trasé ved Rossevann.

Ny E39 ligger på 2 parallelle bruer over Rossevannet ca. 35 m over vannspeilet og med en lengde på ca. 160 m. En tegning av brua er vist nedenfor, figur 5.

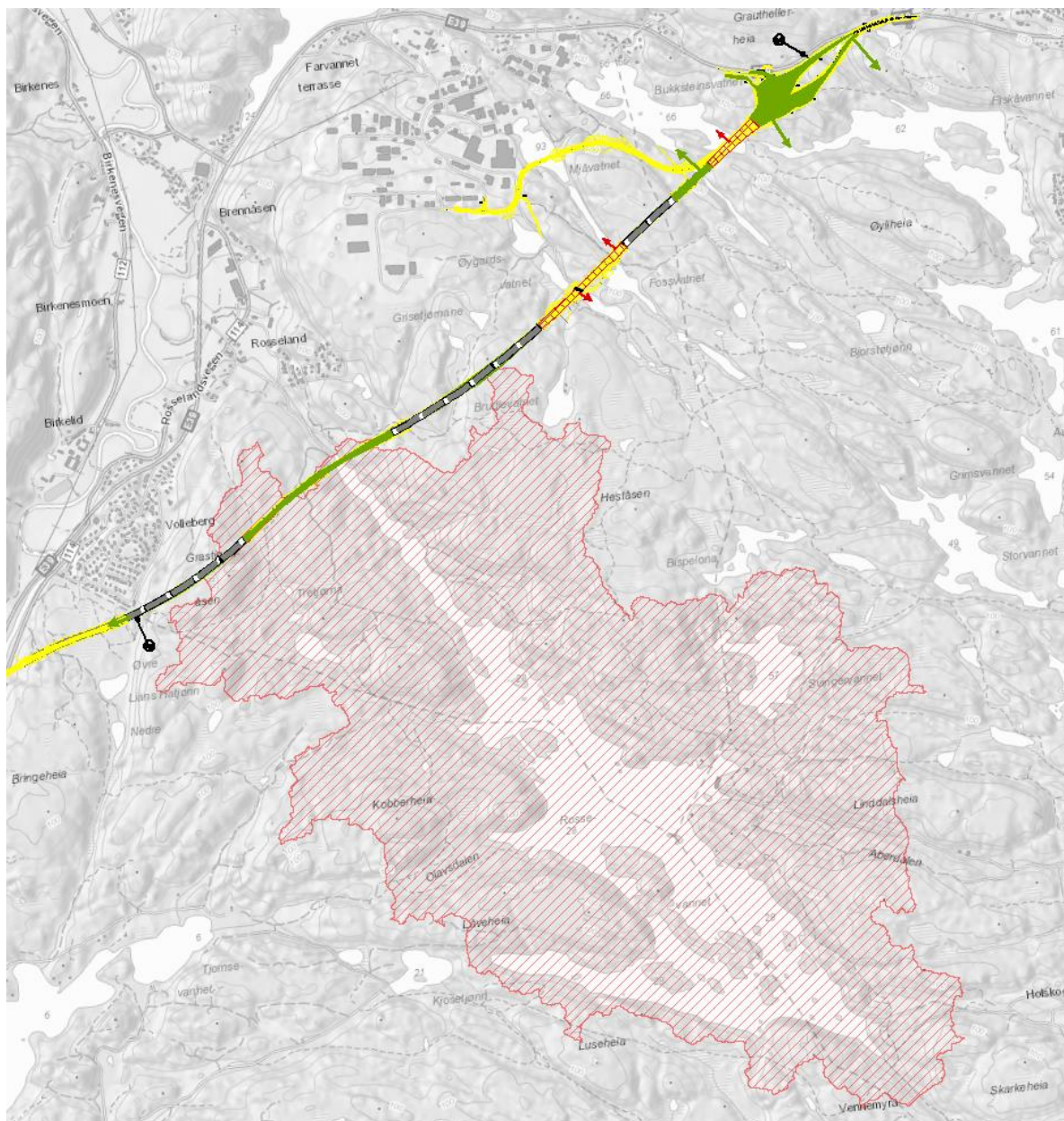


Figur 5: Viser tegning av brua over Rossevann.

Bruene er vist med 3 spenn og uten pilarer i Rossevannet.

5 Overvannshåndtering

Ny trasé for E39 har toppunkt ved Øygardsvannene og faller hele strekningen nedover til Monan-krysset i Søgne kommune. Rossevann er drikkevannskilde til Kristiansand kommune. Veiovervann og heller ikke tunnelvaskevann skal ikke slippes ut i nedslagsfeltet til Rossevann. Tiltak for å hindre utslipp i anleggsperioden beskrives i kapittel 6 anleggsgjennomføring.



Figur 6. Nye E39, planlagt overvannshåndtering samt Rossevann nedbørfelt.

5.1 Overvannsløsning for vei

På grunn av hensyn til Rossevann som drikkevannskilde er det behov for å sikre overvannshåndteringen ekstra i dette området. Overvann skal derfor transporteres vekk fra Rossevannets nedbørfelt.

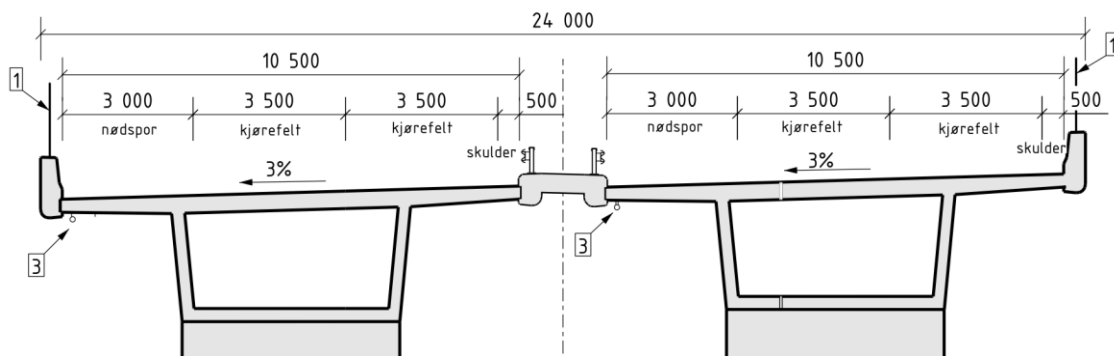
Innlekkasjevann fra tunnelen øst for Rossevann kan føres til Rossevannsbekken da dette vannet anses som rent. Overvann fra vegbanen i tunnelen, tunnelvaskevann og overvann fra dagstrekningene samles opp i separate og lukkede overvannssystem og føres ut av nedslagsfeltet til behandling ved Søgne-elva eller ved Monankrysset.

Alt overvann fra vegbanen og grøfteskråninger samles opp i langsgående tette grøfter. Vannet renner til sluk tilkoblet et separat overvannssystem og ledes forbi Rossevann til Søgneelva eller Monan-krysset.

Det legges ut et tett sjikt i alle grøfter og rundt alle sluk. Dette skal hindre at overvann fra veien renner ned i overbygningen og følger traubunnen ut i Rossevann. Det tette sjiktet skal være geomembran evt. leire.

5.2 Overvannsløsning for bru

Overvann fra bru skal samles opp på bruene og skal sammen med øvrig veiovervann nordøst for bruene ledes videre gjennom neste tunnel ved Volleberg og renses ved Søgne-elva eller Monan krysset. Det skal bygges en høy betong kantdrager som sammen med støyskjerm utgjør en 2,5m høy tett skjerm på begge sider av bruene som hindrer overvann og snø ved brøyting fra å komme ned i Rossevannet. Bruene støpes sammen i midten som vist i figur 6 nedenfor.



Figur 6: Utsnitt av skissetegning for Rossevann bruene, K1103. Pkt. 1 viser til støyskjerm, pkt. 3 viser til overvannssystem.

5.3 Rossevannsbekken

Vegovervann i anleggsperioden og alt vann fra tunneldriften skal behandles og renses i midlertidig renseanlegg i anleggsperioden før det slippes ut i Rossevannsbekken. Tiltak i form av siltgardiner skal hindre spredning av partikler sørover i Rossevann. Eventuelt økning i partikkeltilførsel i anleggsperioden vil være av kortvarig art og ikke føre til varig forringelse av den økologiske tilstanden. Innlekkasjevann fra tunnel vurderes tilført Rossevannsbekken.

I driftsperiode skal veiovervann samt tunnelvaskevann ledes igjennom tunnel ved Volleberg og til neste parsell før utslipp. Utslippsvannet vil bli overvåket den første perioden etter veiens ferdigstillelse slik at rensetiltakenes virkning kan vurderes.

5.4 Dimensjonerende vannmengder

Overvann dimensjoneres etter Statens vegvesen sin håndbok N200 Vegbygging (3), se figur 7 nedenfor.

Veg-/dreneringselement	Valg av returperiode for nedbør ¹⁾	
	Veg med omkjøringsmuligheter	Veg uten omkjøringsmuligheter
Rister, sluk, overvannsledning, terrenggrøfter - LANGS VEIEN	50 år	100 år
Kulvert, innløp, utløp, nedføringsrenne - PÅ TVERS AV VEIEN	100 år	200 år
Sikring av nye eller justerte elve- eller bekkeløp ²⁾	100 år	200 år

1) I områder hvor overvann fra veg skal tilknyttes kommunale/lokale overvannssystemer skal kommunale/lokale dimensjoneringsregler følges.

2) NVE skal kontaktes ved endring av vassdrag.

Figur 7: Statens vegvesens valg av returperiode for nedbør.

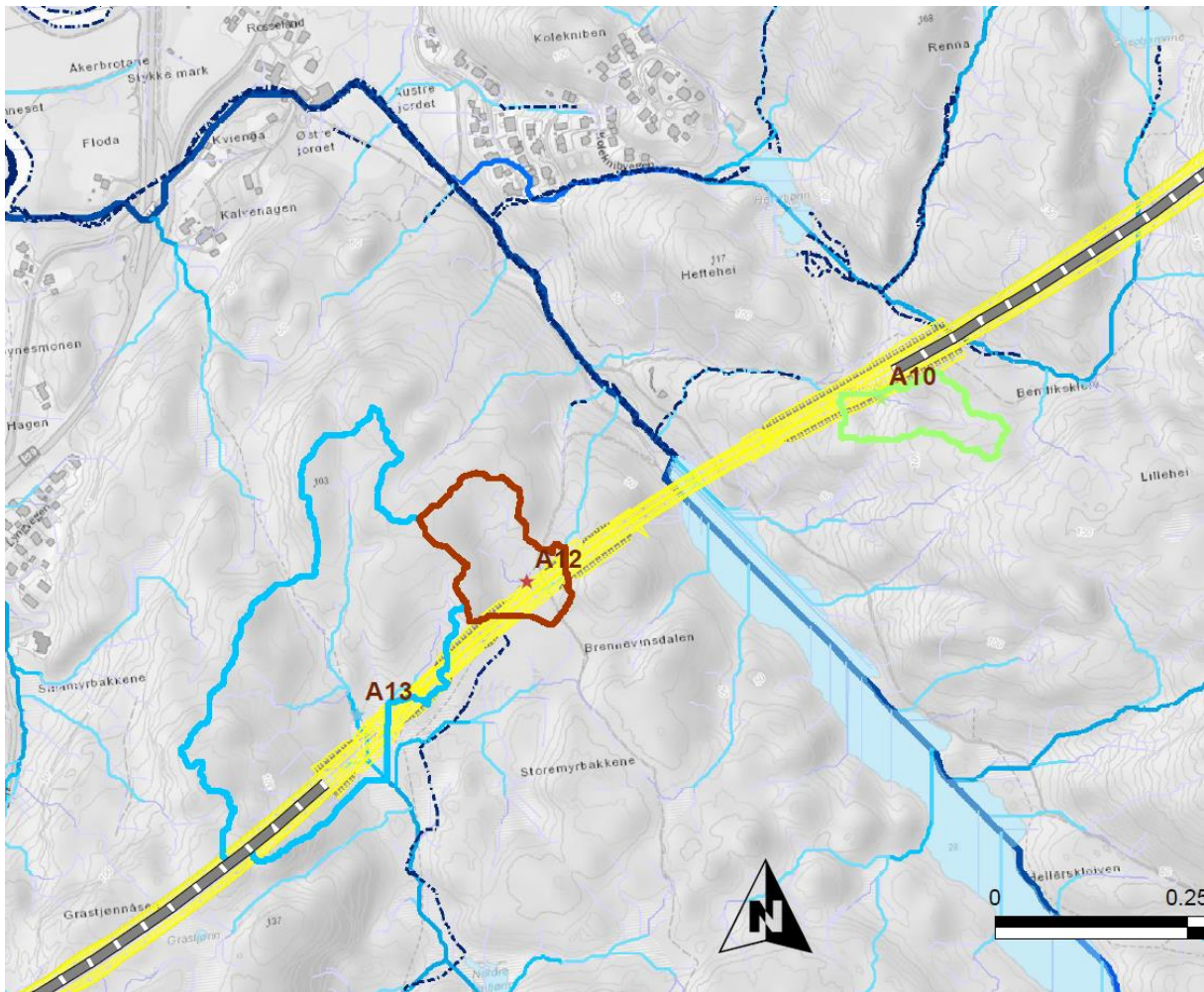
Overvann som generes i fra veien ved et regn med 200 års returperiode og klimafaktor 1,4 er beregnet til ca. 480 l/s. I tillegg kommer drens vann fra tunnel. Med et krav til innlekasje på maks 10 l/s pr. 100 m tunnellop vil innekasjevann i tunnelene øst for Rossevann kunne utgjøre 180 l/s. Tunnelvaskevann for tunnel 2 ved Bruliheia er beregnet til 123 m³ per tunnelvask.

6 Flom

6.1 Flomveier

Det er utført en flomanalyse for hele prosjektet som viser at det er sekundære flomveier, aktsomhetsområder, som må ivaretas i prosjekteringen og som må avskjæres fra veiovervann.

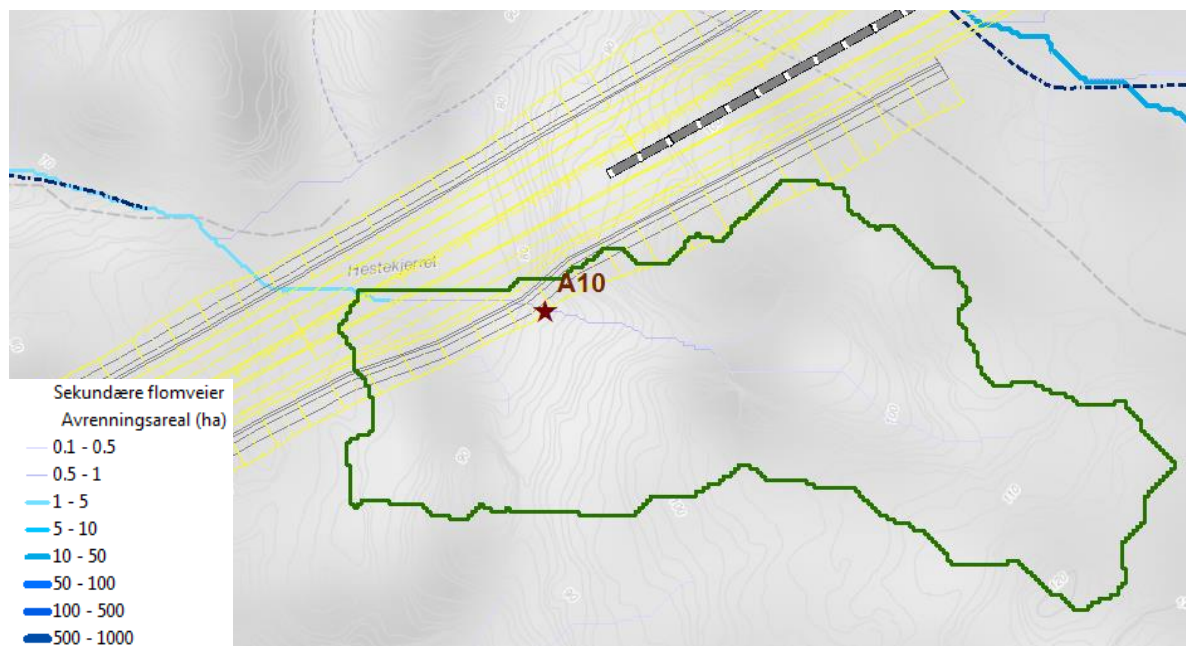
Utklipp nedenfor, figur 8, viser flomveier ved Rossevann fra flomrapporten (4).



Figur 8: Hovedflomveier (blå linjer) mørkeblå-stiplede linje er eksisterende bekker. Området innenfor grønn, rød og blå markering viser nedslagsfelt til aktsomhetsområdene A10, A12 og A13.

6.1.1 Aktsomhetsområde A10

A10 ligger ved utløp til ny planlagt tunnel mellom Øygardsvannene og Rossevannet. Tilhørende avrenningsfelt har et areal på 0,013 km² og er et naturlig felt med tett skog og tynt dekke. Figur 9 viser en oversikt over eksisterende vannveier og sekundære flomveier i området.



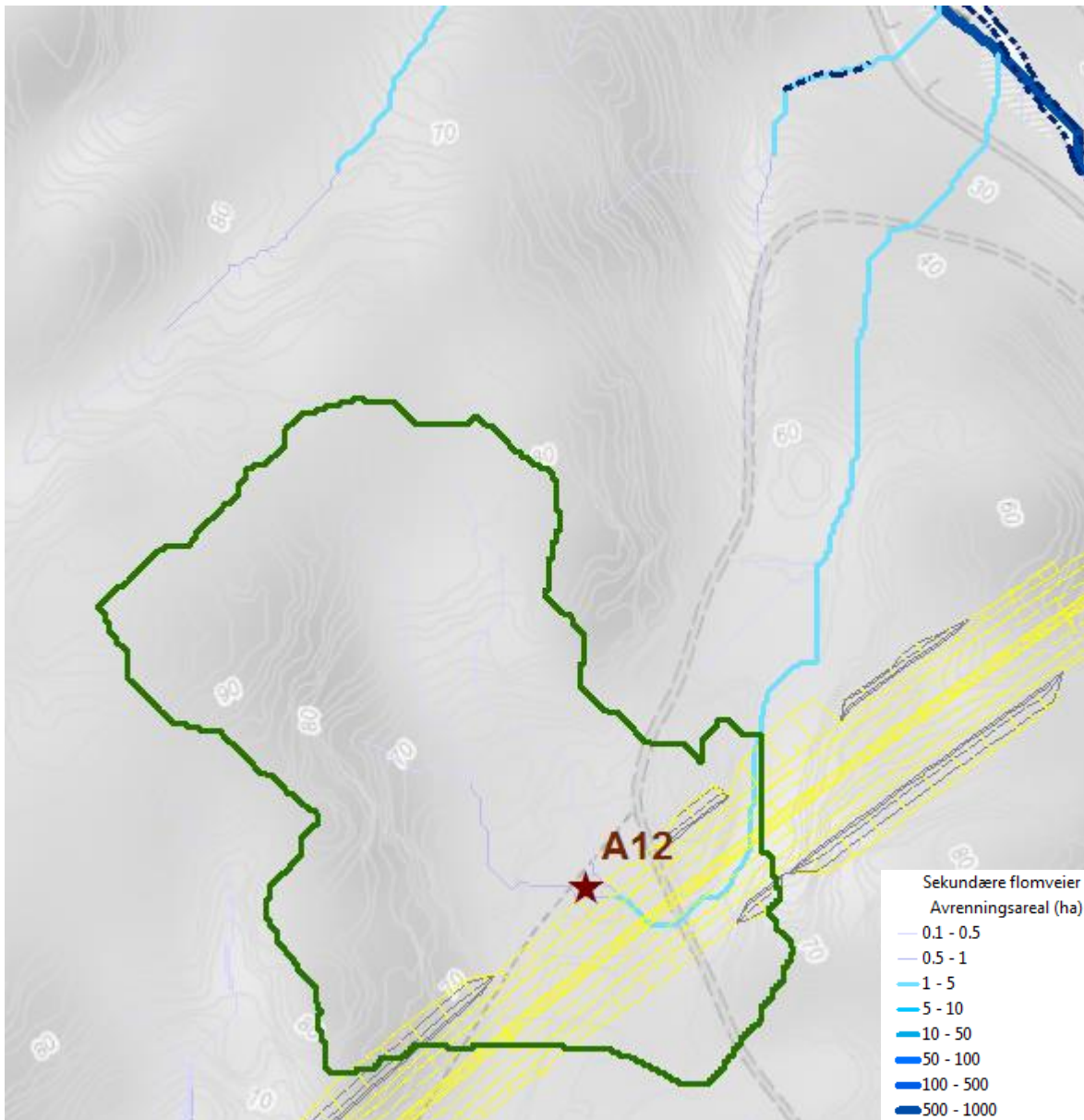
Figur 9: Flomveier (blå linjer) for aktsomhetsområde A10 (rød stjerne). Mørkeblå-stiplet linje er eksisterende bekk, mens grå/hvit-stripet linje er planlagt tunnel.

Det må etableres ny stikkrenne/kulvert ved A10 som sammen med med infiltrasjonsvann fra tunnelen kan føres i eget system til Rossevannsbekken.

Dimensjonerende 200 årsflom er basert på rasjonale formel for naturlige felt beregnet til 0,19 m³/s. Nødvendig minimum rørdimensjon er da 600 mm hvilket er minimumsdimensjon som Statens vegvesen bruker. Siden dette aktsomhetspunkt er kritisk mht. ny tunell bør det i detaljplanlegging vurderes å benytte en større dimensjon.

6.1.2 Aktsomhetsområde A12

A12 ligger rett nedstrøms Rossevannet. Avrenningsfeltet til aktsomhetsområde A12 har et areal på ca. 0,023 km² og er et naturlig felt med lett vegetasjon og tynt humusdekke. Figur 10 viser en oversikt over sekundære flomveier i området.

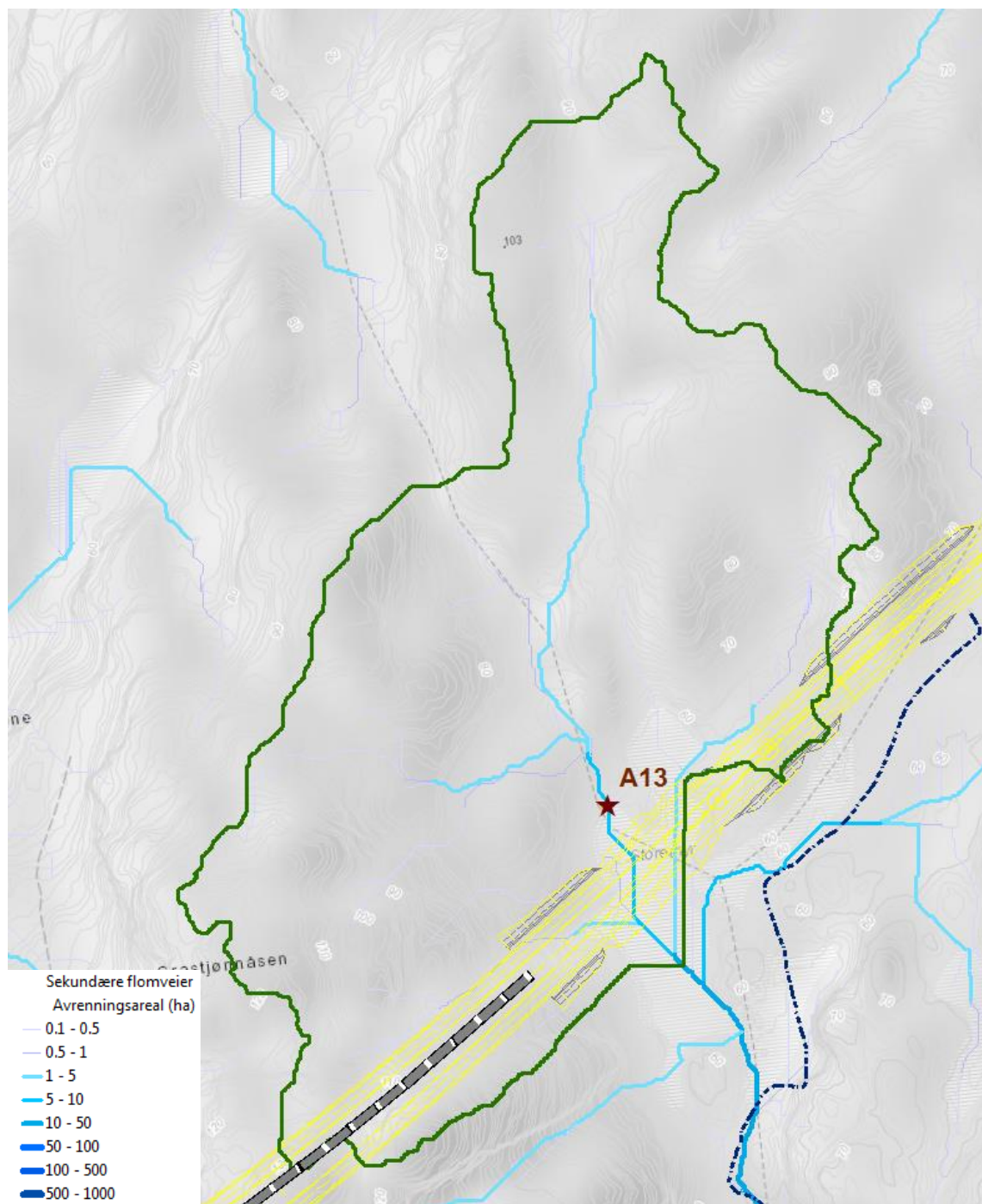


Figur 10: Flomveier (blå linjer) for aktsomhetsområde A12 (rød stjerne). Mørkeblå-stiplet linje er eksisterende bekk.

Overvann fra nord ledes i ny grøft mot naturlig vannvei/flomvei i nord. Dimensjonerende 200 årsflom er basert på rasjonale formel for naturlige felt og beregnet til 0,25 m³/s.

6.1.3 Aktsomhetsområde A13

A13 ligger rett oppstrøms innløp til ny tunnel mellom Storemyrbakkene og Øvre Lians Hatjønn og her vil sekundær flomvei krysse nye E39. A13 har et areal på 0,106 km² og er et naturlig felt med lett vegetasjon og tynt humusdekke. Figur 11 viser en oversikt over eksisterende vannveier og sekundære flomveier i området.



Figur 11: Flomveier (blå linjer) for aktsomhetsområde A13 (rød stjerne). Mørkeblå-stiplet linje er eksisterende bekk og grå/hvit-stripet linje er planlagt tunnel.

Dimensjonerende 200 årsflom er basert på rasjonale formel for naturlige felt beregnet til 1,05 m³/s. Nødvendig minimum rørdimensjon er da 1000 mm.

A13 må i detaljplanlegging ses i nøye sammenheng med øvrige stikkrenner og lokalt overvann fra ny vei og fra nordøst. Siden dette aktsomhetspunkt er kritisk mht. ny tunell bør det i detaljplanlegging vurderes å benytte en større dimensjon.

7 Anleggsgjennomføring

Forurensning generelt under anlegget

I anleggsperioden vil håndtering av forurensning fra anleggsdriften være den største risikoen for forurensning. Risikoen for forurensning er behandlet i risikovurderingen, hvor også avbøtende tiltak er listet opp. All dieselpåfylling på anleggsmaskiner o.l. skal foregå på dertil opparbeidede plasser, hvor det er anlagt oppsamlingssystem for evt. lekkasjer. Program for overvåking av Rossevangen og Rossevangsbekken er beskrevet i YM-plan (5).

Tunneldrift

Alt vann fra tunneldriften skal behandles og renses før det slippes ut i Rossevangsbekken, ingenting skal slippes ut i nedslagsfeltet til Rossevangen. Det vil bli hengt opp siltgardiner i Rossevangen, for å stoppe evt. partikler. Det som dreneres til Rossevangsbekken får ikke forringe levevilkårene for fisken der.

Anleggsveier

Avrenning fra anleggsveier skal ledes til Rossevangsbekken ved hjelp av grøfter og overvannsystem.

Tiltak i anleggsfasen blir beskrevet i YM-plan og oppsummert i planbeskrivelse.

Deponier, fyllinger

Det skal ikke anlegges deponier i nedslagsfeltet til Rossevangen. Det stilles krav til masser lagt inne i nedslagsfeltet i støyvoll og fylling for bruer.

Risikovurdering forurensning av drikkevann - anleggsgjennomføring

Risikovurderingen redegjør for aktuelle uønskede hendelser, men tilhørende forutsatte og foreslåtte risikoreduserende tiltak. For anleggsgjennomføringen omfatter dette:

- Det må benyttes siltgardiner for oppsamling av partikler og forurensning i vannet. Videre kombineres dette også med forhåndsutlagte lenser som beredskap mot oljeforurensning.
- Entreprenør må planlegge beredskapsiltak for anleggsfasen som må omfatte tilgjengelighet og bruk av egnede absorbenter for å håndtere eventuelle lekkasjer fra forurensende stoffer drivstoff, hydraulikkolje o.l.
- All tanking, fylling og lagring av drivstoff til arbeidsmaskiner må skje utenfor nedbørsfelt til Rossevangen, og på et tett dekke som kan samle opp eventuelle utslipp.
- Det må etableres egen rutiner for varsling ved utslipp eller hendelser som kan medføre risiko for forurensning.
- Det må etableres avskjærende grøfter til veg i dagsone som vil forhindre at skog- og vegetasjonsrydding ikke kan bidra til erosjon eller utslipp i nedslagsfeltet til Rossevangen.
- Entreprenør må utarbeide rutiner som sikrer at rester fra skog- og vegetasjonsrydding ikke havner i bekker eller vann.

- Overvåkingsprogram for vannkvalitet og forurensning. Det må etableres planer for håndtering av økning/økte forekomster av nitrogen/fosfor slik som nitrogenfjerning, pumpeløsninger som kan lede avrenning vekk eller biologiske tiltak.
- Det må fastsettes at det ikke skal benyttes tunnelsteinmasser eller bunnrenskmasser ved landkar for bru

Rydding av skog

Avskoging innebærer risiko for avrenning med høyt innhold av organisk materiale. Derfor må overvann/terrengvann ved Rossevangen i størst mulig grad ledes ut av nedslagsfeltet.

Drenering myr

Det gjøres langsgående tiltak der ny 4-felt E39 går gjennom Storemyr vest for Rossevangen. Sigevangen fra myra vil for en stor del renne sydover (ca. 2 km) gjennom eksisterende bekker og vann før det når Rossevangen. Vann som drenerer ut i vegen, fanges opp av overvannssystemet og ledes vestover, dvs. ut av nedslagsfeltet til Rossevangen. Dette er ikke tiltak som må reguleres.

Spredningsberegninger for partikkelforurensning til drikkevannsinntak

For å avklare om sirkulasjonen i Rossevangen kan føre til spredning av partikler fra anleggsområdet til drikkevannsinntaket, er det igangsatt arbeider med spredningsberegninger. I beregningsarbeidet benyttes modellverktøyet GEMSS (Generalized Environmental Modeling System for Surfacewaters). Dette er en hydrodynamisk 3D-modell som integrerer geografisk informasjon og miljødata.

8 Luft

I anleggsperioden kan massetransport, lasting av masser og transport i anleggsområde bidra til støvforurensning. For å redusere belastningen fra støving til vannforekomster bør det gjennomføres avbøtende tiltak. Støvproblemene kan dempes ved asfaltering av anleggsveger, feiing av veger, vasking av hjul på anleggsmaskiner og tildekking eller vanning av masser under transport.

I driftsperiode genereres svevestøv ved forbrenning i eksos, fra slitasje av bremseklosser, dekk og asfalt. Det er partikler mindre enn 10 µm (PM₁₀) som kan utgjøre risiko og inneholde potensielt helseskadelige komponenter, slik som tungmetaller. Det er utført spredningsberegninger av PM₁₀ for veistrekningen mellom tunnelene (6). Resultatene viser at skjerming (2,5 m høyde) reduserer spredning av svevestøv betraktelig fra brua, majoriteten av potensielt forurenset støv som skylles veitrafikk kommer ikke utenfor skjermene. Også i driftsperiode kan hyppig vasking av veibanen over Rossevangen bidra til at mengden støv som virvles opp fra veibane holder seg på et minimum.

9 Overvåkningsplan for vannforekomster

Det er laget en overvåkingsplan for vannforekomster som blir berørt av ny E39. Planen starter ca. et år før anleggsstart og gjennomføres i hele anleggsperioden. Resultater fra overvåkingen vil gi oppdaterte data om vannforekomstenes tilstand før anleggsstart, og eventuell forurensningsutvikling i anleggsperioden. Rossevangen inngår i overvåkingsprogrammet.

Det er gjennomført prøvetaking og analyse av sedimentene i Rossevangen. Resultatene viser at sedimentene er sterkt forurenset. Det skal ikke utføres arbeider som innebærer oppvirvling av forurensete sedimenter i Rossevangen/*dårlig kvalitet* (tilstandsklasse 4 i henhold til veileder for klassifisering av vann, sediment og biota) (1).

10 Risikovurdering

Det er utført en overordnet vurdering av risiko tilknyttet forhold som vurderes som aktuelle i forbindelse med forurensning av drikkevannskilden for henholdsvis drifts- og anleggsfase. Det henvises også til YM-plan for prosjektet.

10.1 Metode og gjennomføring

Risikovurderingen er gjennomført som en grovanalyse i henhold til NS 5814 Krav til risikovurderinger (7), og prosessen for gjennomføring av risikovurderingen har foregått i følgende trinn:

- Beskrivelse av analyseobjekt
- Identifikasjon av risikoforhold og uønskede hendelser
- Vurdering av konsekvenser av uønskede hendelser
- Vurdering av sannsynlighet av uønskede hendelser
- Risikoevaluering og identifikasjon av mulige tiltak
- Dokumentasjon og rapportering

Det er gjennomført et eget analysemøte med aktuelle fagansvarlige fra ulike disipliner i Rambølls prosjektgruppe for identifikasjon og vurdering av aktuelle risikoforhold og tiltak.

De identifiserte uønskede hendelser er blitt gitt en sannsynlighet for å inntreffe, og en vurdering av konsekvenser dersom de inntreffer. En oversikt over kategoriseringen av sannsynlighet og konsekvenser som er benyttet i rapporten er vist i tabellene 1 og 2.

Tabell 1: Kategorisering av sannsynlighet.

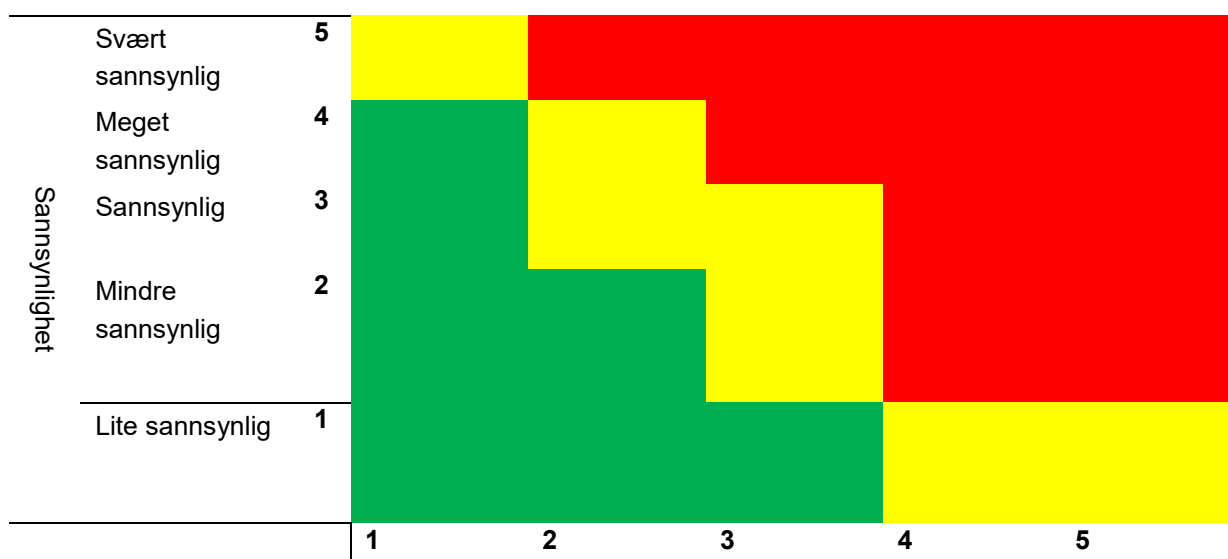
Sannsynlighet	Nivå	Beskrivelse av sannsynlighet	
		Prosjekt	Drift
Svært sannsynlig	5	Vil skje ukentlig	Oftere enn 1 gang pr. år

Meget sannsynlig	4	Vil skje flere ganger	1 gang pr. 1 – 10 år
Sannsynlig	3	Vil skje en gang	1 gang pr. 10 – 100 år
Mindre sannsynlig	2	Har hørt om, men vil antakelig ikke skje	Mer enn 100 år mellom hver gang det skjer
Lite sannsynlig	1	Aldri hørt om, vil neppe skje	Tilnærmet utenkelig, aldri hørt om liknende hendelser

Tabell 2: Vurdering av konsekvenser.

Konsekvens	Nivå	Ytre miljø/ natur (YM)
Kritisk	5	Store miljøskader, varige eller tar flere år å lege
Alvorlig	4	Alvorlig miljøskade med store utslipp
Middels	3	Utslipp og skade på ytre miljø.
Liten	2	Mindre utslipp med begrenset miljøskade. Ingen varig skade
Ubetydelig	1	Ubetydelig utslipp. Liten/ingen miljøskade

Vurdering av sannsynlighet og konsekvens presenteres videre i en risikomatrix. Risikomatriksen danner grunnlaget for vurdering av risiko opp mot fastsatte akseptkriterier, og viser hvor det vil være behov for avbøtende tiltak. Risikomatriksen og akseptkriteriene som benyttes i analysen er hentet fra Nye Veier AS sin prosedyre for risikostyring (8). Risikomatriksen som benyttes er presentert i figur 1.



Ubetydelig	Liten	Middels	Alvorlig	Kritisk
Konsekvenser				

Figur 12: Risikomatrise.

10.1.1 Akseptkriterier

Risikomatrissene er delt inn i 3 risikoområder, som også beskriver akseptkriterier for hvordan tiltak bør vurderes.

	Risiko er akseptabel, men finnes det enkle forbedringer som reduserer risiko ytterligere så gjennomføres disse.
	Risiko er ikke akseptabel. Risikoreduserende tiltak bør vurderes ut ifra ALARP-prinsippet.
	Risiko er ikke akseptabel og man kan ikke fortsette aktivitet/avdekket forhold uten å gjennomføre tiltak.

10.1.2 Forutsetninger og avgrensninger

Følgende forutsetninger og avgrensninger er lagt til grunn for risikovurderingen:

- Analysen er på et overordnet og kvalitativt nivå.
- Den baseres på den informasjon som har vært tilgjengelig på tidspunktet for utarbeidelse av analysen.
- Analysen omfatter kun risiko for hendelser som vurderes å kunne medføre risiko for forurensning av drikkevannskilden med tilhørende nedbørsfelt.
- Analysen omfatter både anleggs- og driftsfasen.

10.2 Erfaringer fra E18 Bommestad – Sky og Farris

I Larvik kommune bygger Statens vegvesen ny firefelts motorveg på strekningen Bommestad – Sky. Anleggsarbeidene startet opp høsten 2013 og den nye veien skal etter planen åpne i desember 2017. Gjennom Larvik by passerer veien i bru over Farrisvannet – som også er drikkevannskilde for om lag 170 000 personer i Vestfold/Larvik.

I forbindelse med utbygging er det gjennomført flere typer risikovurdering og analyser – som omfatter risiko for hvordan utbyggingen av ny bru og vei gjennom nedbørsfeltet kan påvirke drikkevannskilden.

I 2005 ble det av konsultantselskapet Scandpower gjennomført en egen risiko- og sårbarhetsanalyse for ulike alternativer til krysning av Farrisvannet (9). Denne analysen redegjorde for risiko ved ulike alternative løsninger –samt overordnede anbefalinger til mulige tiltak. Videre er det også gjennomført følgende utredninger i forbindelse med utarbeidelse av regulerings- og byggeplaner:

- **2012 – Risikovurdering ytre miljø, vedlegg til YM-plan (Rambøll) (10)**

Risikovurderingen inngikk som en del av utarbeidelsen av Ytre miljø-plan, der risikoforhold tilknyttet drikkevannskilden og forurensning også inngikk. Rapporten konkluderer med 8 aktuelle hendelser som utgjorde betydelig risiko for miljø, 6 ble vurdert å utgjøre ubetydelig risiko. Ingen hendelser ble vurdert å innebære kritisk risiko. Av de 14 hendelsene omfattet 8 konsekvenser for drikkevannskilden – 4 av de utgjorde kritisk risiko. Det ble også beskrevet aktuelle risikoreduserende tiltak for disse – de omfattet i hovedsak følgende:

- Benytte siltgardiner i vannet under anleggsperioden
- Benytte (klargjøre) absorberende lenser for å redusere konsekvenser ved mindre utslipp
- Inntegning av drikkevannsinntak på tegninger som entreprenør benytter
- Analysere strømningsforhold for vite risiko for at utslipp når drikkevannsinntak
- Etablering av rutiner for håndtering av drivstoff i anleggsperioden, samt etablere vaskestasjoner for anleggsmaskiner utenfor nedbørsfelt.

• **2013 – Vurdering av forurensnings-spredning fra veitrafikk (Rambøll) (11)**

Det ble utarbeidet en rapport for beskrivelse av spredning av forurensning fra veitrafikk på Farrisbrua til Farrisvannet. Rapporten omfattet også en teoretisk vurdering av hvilke konsekvenser det ville ha for forurensningen at støyskjermen på brua ble redusert fra 170 cm i opprinnelig plan til 135 cm i ny plan.

Rapporten konkluderer med at forurensning fra veislitasje vil være begrenset til ca. 6 måneder i året (piggdekk-bruk om vinteren). Videre ble det også konkludert med lav risiko for spredning av forurensning både via luft og fra snø som kunne komme utenfor skjerm. Reduksjon i støyskjerm påvirket ikke risiko for forurensning.

Det viktigste tiltaket rapporten konkluderer med er innføring av drifts- og vedlikeholdsinstruks for brøyting av brua som sørger for at snø ikke sprutes over støyskjerm. En brøytefart på maks. 40 km/t (som også er Statens vegvesen anbefaling til brøytefart) vil holde snø innenfor brua.

Det er også vurdert forurensningsrisiko tilknyttet spredning av kobber til drikkevannet. Rapporten konkluderer med at denne spredningen ikke vil medføre større risiko for vannkvaliteten i Farrisvannet, en hva som er tilfelle fra dagens trafikk over eksisterende bru.

• **2013 - Bygging av ny E18 over Farriseidet: Fare for forurensning av drikkevannsinntakene i Farris (Norsk institutt for vannforskning) (12)**

Niva (Norsk institutt for vannforskning) har gjennomført beregninger og modellsimuleringer av hvilken grad anleggsvirksomheten i forbindelse med bygging av ny E18 over Farriseidet vil kunne forurense vanninntakene til Larvik og Omegn Vannverk og Vestfold Interkommunale vannverk.

Rapporten trekker frem tilgrusning fra avrenning av sølevann som det største problemet. Simuleringene er utarbeidet som tre scenarier, der vannhåndteringen enten går som planlagt (scenario 1), halvveis som planlagt (scenario 2) eller et «worst case scenario» der scenario 2 kombineres med et skybrudd av en uke varighet under innsjøens høstsirkulasjon (scenario 3).

Rapporten konkluderer med at det må skje et scenario 3 – for at anleggsvirksomheten skal kunne føre til forurensning av drikkevannsinntaket. Sannsynligheten for dette vurderes imidlertid som svært liten. Rapportens avsluttende konklusjoner sier at gitt vannhåndteringen skjer som beskrevet/forutsatt i rapporten vil den ikke medføre problemer for vannverkene.

10.3 Fareidentifikasjon

Følgende risikoforhold er vurdert som aktuelle og vurdert videre i rapporten.

Tabell 3: Aktuelle risikoforhold i anleggsfasen.

ID	Risikoforhold
A1	Rydding/fjerning av skog og vegetasjon i planområdet
A2	Økt sur avrenning pga. fjerning/drenering av myrområder/løsmasser
A3	Akutt forurensning fra anleggsvirksomhet
A4	Forurensningsfare fra utgraving og transport av masser
A5	Forurensningsfare i forbindelse med utfylling av masser
A6	Forurensningsfare i forbindelse med sprengningsarbeider

Tabell 4: Aktuelle risikoforhold i driftsfasen.

ID	Risikoforhold
D1	Akutt forurensning ved trafikkulykker eller i forbindelse med transport av farlig gods
D2	Forurensning fra overvann, drenering og tunnelvaskevann fra veianlegg
D3	Forurensning fra snørydding/ snøbrøyting eller salting av vei
D4	Forurensning av drikkevann fra oppvirvling av støvpartikler i luft eller fra veg

10.3.1 Risikoforhold i anleggsfasen

10.3.1.1 Rydding/fjerning av skog og vegetasjon i planområdet

Det vil være behov for å fjerne eksisterende skog og vegetasjon der hvor ny veitrasé skal ligge, samt i forbindelse med etablering av anleggsveier. Skog- og vegetasjonsrydding gjøres med bruk av maskiner, noe som medfører risiko for lekkasjer fra anleggsmaskiner eller operasjoner tilknyttet bruk av disse. Eksempelvis lekkasjer av drivstoff eller hydraulikkolje.

Fjerning av trær og vegetasjon medfører økt risiko for erosjon og økt partikkelinnhold i Rossevangen. Trær og vegetasjon i nedbørfeltet har en viktig funksjon ikke bare for å forhindre erosjon, men også for å motvirke forurensning. De bidrar til bl.a. å redusere tilførsel av partikler til vann gjennom filtrering og tar opp fosfor og nitrogen som forhindrer eutrofiering.

Rydding/fjerning av skog og vegetasjon i planområdet kan føre til uønskede hendelser i form av akutt forurensning fra bruk av maskiner eller påvirke vannkvaliteten gjennom at man fjerner deler av områder som har en funksjon for å sikre god økologisk tilstand for vannmiljøet.

Store deler av strekningen vil gå i bru eller tunnel, slik at det kun vil være mindre deler av området hvor det vil være behov for rydding av skog og vegetasjon. Dette omfatter i hovedsak der det skal etableres landkar på hver side av Rossevangen, ved tunnelportaler og i dagsone forbi Storemyr.

Det vurderes som mindre sannsynlig at akutt forurensning fra bruk av anleggsmaskiner som benyttes til rydding og fjerning av skog- og vegetasjon vil medføre kritisk forurensning av drikkevannskilden. Det vil mest sannsynlig være snakk om mindre mengder olje eller drivstoff som vil kunne samles opp før det eventuelt når drikkevannet.

Det vil allikevel være behov for å beskrive spesifikke tiltak som vil bidra til å redusere både sannsynlighet og konsekvenser for eventuelle utslipp. Disse tiltakene omfatter etablering av rutiner, fastsettelse av egne områder for fylling av drivstoff og beredskapsrutiner dersom utslipp skulle forekomme. Det vurderes også som mindre sannsynlig at rydding av skog- og vegetasjon vil bidra til direkte erosjon eller økt tilførsel av partikler til vann, men det bør i utsatte områder etableres avskjærende grøfter slik at partikkel-, fosfor- og nitrogentilførsel til vannet ikke øker. Detaljerte rutiner og planer for dette må utarbeides i videre planfaser.

10.3.1.2 Økt sur avrenning pga. fjerning/drenering av myrområder/løsmasser

Fjerning av myrområder og/ eller drenering av myrområder kan føre til at fosforholdig myrvann renner ut mot Rossevangen. Dette vil igjen kunne føre til økt eutrofiering i vannet, og redusere drikkevannskvaliteten. Redusert grunnvannsnivå kan også føre til avrenning av sulfidholdig myrvann som i kontakt med luft oksideres og kan medføre svært sur avrenning og utfelling av metaller. På vestsiden av Rossevangen vil veien passere Storemyr der det i dag ligger myrområder hvor masser må skiftes ut for å ivareta krav til stabilitet og setninger. Den planlagte veien må fundamenteres på steinfylling ned til fast grunn (13). Når denne etableres kan det være risiko for at vann fra myra dreneres ut og ned i Rossevangen.

Det vurderes at dette vil kunne inntreffe dersom man ikke gjennomfører avbøtende tiltak. Det må etableres tiltak som sikrer at dagens grunnvannstand opprettholdes, slik at myrvannet

ikke dreneres ut. Aktuelle tiltak omfatter skjermings- eller tettningsløsninger nedstrøms tiltaket mot veg. Det må gjøres en nærmere vurdering for valg av beste egnede løsninger i detaljplanleggingen av anleggsgjennomføring. Løsningene må sikre at grunnvannsnivå opprettholdes. Alt utslippsvann til Rossevannsbekken skal være behandlet i midlertidig renseanlegg i anleggsperioden. Eventuelt økning i partikkeltilførsel i anleggsperioden vil være av kortvarig art og ikke føre til varig forringelse av den økologiske tilstanden. Bygging av E39 vil ikke ha noen innvirkning på vannføringen i Rossevannsbekken.

10.3.1.3 Akutt forurensning fra anleggsvirksomhet

Utslipp av kjemikalier og drivstoff fra anleggsvirksomhet kan forekomme ved fylling av tanker eller lekkasjer fra slanger o.l. Bruk av maskiner i vann (båt/lekter) kan også medføre risiko for mindre utslipp. Kjøring i ulendt terreng med ulike typer anleggsmaskiner kan også medføre risiko for at disse velter – veltede maskiner kan føre til lekkasje av drivstoff eller oljer.

Det vurderes som sannsynlig at det vil kunne skje uønskede hendelser i forbindelse med anleggsvirksomhet, men konsekvensene av disse vil være avhengig av flere faktorer. Mindre utslipp vurderes som den mest aktuelle konsekvensen, og vil normalt kunne håndteres og ryddes opp i raskt innenfor entreprenørens egne beredskapsrutiner. Eventuelle utslipp vil i så fall også sannsynligvis skje på fast grunn, og omfatte mindre mengder som raskt kan samles opp.

10.3.1.4 Forurensningsfare fra utgraving og transport av masser

Det vil være behov for utgraving av myrmasse som må transporteres og deponeres. Dette medfører også risiko for spredning av partikler og nitrogenholdige masser ved søl eller avrenning fra graving eller transport av myrmasse. Det vil i hovedsak da være snakk om mindre mengder med vann fra bløte masser som skvulper over eller ut under lasting, lossing og transport.

Det vurderes som mindre sannsynlig at det vil inntreffe hendelser som omfatter kritisk forurensning under dette arbeidet, gitt at masser ikke deponeres innenfor nedbørsfeltet til drikkevannet.

10.3.1.5 Forurensningsfare i forbindelse med sprengningsarbeider

Sprengningsarbeider mot fjell kan medføre risiko for at man åpner sprekkesystemer i fjell som kan lede vann inn- eller ut av nedbørsfelt. Dette er vanskelig å forutsette i forkant av arbeidet, og å avdekke i etterkant. Det vurderes som lite sannsynlig at dette vil kunne medføre kritisk forurensning. Sprekkesystemer vil sannsynligvis ha mindre omfang. Sprengning er også aktuelt som metode for fortrenning av myrmasse der vei skal etableres forbi Storemyr. Fortrenning med sprengning omfatter at man benytter sprengning i myrmasse for å fortrenge disse slik at man forsterker grunnen der veien skal fundamenteres.

Det vurderes som mindre sannsynlig at sprengningsarbeider vil føre til direkte forurensning av drikkevannet, men sprengstoffrester kan føre til spredning av skarpe partikler noe som kan utgjøre risiko for fauna i Rossevann (fisk). Det kan også føre til økt avrenning av nitrogen og fosfor mot drikkevannet, noe som kan føre til eutrofiering, – men i mindre omfang. Bruk av siltgardiner i Rossevann under anleggsperioden vil bidra til å redusere risiko.

10.3.2 Risikoforhold i driftsfasen

10.3.2.1 Akutt forurensning ved trafikkulykker eller i forbindelse med transport av farlig gods

Ny E39 vil ta over gjennomfartstrafikken forbi Songdalen mot Stavanger og Kristiansand. Området strekningen vil passere har en gjennomsnittstrafikk pr. døgn (ÅDT) på ca. 17 000 biler(2012), og tungtransport står for omtrent 14-16% av trafikkandelen.

Akutt forurensning kan skje gjennom lekkasjer og trafikkulykker fra ulike kjøretøy gjennom planområdet, men det vurderes at tungtransport og transport av farlig gods vil utgjøre størst risiko for omfattende forurensningsskader. Ved trafikkuhell og mindre lekkasjer som skjer på vei, skal utslipp av forurensende stoffer ledes ut av planområdet gjennom etablerte løsninger for drenering. Mindre lekkasjer vil kunne samles opp på stedet. I forbindelse med totalentreprise og ferdigstilling av vei, må det utarbeides egen beredskapsplaner som et samarbeid mellom driftsansvarlig veianlegg, vannverk, mattilsynet og brannvesen.

Akutt forurensning ved trafikkulykker med tungtransport eller transport av farlig avfall i forbindelse med bru over Rossevangen, medfører spesielt risiko for kritisk drikkevannsfurensning ettersom det vil være færre barrierer før kritisk forurensning inntreffer enn i øvrige deler av planområdet. Direktoratet for Samfunnssikkerhet og beredskap (DSB) fører statistikk over hva som transporteres av farlig gods på norske veier, og i 2012 ble det transportert ca. 133 500 tonn/m³ farlige stoffer på dagens strekning (14). Det er ikke rapportert om uønskede hendelser i forbindelse med transport av farlige stoffer i Songdalen kommune, men i Kristiansand kommune er det rapportert fire hendelser i 2014. De fleste hendelser som omfatter uhell med farlig gods skjer i forbindelse med transport, og mange av uhellene er rene trafikkuhell og ikke relatert direkte til det farlige godset. Det stilles generelt strenge krav til transport av farlig gods gjennom egne ADR-bestemmelser, disse omfatter bl.a. krav til sikkerhetsopplæring, merking av kjøretøy og håndtering av gods.

Lekkasjer fra kjøretøy, velt, kollisjon eller utforkjøring vurderes som aktuelle hendelser som kan føre til forurensning fra tungtransport eller transport av farlig gods. Lekkasjer fra kjøretøy skjer som oftest i forbindelse med lasting og lossing, og vil ha mindre omfang for drikkevannskilden om det inntreffer da det vurderes at planlagte dreneringsløsninger vil lede mindre mengder forurensning ut av planområdet om det ikke kan samles opp på stedet.

Det er vurdert som mindre sannsynlig at akutt forurensning i forbindelse med trafikkulykker eller transport av farlig gods vil inntreffe, blant annet på grunn av separerte kjørefelt og strenge regler for transport av farlig gods. Hendelser tilknyttet dette vil allikevel kunne få svært alvorlige konsekvenser dersom de først inntreffer og det vil være behov for å opprette flere typer barrierer som reduserer risiko for at slike hendelser kan føre til akutt forurensning. Det er foreslått en løsning for rekkverk på bru som omfatter høye betongkantdragere på hver side av brua, med tilhørende støyskjerm på toppen. Disse vil utgjøre en 2,5 – 3 m høy tett skjerm. Betongkantdragere må tilfredsstillende styrkeklasse (sikkerhetsnivå) H4 i Statens vegvesen sin Håndbok N 101 (15).

10.3.2.2 Forurensning fra overvann, drenering og tunnelvaskevann fra veganlegg

Overvann som tar med seg forurensede partikler fra vegbanen, eller tunnelvaskevann som også inneholder kjemiske stoffer kan påvirke vannkvaliteten i Rossevangen dersom disse når

drikkevanskilden. Det er planlagt dreneringsløsninger for håndtering av overvann og tunnelvaskevann som leder både overvann og tunnelvaskevann ut av nedbørsfeltet forbi Volleberg og videre mot påkobling til tilstøtende parsell ved Monan. Veien vil ha fall fra tunnelen øst for Rossevann og sydover mot Volleberg.

Den planlagte brua planlegges utformet som en tett konstruksjon, uten utslipp av vann til drikkevanskilden. I dagsone på begge sider av bru vil det etableres tette grøfter, samt at støyvoller vil fungere som en barriere mot spredning av vann/snø.

Det er planlagt løsninger for håndtering av overvann og tunnelvaskevann som drenerer dette videre østover ut av nedbørsfeltet (16). Vann skal renses før utslipp til resipient utenfor nedslagsfelt.

10.3.2.3 Forurensning fra snørydding/snøbrøyting eller salting av vei

Snø og slaps som blir liggende i veibanen og blander seg med eksos-, dekkslitasje og asfalt vil kunne inneholde partikler, som kan føre til påvirkning av vannkvalitet dersom det slippes ut i Rossevann. Bruk av salt på vei vil også kunne samles opp i snø- og slaps, og påvirke vannkvalitet i drikkevannet dersom dette føres ut i Rossevann.

Planlagte løsninger innebærer bruk av tett betongkant m. støyskjerm på bru og tette grøfter i dagsone, som sammen med støyvoller vil skape barrierer som hindrer spredning av snø og slaps utenfor vegområdet. Videre bør det etableres driftsrutiner for snøbrøyting og salting av vei, som innebærer at snø og salt ikke spres ut i nedslagsfelt. Eksempelvis vil maks hastighet på brøytekjøretøy kunne redusere sannsynlighet for spredning av snø utenfor veiområdet. Det vil da også bidra til at forurenset vann, snø og slaps ikke slippes ut i Rossevann.

10.3.2.4 Forurensning av drikkevann fra oppvirvling av støvpartikler i luft eller fra veg

Forurensning fra biltrafikk til luft omfatter i hovedsak utslipp av nitrogendioksider og svevestøv. Svevestøv dannes fra en rekke ulike kilder, både naturlige og menneskeskapte. Svevestøv slippes ut i forbrenningspartikler i eksos, og fra slitasje av bremseklosser, dekk og asfalt. I områder med høy andel piggdekkbruk vil en betydelig andel av svevestøvet skyldes slitasje på asfalt.

Oppvirvling av støv fra bilvei eller utslipp fra trafikk vil i hovedsak stoppes av støyskjermer på bru eller støyvoller i dagsone, men det bør gjøres mer detaljerte vurderinger av hvorvidt mindre mengder støv og utslipp kan akkumuleres i innsjøen over tid og effekten av dette. Om støvpartikler vil kunne forurense drikkevannsinntak er avhengig av strømningsforhold, men generelt har små partikler lav sedimenteringshastighet, og partikler i vannet vil sannsynligvis være fortennet flere tusen ganger før det eventuelt vil kunne nå drikkevannsinntaket. Vegetasjon på land og i vann (humus), vil også bidra til å binde opp en eventuell forurensning knyttet til partikler.

Majoriteten av forurenset støv som skyldes veitrafikk vurderes å ikke komme utenfor bru, men holdes innenfor vegbanen pga. betongkant med sprutskjerm som sperrer det inne. Dette vil være avhengig av vindforhold, andel av tungtrafikk, nedbør og hvordan overvannsløsninger kan bidra til å frakte støvpartikler ut av området. Etablering av rutiner for veivasking vil også bidra til at mengden støv som virvles opp holder seg på et minimum.

10.4 Evaluering av risiko

En oversikt over risikonivå for hver enkelt hendelse uten avbøtende tiltak er presentert i figurene 4 og 5. Bokstavene i ID nummeret henviser til henholdsvis anleggs- og driftsfase. Vurdering av sannsynlighet og konsekvens for hver enkelt hendelse aktuelle for anleggs- og driftsfasen, sammen med forslag til risikoreduserende tiltak og forventet risikonivå er videre presentert i tabellene 6 og 7.

10.4.1 Risikoevaluering av anleggsfasen

	Ubetydelig	Liten	Middels	Alvorlig	Kritisk
Svært sannsynlig					
Meget sannsynlig		A5, A6	A1		
Sannsynlig					
Mindre sannsynlig		A4		A2, A3	
Lite sannsynlig					

Figur 13: Risikonivå for aktuelle hendelser uten tiltak i anleggsfasen.

Tabell 5: Risikovurdering av aktuelle hendelser med forslag til tiltak og forventet restrisiko i anleggsfasen.

ID	Risikoforhold	Sannsynlighet	Konsekvens	<	Forslag til risikoreduserende tiltak	Forventet risiko etter iverksettelse av tiltak		
		1 til 5	1 til 5	Sannsynlighet x Konsekvens		Sannsynlighet	Konsekvens	Sannsynlighet x Konsekvens
A1	Rydding/fjerning av skog og vegetasjon fører til erosjon/partikkelavrenning til vann	4	3	12	Under bygging av bru, utfyllinger, fundamentering av vei og sprengningsarbeider i tunnel må det benyttes siltgardiner i Rossevann for å unngå spredning av partikler. Det må etableres avskjærende grøfter som hindrer erosjon og partikkelavrenning i forbindelse med rydding og fjerning av skog.	2	3	6

ID	Risikoforhold	Sannsynlighet	Konsekvens	<	Forslag til risikoreducerende tiltak	Forventet risiko etter iverksettelse av tiltak		
		1 til 5	1 til 5	Sannsynlighet x Konsekvens		Sannsynlighet	Konsekvens	Sannsynlighet x Konsekvens
					Det må stilles krav til entreprenør at rester fra skog- og vegetasjonsrydding skal ut av området. Det må sikres at ikke noe hogstavfall vil havne i bekk- eller vann.			
A2	Sur avrenning fra myrområder som dreneres ut fører til lavere PH-verdi i Rosse vann	2	4	8	Ved bygging av ny vei må det gjennomføres tiltak som sikrer at dagens grunnvannstand opprettholdes. Sige vann fra myr vil ledes gjennom naturlige renseanlegg. Ledes ut i bekk, gjennom eksisterende myr og tre tjern, før det når videre ut Rosse vann. PH-verdi overvåkes slik at evt. kan gjennomføre tiltak ved behov.	1	3	3
A3	Akutt forurensning fra anleggsvirksomhet	2	4	8	All fylling, tanking og lagring av drivstoff må skje utenfor nedbørsfeltet til Rosse vann. Det må fastsettes et eget areal hvor fylling av maskiner og utstyr kan foregå, gjerne på tett dekke. Det er restriksjoner på hva som tillates av aktiviteter innenfor nedbørsfeltet til Rosse vann. Ved avvik fra restriksjonene må det søkes om dispensasjon/ tillatelse fra kommunen. Det må benyttes i siltgardin i vannet på egnet sted som sikrer at alle eventuelle utslipp eller all avrenning fra anleggsvirksomhet fanges opp. Sammen med siltgardin skal det også benyttes oljelenser som en ekstra beredskap.	2	3	6

ID	Risikoforhold	Sannsynlighet	Konsekvens	<	Forslag til risikoreducerende tiltak	Forventet risiko etter iverksettelse av tiltak		
		1 til 5	1 til 5	Sannsynlighet x Konsekvens		Sannsynlighet	Konsekvens	Sannsynlighet x Konsekvens
					<p>Det må utarbeides egne beredskapsrutiner for håndtering av uønskede hendelser innenfor nedbørsfelt som også inkluderer krav til å alltid ha tilgjengelig aktuelle absorbenter for oppsamling. Eksempelvis kan det stilles krav til at alle maskiner skal ha absorbenter tilgjengelig for håndtering av mindre spill.</p> <p>Det skal utarbeides en egen tiltaksplan for anleggsfasen. I forbindelse med utarbeidelsen av denne bør det vurderes å utrede muligheter for etablering av en demning ved det smaleste sundet i Rossevann, etter forslag fra Kristiansand kommune v/Ingeniørvesenet. Demningen vil fungere som en barriere som eventuelt vil kunne hindre akutt forurensning å nå vanninntaket dersom en uønsket hendelse inntreffer. Utredningen må redegjøre for kost/nytte av tiltaket, miljømessige påvirkninger og eventuell ny risiko for forurensning av drikkevannskilden som følge av demningen.</p>			
A4	Utgraving og transport av myrmasser fører til forurensning	2	2	4	Ingen ytterligere tiltak identifisert. Det må gjøres egne vurderinger i forbindelse med planlegging av anleggsgjennomføring for å vurdere om problemstillingen er relevant.	2	2	4

ID	Risikoforhold	Sannsynlighet	Konsekvens	<	Forslag til risikoreducerende tiltak	Forventet risiko etter iverksettelse av tiltak		
		1 til 5	1 til 5	Sannsynlighet x Konsekvens		Sannsynlighet	Konsekvens	Sannsynlighet x Konsekvens
A5	Utfylling av masser fører til økt eutrofiering i Rosse vann	4	2	8	Det må ikke benyttes tunnelsteinmasser eller bunnrenskmasser til utfylling i myrområder. Det må kun benyttes rene masser til utfylling.	2	2	4
A6	Sprengningsarbeider fører til avrenning av forurenset vann til Rosse vann	4	2	8	Det må benyttes siltgardin for å fange opp eventuelle skarpe partikler i Rosse vann fra sprengningsarbeider.	3	1	3

10.4.2 Risikoevaluering av driftsfasen

	Ubetydelig	Liten	Middels	Alvorlig	Kritisk
Svært sannsynlig					
Meget sannsynlig			D3, D4		
Sannsynlig				D1	
Mindre sannsynlig			D2		
Lite sannsynlig					

Figur 14: Risikonivå for aktuelle hendelser uten tiltak i driftsfasen.

Tabell 6: Risikovurdering av aktuelle hendelser med forslag til tiltak og forventet restrisiko i driftsfasen.

ID	Risikoforhold	Sannsynlighet	Konsekvens	<	Forslag til risikoreducerende tiltak	Forventet risiko etter iverksettelse av tiltak		
		1 til 5	1 til 5	Sannsynlighet x Konsekvens		Sannsynlighet	Konsekvens	Sannsynlighet x Konsekvens
D1	Akutt forurensning ved trafikkulykker eller ulykker med transport av farlig gods	3	4	12	<p>Bru må ha betongkant dimensjonert for å tåle sammenstøt med tungt kjøretøy i høy hastighet (sikkerhetsklasse H4) med sprutskjerm på toppen. Utenom bru, etableres det støyvoller med tette grøfter.</p> <p>Opprette/fastsette eget kjørefelt for tungtransport gjennom nedbørsfelt (skilting med påbudt kjørefelt – høyre side).</p> <p>Ved innkjøringer til nedbørsfelt fra både østre og vestre side bør det plasseres ut skilt som oppmerksomgjør trafikanter på nedbørsfelt/drikkevann, og hva man skal gjøre ved uønskede hendelser (risiko for forurensning (beredskapstelefonnummer)).</p> <p>I forbindelse med totalentreprise og ferdigstilling av vei må det utarbeides egne beredskapsplaner for håndtering av akutt forurensning, som et samarbeid mellom driftsansvarlig veianlegg, vannverk, mattilsynet og brannvesen/IUA.</p> <p>I samarbeid med Kristiansand kommune, vannverket og IUA bør det vurderes muligheter for utplassering av beredskapsløsninger for oppsamling av forurensende stoffer (container med</p>	2	3	6

ID	Risikoforhold	Sannsynlighet	Konsekvens	<	Forslag til risikoreducerende tiltak	Forventet risiko etter iverksettelse av tiltak		
		1 til 5	1 til 5	Sannsynlighet x Konsekvens		Sannsynlighet	Konsekvens	Sannsynlighet x Konsekvens
					<p>lensepumper, lenser, absorbenter o.l.).</p> <p>Det bør vurderes bruk av variable skiltløsninger innenfor nedbørsfeltet slik at fartsgrenser kan justeres ned i perioder, hvor hendelser kan medføre høyere risiko for forurensning.</p> <p>Det skal utarbeides en egen tiltaksplan for anleggsfasen. I forbindelse med utarbeidelsen av denne bør det vurderes å utrede muligheter for etablering av en demning ved det smaleste sundet i Rossevann, etter forslag fra Kristiansand kommune v/Ingeniørvesenet. Demningen vil fungere som en barriere som eventuelt vil kunne hindre akutt forurensning å nå vanninntaket dersom en uønsket hendelse inntreffer. Utredningen må redegjøre for kost/nytte av tiltaket, miljømessige påvirkninger og eventuell ny risiko for forurensning av drikkevannskilden som følge av demningen.</p>			
D2	Forurensning fra overvann, drenering og tunnelvaskevann	2	3	8	Løsninger for håndtering av overvann og tunnelvaskevann, vil lede vann ut av nedbørsfelt og forbi Volleberg. Et tett sjikt i oppsamlingssoner og under grøftebunner skal etableres, for å hindre spredning av overvann fra veien. Det tette sjiktet skal være geomembran evt. leire der det er	1	3	3

ID	Risikoforhold	Sannsynlighet	Konsekvens	<	Forslag til risikoreducerende tiltak	Forventet risiko etter iverksettelse av tiltak		
		1 til 5	1 til 5	Sannsynlighet x Konsekvens		Sannsynlighet	Konsekvens	Sannsynlighet x Konsekvens
					<p>mulig. Beskrives i eget VA-notat for nedslagsfelt Rosse vann.</p> <p>Når det etableres rutiner for drift- og vedlikehold, må det stilles krav til jevnlig inspeksjoner av at løsninger fungerer tilstrekkelig. Dette slik at vann ikke slipper ut fra veganlegg eller bru. Inspeksjoner bør skje minimum 1 gang pr. sesong.</p>			
D3	Forurensning fra snøbrøyting eller salting av vei	4	3	12	<p>Betongkant og sprutskjerm bør etableres på begge sider av bruene (sikkerhetsklasse H4).</p> <p>Når det etableres rutiner for drift- og vedlikehold må det stilles krav til snøbrøyting og salting av veier som sikrer at snø transporteres ut av nedbørsfelt og ikke dumpes utenfor veien.</p> <p>Eksempelvis vil driftsrutiner for brøyting som følger Statens vegvesens normer (Maks 40 km/t brøytehastighet) bidra til å unngå at snø brøytes utenfor støyskjermer.</p> <p>Alt vegvann (overvann o.l. som kan inneholde salt) ledes ut av nedbørsfeltet gjennom løsninger beskrevet i egen rapport for VA-løsninger.</p>	1	3	3
D4	Oppvirvling av støvpartikler fra veg/luft fører til forurensning av drikkevann	4	3	12	<p>Sprutskjerm på bru må dimensjoneres med en slik høyde (2,5 -3m) at svevestøv (i store mengder) ikke vil virvles opp fra veien, og føres videre til vann.</p>	1	3	3

ID	Risikoforhold	Sannsynlighet	Konsekvens	<	Forslag til risikoreducerende tiltak	Forventet risiko etter iverksettelse av tiltak		
		1 til 5	1 til 5	Sannsynlighet x Konsekvens		Sannsynlighet	Konsekvens	Sannsynlighet x Konsekvens
					<p>Det bør vurderes løsninger for vegetasjon rundt veg som kan bidra til å gi ytterligere skjerming og nedbryting av forurensende stoffer.</p> <p>Når det etableres rutiner for drift- og vedlikehold må det stilles krav til jevnlig vask/spyling av vei for å hindre oppsamling av store mengder støv som kan virvles opp og ut i drikkevannet.</p>			

10.5 Konklusjoner risikoforhold

Risikovurderingen omfatter risikoforhold både i anleggs- og driftsfase. Det vurdert 6 aktuelle risikoforhold i anleggsfasen og 4 i aktuelle risikoforhold i driftsfasen.

Følgende risikoforhold er vurdert som aktuelle i anleggsfasen:

- Rydding/fjerning av skog og vegetasjon fører til erosjon/partikkelavrenning til vann
- Sur avrenning fra myrområder som dreneres ut fører til økt PH-verdi
- Akutt forurensning fra anleggsvirksomhet
- Utgraving og transport av myrmasse fører til forurensning
- Utfylling av masse fører til akkumulering økt eutrofiering
- Sprengningsarbeid fører til avrenning av forurenset vann

Følgende risikoforhold er vurdert som aktuelle i driftsfasen:

- Akutt forurensning ved trafikkulykker eller ulykker med transport av farlig gods
- Forurensning fra overvann, drenering og tunnelvaskevann
- Forurensning fra snøbrøyting eller salting av vei
- Oppvirvling av støvpartikler fra veg/ luft fører til forurensning av drikkevann

Det skiller i hovedsak mellom tre mulige konsekvenser for de aktuelle hendelsene, og enkelte hendelser kan omfatte flere av de mulige konsekvensene.

- Avrenning av nitrogen, fosfor og/eller sulfider som fører til eutrofiering, metallutfelling, og/ eller endret pH-verdi i vann som reduserer kvaliteten på drikkevannet
- Partikkelutslipp med skarpe partikler som kan føre til skader på lokal fauna (fisk o.l.)
- Forurensning fra drivstoff og kjemikalier som kan føre til kritisk forurensning av drikkevannet

Det planlagte tiltaket kan teoretisk medføre risiko for forurensning av drikkevannet, men for alle hendelsene er det beskrevet tiltak som vil bidra til å fjerne eller redusere risikoen. Dette er tiltak som må følges videre opp, og inngå i detaljplanleggingen hvor entreprenør og byggherre lager sine arbeidsplaner for utbygging, drifts- og vedlikehold. Generelt vil bruken av siltgardiner sammen med restriksjoner på anleggsarbeid i nedbørfeltet være de viktigste tiltakene i anleggsfasen. I driftsfasen vil overvann og tunnelvaskevann bli ledet ut av nedbørfeltet, og brua utformet med sikkerhetstiltak som gjør at kjøretøy ikke kan kjøre ut fra bru og ned i vannet.

Det er i tillegg gitt innspill fra Kristiansand kommune ved Ingeniørvesenet om å utrede mulighetene for å etablere en demning ved det smaleste sundet i Rossevangen. Tiltaket er foreslått som en ytterligere barriere for å hindre forurensning fra akutte hendelser å nå vanninntaket. Etablering av demning er et tiltak som det bør vurderes å utrede nærmere i forbindelse med videre detaljplanlegging og tiltaksplan for anleggsfasen. En eventuell utredning av demning i Rossevangen som tiltak for å hindre akutt forurensning bør redegjøre for kost/nytte verdi ved etablering av tiltaket, miljømessige påvirkninger og eventuell ny risiko for forurensning av drikkevannskilden som følge av demningen.

Risikostyring er en kontinuerlig prosess, men dersom beskrevne tiltak gjennomføres vil man langt på vei sikre at veiutbygging og drift av ny vei vil kunne foregå med minimal risiko for kritisk forurensning av drikkevannskilden.

11 Referanser

1. **Miljødirektoratet.** Grenseverdier for klassifisering av vann, sediment og biota. Miljødirektoratet, 2016.
2. **Statens vegvesen.** Kommunedelplan med konsekvensutredning E18/E39 Ytre ringveg Vige - Volleberg. Kristiansand :Statens vegvesen Region sør, 2015.
3. —. Håndbok N200 Vegbygging. Statens vegvesen, 2014.
4. **Rambøll Norge AS.** Rap-012 Flomfare og avrenning, Vedlegg til reguleringsplan E39 Kristiansand vest Søgne øst. Nye Veier AS, 2017.
5. **Rambøll Norge AS og Sweco.** Plan for ytre miljø (YM-plan) - E39 Kristiansand vest - Mandal øst. Nye Veier AS, 2017.
6. **Rambøll Norge AS.** Rap-003 Fagrapport lokal luftkvalitet, vedlegg til reguleringsplan E39 Kristiansand vest - Søgne øst. Nye Veier AS, 2017.
7. **Standard Norge.** NS 5814 Krav til risikovurderinger. Lysaker : Standard Norge, 2008.
8. **Nye Veier AS.** Prosedyre for risikostyring . Kristiansand, 2016.
9. **Scandpower Risk Management.** Risiko og sårbarhetsanalyse for Farris, rapport til Statens vegvesen. Scandpoer, 2005.
10. **Rambøll Norge AS.** E18 Bommestad - Sky Risikovurdering ytre miljø, rapport til Statens vegvesen. Rambøll, 2012.
11. **Rambøll Norge AS.** Farris bru Vurdering av forurensnings-spredning fra veitrafikk, rapport til Statens vegvesen. Rambøll, 2013.
12. **NIVA.** Bygging av ny E18 over Farrisidet: Fare for forurensning av drikkevannsinntakene i Farris, rapport til Statens vegvesen Region Sør. Oslo : Norsk institutt for vannforskning (NIVA), 2013.
13. **Rambøll Norge AS.** E39 Kristiansand vest - Søgne øst: Notat - 003 - Massedeponier. Kristiansand, 2016.
14. **Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap.** *Kartinnsynsløsning på www.dsb.no - Transport av farlig gods.* 2016.
15. **Statens vegvesen.** Håndbok N 101 Rekkverk og vegens sideområder. 2014.
16. **Rambøll Norge AS.** Notat-005 Nedslagsfelt Rossevangen, E39 Kristiansand vest - Søgne øst. Rambøll, 2016.
17. **Kommunal- og moderniseringsdepartementet.** Plan- og bygningsloven -pbl. LOV-2008-06-27-71 *Lov om planlegging og byggesaksbehandling.* Kommunal- og moderniseringsdepartementet, 2008.

12 Vedlegg

Vedlegg 1

Normalprofil Bommestad Sky, eksempel på utførelse tettesjikt, Rambøll

Vi bygger **gode** veier **raskt** og **smart**



Oppdragsgiver: **Nye Veier**

Oppdragsnr.: **5181774** Dokumentnr.: **NO-VA-010**

Til: AF / Guro Kristiansen

Fra: Katrine Bakke

Dato 2019-08-22

► **Beslutningsnotat Veivannhåndtering under driftsfase**

1 Sammendrag

E39 Kristiansand Vest – Mandal Øst består av syv hovedpunkter hvor vegen krysser utsatte vannresipienter (Trysfjorden, Monan, Lonelier, Rossevannsbekken, Tverråna, Grauthellern og Mjåvatn). Vegen består også av totalt fem tunneller (Mjåvannsheitunnelen, Bruliheitunnelen, Søgnetunnelen, Lohneliertunnel, Vollebergtunnelen).

Følgene forutsetninger gjelder på generelt grunnlag:

1. Alt vaskevann fra tunell samles og renses før det slippes ut i naturen. Disse lukkede rensedbassengene skal kun benyttes til å rense vaskevann fra tunnelen, ikke veivann fra dagsonen.
2. Åpne, robuste løsninger med diffus avrenning og infiltrasjon foretrekkes i dagsonen.
3. Åpne sedimentasjonsbasseng med naturlig vegetasjon benyttes for utsatte resipienter for rensing av veivann i dagsonen. Sedimentasjonsbassengene er dimensjonert for å oppnå høy rensing (n=6, rensesgrad 80-85%).
4. Tunnel-VA prosjekterer fram til tunnelportalene, deretter prosjekterer VA-dagsone.

Det er gjennomført en teoretisk vurdering av sårbarheten, og forurensningsbelastningen, til hovedresipientene langs E39 Kristiansand Vest – Mandal Øst. Fremgangsmetodikken tilfredsstillende kravene i konkurransegrunnlaget D1.2. pkt 18.1.1 og 18.3. Antall sedimentasjonsbasseng ansett tilstrekkelig på veistrekket er tre (3) stk, ett for Lohnelier, ett for Monan og ett for Grauthellern.

Dagstrekning må bestå av en minimumsstrekning før det gis utslag i de teoretisk beregnede økningene i forurensningskonsentrasjoner. Teoretiske vurderinger av mindre veistrekker vil ikke gi et reelt bilde av påvirkningen på resipientene. Sårbarhetsvurderingen av veivannresipienter er derfor ikke utført på mindre strekker, for eksempel mellom Mjåvannsheitunnelen og Bruliheitunnelen, da det antas at disse veglengdene ikke vil ha en mindre påvirkning på den kjemiske tilstanden i resipienten.

2 Krav

Konkurransegrunnlaget sier:

D1.2.

18.1.1. Funksjonskrav:

- Avrenning fra veianlegget skal ikke forringe vannkvaliteten eller føre til skade eller vesentlige ulemper for økosystemet.
- Forurenset overvann skal renses før utslipp til resipient. Behov for overvannstiltak, eventuelt fritak fra tiltak, må dokumenteres, og må omtale forurensningsbelastning sett opp mot resipientenes sårbarhet og evne til å ta imot det forurensete overvannet.

Totaltreprenøren skal ved planlegging, prosjektering og utførelse av tiltak som berører vannforekomster, dokumentere ivaretagelse av lover som, dog ikke begrenset til;

Lov om vassdrag og grunnvann (Vannressursloven)
 Lov om vern mot forurensninger og om avfall (Forurensningsloven)
 Lov om planlegging og byggesaksbehandling (Plan- og bygningsloven)
 Lov om forvaltning av naturens mangfold (Naturmangfoldloven)
 Lov om laksefisk og innlandsfisk mv. (Lakse- og innlandsfiskloven)
 Forskrift om fysiske tiltak i vassdrag
 Forskrift om rammer for vannforvaltningen (Vannforskriften)
 Forskrifter om prioriterte arter og utvalgte naturtyper
 Forskrift om rikspolitiske retningslinjer for vernede vassdrag
 Forskrift om minimum sikkerhetskrav til visse vegtunneler (Tunnelsikkerhetsforskriften)
 Forskrift om vannforsyning og drikkevann (Drikkevannsforskriften)
 Eventuelle verneforskrifter, områder vernet med hjemmel i naturmangfoldloven, for eksempel naturreservat som gjør seg gjeldende.
 Andre lover, forskrifter og bestemmelser som kan komme til anvendelse: matloven, friluftsløven, kulturminneloven, naboloven og jordloven. I tillegg kan eventuelle kommunalt fastsatte miljømål gjøre seg gjeldende.

18.2 Terrenggrøfter

- Det skal lages egen nisje med inntakskonstruksjon der det er behov for å lede vann ned til stikkrenne eller overvannsystem.

18.3 Sidegrøfter, stikkrenner, overvann og spyleledninger

- Åpne, robuste løsninger med diffus avrenning og infiltrasjon skal benyttes i størst mulig grad. Grøfteprofil, også ved evt. ved lukkede systemer, fremgår av vedlegg.
- Beslutningsprosess for bestemmelse av evt. rensiltak for overvann skal følge følgende prosess:



- Det skal ved behov bygges terskler, dammer eller andre tiltak for fordrøyning av overvann, slik at avrenning fra det ferdige veianlegget ikke fører til vesentlig økte vannmengder i den enkelte resipient. Ved dimensjonering av infiltrasjonsgrøfter skal dimensjonerende 1 års regn legges til grunn.
- Infiltrasjonsgrøfter skal ha masser som er egnet for infiltrasjon og binding av forurensning. Det skal benyttes sandfang og overvannsrør som overløp for infiltrasjonsanlegg.
- Overvann fra konstruksjoner skal ledes kontrollert ned og bort uten at det oppstår erosjon i ferdige terrengflater.

18.4 Tunnel, overflate-/vaskevann

- Overflate-/vaskevann fra tunnel skal ledes til egne sedimenteringsbasseng. Utslipp fra sedimenteringsbasseng skal ledes til godkjent resipient etter minimum oppholdstid på 2 uker. Sedimenteringsbasseng og oljeavskiller skal instrumenteres og ha adkomst for drift og vedlikehold.
- Tunneler med lavbrekk skal ha oppsamlingsmagasin med pumper. Pumpemagasin dimensjoneres for strømstans i 48 timer med innlekkasje og samtidig at største 200-årsnedbørmengde opptrer i dagsone

som drenerer inn i tunnel. Styringsanlegg til pumper skal stå 1 meter over vegbane i lavbrekk. Pumpeanlegget skal bestå av minst 3 pumper.

- Pumper skal dimensjoneres slik at fullt basseng kan tømmes i løpet av maks 6 døgn, samt at pumpene skal ha en overkapasitet på 50% iht. Statens vegvesens håndbok N500.
- Pumpesump og sedimenteringsbasseng plasseres ved havarinisje/lomme.

Reguleringsbestemmelser sier:

Rap001 DesignVei sier:

3.5.1 Sedimentasjons- og rensebasseng

Sedimentasjonsbasseng er et oppsamlingsbasseng som fordøyer utslipp og avrenning av forurenset vann til sjø og vassdrag slik at for eksempel partikler i vannet kan falle til bunns.

Skal:

- Sedimentasjonsbassengene etableres først i anleggsperioden slik at de også kan ta vann fra anleggsvirksomheten.
- Vaskevann fra tunnel må gå i lukket system til separat sedimentasjonsbasseng/renebasseng. Bassenget plasseres i nærhet til tunnelen og utformes slik at det blir som en naturlig del av veianlegget og landskapet. Der rensebassenget ligger i nærhet til elv må man ta hensyn til flomsonen.

Bør:

- Det bør etterstrebes anlegg som er godt tilpasset landskapet som også gir visuell og estetisk merverdi.

3 Veivann i dagsonen

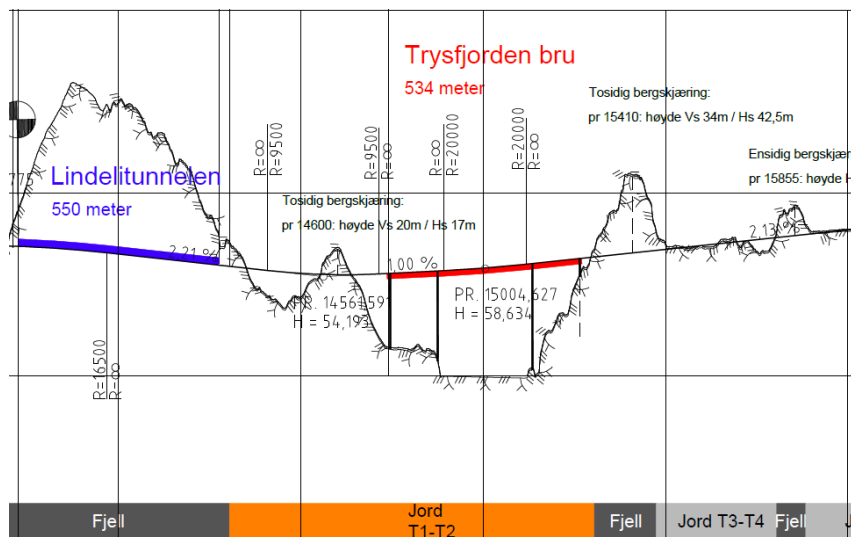
NO har vurdert sårbarheten til veivannresipienter tilknyttet E39 Kristiansand – Mandal. Et arbeidsmøte om veivannhåndtering ble holdt 20. mai 2019 med NO og AF tilstede. Følgende ble da besluttet:

1. Trysfjord

Trysfjorden er vurdert til å ha en moderat økologisk tilstand, men har høy sårbarhet grunnet blant annet uregelmessig volumutskifting. Det anbefales derfor ikke å slippe veivann direkte ned fra bruene. Veivann på bruene ledes mot de østlige brupilarene, og ned gjennom drypppunkter over land for å oppnå rensing via naturlig infiltrasjon.



Figur 1: Oversiktsbilde av Trysfjordbru. Veivannet på bruene ledes mot øst. Dryppunktet er markert med en gul stjerne.



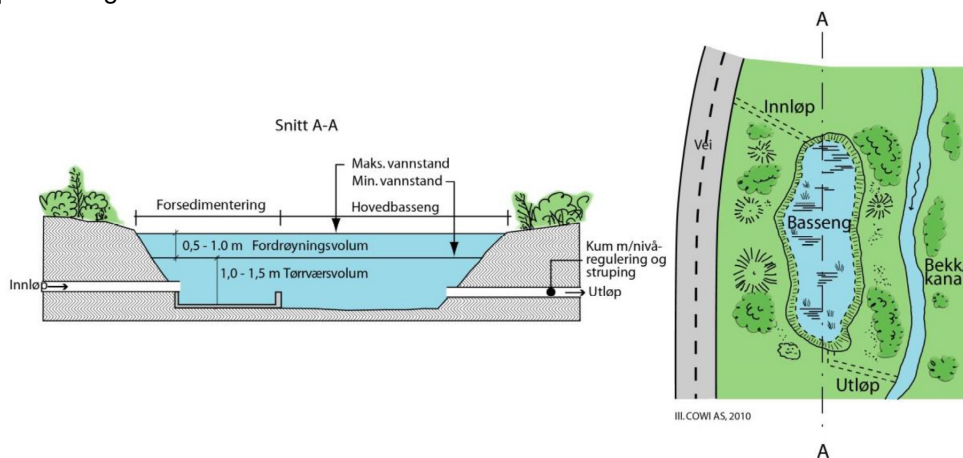
Figur 2: Utsnitt av Trysfjorden bru fra veiprofiltegning for e39 KvMø (Foreløpig 2018-12-17).

2. Lohnelier

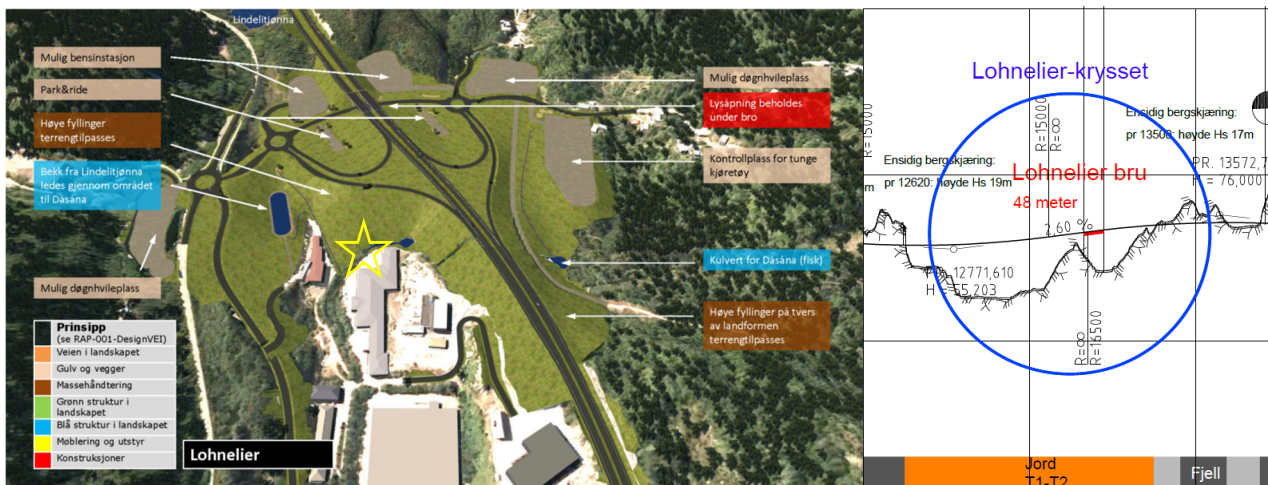
Området har behov for sedimentasjonsbasseng grunnet dårlig økologisk tilstand og høy sårbarhet. Det er i tillegg behov for et ålevennlig bekkeløp. Ett sedimentasjonsbasseng antas å være tilstrekkelig for området, i tillegg til ett for tunnelvaskevann. Dagvannet samles opp av sluk på sydsiden av vei, og/eller i midtdeleren.

Anbefalt størrelse på sedimentasjonsbasseng er 17m x 52m.

Prinsippet for sedimentasjonsbassenget er vist i Figur 3. Detaljert løsning utarbeides etter at endelig plassering er bestemt.



Figur 3: Prinsippskisse av sedimentasjonsbasseng. Hentet fra Håndbok N200 (versjon 2014) av Statens Vegvesen, s. 128.

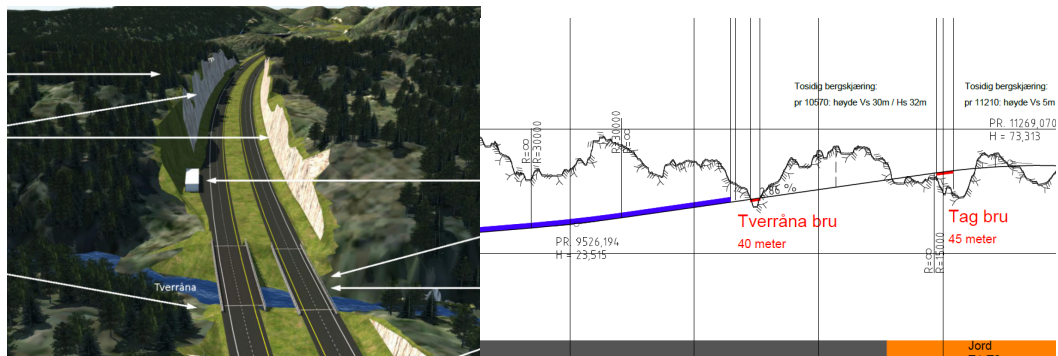


Figur 4 Til venstre: Oversiktsbildet av Lohnelier. Anbefalt plassering av sedimentasjonsbasseng er markert med en gul stjerne. Til høyre: Utsnitt av Lohnelier-krysset fra veiprofiltegning for e39 KvMø (Foreløpig 2018-12-17).

3. Tverråna

Resipient er vurdert til å ha en høy sårbarhet. Veivannet fra Tverråna bru og området med tosidig bergskjæring øst for bruene, kan ikke slippes direkte til elven. Det anses tilstrekkelig med naturlig infiltrasjon til grunn en tilstrekkelig avstand før elven. Sted for infiltrasjon må være egnet med løsmasser, nøyaktig plassering er ikke avklart enda.

Dagvann skal ikke føres inn i tunnel, da tunnelreanseanlegget ikke har kapasitet til økt vannmengde.



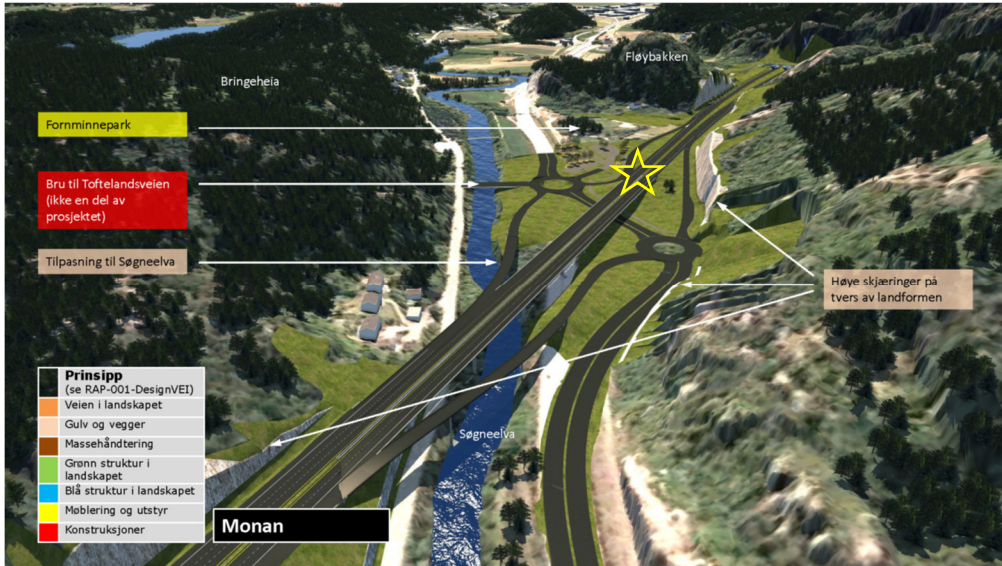
Figur 5 Til venstre: Oversiktsbildet Tverråna bru. Til høyre: Utsnitt av Tverråna bru fra veiprofiltegnning for e39 KvMø (Foreløpig 2018-12-17).

4. Monan

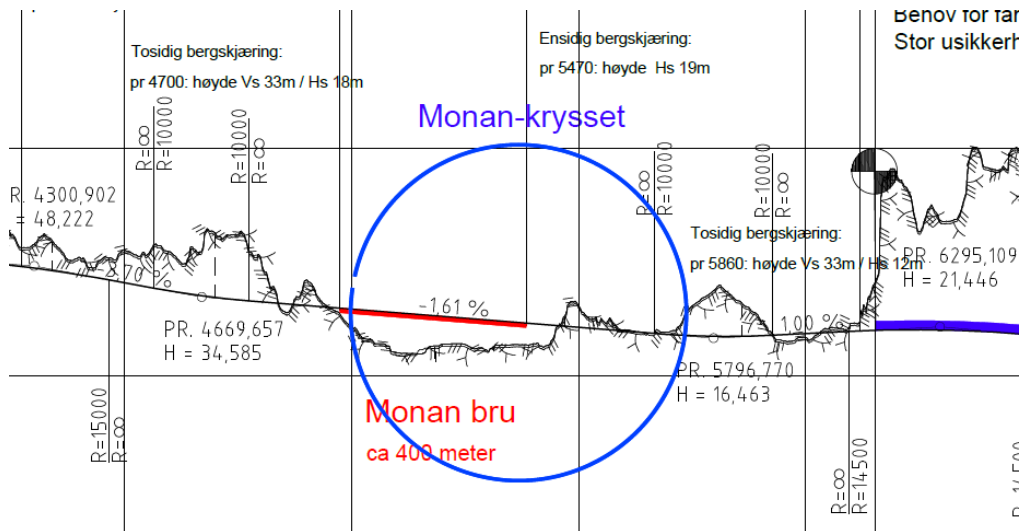
Søgneelva er hovedkilden til grunnvannsreservoaret i området og veivannet kan derfor ikke slippes direkte til elva. Alt veivann ledes til sedimentasjonsbasseng vest for Monan bru, markert med en gul stjerne. Dette bassenget må bygges med en membran for å unngå infiltrasjon fra bassenget til grunnvannsreservoaret.

I konkurranse-grunnlaget blir det fremstilt et krav om at utløp fra sedimentasjonsbasseng ved Monan ledes slik at det ikke ender innenfor grunnvannsreservoaret. Et slikt krav krever en teoretisk 600 meter lang ledning som vil eventuelt krysse under Søgneelva for å få tilstrekkelig fall på ledningen. En slik løsning er ikke enkel å gjennomføre i praksis. NO foreslår derfor å føre rensset veivann fra sedimentasjonsbassenget til Søgneelva. Middelvannføringen i elven er ca. 6 000 l/s. Utløpet til et sedimentasjonsbasseng vil ha en maks kapasitet på ca. 430 l/s. Rensset veivann fra bassenget vil ved utslipp til Søgneelva bli fortynnet til ca. 7 % av utløpskonsentrasjonen ved middelvannføring i elven. I realiteten vil sedimentasjonsbassenget slippe ut mindre mengder rensset veivann enn maks kapasiteten og fortynningen vil være større.

Anbefalt størrelse på sedimentasjonsbasseng er 16m x 50m.



Figur 6 Oversiktbildet av Monan. Anbefalt plassering av sedimentasjonsbasseng er marker med en gul stjerne.



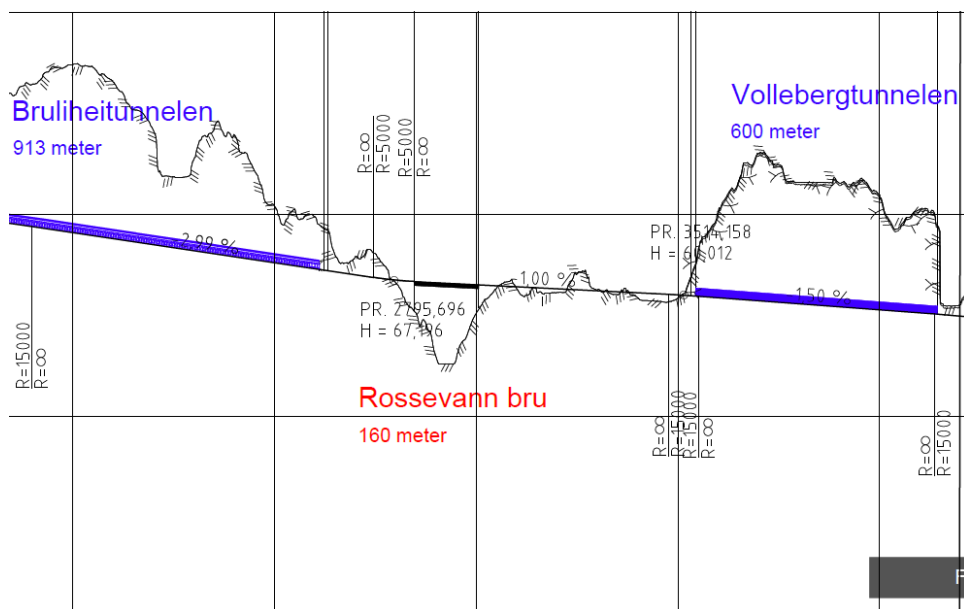
Figur 7: Utsnitt av Monan-krysset fra veiprofiltegning for e39 KvMø (Foreløpig 2018-12-17).

5. Rossevannsbekken

Rossevann er fredet fordi det er hovedkilden for drikkevann til Kristiansand Kommune. Rossevannsbekken, nedstrøms Rossevannet, inneholder en terskel. Området nedstrøms denne terskelen er ikke fredet, da forurensning her ikke påvirker drikkevannskilden. Veivannet kan derfor slippes ut på terreng nedstrøms terskel, mer bestemt langs landbruksveien.



Figur 8: Oversikt bildet av Rossevannsbekken. Landbruksveien er skissert med en lys gul veifarge.



Figur 9: Utsnitt av Rossevann bru fra veiprofil tegning for e39 KvMø (Foreløpig 2018-12-17).

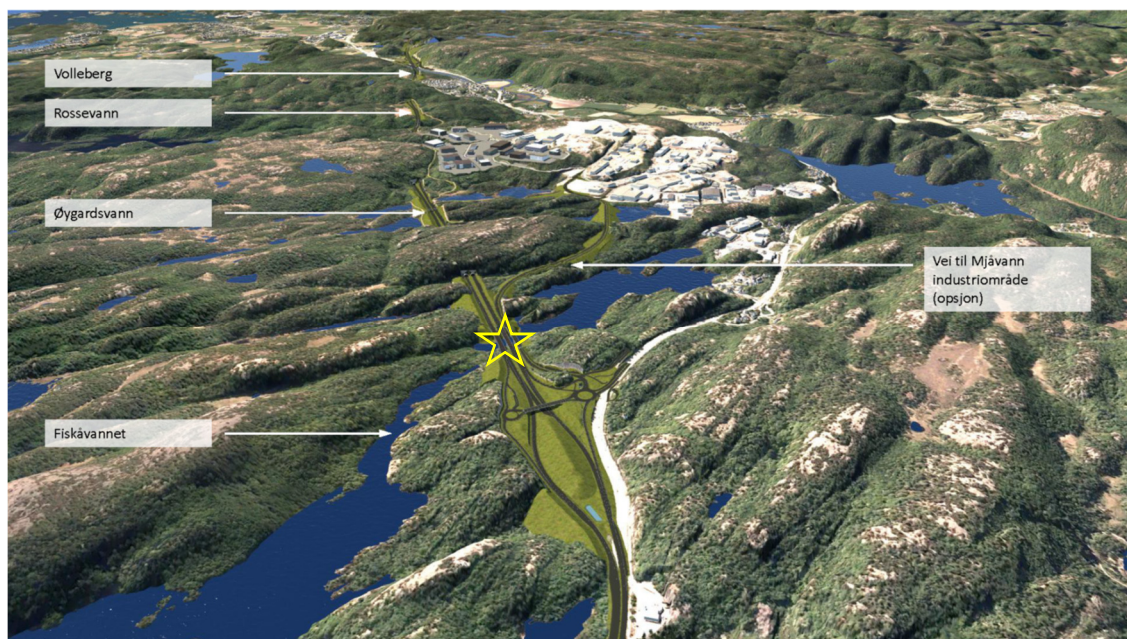
6. Grauthellern

Hovedresipienten i området er Fiskåvannet Bekkefelt som er vurdert til å være en sårbar resipient. Sedimentasjonsbasseng er derfor nødvendig, men endelig plassering bør avklares med Nye Veier. Det påpekes at det bør tas hensyn til videre utbygging av E39 ved valg av endelig plassering.

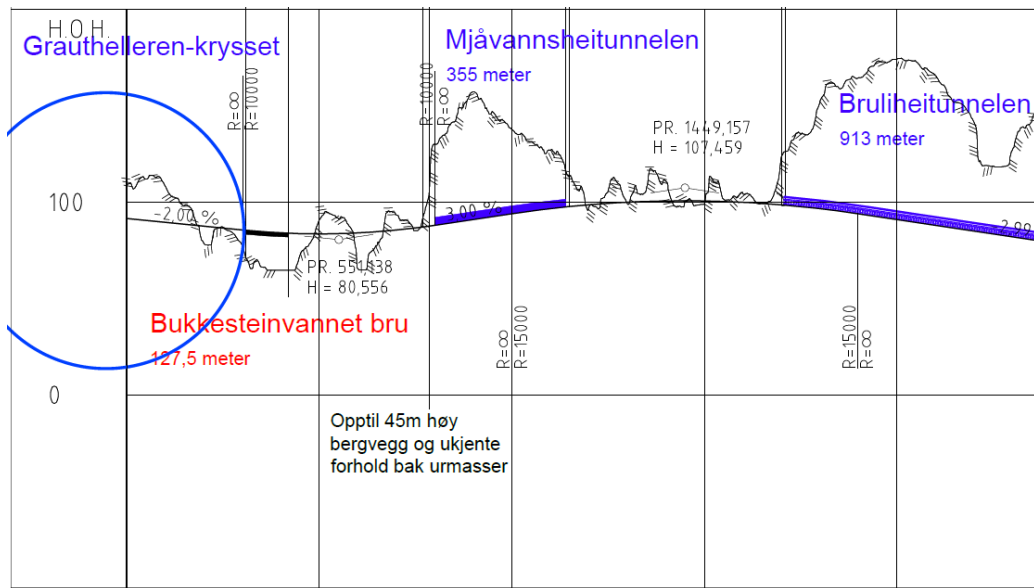
På grunn av praktiske årsaker anbefales det å dele området i to deler:

1. Det anbefales å lede veivann fra Mjåvannsheitunnelen til og med Grauthelleren-krysset, til et sedimentasjonsbasseng. Nøyaktig størrelse og plassering er ikke avklart, men er foreslått i nærheten av Bukkesteinvannet bru og illustrert med en gul stjerne på Figur 10.
2. For veistrekningen mellom Mjåvannsheitunnelen og Bruliheitunnelen (ca. 550 m) antas det tilstrekkelig med naturlig infiltrasjon til grunn. Veivannet vil først nå Øygårdsvann og til slutt Fiskåvannet.

Anbefalt størrelse på sedimentasjonsbasseng er 9m x 35m.



Figur 10: Oversiktsbilde av Grauthellern. Foreslått plassering av sedimentasjonsbasseng er marker med en gul stjerne.



Figur 11: Utsnitt av Grauthelleren-krysset, Mjåvannsheitunnelen og Bruliheitunnelen fra veiprofil tegning for e39 KvMø (Foreløpig 2018-12-17)

7. Mjåvann

Resipient er vurdert til å ha en god økologisk tilstand, men har en høy sårbarhet grunnet boliger tilknyttet Mjåvann. Boligene blir mest sannsynligvis løst inn. Hvis boligene ikke løses inn anbefales det at boligene knyttes til grunnvann istedenfor å benytte overvannet som drikkevannskilde. Det besluttes derfor at det ikke er behov for rensetiltak. Veivannet ledes ut på terreng for naturlig infiltrasjon.

4 Håndtering av tunnelvaskevann

Alle tunneler prosjekteres med tilhørende rensetiltak for tunnelvaskevann som tilfredsstillere kravene i konkurransegrunnlaget. Oppholdstiden i tiltakene er min. 14 dager etter gjennomført rensintervall. Rensetiltakene er dimensjonert med kontrollert volumutskilling og til å håndtere vaskevann, brannvann og uhellsutslipp som kan forekomme i tunnelen.

Det skal brukes nedbrytbar såpe for vask av tunnel. Det anbefales i tillegg at det benyttes fosforfri såpe på grunn av tidligere eutrofieringsproblemer i Agder. Tilførsel av små fosfat-konsentrasjoner til vannresipienter vil kunne føre til eutrofiering igjen.

Endelig detaljert løsning er per dags dato ikke avklart, men på generelt grunnlag vil rensetiltak bestå av en kombinasjon av oljeutskilling og sedimentasjon. AF ønsket at prefab. løsninger vurderes. En prefab. løsning vil være en kombinasjon av oljeutskiller, kummer, sandfang osv. NO foretrekker plaststøpt løsning. AF vurderer dette.

Plassering av de forskjellige rensetiltakene er ikke avklart, men tiltakene må være tilgjengelig for slamsugebil og inspeksjon. Fire av tunnelene har fall i en retning; Mjåvannsheitunnelen, Bruliheitunnelen, Lindelitunnelen og Volleberggtunnelen. Rensetiltak i disse tunnelene plasseres ut ifra fallretning i tunnelen og prosjekteres til å håndtere samtidig vask av begge veiløp.

1. *Mjåvannsheitunnel*
Fall på vei benyttes og rensebasseng plasseres øst i tunnel.
Sees i sammenheng med tunnel ved Bruliheitunnelen.
2. *Bruliheitunell*
Fall på vei benyttes og rensebasseng plasseres vest i tunnel.
Sees i sammenheng med tunnel ved Mjåvannsheitunnelen.
3. *Lindelitunnel*
Rensetiltak plasseres på vestsiden av tunnel, før Trysfjorden. Endelig avklaring om tiltak plasseres på nordsiden eller sørsiden av vegen gjenstår.
4. *Volleberg tunell*
Fall på vei benyttes og rensebasseng plasseres vest i tunnel.

Tunnelvaskevannet i Søgnetunnelen håndteres annerledes da tunnelen har et lavbrekk noe lavere enn den laveste dagsonen.

5. *Søgnetunnelen*
Vaskevann ledes med fall ned til lavbrekket og pumpes deretter opp til rensetiltaket. Fra rensetiltaket slippes rensed vann ut nedstrøms grunnvannsreservoaret ved Kleppelandsbekken. Rensetiltaket er dimensjonert til å håndtere vask av ett løp av gangen.

b01	2019-08-22	For oversendelse AF	LivLut	SRM	AnLin
b00	2019-08-22	Intern fagkontoll	LivLut	KJB	KJB
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.