



Detaljregulering for E18 Kragerø – Bamble: Svar på innsigelse om forurensning – forurenset grunn

Nasjonal PlanID:

Kragerø: 3814_201

Bamble: 3813_369

Prosjektoversikt

Prosjekt nr.:	10227421
Oppdragsgiver:	Nye Veier AS
Dokumentnummer:	NV40E18KB-PLA-NOT-0004

Revisjonsoversikt

Revisjon	Dato	Utarbeidet av	Kontrollert av	Godkjent av
01	12.08.25	NOGUSA/Sweco NOMOCR/Sweco	NOEGGE/Sweco NOMAGL/Sweco	NOHOLL/Sweco

Endringsoversikt

Revisjon	Endringsbeskrivelse

Forsidebilde er fra dagens E18 ved Bakke vann. (Kilde: Sweco).

Kontaktinformasjon:

Karl Arne Hollingsholm, prosjektleder, Sweco

Tlf. 930 16 226, e-post karl.arne.hollingsholm@sweco.no

Innhold

1	Sammendrag	4
2	Innledning	5
	2.1 Relevante plandokumenter	5
	2.2 Prøver og analyser som er utført i planfasen.....	6
3	Innsigelse Forurensning – forurenset grunn	8
4	Regelverk	10
5	Hvordan klassifiseres syredannende berg?	11
	5.1 Prøvetaking	12
	5.2 Anbefalte analyser	12
	5.3 Metode for klassifisering av syredannende berg under anleggsarbeidet	14
	5.4 De tre massetyperne som kan oppstå i anlegget og håndteringen av disse	16
6	Planlagt håndtering av syredannende bergarter	17
	6.1 Prinsipp for lagring av syredannende berg	18
	6.2 Planlagte permanente masselager	20
7	Vurdering av miljøkonsekvenser	23
	7.1 Resipienter og sårbarheten mot forsuring	23
	7.2 Bamble-Solum-Drangedal (017/1, varig vernet vassdrag)	27
8	Annen forurenset grunn	36
9	Revisjon av planforslaget	37
10	Oppsummering	39
11	Bibliografi	40

1 Sammendrag

Statsforvalteren har uttrykt bekymring over konsekvensene og risikoen knyttet til håndtering av syredannende berg i anleggs- og driftsfasen av prosjektet E18 Kragerø - Bamble. Dette notatet tar sikte på å belyse disse konsekvensene og innarbeide nødvendige avbøtende tiltak i detaljreguleringen.

Det er som grunnlag for planprosessen gjennomført geologisk kartlegging og prøvetaking med flere ulike metoder i planområdet. Resultatene viser at syredannende berg forekommer sporadisk og hyppigst fra profil 0 ved Nygård til ca. profil 8500 ved Gjerdemyra, med noe mindre omfang videre østover. I planarbeidet er det som et risikoreduserende tiltak tatt høyde for at mengden syredannende berg i prosjektet kan utgjøre opptil 10 % av de utsprengte bergmassene.

Detaljreguleringen setter derfor av tre mulige masselager (LAA1/LAA2 - Folemyra, LAA13 - Ødegård og LAA 17 - Hulldalsstranda) der det ved behov kan gjøres avbøtende tiltak for å kunne motta syredannende berg. Dette er berg som er så syredannende at det ikke kan brukes i veianlegget, men som ikke er så sterkt syredannende at det må transporteres til spesialdeponi. Disse lokalitetene er valgt ut etter en samlet vurdering av hva som gir beste masseallokering innenfor utbyggingsområdet samtidig som muligheten for å ivareta resipientenes sårbarhet er hensyntatt.

Å etablere og drive masselager for syredannende berg er krevende både med tanke på å få de nødvendige tillatelsene fra forurensningsmyndigheten og å sikre en oppbygging og drift som ivaretar resipientene på en tilfredsstillende måte. Eksponert syredannende berg kan påvirke vannmiljøet negativt over svært lang tid. Den som får tillatelse til å etablere et slikt masselager må regne med å drive dette gjennom flere tiår, og å gjennomføre avslutning, dokumentasjon og oppfølging i henhold til kravene i avfallsforskriften. I tillegg til strenge krav til oppbygning og drift av masselagrene og kontroll med sigevannet, vil det også måtte gjennomføres aktiv og systematisk overvåking av relevante parametere i resipientene. Beredskap mot uhellshendelser vil være en viktig del av oppfølgingen.

Under anleggsarbeidet skal entreprenør utføre undersøkelser og prøvetaking av bergmassene før sprengning, for å identifisere syredannende berg. Om bergmassene som sprenges ut tilfredsstillende kravene og kan brukes i veianlegget, eller om bergmassene må transporteres til lokale deponier eller spesialdeponier, avgjøres før sprengning. På denne måten vet entreprenøren hvordan bergmassene skal håndteres, og mellomlagring unngås. Viktige avbøtende tiltak vil være kalking av områder med syredannende berg før sprengning, drenering for å lede vann bort fra sulfidholdige områder, og tildekking med tette eller bufrende masser som leire og kalkstein. Eventuelt syredannende berg som blir klassifisert som farlig avfall skal kjøres til godkjent spesialmottak umiddelbart etter sprengning og i samråd med deponieier.

2 Innledning

Hensikten med dette notatet er å svare ut innsigelsen knyttet til forurensning – forurenset grunn mottatt fra Statsforvalteren i Vestfold og Telemark, datert 21.03.2025, i forbindelse med høring av forslag til detaljregulering for E18 Kragerø – Bamble. Notatet er et supplement til de plandokumentene som var på høring. Notatet synliggjør og utdyper hvordan detaljreguleringen for E18 Kragerø-Bamble håndterer og følger opp den risikoen som syredannende berg utgjør innenfor planområdet.

2.1 Relevante plandokumenter

Fagrapport ingeniørgeologi - skjæringer for detaljregulering E18 Kragerø – Bamble [1] er den sentrale kilden til kunnskap om hvor sulfidholdig berg er påvist og hvordan risikoen for å påtreffe sulfidførende lag fordeler seg gjennom planområdet. Denne rapporten tar også med resultater fra COWI sine undersøkelser i 2021 [2] og gjør en samlet vurdering. Til tross for at det er tatt en del prøver vil det fremdeles knytte seg betydelig usikkerhet til det faktiske omfanget av sulfid i planområdet, men hovedfunnet oppsummeres slik:

«Observasjoner av sulfidholdig berg i felt, både i dagens veiskjæringer langs E18 og bergblotninger langs fremtidig E18 tyder på at hyppigheten er størst fra profil 0 til ca. profil 8500 ved Gjerdemyra. Fra Gjerdemyra og østover er det også observert sulfidholdige soner, men i mindre omfang». [1]

Fagrapport anleggsgjennomføring for detaljregulering E18 Kragerø – Bamble [3] gir anslag for mengde syredannende berg innenfor planområdet:

«Det er i prosjektet 2 500 000 pfm³ med berg og 1 000 000 pfm³ med jord som resulterer i følgende overskuddsmasser:

- Sprengstein: 1 000 000 am³, hvor 300 000 am³ forventes å være syredannende berg
- Løsmasser: 720 000 am³

Det er påvist syredannende berg ved enkeltprøver i veilinja og det forventes at opptil 10 % av berget kan ha denne egenskapen. Denne mengden er hensyntatt i vurderingen av overskudd av sprengstein» [3].

Tallene over er ikke helt intuitive, men følger av at 2.500.000 pfm³ (prosjekterte faste kubikk) blir til 3.000.000 am³ (anbrakte kubikk, dette er både berguttak og dypsprenging med ulike omregningsfaktorer 1,4 og 0,4).

10 % antar vi ikke brukes til veianlegget, dvs. de 300.000 am³ antatt syredannede og 700.000 am³ rent berg til masselager. De gjenværende 2.000.000 am³ planlegges brukt til bygging av veianlegget.

Tabell 2-1. Oversikt over syredannende berg, og mest aktuelle masselager og resipienter langs de ulike delstrekningene (basert på [3] og [4]).

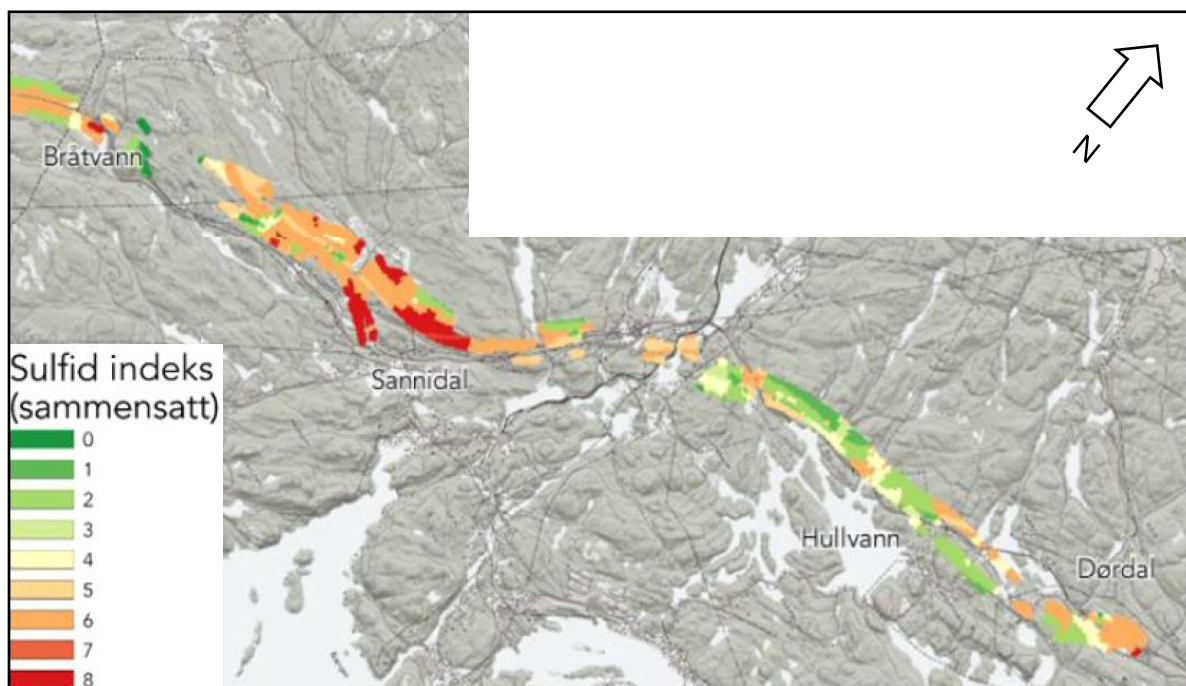
Del	Strekning	PeI [nr.]	Syredannende berg [am ³]	Masselager	Resipient
1	Ramsåskollen – Fikkjebakke	800 – 2 800	36 000	LAA1/LAA2	Lonelva/ Heglandselva/Tyvann
2	Fikkjebakke – Hegland	2 800 – 6 100	78 000	LAA1/LAA2	Kvennvannselva/ Heglandselva/Tyvann
3	Hegland – Gjerdemyra	6 100 – 7 800	10 000	LAA1/LAA2/LAA13	Tyvann/Tisjø
4	Gjerdemyra – Ødegård	7 800 – 10 600	57 000	LAA13	Tisjø/Hullvann
5	Ødegård – Gongelva	10 600 – 16 900	82 500	LAA17	Hullvann/Bakkevannet
6	Gongelva – Dørdal	16 900 – 18 460	31 000	LAA17	Gongelva/Bakkevannet

Som det går fram av Tabell 2-1 legger detaljreguleringen opp til at utsprenge masse fra de ulike delstrekningene kan transporteres til tre ulike lager for masse som ikke kan brukes i veianlegget, men som heller ikke er så forurenset at det må på spesialdeponi.

2.2 Prøver og analyser som er utført i planfasen

I forbindelse med planarbeider er det gjennomført sonderende prøvetaking av COWI i 2021 [2] og SWECO i 2024 [1].

COWI gjennomførte geoskanning med helikopter over planområdet i mars 2020. En kombinasjon av geofysiske og geologiske data ble benyttet for å generere et aktsomhetskart for sulfidforekomster [2].



Figur 2-1. Modifisert figur 4-1 Aktsomhetskart med sannsynlighet for mulig sulfidholdig berg basert på en kombinasjon av resultater fra geoskanning og kartlagt berggrunn (Emerald, 2020) [2].

«Det er knyttet en del usikkerhet til geoskanningen, blant annet var det usikkerheter i responsen i geoskanningsdataene fra sulfidgneis som forekommer i området. Det var også usikkerhet knyttet til om grafitt, et veldig elektrisk ledende mineral som også finnes i noen bergarter i området, kunne føre til lavere resistivitet som kan ligne sulfidførende berg. Aktsomhetskartet viser derfor ikke forekomst, men risiko for forekomst av sulfidførende bergarter. Aktsomhetskartet vil derfor avvike noe sammenliknet med resultatene fra supplerende kartlegginger og analyser gjennomført i felt for dette prosjektet» [2].

COWI gjennomførte også screeninganalyser med håndholdt XRF på innsamlede steinoverflater i laboratoriet. Kun ca. 5 av disse screeninganalysene er relevante for planforslaget fra 2025, da planområdet til COWI fra 2021 var betydelig større. Basert på geoskanningen og screening med XRF ble det også gjennomført en supplerende kartlegging av COWI med fokus på sulfidførende soner/områder langs traséen (26.01-29.01.2021) [2]. Det ble i denne prøvetakingen tatt ca.18 supplerende prøver i tilknytning til trasé på dette planstadiet (som var mye likt planforslaget fra 2025, men alternativet gikk sør for Bakkevannet). Generelt viste resultatene fra den supplerende kartleggingen noe bedre forhold sammenliknet med aktsomhetskartet fra geoskanningen [2].

Sweco supplerte i 2024 med flere prøvetakinger langs fremtidig E18 som er testet i laboratoriet for innhold av svovel (XRF) og med hydrogenperoksidtest («Agder-metoden»). Sweco sin prøvetaking har vært konsentrert til registrerte soner med forvitningsmateriale for å bekrefte at disse sonene er faktiske sulfidsoner. Prøvetaking i denne reguleringsplanen er utført som overflateprøver/poseprøver av forvitningsmateriale fra sentrale deler av mistenkte sulfidsoner [1].

Prøvetakingen som ble utført i 2021 omfattet også frisk bergmasse, og inneholder derfor flere resultater som er «ikke-syredannende», sammenlignet med prøvetaking utført av Sweco i 2024 [1].

Samlet sett har disse prøvene bidratt til å påvise at det er forhøyet risiko for å påtreffe syredannende berg i hele planområdet. Dette anses som tilstrekkelig kunnskap i en reguleringsplanfase, da det vil kreve et uforholdsmessig høyt antall prøver for å eksempelvis kunne utelukke syredannende berg i visse delområder. Fokus er dermed å sette tydelige krav til detaljprosjekteringen og anleggsgjennomføringen.

3 Innsigelse forurensning – forurenset grunn

Kapittelet gjengir den delen av brev fra Statsforvalteren som gjelder innsigelse til Forurensning – forurenset grunn i sin helhet (*kursiv*):

*«Forurensning – forurenset grunn – innsigelse fra Statsforvalteren ved miljødirektøren
Miljødirektøren viser til rundskriv T-2/16 fra Klima- og miljødepartementet (revidert 17.02.2021),
Nasjonale og vesentlige regionale interesser på miljøområdet – klargjøring av miljøforvaltningens
innsigelsespraksis. I punkt 3.3 om forurenset grunn heter det at innsigelse skal vurderes når planene
ikke tar hensyn til den informasjonen som er kjent om at grunnen i områder avsatt til nye arealformål
er forurenset (grunnforurensingsdatabasen), eller at det ut ifra annen informasjon er grunn til å tro at
det er vesentlige grunnforurensningsproblematikk knyttet til området. Dette gjelder også om det skal
graves i områder med syredannende alunskifer og andre syredannende bergarter eller områder hvor
det har blitt deponert avfall som kan medføre utslipp av helseskadelige gasser og setningsskader.*

*Innsigelse skal også vurderes når områder med kjent forurenset grunn ikke vises som hensynssone
etter plan- og bygningsloven §§ 11-8 a og 12-6, jf. § 4-3 eller på annen måte framgår av planen jf. også
§ 28-1. Eller dersom det legges opp til ny arealbruk i områder med forurenset grunn uten at det er
gjennomført miljøtekniske undersøkelser og en risikovurdering.*

Syredannende berg

*Miljøkonsekvensen som følge av forurensning fra syredannende masser under anleggsfasen,
mellomlagring, gjenbruk eller permanent disponering av massene er ikke vurdert opp mot de spesifikke
resipientenes sårbarhet, herunder verna vassdrag.*

*Det fremgår av fagrapport anleggsgjennomføring at det er lagt til et estimat på at 10 % av alt utsprenget
berg på hele strekningen er syredannende og må deponeres i egne masselagre. Videre framgår det av
fagrapport ingeniørgeologi, skjæringer at det er sannsynlighet for å påtreffe syredannende bergarter
langs en betydelig del av den planlagte veglinjen. Det er dokumentert gjennom helikopterbasert
«geoskanning» og steinprøver.*

I reguleringsbestemmelse 1.4.1 a), om miljøoppfølgingsplan står det at:

*«Byggherrens miljøplan fra reguleringsplanfase (Sweco 11.11.2024) skal legges til grunn for alt
arbeid knyttet til samferdselsanlegget.»*

*I miljøplanen henvises det videre til NGIs veiledere identifisering, karakterisering, håndtering og
deponering av potensielt syredannende og syredannende bergarter samt retningslinjer for tiltak i
områder med syredannende gneis utarbeidet av Prosjektgruppen for kontroll på svovelholdig
avrenning i Agder fra 2021. Videre står det i reguleringsbestemmelse 1.4.5 e) at:*

«Gjeldende retningslinjer skal legges til grunn for behandling av syredannende berg i området.»

I bestemmelsen er det ikke presisert hvilke retningslinjer det vises til. I fagrapport ingeniørgeologi, skjæringer refereres det til fagrapport potensielle sulfidførende bergarter og fagrapport potensielle sulfidførende bergarter til reguleringsplan for E18 Tvedestrand-Bamble begge utført av Cowi i 2021, men disse rapportene er ikke gjort juridisk bindende i planbestemmelsene.

Dette er problematisk fordi konkrete vurderinger av konsekvenser av håndtering av syredannende masser mangler og henvisningene er til diverse veiledere som ikke er bestemmende for de konkrete tiltakene i reguleringsplanen. Skadepotensial på vannmiljøet fra håndtering av syredannende må vurderes for hvert enkelt tiltak og håndteringen i planbestemmelsene må tilpasses deretter.

Fagrapport Potensielle sulfidførende bergarter omfatter en tiltaksplan for syredannede bergarter og bygger på retningslinjer for tiltak i områder med syredannende gneis. Tiltaksplanen legger opp til at mest mulig av de sulfidholdige massene med lavt til middels syredannende potensiale kan brukes lokalt i veilinja, men at man ikke skal disponere disse nær sårbare vassdrag. Det er ikke gjort rede for hvor disse massene skal håndteres i felt, inklusiv mellomlagring og gjenvinning, eller hvilke vassdrag som skal sikres mot avrenning fra syredannende masser.

Fagrapporten legger opp til at sulfidholdige masser med høyt syredannende potensiale må leveres til godkjent mottaksanlegg for håndtering av syredannende masser. Deponiområdene hvor det er planlagt å permanent deponere syredannede berg er ikke lovlig mottaksanlegg og vi kan ikke se at det er gjort rede for tilgjengeligheten av lovlige mottaksanlegg. Det er tatt for gitt at syredannende berg skal permanent disponeres på fire områder under forutsetning at det gis tillatelse etter forurensningsloven.

Permanent disponering av syredannende berg krever unntak etter forurensningsloven § 32 andre ledd fra Miljødirektoratet. Miljødirektoratet har i andre saker uttalt at de har en restriktiv praksis for å gi slike unntak, blant annet for å unngå at forurensete masser spres på mange ulike lokaliteter og dermed gir svekket mulighet til å føre kontroll med håndtering av dette avfallet over tid.

Miljødirektoratet er myndighet for permanent disponering av masser og kommunen er myndighet etter forurensningsforskriften kapittel 2. Statsforvalteren kan anmode Miljødirektoratet om overføring av myndighet for behandling av saker etter kapittel 2. Statsforvalteren vurderer usikkerheten knyttet til massehåndtering som svært stor og informasjonen som per i dag foreligger om syredannende bergarter til å ikke være tilstrekkelig til å treffe vedtak på et faglig forsvarlig grunnlag.

Forurenset grunn

I henhold til forurensningsforskriften kapittel 2 skal det vurderes om det er mistanke om grunnforurensning i området der et terrenginngrep er planlagt gjennomført. Ved Fikkjebakke er det registrert et område med kjent forurenset grunn. Denne lokaliteten overlapper med planområdet. Der det er forurenset grunn i området skal tiltakshaver sørge for at det blir utført nødvendige undersøkelser for å kartlegge omfanget og betydningen av forurensning i grunnen. Hensynssone må innarbeides i plankartet.

Det er tillegg kartlagt 18 områder i tilknytning til planområdet der forundersøkelsene konkluderer med mistanke om forurenset grunn. Reguleringsbestemmelsene må sikre oppfølging dersom det oppdages forurensning i grunnen i disse områdene, eksempelvis at arbeidet skal stanses og prøvetaking gjennomføres. Vi minner om at temaet grunnforurensning er regulert i forurensningsforskriftens kapittel 2, som inneholder klare bestemmelser om partenes ansvar, om tiltaksplan, godkjenning og forurensningsmyndighet.

Konklusjon

Statsforvalteren ved miljødirektøren fremmer også innsigelse mot planforslaget med hjemmel i plan- og bygningsloven § 5-4, jf. rundskriv T-2/16 punkt 3.3 om forurenset grunn.

Innsigelsen fremmes på bakgrunn av at konsekvensene og risikoen knyttet til håndtering av syredannende berg, både i anleggs- og driftsfasen ikke er tilstrekkelig ivaretatt i planen. For å løse innsigelsen må konsekvensene belyses og nødvendige avbøtende tiltak for å redusere avrenning fra syredannende berg må innarbeides i planforslaget. Områder med forurenset grunn må innarbeides med hensynssoner og tilhørende bestemmelser.

Avveining mellom ulike nasjonale interesser

Miljødirektøren legger til grunn at utvidelsen av E18 er en nasjonal prioritering på grunnlag av stor samfunnsnytte. Utbyggingen må allikevel være innenfor rammene av nasjonale interesser og mål om å sikre mot forurensning. Vi vurderer at hensynet til samfunnsnytt og det lokale selvstyret ikke blir tilsidesatt i uakseptabel grad, da planen kan gjennomføres dersom nødvendige justeringer og avbøtende tiltak blir iverksatt. Innsigelsen hindrer dermed ikke formålet med reguleringsplanen.» [5]

4 Regelverk

Syredannende berg som ikke kan gjenbrukes må deponeres og klassifiseres som produksjonsavfall etter **avfallsforskriften** [6]. Det stilles krav om at avfallseier dokumenterer forurensningsrisiko som grunnlag for å finne riktig deponeringskategori. Oppbygging, drift og oppfølging av deponier vil for eksempel følge av forurensningsrisikoen.

Miljødirektoratet er fagmyndighet og har som utgangspunkt at bergarter som kan være syredannende eller vurdert til å være syredannende, men ikke klassifisert som farlig avfall iht. avfallsforskriftens kap. 11 bør transporteres til deponi for ordinært avfall [6]. I slike deponier skal syredannende bergarter deponeres i celler sammen med materiale som virker syrenøytraliserende, eksempelvis betong, aske/slagg. Det kreves også separat oppsamling og behandling av sigevann. Denne må inkludere pH-justering, fjerning av Fe og Al samt tungmetaller. I tilfeller der berggrunnen inneholder uran kan også bunnslammet bli radioaktivt (typisk alunskifer). Hvis dette er tilfelle må overvåking av separat oppsamlet sigevann i tillegg inkludere forvitningsparametre som DOC, SO_4^{2-} , Al, Mo, Co og Sb [7].

Miljødirektoratet kan imidlertid, når tungtveiende argumenter taler for det, gi tillatelse til (lokal) permanent disponering av syredannende berg (etablere et nytt areal med forurenset grunn) ved å gi unntak etter **forurensningsloven** § 32 andre ledd, slik det kommer frem av innsigelsen. I et eventuelt positivt vedtak vil Miljødirektoratet stille klare betingelser til etablering og drift.

Utslipp av forurenset sigevann fra et slikt masselager kan komme i konflikt med miljømålene for vannforekomster etter **vannforskriften** [8], [9]. Slik risiko må forventes å være relevant ved en vurdering av om tillatelse til permanent masselagring skal gis.

Eventuelle masser som er så sterkt syredannende at de klassifiseres som farlig avfall etter avfallsforskriftens kap. 11 må uansett transporteres ut av planområdet til deponi med tillatelse til å ta imot farlig avfall [6].

5 Hvordan klassifiseres syredannende berg?

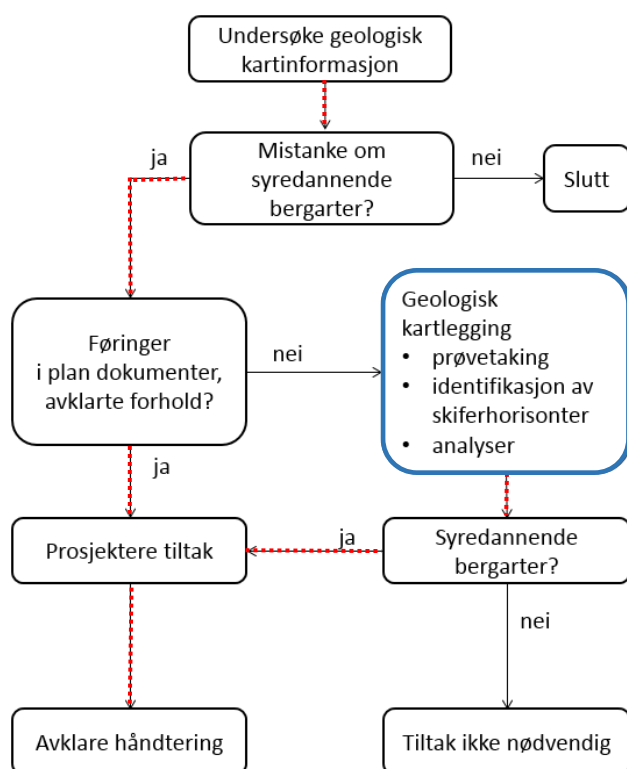
I uformelt drøftingsmøte med Statsforvalteren i Vestfold og Telemark den 08.05.2025 ble det henvist til MD veilederen «Identifisering og karakterisering av syredannende bergarter» [7], som et godt faglig grunnlag for planlegging av tiltak i områder med risiko for syredannende berg. De mest relevante elementene fra denne veilederen er innarbeidet i dette notatet.

Her [7] foreslås blant annet følgende hovedelementer for å identifisere syredannende berg:

1. Sammenstilling av geologisk informasjon
2. Geologisk kartlegging i felt
3. Kjemisk karakterisering av massene

Uten at det er eksplisitt beskrevet, er disse trinnene fulgt i arbeidet med planen [2] og [1].

Den samme veilederen gir også konkrete anbefalinger for håndteringen av syredannende berg underveis i anleggsgjennomføringen.



Figur 5-1. Flytskjema ved håndtering av syredannende bergarter i byggeprosjekter [7]. Rød markering antyder de relevante stegene for prosjektet E18 Kragerø-Bamble.

De neste underkapitlene redegjør for stegene i den geologiske kartleggingen (blå boks) i Figur 5-1.

5.1 Prøvetaking

Prøvetaking skal sikre at en har et tilstrekkelig antall prøver for en identifisering av bergartstype. Det er forståelsen av hvordan lagene er orientert i grunnen som avgjør hvordan en planlegger et prøveprogram. Ved prøvetaking er det viktig at plassering av prøve/observasjonspunkter blir godt identifisert med posisjon [7].

Et tilstrekkelig antall prøver vil variere fra prosjekt til prosjekt. Det vesentligste ved vurdering av uttak av prøver er en forståelse av geologien for det aktuelle området, og ikke minst lokale variasjoner. Hensikten med prøvetakingen er viktig å avklare før endelig program bestemmes, for den avklaringen kan ha store konsekvenser for design av flere aspekter i et prosjekt [6].

Eksempler på metode for prøvetaking av syredannende berg er kjerneprøver (sylinder med bergmateriale), fjellborerigg (borkaks fra ulike dyp), avdekking med gravemaskin, håndholdt drill (borestøv), hammer (uttak av bergfragmenter) og vannprøver (vann som har reagert med syredannende bergarter vil ha kjemisk signatur som tilsvarer bergartens egenskaper) [7]. Disse metodene har ulike kostnader og gir informasjon med ulik grad av nøyaktighet.

I tillegg til disse metodene benyttes også håndholdt XRF (røntgen fluorescens) som gjør det mulig å bestemme elementinnhold i prøvematerialet direkte i felt. Ved riktig bruk kan metoden gi kvantitative analyser av innhold av flere elementer med unntak av karbon [7].

Generelt gjelder at jo mindre prøven er, jo flere må en ta for å få en representativ beskrivelse. Små prøver vil gi store usikkerheter i den representative analysen. Selv i alunskiferformasjoner er det kalkrike horisonter. Om prøvematerialet tas i en slik kalkrik horisont, vil analysen ikke vise tegn på syredannende egenskaper. Om en inkluderer alle hoved- og sporelementer, vil denne kalkrike horisonten kunne kobles til alunskiferformasjonen. Det er med andre ord viktig at den som utøver prøvetaking innehar kunnskap om hva en tar prøver av og feilkilder ved valgte metodikk [7].

Dette betyr at variabiliteten i de analyseresultatene man har tatt (se Tabell 7-9) vil påvirke hvor mange prøver man bør ta (per m³ utsprengt masse) for å kunne avgjøre om massene er syredannende. Som Tabell 7-9 og resultatene denne sammenstillen i [2] og [1] viser er det relativt stor spredning i analyseresultatene. Siden de sulfidførende sonene ofte er relativt begrensede i utstrekning vil det være viktig å ha berggrunnsgeolog/ingeniørgeolog tilgjengelig og i en aktiv rolle gjennom hele anleggsgjennomføringen. For å optimalisere ressursbruken på analyser er det viktig å ikke ha en sjablonmessig tilnærming, men justere prøvetakingsfrekvensen i takt med risikoen for syredannelse. Det bør derfor utarbeides en prøvetakingsplan i forkant av anleggsarbeidet, dette bør ta utgangspunkt i alle eksisterende analyseresultater og kunnskap om de lokale geologiske forholdene.

5.2 Anbefalte analyser

Innen anleggsfasen starter opp må det foreligge en prøvetakingsplan som konkretiserer og beskriver hvordan all prøvetaking med hensyn til oppfølgingen av syredannende berg skal gjennomføres. I følge [7] skal prøver som analyseres ved mistanke om syredannende bergarter analyseres for en lang rekke grunnstoffer inkludert karbon på organisk og uorganisk form. Tabell 5-1 gir en oversikt over parameterlisten med analysemetode, deteksjonsgrenser og enheter.

Tabell 5-1. Kjemisk analyse av bergarter med hoved- og sporelementer, uorganisk karbon (TIC), og organisk karbon (TOC) [7].

Element	Hovedelement (H) Sporelement (S)	Analysemetode	Deteksjonsgrense/ enhet
Torrstoff	-	Gravimetrisk	%
TIC	-	Kolometrisk	0,01%
TOC	-	Kolometrisk	0,01%
Glødetap (LOI)	-	Gravimetrisk	%
Si /Silisium)	H	ICP- (MS/OES/AES)	mg/kg TS
Al/Aluminium	H	ICP- (MS/OES/AES)	mg/kg TS
Ca/Kalsium	H	ICP- (MS/OES/AES)	mg/kg TS
Fe/Jern	H	ICP- (MS/OES/AES)	mg/kg TS
Mg/Magnesium	H	ICP- (MS/OES/AES)	mg/kg TS
Na/Natrium	H	ICP- (MS/OES/AES)	mg/kg TS
K/Kalium	H	ICP- (MS/OES/AES)	mg/kg TS
Ti/titan	H	ICP- (MS/OES/AES)	mg/kg TS
Mn/Mangan	H	ICP- (MS/OES/AES)	mg/kg TS
P/Fosfor	H	ICP- (MS/OES/AES)	mg/kg TS
As/Arsen	S	ICP- (MS/OES/AES)	3 mg/kg TS
Barium	S	ICP- (MS/OES/AES)	2 mg/kg TS
Beryllium	S	ICP- (MS/OES/AES)	0,5 mg/kg TS
Cd/Kadmium	S	ICP- (MS/OES/AES)	0,1 mg/kg TS
Co/Kobolt	S	ICP- (MS/OES/AES)	0,08 mg/kg TS
Cr/Krom	S	ICP- (MS/OES/AES)	10 mg/kg TS
Cu/Kopper	S	ICP- (MS/OES/AES)	1 mg/kg TS
Hg/Kvikksølv	S	ICP- (MS/OES/AES)	0,01 mg/kg TS
Mo/Molybden	S	ICP- (MS/OES/AES)	5 mg/kg TS
Nb/Niob	S	ICP- (MS/OES/AES)	5 mg/kg TS
Ni/Nikkel	S	ICP- (MS/OES/AES)	0,5 mg/kg TS
Pb/Bly	S	ICP- (MS/OES/AES)	1 mg/kg TS
S/Svovel	H	ICP- (MS/OES/AES)	80 mg/kg TS
Sc/Scandium	S	ICP- (MS/OES/AES)	1 mg/kg TS
Sn/Tinn	S	ICP- (MS/OES/AES)	20 mg/kg TS
Sr/Strontium	S	ICP- (MS/OES/AES)	2 mg/kg TS
V/Vanadium	S	ICP- (MS/OES/AES)	2 mg/kg TS
W/Wolfram	S	ICP- (MS/OES/AES)	50 mg/kg TS
Y/Yttrium	S	ICP- (MS/OES/AES)	2 mg/kg TS
Zn/Sink	S	ICP- (MS/OES/AES)	4 mg/kg TS
Zr/Zirkon	S	ICP- (MS/OES/AES)	2 mg/kg TS
U/Uran	S	ICP- (MS/OES/AES)	0,03 mg/kg TS
Th/Thorium	S	ICP- (MS/OES/AES)	0,1 mg/kg TS

Selv om denne parameterlisten er lang analyseres denne typen prøver oftest med ICP (Induktivt Koblet Plasma) eller andre spektroskopiske metoder som kan analysere mange parametere i samme «kjøring». Mange laboratorier tilbyr multiparameterpakker til en overkommelig pris sett i forhold til antall parametere.

Med tanke på miljøoppfølgingen i prosjektet vil det være svært viktig å ta en del representative prøver med alle disse parameterne. Spesielt vil det være viktig å kartlegge de massene som skal legges i de permanente masselagrene for mulig syredannende og syredannende berg (se 5.4), da dette vil gi nyttig informasjon om hvilken forurensningsrisiko masselagrene representerer.

For den «daglige» oppfølgingen og klassifiseringen av syredannende/ikke-syredannende berg henvises det til analysene og prosedyren som er beskrevet i avsnitt 5.3.

Omfanget av og frekvensen av prøver iht. Tabell 5-1 og prøver for å avgjøre om berget er syredannende eller ikke-syredannende vil være en viktig del av prøvetakingsplanen.

5.3 Metode for klassifisering av syredannende berg under anleggsarbeidet

Tidligere brukte mange norske entreprenører «Agder-metoden», for å bestemme om berg er syredannende. Denne metoden baserte seg på en vurdering av forvitningsgrad, svovelinnhold og temperaturendring etter reaksjon med H₂O₂. Ny forskning har imidlertid vist at metoden kan gi sterkt misvisende resultater [10]. Forfatteren anbefaler heller «AMIRA single NAG test». Denne skal være forholdsvis enkel å gjennomføre, men krever laboratorieanalyser, noe man kunne unngå med «Agder-metoden».

Lillesand kommune er blant de som har hatt mest utfordringer med syredannende berg i Norge. Kommunen har tidligere akseptert «Agder-metoden» som grunnlag for søknader og oppfølging i byggeprosjekter, men trekker metoden med umiddelbar virkning i en epost datert 02.06.2025 med tittelen «Informasjon til tiltakshavere og rådgivere».

I detaljreguleringens fagrapport ingeniørgeologi [1] og COWI sin rapport fra 2021 [2] legges det opp til bruk av «Agder-metoden» for å klassifisere syredannende berg og resultater fra denne dannet også grunnlag for å anslå at ca. 10 % av berget kan være syredannende [3].

I forhold til anslaget på 10 % syredannende berg anses dette ikke som problematisk, siden dette er et «Worst case»-estimat som trolig ikke vil endres betydelig med en annen og mer presis analysemetode. For å oppnå statistisk representativitet i prøvetakingen er antall prøver viktigere for å kunne øke sikkerheten i anslaget, snarere enn en mer presis metode. Derimot mener Nye Veier i likhet med Lillesand kommune at ny kunnskap som følger av [10] bør følges opp med endrede prosedyrer for identifikasjon av syredannende berg under anleggsgjennomføringen. Nye Veier legger derfor til grunn anbefalinger fra Lillesand kommune.

Foreslått ny metode benytter følgende to tester for vurdering av syredanningspotensial:

NAGpH (pH når prøvematerialet måles i en suspensjon med hydrogenperoksid)

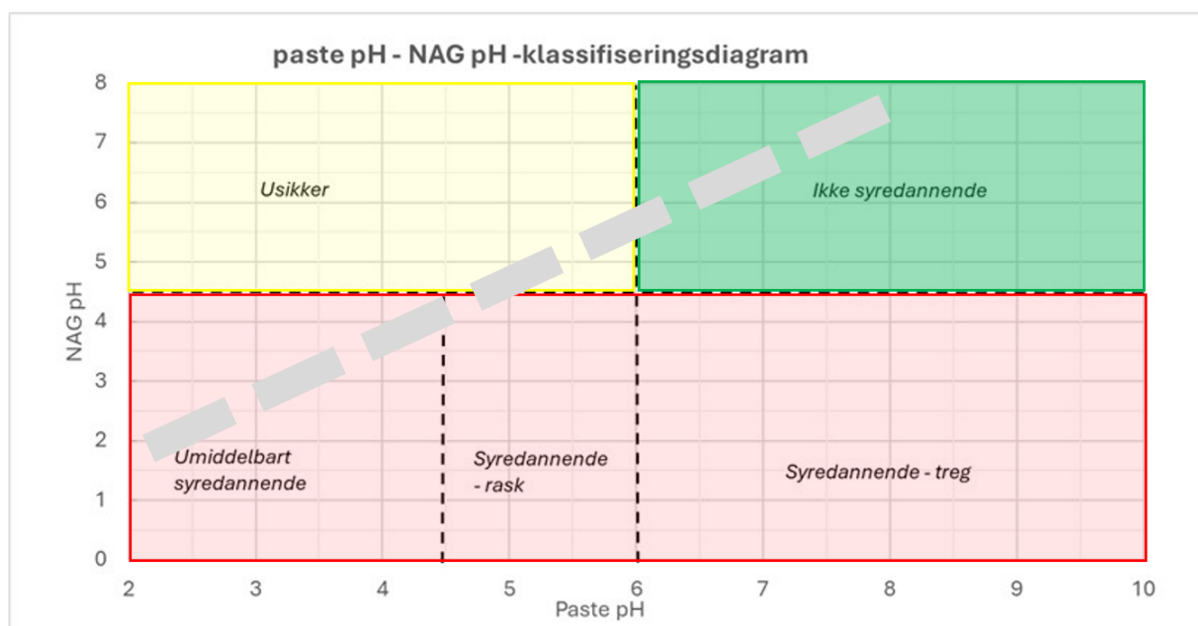
NAGpH er en statisk test som kan indikere det **langsiktige syredanningspotensialet** i prøvematerialet. Testen er standardisert og mye brukt i gruveindustrien. Den er vurdert som en statisk test som samsvarer godt med mer langvarige og kostbare utlekkings tester.

I testen blandes 2,5 gram av finknust prøvemateriale med 250 ml 15 % hydrogenperoksid-løsning for å oksidere eventuelle sulfider i prøven. Deretter måles pH i løsningen dagen etter. Metoden er nærmere beskrevet i [11].

Lillesand kommune stiller ikke krav om gjennomføring av metodebeskrivelsens trinn i), der prøven titreres med NaOH til pH 4,5 og pH 7, (for å finne syrenøytraliseringspotensialet til prøven), men det kan anbefales å gjennomføre dette trinnet for bedre tolkning av resultatene.

Paste pH (pH av prøvematerialet målt i en suspensjon med vann)

Paste pH er en enkel og standardisert test som kan indikere forekomster av lettløselige syredannende komponenter og er egnet til å estimere **det umiddelbare syredanningspotensialet** i forvitrete bergarter. Paste pH verdier brukes ikke som klassifiseringsgrunnlag alene, men kan gi en indikator på hvor rask en eventuell syredannelse i prøvematerialet er. Metodebeskrivelse for paste pH finnes i [11].



Figur 5-2. Klassifiseringsdiagram der verdiene fra Paste pH og NAGpH plottes for å finne prøvens syredannelsespotensiale (kilde, Lillesand kommune).

NAGpH er ofte lik eller litt lavere enn paste pH. NAGpH og Paste pH er også normalt korrelert slik at henholdsvis lave eller høye pH verdier for begge har en tendens til å opptre samtidig (antydnet med grå stiplet strek i figuren over). Det betyr at hvis vi måler Paste pH til 5 i en prøve er det også mest sannsynlig at NAGpH ligger på eller noe under 5, men ulik kjemisk sammensetning og forvitningsgrad i mineralene vil kunne gi noe avvik. For eksempel vil korrelasjonen kunne være svakere hvis prøven inneholder mye karbonater (høy syrenøytraliserende kapasitet), eller mye uoksidert sulfidmineral [12].

Lillesand kommune legger i brev datert 02.06.2025 til grunn at prøver med NAGpH < 4,5 anses som syredannende berg (markert med rødt felt i Figur 5-2), og er dermed forurenset grunn, jf. § 2-3 i forurensningsforskriften. Paste pH brukes som indikator på reaksjonshastighet, og kan være styrende for hvordan massene disponeres.

I tillegg til NAGpH og Paste pH presiserer Lillesand kommune at også %S må måles for alle prøver, da dette er en viktig parameter for klassifiseringen av syredannende berg og som dokumentasjon på svovelinnhold. Alle prøver skal også ha x, y, z-koordinat, da dette i tillegg til dokumentasjonen også kan gi nyttig informasjon om hvordan de sulfidførende lagene går i berggrunnen.

Denne metoden er basert på [13] og samsvarer med anbefalingene i [10]. Siden det ikke lengre er aktuelt å benytte seg av de analysene som følger av «Agder-metoden» legger Nye Veier til grunn at disse grenseverdiene og analysene skal brukes for å klassifisere sprengsteinen som syredannende, eller ikke-syredannende under anleggsgjennomføringen.

5.3.1 Identifisere sprengstein som er farlig avfall

Det er avfallsforskriftens [6] kapittel 11 (farlig avfall) og kapittel 9 (deponering) som gir de sentrale føringene for hva som er farlig avfall og hvordan dette skal håndteres. Grensen for svovelinnhold som gjør sprengstein til farlig avfall avhenger særlig av svovelkilden og forventet

utlekking av svovelsyre. Det betyr at type mineral og lagringsmåte (kontakt med vann og luft) påvirker potensialet for syredannelse. Derfor må det gjøres risikovurderinger der utlekkings tester inngår når syredanningspotensialet skal bestemmes. Dette betyr at forekomsten av andre ioner (syrenøytraliserende evne) også er viktige når man skal vurdere om syredannende berg er farlig avfall.

Den anbefalte norske veilederen M310 [7] gir ingen konkrete grenseverdier for når syredannende berg må deponeres i de ulike deponikategoriene. Det vil være en samlet vurdering av flere risikofaktorer som avgjør om syredannende berg er farlig avfall. Forsuringspotensial og risiko for utlekking av tungmetaller er de viktigste parameterne. Hovedpunktene i vurderingen er sammenstilt under:

1. Lav pH ved utlekkingsforsøk
 - Dersom pH i perkolat/eluat (f.eks. fra en EN 12457-test) er lav, tyder det på høy syredannende evne.
 - Typisk grense: pH < 4, men syredannelsen vurderes sammen med andre faktorer.
2. Høyt innhold av sulfidmineraler
 - Spesielt pyritt (FeS_2) og andre sulfider.
 - Ved oksidasjon dannes svovelsyre → forsuring av vann og mobilisering av tungmetaller.
3. Høy utlekking av tungmetaller (utlekkings test)
 - Utlekking av f.eks. arsen (As), kadmium (Cd), bly (Pb), kobber (Cu), nikkel (Ni), sink (Zn) etc. over grenseverdier definert for farlig avfall.
4. Stabilitet over tid (NAG/AP-test)
 - Net Acid Generation / Acid Potential: Tester bergartens evne til å produsere syre over tid.
 - Hvis bergarten har netto syregenererende potensial, øker risikoen.
5. Syredannende berg blir farlig avfall hvis laboratorietester viser at det har evne til å produsere avrenning med metallkonsentrasjoner eller pH som overskrider grenseverdiene for farlig avfall.

Det henvises ellers til avfallsforskriften [6] og tilhørende regelverk (Miljødirektoratet) for å avgjøre når berg evt. må klassifiseres som farlig avfall. Avfallsmottaket (godkjent deponi for farlig avfall) vil også ha ansvar for å kreve tilstrekkelig dokumentasjon før farlig avfall kan mottas og deponeres. Dette betyr at avfallsprodusent og avfallsmottak har et felles ansvar for at de massene som leveres til mottak for farlig avfall, faktisk er i riktig avfallskategori og dette skal dokumenteres.

5.4 De tre massetyper som kan oppstå i anlegget og håndteringen av disse

For å oppnå et praktisk gjennomførbart anleggsarbeid må entreprenøren ha tydelige regler å forholde seg til. I det daglige arbeidet vil grensen mellom ikke-syredannende og syredannende berg være den viktigste (jfr. Figur 5-1). Unntaksvis kan det oppstå situasjoner der man mistenker farlig avfall og må gjennomføre en utvidet prøvetaking for å avklare disponeringen av disse massene iht. 5.3.1.

Vi får da følgende tredeling av de utsprengte massene og hvordan de skal lagres/brukes:

1. Ikke-syredannende berg (NAGpH>4,5)

Dette er bergmasser som kan disponeres fritt og der overskuddsmassene kan plasseres i alle de planlagte masselagrene (grønt og gult felt i Figur 5-2).

2. Syredannende berg (NAGpH<4,5)

Dette er berg som er identifisert som syredannende (rødt felt i Figur 5-2). Disse massene skal ikke brukes i veibyggingen, men skal kjøres til masselager innenfor prosjektet som er tilrettelagt for syredannende berg. Transporten skal gjennomføres uten noen form for mellomlagring. Myndighetsgodkjenning og etablering av disse masselagrene skal inngå som en del av de forberedende arbeidene i anleggsentreprisen.

3. Farlig avfall (svært høy risiko for syredannelse, slik dette er definert etter avfallsregelverket, se 5.3.1)

Dette er berg som vil falle inn under samme definisjon som i punkt 2 over, men der syredannelsespotensialet er så stort at man må gjøre ytterligere undersøkelser for å avklare om massene skal klassifiseres som farlig avfall etter avfallsforskriften [6]. Disse massene må kjøres direkte til godkjent mottak for farlig avfall uten mellomlagring. Entreprenør vil ha ansvar for å identifisere farlig avfall gjennom anleggsfasen. Det må også være inngått avtale med godkjent deponi om mottak av slike masser før anleggsarbeidet igangsettes.

Selv om datagrunnlaget er noe begrenset antas sannsynligheten å være lav for at det vil bli behov for å frakte større mengder farlig avfall ut av anleggsområdet.

5.4.1 Ytterligere risikoreducerende tiltak i forhold til syredannende berg

Som en del av detaljprosjekteringen og før anleggskontrakten utlyses vil Nye Veier gjennomføre ytterligere kjemisk karakterisering (prøvetaking) av berg i planområdet for å redusere risiko ved entreprisegjennomføringen iht. ny NS 8408. Byggherren sin beskrivelse av grunnforholdene blir nå en del av kontrakten sitt referansegrunnlag, jf. pkt. 18.1.

Dette vil sannsynligvis medføre at entreprenøren sin løsning av oppdraget kan planlegges godt og at de risikoforholdene som er påpekt i detaljreguleringen kan håndteres på en god måte. For eksempel vil en slik prøvetaking kanskje kunne medføre at man får en mulighet til å begrense antallet masselager som faktisk benyttes til syredannende berg. Eksempelvis vil det kanskje være mulig å avklare om masselageret ved Huldalsstranda skal tas i bruk til lagring av syredannende berg, først etter at masselageret ved Ødegård er benyttet til full kapasitet.

6 Planlagt håndtering av syredannende bergarter

I planområdet er det ikke påvist alunskifer eller andre uranførende lag (men det vises til aktsomhetskartene i Figur 7-2 og Figur 7-3). Det vurderes som lite sannsynlig at en påtreffer masser med forurensningsnivåer som vil klassifiseres som farlig avfall [6].

Et deponi for farlig avfall har kun tillatelse til å ta imot farlig avfall og det må blant annet ha dobbel bunntetting med mulighet for lekkasjedeteksjon mellom lagene. Siden det meste av det avfallet som vil produseres i anlegget ikke forventes å være så forurensende at det klassifiseres som farlig avfall etter avfallsforskriftens §11, er det kravene til et deponi for ordinært avfall som er relevante for kravene til lokal lagring av de utsprenge massene [6].

Tabell 6-1. Hovedforskjellene på et deponi for farlig avfall og et deponi for ordinært avfall.

Deponi for farlig avfall	Deponi for ordinært avfall
Kun farlig avfall	Kun ikke farlig (ordinært) avfall
Dobbel bunntetting	Enkel bunntetting
Bunntetting med høye krav til kjemikaliebestandighet	Bunntetting med lavere krav til kjemikaliebestandighet
Omfattende miljøovervåkning	Mindre omfattende miljøovervåkning
Kontinuerlig lekkasjeovervåkning	Ikke kontinuerlig lekkasjeovervåkning
Forhåndsvurdering/dokumentasjon av alt avfall	Enklere mottakskontroll/dokumentasjon

Nye Veier vurderer ikke transport av teoretisk sett 10 % av de utsprengte massene ut av planområdet som realistisk eller ønskelig. Både praktiske, økonomiske og ikke minst samfunnsmessige konsekvenser av dette vil være problematiske. Derimot foreslår Nye Veier etablering av ett eller flere (reguleringsplanen tar høyde for tre) permanente masselager som tilfredstiller utslippskravene til et deponi for ordinært avfall etter avfallsforskriften, avhengig av hvor mye syredannende berg som faktisk blir produsert i anleggsperioden.

Samtidig kan det ikke utelukkes at man under anleggsarbeidet vil påtreffe noen masser som blir klassifisert som farlig avfall og Nye Veier vil derfor sørge for at det blir inngå avtale med et avfallsmottak for denne typen masser (eksempelvis LiBir) før anleggsarbeidet igangsettes.

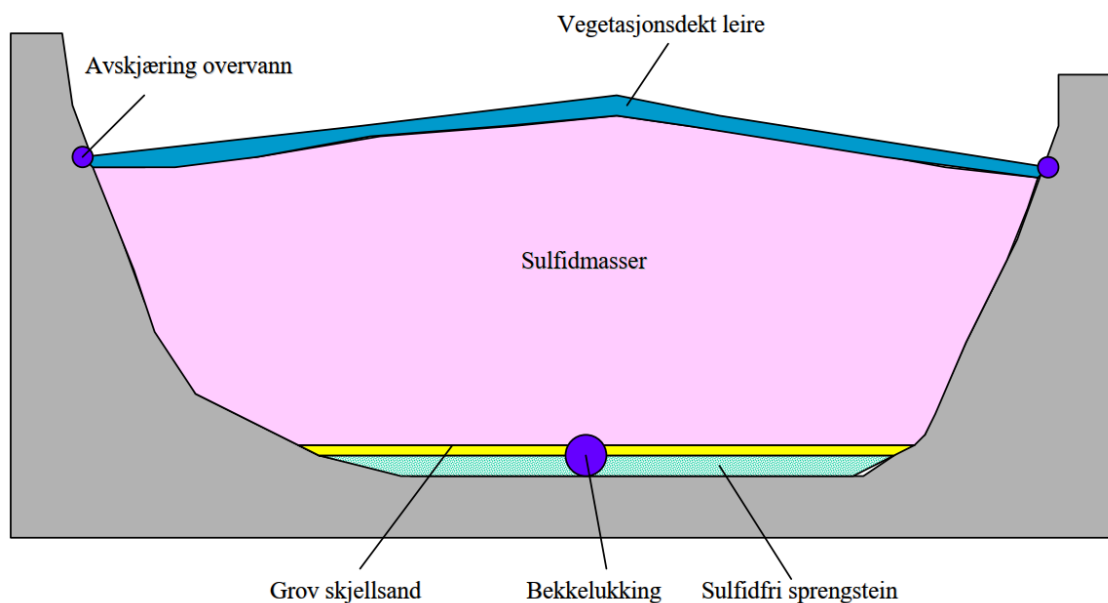
For å finne frem til de foreslåtte masselagrene som presenteres nærmere nedenfor har det blitt gjort overordnede vurderinger av beste masseallokering [3], forurensningsrisiko [14] og egnethet i forhold til kravene i naturmangfoldloven [15]. Disse vurderingene bygger blant annet på informasjon om allmenne interesser og akvatiske økosystemer slik disse kommer frem av plandokumenter som tilleggsutredning [16] og bekkenotat [4].

6.1 Prinsipp for lagring av syredannende berg

I dette kapittelet gis det prinsipper for lagring av syredannende berg, og som det er regulert tre masselager til i planen. Prinsippene som er beskrevet under gjelder derfor ikke for de ordinære (ikke-syredannende) bergmassene som skal brukes i veibyggingen, eller som er så sterkt syredannende at de klassifiseres som farlig avfall og fraktes ut av anleggsområdet.

Siden forurensningspotensialet til syredannende berg er betydelig høyere enn for ordinære bergmasser må både lokalisering, utforming og drift gjennomføres på en slik måte at forurensningene i størst mulig grad holdes tilbake i masselageret. Nedbrytning er en naturlig prosess som vil skje, men hastigheten og dermed risikoen for resipientene kan styres gjennom gode avbøtende tiltak.

Figur 6-1 under viser en prinsippskisse for lagring av syredannende berg.



Figur 6-1. Skissen viser hovedprinsipp for lagring av syredannende bergmasse [17].

Den faktiske oppbygningen vil bli en del av detaljprosjekteringen for hvert enkelt masselager, men noen hovedprinsipper skal følges. Overflatevann må avskjæres og masselagene skal ha tett toppdekke for å hindre vanninntrengning i de syredannende bergmassene. Under deponiet skal det legges syrenøytraliserende materiale som eksempelvis skjellsand eller solaritt. Sigevann skal samles opp og ledes kontrollert gjennom sedimentasjonsdam med pH og oppholdstid som muliggjør utfelling av metaller (med spesielt fokus på aluminium) før utslipp til resipient. Driftstillatelse gitt av miljømyndighetene vil trolig gi ytterlige føringer som må innarbeides under detaljprosjekteringen.

Det vil måtte regnes med tett oppfølging av hvert enkelt masselager over lang tid (se Tabell 7-11). Derfor vil detaljprosjekteringen også måtte inneholde driftsprosedyrer og ansvarsavklaringer som skal bidra til sikkerhet for at masselagene følges opp på en slik måte at resipienter ikke overbelastes.

6.1.1 Generelle tiltak ved etablering og drift av masselager for syredannende berg

Siden risikoen for resipienter er så høy ved etablering av masselager for syredannende berg vil det være svært viktig å ha gode prosedyrer for alle trinn i prosessen med etablering og drift. Punktlisten under gir en skjematisk oversikt over minimumskrav som må følges når masselagene skal detaljprosjekteres.

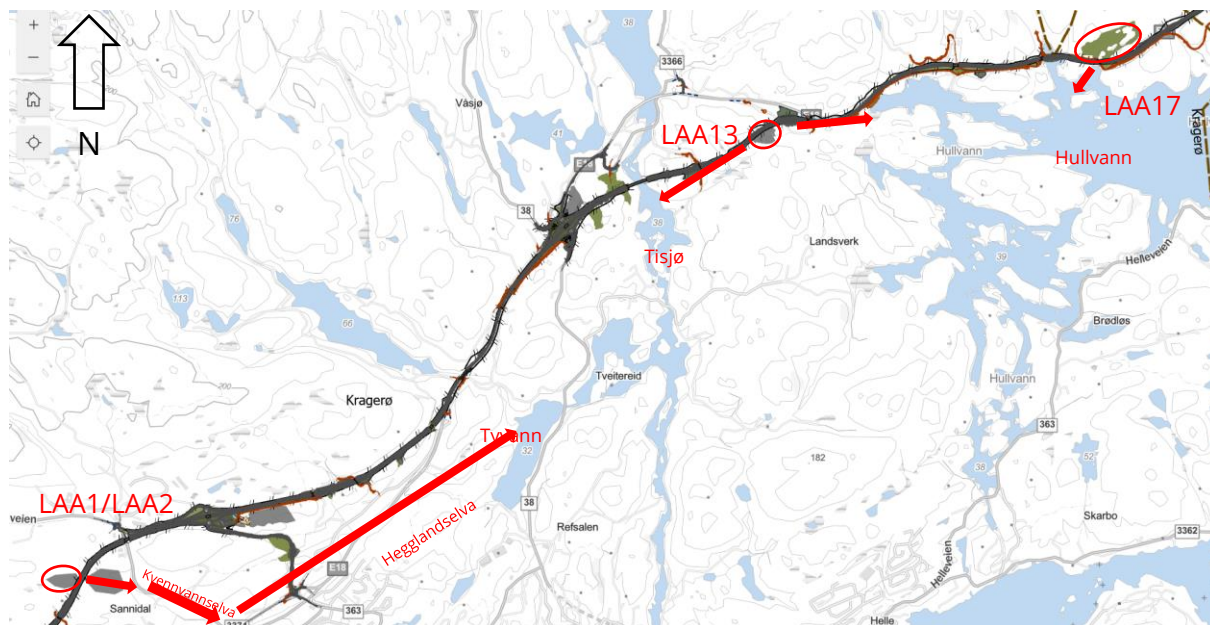
- **Tildekking og vannavledning.** Massene tildekkes med tette lag (leire, bentonitt, geosynteter) og det etableres effektive løsninger for å avskjære og lede bort overflatevann slik at infiltrasjon av nedbør/grunnvann minimeres.
- **Syrenøytraliserende bunnsjikt.** Før utlegging av syredannende berg legges det ut masser med syrenøytraliserende evne (skjellsand, kalkstein, solaritt) under det fremtidige masselageret.

- **Dreneringssystem for oppsamling og behandling.** Installering av et dreneringssystem som leder forurenset sigevann til oppsamlingsbasseng for eventuell kjemisk behandling (med utfelling og fjerning av metaller) før utslipp til resipient.
- **Buffer- eller nøytraliseringsanlegg.** For eksempel kalkfilter eller nøytraliseringsanlegg (tilsetning av base) for å behandle surt sigevann før utslipp til resipient.
- **Overvåking og prøvetaking av vannkvalitet.** Regelmessig (kontinuerlig) måling av pH, sulfat, metallkonsentrasjoner og elektrisk ledningsevne, i både sigevann og resipient.
- **Beredskapsplan og varslingsrutiner.** Beredskapsplanen må inneholde personlige og organisatoriske ansvarsforhold, rutiner for varsling til myndigheter og prosedyrer for umiddelbare tiltak ved uhell eller utslipp.
- **Tilsyn og vedlikeholdstiltak.** Jevnlig inspeksjon og vedlikehold av toppdekke, drenering og behandlingsanlegg for å sikre god funksjonalitet over tid.
- **Langsiktig overvåking og etterdrift.** Plan for etterdrift og overvåking etter avslutning av masselageret siden syredannelse vil pågå i mange tiår.

Denne punktlisten er ikke komplett, myndighetskrav gitt i driftstillatelser for hvert masselager sammen med forurensnings- og avfallsregelverket vil gi nødvendige føringer for etablering og drift av masselagrene.

6.2 Planlagte permanente masselager

De massene som gjennom anleggsfasen klassifiseres som syredannende skal kunne lagres permanent på ett av tre deponier innenfor planområdet.



Figur 6-2. Planområdet innenfor Kragerø kommune med de tre masselagrene for syredannende berg og transportveier til de spesifikke resipientene skissert.

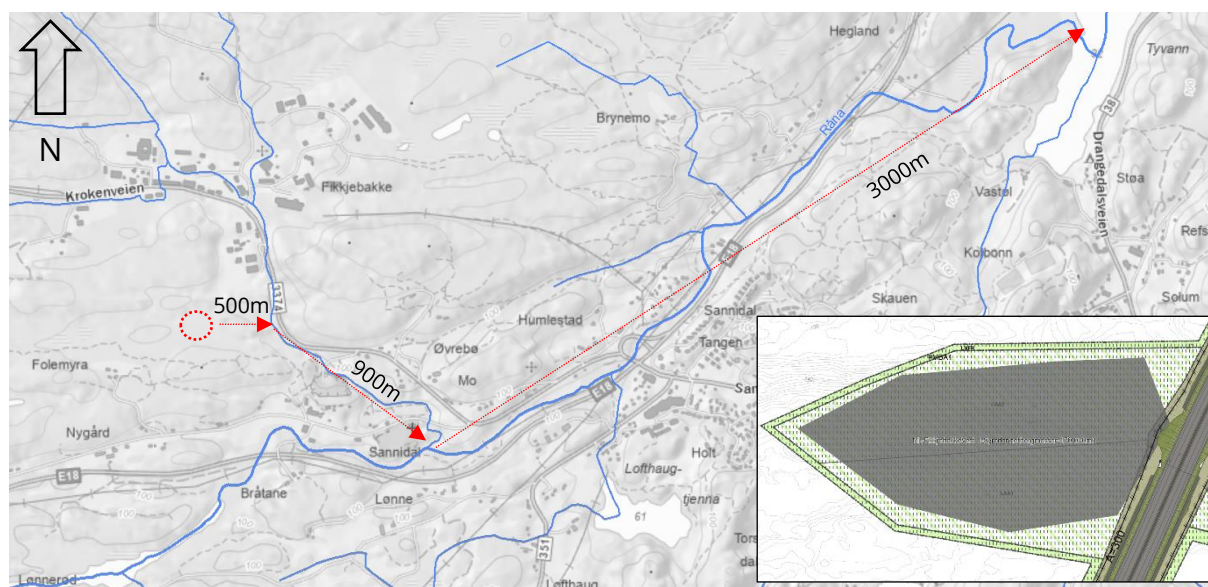
6.2.1 Masselager LAA1/LAA2 (Folemyra)

Dette masselageret ligger i Kragerø kommune rett vest for Fikkjebakke industriområde. Dersom det viser seg å bli mindre behov for å lagre syredannende berg enn antatt i detaljreguleringen kan masselageret også benyttes til ikke forurensete masser.

Tabell 6-2. Kapasitet masselager LAA1/LAA2 (Folemyra)

Kapasitet (am ³)	(pm ³)	(tonn) stein i lager
170 000	121 429	327 857

Renset sigevann foreslås ført kontrollert ut i Kvennvannselva. Som Figur 6-3 under viser ligger masselageret ca. 500 m vest for Kvennvannselva som vil kunne påvirkes av sigevann over en strekning på ca. 900 m frem til samløp med Heglandselva. Langs Heglandselva er det ca. 3 km i luftlinje til Tyvann.



Figur 6-3. Masselageret LAA1/LAA2 (for syredannende berg) ligger ca. 500 m vest for Kvennvannselva og kan påvirke ca. 900 m av denne. Videre langs Heglandselva til Tyvann er det ca. 3 km i luftlinje. Minibilde viser utsnitt fra reguleringsplankartet [18].

6.2.2 Masselager LAA13 (Ødegård)

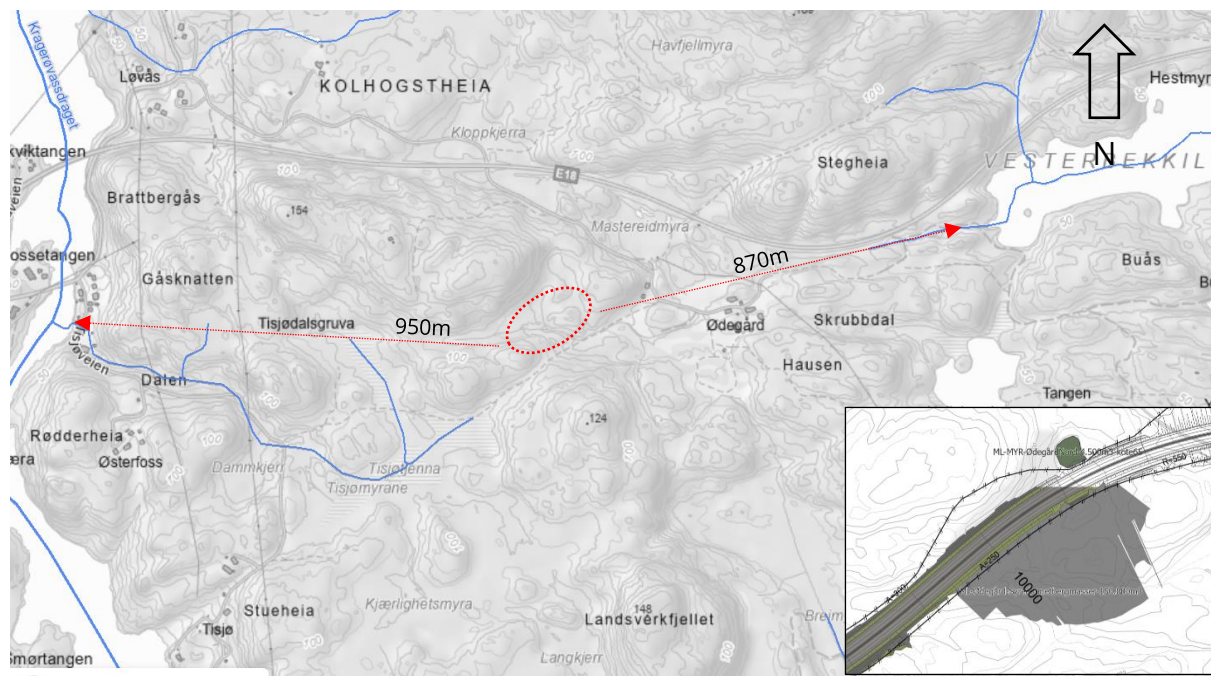
Masselageret ligger ved Ødegård i Kragerø kommune, mellom den planlagte brukryssingen over Tisjø og den forholdsvis store innsjøen Hullvann. Dersom behovet for å lagre syredannende berg blir mindre enn antatt kan det lagres ikke forurensete masser her.

Tabell 6-3. Kapasitet masselager LAA13 (Ødegård)

Kapasitet (am ³)	(pm ³)	(tonn) stein i lager
150 000	107 143	289 286

Figur 6-4 viser at dette masselageret ligger vest for Ødegård mellom Tisjø i vest og Hullvann i øst. I luftlinje er det ca. 950 m til Tisjø og ca. 870 m til Hullvann. Renset sigevann foreslås ført kontrollert til enten Hullvann eller Tisjø. Det vil trolig kreve pumping å overføre rensert sigevann til både Tisjø og Hullvann. En overføring til Hullvann er den teknisk enkleste, men da denne

innsjøen kan få stor påvirkning og i tillegg ligger innenfor verneområdet Bamble-Solum-Drangedal ønsker NV at planen opprettholder en mulighet for å overføre rensert sigevann til Tisjø.



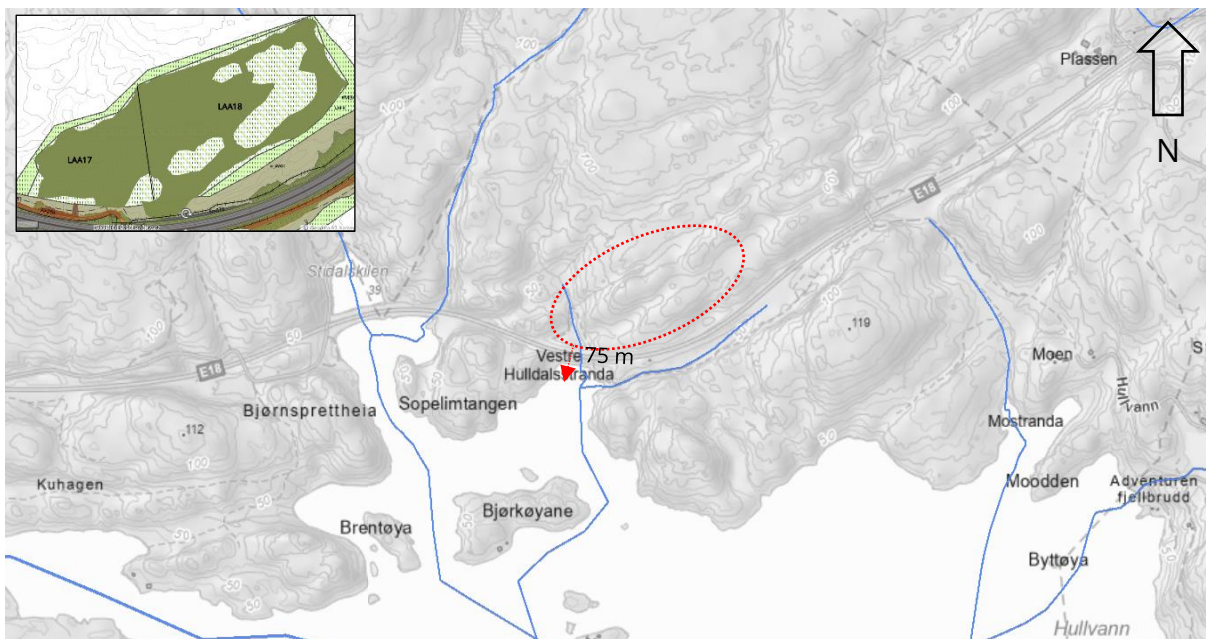
Figur 6-4. Masselageret LAA13 (for syredannende berg) ligger ca. 950 m øst for Tisjø og ca. 870 m vest for Hullvann. Minibilde viser utsnitt fra reguleringsplankartet [18].

6.2.3 Masselager LAA17 (Hulldalsstranda)

Dette masselageret er planlagt plassert rett nordøst for Hullvann i Kragerø kommune. Masselageret samlokaliseres med LAA18 som skal kunne ta imot ikke forurensete masser. I planforslaget er sigevannet fra LAA17 tenkt ført til Hullvann. Det er ca. 75 m mellom masselagene og resipienten Hullvann.

Tabell 6-4. Kapasitet masselager LAA17 (Hulldalsstranda)

Kapasitet (am ³)	(pm ³)	(tonn) stein i lager
180 000	128 571	347 143



Figur 6-5. Masselageret LAA17 (for syredannende berg) utgjør sammen med LAA18 (ikke forurensete masser) et større masselager (380 000 am³) ca. 75 m nordøst for Hullvann.

7 Vurdering av miljøkonsekvenser

Innsigelsen påpeker at vurderingene av miljøkonsekvenser for de planlagte masselagrene for syredannende berg er mangelfullt utredet. Dette gjelder for spesifikke resipienter (resipienter som er slik plassert i forhold til anleggsteknisk håndtering, mellomlagring, gjenbruk eller sluttdeponering av sulfidholdige masser) at de har en forhøyet risiko for å bli negativt påvirket. I tillegg påpeker statsforvalteren at det må gjøres vurderinger av hvordan det varig vernede Bamble-Solum-Drangedal vassdraget (vassdragsnummer 017.11Z) vil bli påvirket dersom planen realiseres.

7.1 Resipienter og sårbarheten mot forsurening

Som det kommer frem av Tabell 2-1 er det 5 elver (Lonelva, Heglandselva, Kvennvannselva, Tyvannselva og Gongelva) og 4 innsjøer (Tyvann, Tisjø, Hullvann og Bakkevannet) som vil være de mulige resipientene for avrenning fra sulfidholdige bergmasser. Dette gjelder uavhengig av hvor masselager for syredannende berg planlegges, men den relative belastningen på hver enkelt vannforekomst vil være avhengig av hvor mye syredannende berg som oppstår og hvordan kapasiteten i de tre mulige masselagrene for syredannende berg faktisk blir utnyttet.

7.1.1 Generell sårbarhet i vannforekomstene

Med vannforekomst menes et større eller mindre vassdragsavsnitt slik disse er avgrenset i Vannnett [9].

I henhold til vannforskriften skal alle vannforekomster i Norge oppnå minst god økologisk og kjemisk tilstand [8]. Noen vannforekomster er allerede så sterkt negativt påvirket av menneskelig aktivitet (eksempelvis kraftutbygging) at dette målet ikke er realistisk. Slike vannforekomster (SMVF) har likevel egne mål om godt økologisk potensial (GØP).

Historisk har Sørlandet vært sterkt påvirket av langtransporterte luftforurensninger (sur nedbør) som medførte fiskedød og endrede økosystemer i vann. Denne problematikken er betydelig mindre i dag, men flere vassdrag på Sørlandet må fremdeles kalkes for å opprettholde fiskestammene. Dersom de lokale bergartene har lav evne til å nøytralisere forsurende gjennom forvitningsprosesser, kan innsjøer og elver få ulevelige forhold for store grupper av akvatisk liv over lange tidsrom.

Utbyggingen av E18 Grimstad-Kristiansand i 2006-2009 medførte betydelige skader på resipienter nedstrøms masselager for syredannende berg [19]. Spesielt var utfelling av aluminium et problem.

Tabell 7-1. Oversikt over statusen i Vann-nett for hver hovedresipient i planområdet 19.04.2025 [9]

Vannforekomst	ID	Økologisk tilstand/potensial	Kjemisk tilstand
Lonelva	017-237-R	Moderat	Dårlig
Heglandselva	017-234-R	Moderat	Dårlig
Heglandselva bekkefelt	017-239-R	Svært dårlig	Dårlig
Tyvannselva (SMVF)	017-238-R	Dårlig	Dårlig
Tyvann	017-8215-L	Moderat	God
Tisjø (SMVF)	017-65873-L	Moderat	God
Hullvann	017-1255-L	Moderat	Dårlig
Bakkevannet (SMVF)	017-7904-L	Moderat	Dårlig
Bakkevannet bekkefelt	017-79-R	Moderat	Dårlig

Som det går fram av Tabell 7-1 er alle relevante vannforekomster (innsjøer, elver og bekkefelt) langs linja i moderat eller dårlig økologisk tilstand. Særlig Heglandselva, Kvennvannselva (Heglandselva bekkefelt), Tyvann, og Hullvann har risiko for å motta sigevann fra de planlagte masselagrene. Siden miljømålet om minst god økologisk tilstand [8] ikke er oppnådd har ingen av disse resipientene gjenværende kapasitet. Det henvises til [4] for en mer generell beskrivelse av hver av disse hovedresipientene.

7.1.2 Spesifikke resipienter og sårbarhet mot foruring.

Statsforvalteren benytter begrepet spesifikke resipienter, som antas å bety de resipientene som har særlig risiko for å bli negativt påvirket, fordi de ligger nær masselager for syredannende berg. Disse resipientene kan bli påvirket av sigevann fra sulfidholdige masselager på særlig to måter.

1. Resipienten forsures grunnet tilførsel av syre (pH synker).
2. Vannet i resipienten får tilført metaller, enten fra sigevannet eller som følge av at lav pH mobiliserer metaller fra berggrunnen og innsjøsedimentene i vassdraget.

Som det går fram av Figur 6-2 vil det være to elver (Kvennvannselva og Heglandselva) og tre innsjøer (Tyvann, Tisjø og Hullvann) som kommer til å motta eventuelt sigevann fra de tre masselagene som kan inneholde syredannende berg. Nedenfor gis en oversikt over forsursingsrelevante kvalitetselementer for disse resipientene [9].

NIBIO som gjennomførte «før tilstand» kartlegging av vannforekomster i 2021 tok prøver av både bunndyr og begroingsalger, men definerte stasjonene i Kvennvannselva og Heglandselva som «moderat kalkrike» vannforekomster (R108) og regnet disse derfor ikke som forsuringssensitive. Forsuringsindeksene AIP (begroingsalger) og RAMI (bunndyr) ble derfor ikke brukt i deres tilstandsvurdering av disse elvene [20]. Men de er likevel tatt med her siden de gir relevant informasjon om resipientenes før-tilstand.

Heglandselva (017-234-R)

Tabell 7-2. Kvalitetselementer med relevans for forsuring i Heglandselva nEQR [20].

Stasjon	pH	ANC µekv/l	LAI µg/l	Forsuringstilstand	Sulfat (mg/l)
HEG	0,98	1,00	0,60	0,86	10,7

Tabell 7-3. Kvalitetselementer med relevans for metallutfelling i Heglandselva (µg/l) [20].

	n	Pb	Cd	Hg	Ni	As	Cr	Cu	Zn
HEG	10	0,20	0,034	0,002	4,93	0,49	0,33	1,65	7,3

Med unntak av labilt aluminium og nikkel er forsuringstilstanden god i Heglandselva.

Kvennvannselva (del av 017-239-R Heglandselva bekkefelt)

Tabell 7-4. Kvalitetselementer med relevans for forsuring i Kvennvannselva nEQR [20].

Stasjon	pH	ANC µekv/l	LAI µg/l	Forsuringstilstand	Sulfat (mg/l)
KVE1	0,91	1,00	0,70	0,87	13,95

Tabell 7-5. Kvalitetselementer med relevans for metallutfelling i Kvennvannselva (µg/l) [20].

	n	Pb	Cd	Hg	Ni	As	Cr	Cu	Zn
KVE1	4	0,20	0,038	0,001	3,03	2,23	0,39	3,40	7,1
KVE2	10	0,22	0,055	0,002	10,78	1,13	0,38	2,85	11,7

I Kvennvannselva er forsuringstilstanden relativt god, men det er registrert noe forhøyet metallnivå, særlig ved nedre prøvetakingspunkt.

Tyvann (017-8215-L)

Tabell 7-6. Kvalitetslementer med relevans for forsuring og metallutfelling i Tyvann [9] 21.04.2025 og [20].

Kvalitetslement	Tilstand	Gjennomsnitt NEQR	År
pH	Svært god	0,907	2020-2020
Labilt aluminium	God	0,646	2020-2020
Forsuringstilstand	God	0,777	2020-2020
Sulfat	6,28 mg/l		2021
Metaller			
Krom sediment	God		2020-2020
Kobber sediment	God		2020-2020
Sink sediment	Dårlig		2020-2020
Bly	God		2020-2020
Kvikksølv	God		2020-2020
Nikkel	God		2020-2020
Kadmium	God		2020-2020

I Tyvann er forsuringstilstanden relativt god, men det er registrert forhøyet nivå av sink.

Tisjø (017-65873-L) SMVF

Tabell 7-7. Kvalitetslementer med relevans for forsuring og metallutfelling i Tisjø [9] 21.04.2025 og [20].

Kvalitetslement	Tilstand	Gjennomsnitt NEQR	År
pH	Svært god	0,833	2020-2020
Labilt aluminium	God	0,610	2020-2020
Forsuringstilstand	God	0,722	2020-2020
Sulfat	1,05 mg/l		2021
Metaller			
Krom sediment	God		2020-2020
Kobber sediment	God		2020-2020
Sink sediment	Dårlig		2020-2020
Bly	God		2020-2020
Kvikksølv	God		2020-2020
Nikkel	God		2020-2020
Kadmium	God		2020-2020

I Tisjø er forsuringstilstanden relativt god, men det er registrert forhøyet nivå av sink.

Hullvann (017-1255-L)

Tabell 7-8. Kvalitetsselementer med relevans for forsurening og metallutfelling i Hullvann [9] 21.04.2025 og [20].

Kvalitetsselement	Tilstand	Gjennomsnitt NEQR	År
Syrenøytraliserende kapasitet (ANC)	God	0,700	2020-2021
pH	Svært god	0,933	2020-2020
Labilt aluminium	Moderat	0,567	2020-2020
Forsuringstilstand	God	0,733	2020-2020
Sulfat	2,38 mg/l		2021
Metaller			
Arsen sediment	Dårlig		2020-2020
Krom sediment	God		2020-2020
Kobber sediment	God		2020-2020
Sink sediment	Dårlig		2020-2020
Bly	Dårlig		2020-2020
Kvikksølv	God		2020-2020
Nikkel	God		2020-2020
Kadmium	God		2020-2020

Med unntak av labilt aluminium er forsuringstilstanden god i Hullvann, men det er registrert forhøyet nivå av arsen og sink i sedimentene og bly i vannet.

Denne oversikten viser at det i tillegg til forsuringstilstanden vil bli viktig å følge med på aluminium spesielt, men også de andre miljøskadelige metallene.

7.2 Bamble-Solum-Drangedal (017/1, varig vernet vassdrag)

Dette området ble vernet mot videre kraftutbygging i 1973 (Verneplan I) og justert i 2005 (Supplering). Teksten nedenfor er hentet fra [18].

«Vernegrunnlag: Vassdragsobjektet omfatter flere små vassdrag med utløp til kystområdet mellom Kragerøvassdraget og Skiensvassdragets utløp. Vassdragenes elver og vann er sentrale deler av et attraktivt, småkupert og skogkledd landskap. Botanikk, fuglefauna og vannfauna inngår som viktige deler av naturmangfoldet. Viktig for friluftslivet.»

De planlagte masselagrene Hulldalsstranda, og Ødegård ligger innenfor verneområdet.

Når det skal etableres masselager for syredannende masser innenfor verneområdet for vernede vassdrag, er det viktig å være oppmerksom på regler og bestemmelser i " Rikspolitiske retningslinjer for vernede vassdrag" (RPR) [21]. Her er de mest relevante punktene vurdert:

3. Nasjonale mål for forvaltning av vernede vassdrag

a. unngå inngrep som reduserer verdien for landskapsbilde, naturvern, friluftsliv, vilt, fisk, kulturminner og kulturmiljø,

Etableringen av de to masselagrene vil i noen grad bidra til redusert landskapskvalitet. Det antas at dette i særlig grad vil gjelde Huldalsstranda som får et stort masselager nær Hullvann, som er et viktig område for friluftsliv. Siden Hullvann har mange viker og består av flere «magasiner» med passasjer imellom vil kun deler av vannet bli visuelt påvirket. For de andre temaene som er opplistet under punktet forventes ikke etableringen av de to masselagrene å ha nevneverdige negative konsekvenser.

b. sikre referanseverdien i de mest urørte vassdragene,

Med forbehold om god oppfølging av forurensningsrisikoen, skal ikke etableringen av de to masselagrene ha negativ påvirkning på vassdragenes referanseverdier. Selv om masselageret ved Ødegård ligger innenfor verneområdet holdes muligheten åpen for å overføre behandlet sigevann til Tisjø, som har stor vannføring og god resipient kapasitet. Dette gir i så fall en avlastning av Hullvann.

c. sikre og utvikle friluftslivsverdien, særlig i områder nær befolkningskonsentrasjoner,

Bortfall av arealet som går med til masselagrene inkludert tilførselsveier og annen infrastruktur vil gi et tap for friluftslivsverdien i de to områdene. Syredannende berg må følges opp over lang tid, så det vil ta mange år før masselagrene kan avsluttes og naturlig vegetasjon kan reetableres på overflaten. Samtidig samler man inngrepene ved å legge masselagrene nær E18, noe som vil være positivt.

d. sikre verdien knyttet til forekomster/områder i de vernede vassdragenes nedbørfelt som det er faglig dokumentert at har betydning for vassdragets verneverdi,

De to masselagrene vil ikke medføre utfylling i vann. Naturmangfold på land er kartlagt og vurdert i forbindelse med Tilleggsutredning [16] og Svar på innsigelse om naturmangfold - naturtyper [15].

e. sikre de vassdragsnære områdenes verdi for landbruk og reindrift mot nedbygging der disse interessene var en del av grunnlaget for vernevedtaket.

Ikke relevant her.

Oppsummert er det forurensningsrisikoen, visuelle virkninger og beslaglagt areal (tap av natur og område for friluftsliv) som er de mest negative konsekvensene av etableringene av masselager ved Ødegård og Huldalsstranda.

7.2.1 Forsuringspotensialet i masselagrene

Basert på de prøvene som er analysert for innhold av svovel i bergarter fant COWI 2021 et gjennomsnitt på 0,437 %, mens Sweco fant 2,286 %. Metodikken for prøvetaking var ikke direkte sammenlignbare siden COWI tok sine prøver som et representativt utvalg av berggrunnen, mens Sweco oppsøkte aktivt sulfidførende lag [1].

Tabellen under gir en oppsummering av analyseresultater som er relevante for hvert av de tre planlagte masselagene for syredannende berg. Det er oversikten i Tabell 2-1 som har vært grunnlaget for å tilordne prøvepunktene til det enkelte masselager.

Tabell 7-9. Oversikt over innhold av svovel (%) i analyseresultater fordelt på sannsynlig masselager iht. Tabell 2-1.

Masselager	LAA1/LAA2	LAA13	LAA17
COWI 2021	N=5	N=4	N=7
Gjennomsnitt (%)	0,054	1,583	0,057
Standardavvik	0,036	1,471	0,053
Sweco 2024	N=9	N=1	N=6
Gjennomsnitt (%)	2,423	2,273	2,084
Standardavvik	1,836	-	0,939
Begge undersøkelser			
Vektet snitt (%)	1,577	1,721	0,993
Vektet standardavvik (%)	1,193	-	0,461
Min (%)	0,384	-	0,532
Maks (%)	2,770	-	1,454

Dataene i Tabell 7-9 er hentet fra [2] og [1]. Det tas forbehold om at det foreligger forholdsvis få prøver, og at COWI og Sweco har hatt en ulik tilnærming til prøvetakingen slik dette forklares i [1].

Med disse forutsetningene kan resultatene tyde på at sprengstein som ifølge [3] er planlagt transportert til LAA1/LAA2 og LAA13 har høyest risiko for å inneholde svovel, mens de sprengsteinsmassene som er planlagt kjørt til LAA17 har noe lavere risiko for å inneholde svovel. Standardavviket sier noe om graden av variasjon i analysene. Dette forsterker inntrykket av at forekomsten av lokalt høye svovelverdier er mindre i de områdene der sprengsteinen skal kjøres til LAA17.

Siden prøvetakingen ikke er representativ, kan ikke disse resultatene brukes til å anslå «typisk» svovelinnhold i berggrunnen, men er samtidig en tydelig påvisning av risiko.

Resultatene fra Sweco 2024 [1] gir trolig en indikasjon på hva man kan forvente som maksimale nivåer lokalt da disse prøvene er valgt ut av geolog ved indikasjon på høyt svovelinnhold.

Tabell 7-10. Mengde svovel som kan frigjøres fra de ulike masselagene hvis de er fylt opp med sprengstein med svovelinnhold som gjennomsnitt av analyseresultater [Tabell 7-9].

	LAA1/LAA2	LAA13	LAA17
Tonn stein i lager	327 857	289 286	347 143
Svovel %	1,577	1,721	0,993
Svovel (tonn) ¹	5 170	4 979	3 447

¹ Disse svovelmengdene brukes i senere beregninger av utslippsrisiko, men det understrekes at usikkerheten er stor siden totalt antall prøver er lavt og prøvetakingsstrategi var ulik hos Sweco og COWI.

7.2.2 Risikoen for forsuring

Svovel er den primære kilden til forsuring, men transport av ulike metaller med det sure sigevannet vil også kunne være en betydelig forurensningskilde dersom et masselager ikke er tilstrekkelig sikret. Hvilke metaller og i hvilke mengder disse vil forekomme vil i stor grad være avhengig av lokale geologiske forhold.

Både jern og svovelinnhold er nøkkelparametere for syredannende bergarter da det er forvitring av sulfidmineralene i bergarter som forårsaker de syredannende egenskapene. Syredannende egenskaper hos leirskifer avhenger av hvordan bergarten forvitrer, og særlig om forvitringen øker kontaktarealet mellom sulfider og oksygen.

Det er omfanget av syredannelse som bestemmer hvor mye en bergart lekker ut til omgivelsene og som avgjør om en leirskifer betraktes som potensielt forurensende eller ikke. For bergarter som utvikler syre ved forvitring vil syren akselerere forvitringen og dermed øke forurensningspotensialet. Dette skyldes i hovedsak at tungmetaller følger jern (Fe) som er bundet i sulfidmineralene og frigjøres i vannløselig form (sulfater) ved forvitring av mineralene [7].

I Aust- og Vest-Agder samt deler av Telemark, kan sulfider finnes som sulfidrike tynne bånd i ulike gneiser, som anrikninger i ganger og oppkonsentrert i mørke bergarter (særlig amfibolitter). Gneisområdet på Sørlandet kan inneholde sulfider i så høye konsentrasjoner at de kan forårsake lave pH verdier i sigevann. Disse båndene er vanskelige å oppdage uten en tilstrekkelig geologisk kartlegging [7].

I forbindelse med analyser utført for Agder OPS veiselskap E18 Grimstad-Kristiansand ble det ifølge Hindar [19] funnet en tilnærmet konstant utlekkingshastighet for svovel i 3 massedeponier (M15/16, M17 og M20) på henholdsvis 0,4, 0,4 og 0,1 % per år.

I tabellen under illustreres en utvikling med nedbrytningshastighet på 0,4 % for utlekking fra masselagrene LAA1/LAA2 over en 30 års periode.

Tabell 7-11. Illustrasjon som viser at en 0,4% årlig utlekking fra LAA1/LAA2 (Folemyra) vil ha potensiale til å forurense vassdraget nedstrøms over flere tiår. Kolonne 1 viser år etter at masselageret er satt i drift.

År	Tonn S/år	Tonn stein i lager	År	Tonn S/år	Tonn stein i lager
1	20,7	5149,6	16	19,5	4849,2
2	20,6	5129,0	17	19,4	4829,8
3	20,5	5108,5	18	19,3	4810,4
4	20,4	5088,1	19	19,2	4791,2
5	20,4	5067,7	20	19,2	4772,0
6	20,3	5047,5	21	19,1	4752,9
7	20,2	5027,3	22	19,0	4733,9
8	20,1	5007,2	23	18,9	4715,0
9	20,0	4987,1	24	18,9	4696,1
10	19,9	4967,2	25	18,8	4677,3
11	19,9	4947,3	26	18,7	4658,6
12	19,8	4927,5	27	18,6	4640,0
13	19,7	4907,8	28	18,6	4621,4
14	19,6	4888,2	29	18,5	4603,0
15	19,6	4868,6	30	18,4	4584,5

Tabell 7-11 illustrerer at med 0,4 % konstant utlekkingshastighet vil avrenningen fra de deponerte massene uten avbøtende tiltak være rundt 20 tonn svovel i året for LAA1/LAA2 (Folemyra). For LAA13 (Hullvann eller Tisjø) er tilsvarende mengder ca. 19 tonn S/år og for LAA17 (Hullvann) 13 tonn S/år. Gjennom årene vil mengden svovel i masselagrene gå gradvis ned, men det vil ta mange tiår før svovelen er helt borte.

Det lange tidsperspektivet tilsier at det er fornuftig å gjøre gode avbøtende tiltak før masselagrene etableres, slik at den årlige nedbrytningshastigheten holdes så lav som råd og den årlige belastningen på resipienten minimeres.

Tabell 7-12. Grove anslag for hvilken svovelbelastning på resipientene masselagrene kunne gitt uten avbøtende tiltak. Årlig naturlig transport av svovel i vassdragene er også estimert [20] og [22].

Resipient	Tyvann (LAA1/LAA2)	Tisjø (LAA13)	Hullvann (LAA17)	Hullvann (LAA13/LAA17)
Forventet årlig avrenning svovel (S)* fra masselager (uten tiltak, tonn/år)	~ 20	~19	~13	~32
Svovel, bakgrunnsnivå i resipient (mg/l)	~2,10	~0,35	~0,79	~0,79
Naturlig transport av svovel i vassdraget (tonn/år)	~94	~357	~ 18	~ 18
Økt årlig S transport i resipienten (%) **	21,3	5,0	66,7	178

* ikke sulfat, men regnet som elementær svovel.

** under forutsetning av at det ikke gjøres avbøtende tiltak.

Som tabellene Tabell 7-11 og Tabell 7-12 samlet sett viser ville en lagring av slik syredannende berg uten avbøtende tiltak medført betydelig økt transport av svovel, spesielt gjennom Hullvann der estimert økning ligger på rundt 67 % dersom kun sigevann fra LAA17 slippes dit og 178 % dersom også LAA13 overføres til Hullvann. Også for Tyvann ville en kunne forvente en økning på rundt 21 %. I Tisjø er vannføringen svært stor kombinert med lave bakgrunnsnivåer av svovel. Derfor er resipientkapasiteten god her og økningen blir dermed relativt liten (ca. 5%, hvis sigevann fra LAA13 overføres hit).

Vannforskriften med veiledere [8], [9] gir ikke grenseverdier for sulfatinnhold i vann. Drikkevannsforskriften [23] gir derimot en veiledende grenseverdi på 250 mg/l for sulfat i drikkevann.

Med den estimerte økningen i transport av svovel gjennom vassdragene nedstrøms de tre masselagrene kan man sterkt forenklet anslå en tilsvarende økning i mengde sulfat. Da finner vi at i Tyvann øker sulfatinnholdet fra 6,28 til 7,6 mg/l, mens tilsvarende tall blir en økning fra 1,05 til 1,1 mg/l i Tisjø og en økning fra 2,38 til 4,0 mg/l i Hullvann dersom bare LAA17 overføres hit. Overføres også LAA13 til Hullvann øker sulfatinnholdet til anslagsvis 11,2 mg/l. Dette er en sterk forenkling av vannkjemiske forhold, men indikerer at det gjennomsnittlige sulfatinnholdet vil ligge godt under kravene i drikkevannsforskriften for alle de tre resipientene og alternativene.

Det er imidlertid lokale forhold nær utslippspunktene og sekundære effekter som pH reduksjon, blandsoner og metallutfelling som er mest relevante for den økologiske tilstanden i resipientene.

Ifølge Hindar [19] vil Al^{3+} binde seg til ca. 50-60 % av svovelsyren (H_2SO_4) i sigevannet og dermed hindre forsuring. Også basekationene Ca^{2+} og Mg^{2+} vil binde opp nær 50 % av syren slik at bare rundt 1-2 % av syren vil foreligge som H^+ i avrenningen fra masselagrene.

I tillegg vil karbonsyresystemet (H_2CO_3 , HCO_3^- , CO_3^{2-}) som er CO_2 oppløst i vann og derfor «ubegrenset», dempe forsuringseffekten av H^+ som lekker ut fra masselagrene. Derfor vil pH effekten i resipientene generelt bli liten, selv om eventuelle pulser med utslipp av svovelsyre kan gi kortvarig forsuring lokalt nær utslippspunktet. pH effekten i resipienten er heller ikke håndterbart å forutse uten avansert og kostbar innsjømodellering da kompleksiteten i de kjemiske prosessene er for høy i slike naturlige systemer.

I praksis er det derfor mobiliseringen av metaller og spesielt aluminium, som er den største bekymringen for akvatisk liv i resipientene. Resultatene fra før-tilstand kartleggingen som ble utført av NIBIO [20], og der de mest relevante resultatene er vist i kapittel 7.1.2, viser at flere av de aktuelle resipientene allerede er betydelig påvirket av miljøfarlige metaller.

7.2.3 Risikoen for metallforurensning

Leirskifere generelt, har forhøyede konsentrasjoner av tungmetaller. Det er imidlertid forvitringsegenskapene som avgjør om metallene kan frigjøres og danne en miljørisiko [7].

Utlekking av tungmetaller skyldes forvitring av sulfidmineraler. Sigevann i kontakt med særlig alunskifer kan ha meget høye konsentrasjoner av tungmetaller, uran og aluminium. pH i slikt sigevann er vanligvis lav (< pH 4). Ved lav og moderat relativ fuktighet vil forvitringsprosessen danne sulfatmineraler. Sulfatmineralene inneholder tungmetaller som før var bundet i sulfidene. Etersom sulfatene er lettøselig i vann, vil en forvitret leirskifer med høyt innhold av sulfatmineraler kunne frigjøre store mengder tungmetaller i kontakt med vann. Sigevann kan derfor få svært høye konsentrasjoner av tungmetaller, uran og aluminium. Ved pH > 4 vil typisk jernhydroksid erstatte sulfater. Jernhydroksider er gode «feller» for tungmetaller som bindes i hydroksidmineralene som dannes. En vil da få mindre utlekking av tungmetaller. Tross dette kan det også skje utlekking av tungmetaller i sigevann ved pH > 6 [7].

Dersom den syredannende bergarten også har et høyt nøytraliserende potensial, vil syredannelsen fra forvitrede sulfider utlignes, men tungmetaller som er mobile ved nøytrale pH forhold (As, Cd, Co, Mo, Ni, Sb, U og Zn) vil fortsatt kunne lekke ut fra de forvitrede sulfidene. Dette forutsetter et høyt sulfidinnhold i den opprinnelige bergarten. I tillegg vil mobiliteten til tungmetallene være avhengig av kjemiske forhold i bergarten og grunnvannet [7].

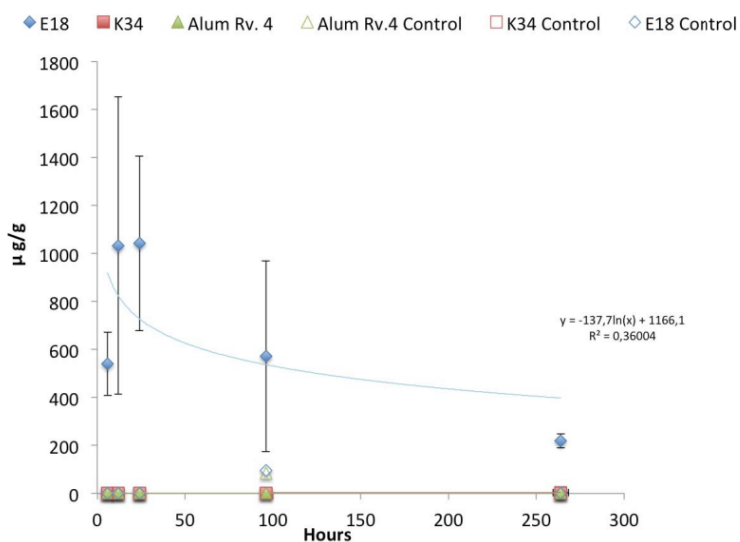
I forbindelse med E18 prosjektet Grimstad-Kristiansand er det publisert resultater fra utlekkingsstester med syredannende berg. Det ble observert pH ned mot 3,3 og en betydelig utlekking av metaller, samt at denne utlekkingen økte med tiden [24]. Man fant også at aluminium var det dominerende metallet som utgjorde 50 % av massebalansen i utlekkingsstester.

Tabell 7-13. Absolutte og relative mengder av ulike metaller funnet ved utlekkingsstest av syredannende berg i regnvann ifm. E18 Grimstad-Kristiansand [24].

Metall	µg/l	%
Al	19504	63,14 %
Fe	8849	28,65 %
Mn	759	2,46 %
Ni	592	1,92 %
Zn	388	1,26 %
Co	310	1,00 %
Cu	253	0,82 %
Ce	81	0,26 %
Nd	47	0,15 %
La	36	0,12 %
Sr	21	0,07 %
U	18	0,06 %
Gd	11	0,04 %
Pr	11	0,04 %
Sm	11	0,04 %
Total	30891	100 %*

*-elementer som ble funnet i lavere konsentrasjoner enn 1 µg/l er ikke tatt med i denne totalen.

Når metallene transporteres gjennom vann er de enten bundet til løste organiske stoffer og inngår da i metallorganiske komplekser, eller de kan også være bundet til ikke organiske kolloider som jernoksider eller som løste enkeltioner. Giftigheten for akvatisk liv er normalt størst når metallene forekommer på ioneform. pH, ionestyrke og mengde organisk materiale vil påvirke hvilken form metallene transporteres på.



Figur 7-1. Figur hentet fra [24] som viser nivåer av aluminium i gjeller hos ørret i laboratorieforsøk med eksponering i utlekkingsvann fra sprengstein fra ulike utbyggingsprosjekter. Stein fra E18 Grimstad-Kristiansand (blå kvadrater) ga høye nivåer av Al i utlekkingsvannet og det ble observert dødelighet [24].

Denne gjennomgangen viser at det er frigivelse av metaller til resipientene som er den største negative konsekvensen dersom et masselager for syredannende berg ikke blir etablert og drevet på en god nok måte. I tillegg til de kjemiske og biologiske analysene som følger av krav om tiltaksovervåkning i [8], vil det være viktig å følge opp gjellemetaller hos fisk og miljøfarlige metaller både i vannfase og sedimenter.

De tre masselagrene som er avsatt i detaljreguleringen, for å ivareta syredannende berg, anses å være en god løsning under forutsetning av at avbøtende tiltak beskrevet i kapittel 6 følges opp. Oppfølging av myndighetskrav gitt i en eventuell dispensasjon fra forurensningsloven skal også sikre at resipientene ivaretas.

7.2.4 Risikoen for radioaktiv forurensning

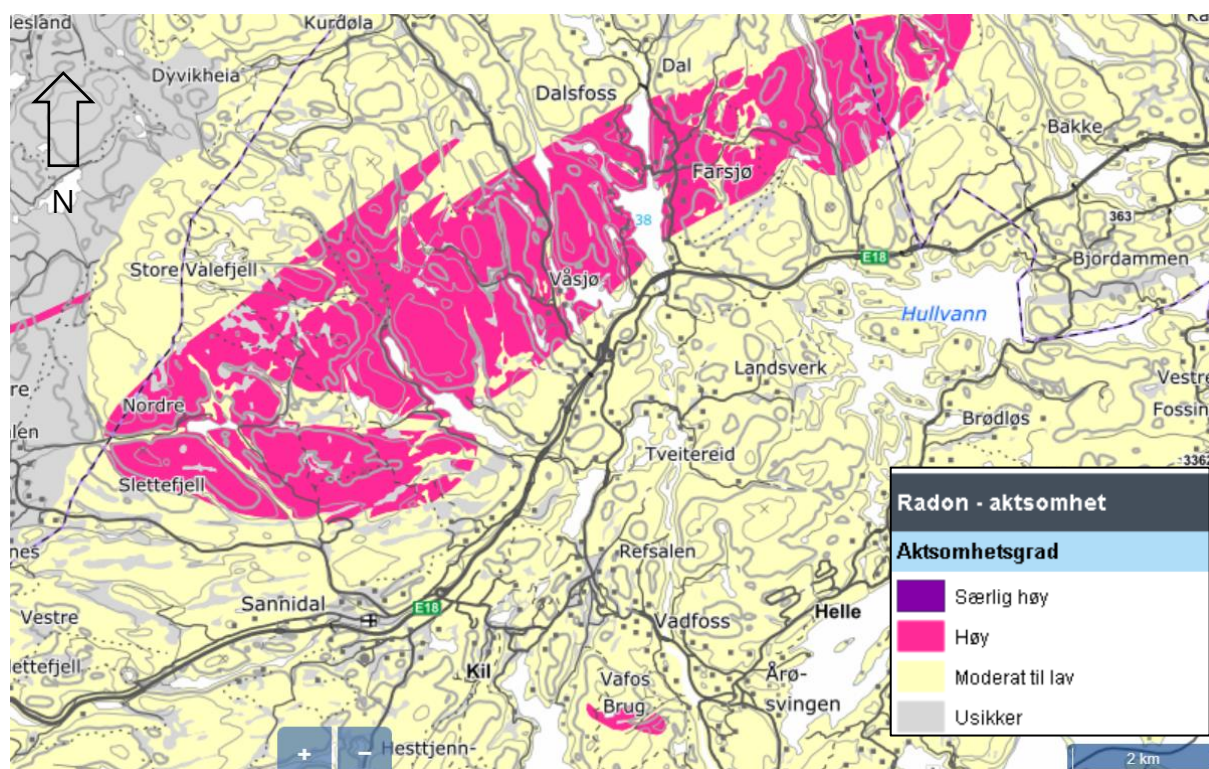
I møte med Statsforvalteren i Vestfold og Telemark den 08.05.2024 ble det understreket at Nye Veier også burde gjøre en vurdering av risiko for at anleggsarbeidet kunne bidra til å mobilisere naturlig forekommende radioaktive stoffer (eksempelvis uran, radon og thorium).

Statsforvalteren understreket også at det er Direktoratet for strålevern og atomsikkerhet DSA, som er fagmyndighet på dette området.

Denne problematikken har ikke blitt omtalt i de plandokumentene som ble lagt ut på høring den 24.01.2025 og er derfor vurdert i dette notatet.

Radon er en radioaktiv gass som dannes som følge av spalting av uran. Når det dannes en gass inne i et mineral, oppstår et overtrykk der gassen presses ut av mineralkornene. Generelt gjelder at jo høyere uraninnhold i en bergart, desto større radonproduserende potensial. Radon transporteres langs sprekkeflater i skiferen og til overflaten. Forvitring øker overflateareal og gir dermed større spredning av radon til luft [7].

Aktsomhetskart for radon (Figur 7-2) viser noen områder med høy aktsomhet nord og øst for Fikkjebakke næringsområde og Brynemo. Aktsomhetssonen strekker seg videre nordover mot Våsjø og Farsjø. Her ligger sonen forholdsvis nær planområdet, men utenfor de arealene der det er planlagt anleggsarbeid. I resten av planområdet er det moderat til lavt, eller usikkert aktsomhetsnivå. Radon regnes ikke som en relevant helserisiko i forbindelse med anleggsarbeid, men kan være en indikator på at det finnes radioaktive kilder som uran i berggrunnen innenfor aktsomhetssonen.



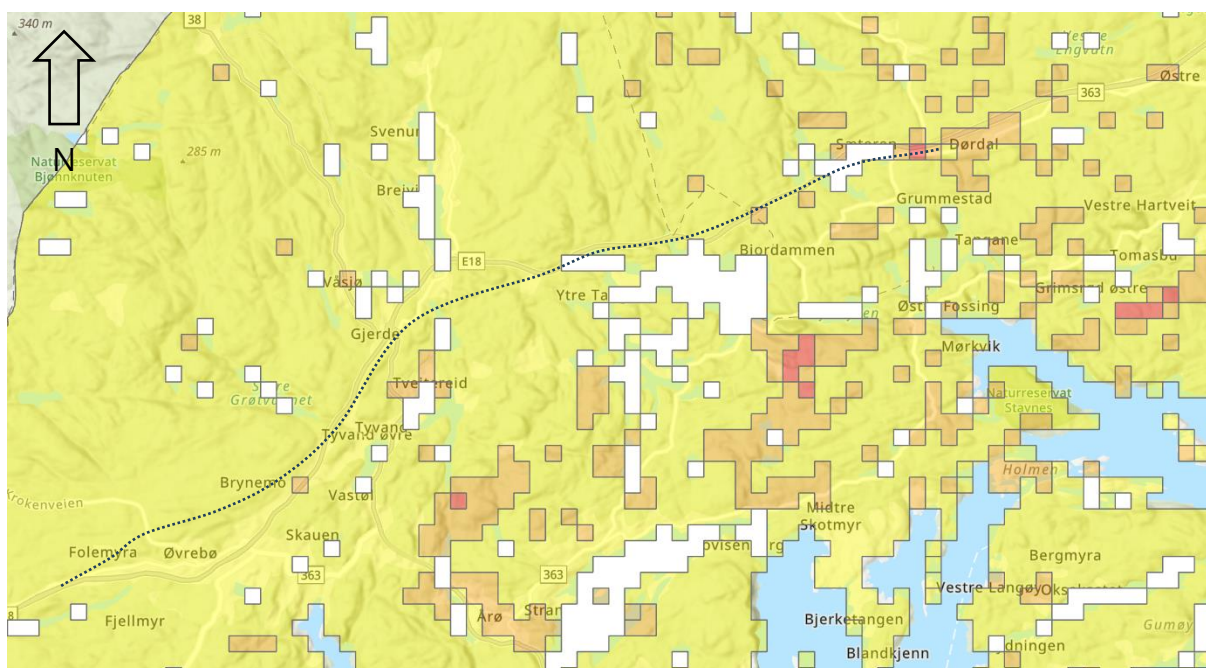
Figur 7-2. Radon aktsomhetskart for planområdet [25].

I tillegg til radongass kan radioaktiv stråling fra uranrike bergarter medføre helseserisiko [7]. I norsk sammenheng er det alunskifer (særlig i Oslofeltet) som er kjent for det høyeste innholdet av uran. Korrelasjoner mellom uraninnhold og stråling tyder på at leirskifer med uraninnhold mindre enn 50 mg/kg, har tilnærmet neglisjerbar stråling [7].

Erfaringen viser, at uran ikke er jevnt fordelt i leirskifer, men foreligger som hotspots, som ved feiltolkning kan føre til en overvurdering av massenes egenskaper [7].

Aksomhetskart for uran [26] viser generelt lave aktsomhetsnivåer langs den planlagte strekningen av E18. Ved Brynemo ligger en sone (250mx250m oppløsning) med middels aktsomhetsnivå. Ved Vesterbekkkilen krysses en sone (250mx1000m) med usikkert urannivå. Det samme gjelder ved Hulldalsstranda der veianlegget ligger rett nord for en sone med usikkert urannivå som omfatter det meste av Hullvann. I området ved Plassen der det planlegges viltkrysning sammenfaller også utbyggingen med et område (250mx250m) der aktsomhetskartet viser middels nivå for uran. Det samme gjelder sørspissen av Skaugtjenna, men her vil anleggsarbeidet i stor grad ligge utenfor aktsomhetssonen.

Fra Bakkevannet bru og østover til påkobling med dagens E18 ved Dørdal, ligger planlagt E18 i sammenhengende aktsomhetszone for uran. I vest er aktsomhetsnivået uavklart, mens det er middels i området ved Dørdal. Rett vest for brua til Rørholtveien ligger en 250mx250m rute med høy aktsomhet for uran. Spesielt ved Hanfangåsen skal det tas ut mye bergmasse (anslag 160 000 pam³) og det vil være viktig å følge opp den forhøyede risikoen i dette området.

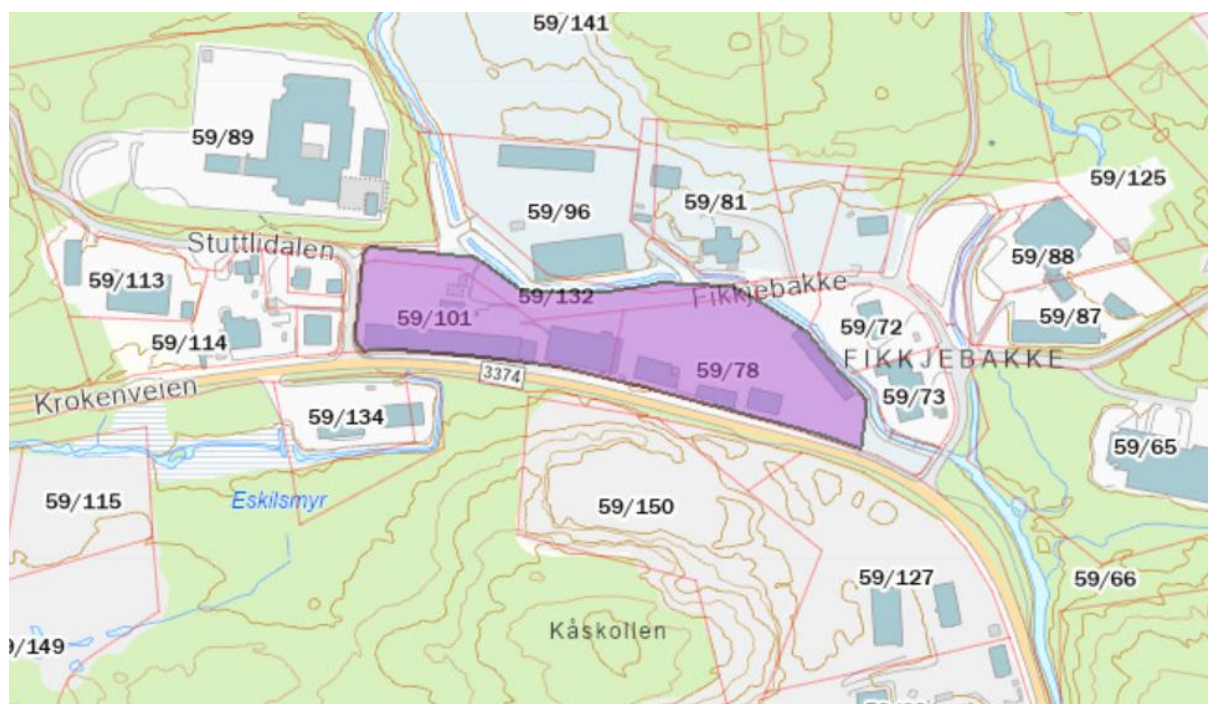


Figur 7-3. Uran aktsomhetskart for planområdet. Høyt uran nivå (rød), middels uran nivå (oransje), lavt uran nivå (gul), usikkert urannivå (hvit) [26]. Planlagt E18 skissert inn med svart stiptet strek.

Generelt anses risikoen for at det akkumuleres radioaktiv forurensning i sigevannet fra masselagrene som liten i planområdet. Unntaket er masselageret ved Huldalsstranda som i et «Worst-case scenario» skal motta eventuelle store mengder syredannende bergmasser fra Hanfangåsen og områdene rundt Bakkevannet.

8 Annen forurenset grunn

Fikkjebakke næringsområde har hatt ulike typer næringsvirksomhet over mange år og det er slik sett forventet at risikoen for grunnforurensning er forhøyet her. Per dato er det ett areal som ligger inne i grunnforurensningsdatabasen [27]. Dette er arealet der en tidligere treforedlingsbedrift, Sør-Tre Bruk AS blant annet drev med trykkimpregnering av trevirke. Slik behandling medførte ofte mye bruk av de miljøfarlige metallene kobber, krom og arsen. Det går fram av databasen at det foreligger relativt lite informasjon om forurensningene som finnes på lokaliteten. Det betyr også at avgrensingen kan være usikker og at eksempelvis sedimenter i Kvennvannselva kan være påvirket. Analyseresultater fra prøvestasjonene KVE 1 og KVE 2 (se Tabell 7-4) tyder på en slik påvirkning [28]. Dette vil være relevant når man skal vurdere samlet belastning av å etablere et masselager for syredannende berg ved Folemyra som i utgangspunktet vil ha avrenning mot Kvennvannselva.



Figur 8-1. Utklipp fra databasen Grunnforurensning som viser den forurensete lokaliteten ved Fikkjebakke [27].

Innsigelsen stiller krav om at denne kjente lokaliteten for grunnforurensning inkludert hensynssone legges inn i plankartet. Dette tas til følge.

Nye Veier har også gjennomført en skrivebordstudie der man gjennom tolkning av flybilder og annen informasjon har vurdert risiko for å påtreffes til nå ukjent forurenset grunn [29].

Resultatet av gjennomgangen var at man identifiserte 18 større og mindre områder der man etter en skjønnsmessig vurdering mener det kan være risiko for eksisterende grunnforurensning. Dette gjelder hovedsakelig private boligtomter som skal saneres eller som ligger svært nær anleggsområdet og som dermed kan være påvirket. Mye oppsamling av biler/bilvrak og annet teknisk utstyr har vært en indikasjon på risiko, uten at dette nødvendigvis betyr en reell forurensning. I tillegg er det tatt med områder der det er tydelig at det har blitt flyttet og eller lagret masser.

Det er lagt til grunn en «worst-case» tilnærming, så det antas at mange av disse områdene vil vise seg å ikke ha påviselig grunnforurensning. Imidlertid vil oversikten i notatet bli et viktig grunnlag når anleggsgjennomføringen skal planlegges og for miljøoppfølgingen i anleggsfasen.

9 Revisjon av planforslaget

De momentene som er presentert og diskutert i dette notatet gjør det nødvendig med noen endringer i planforslaget som beskrevet under.

Endringer i plankartene:

- Permanent adkomst til masselagrene for syredannende berg LAA 1, LAA 2 og LAA 13 reguleres. Permanent adkomst til LAA 17 var innarbeidet i plankartet som var ute til offentlig ettersyn.

- Bestemmelsesområde #12_2 innarbeides på et område rundt (3068-C) [27] med forurenset grunn på Fikkjebakke, i tillegg til områder hvor det er vurdert at det kan være risiko for grunnforurensning og som er regulert til formål innenfor *samferdselsanlegg og teknisk infrastruktur*.
- Bestemmelsesområde #12_3 innarbeides på områder hvor det er vurdert at det kan være risiko for grunnforurensning og som er regulert til midlertidig bygge- og anleggsområde (#MBA)

Endringer i planbestemmelsene:

I bestemmelsene som lå ute til offentlig ettersyn var det en bestemmelse som omfattet syredannende berg: *e) Gjeldende retningslinjer skal legges til grunn for behandling av syredannende berg i området*. Denne bestemmelsen tas ut og det legges til nye bestemmelser om syredannende berg:

Håndtering av syredannende berg

- a) Syredannende berg definert som farlig avfall skal fraktes til godkjent mottak for håndtering av massene. Før anleggsarbeid igangsettes skal det foreligge avtale om mottak av syredannende berg definert som farlig avfall. Massene skal ikke mellomlagres.*
- b) Syredannende berg som ikke defineres som farlig avfall skal lagres i de permanente masselagrene regulert til LAA1/LAA2, LAA13 og LAA17. Før det lagres syredannende berg innenfor områdene skal nødvendige tillatelser foreligge, og nødvendige tiltak mot forurensning skal være planlagt, etablert og godkjent av relevant myndighet. Massene skal ikke mellomlagres.*

I bestemmelse knyttet til LNFR formål kombinert med andre angitte hovedformål (LAA1-18) er det gitt bestemmelser om permanente masselager. I bestemmelsene som omfatter områder hvor det kan lagres mulig syredannende berg (LAA1, LAA2, LAA13 og LAA17) er det tatt inn en presisering om at det er syredannende berg som ikke defineres som farlig avfall som kan lagres.

Det er tatt inn en rekkefølgebestemmelse om at nødvendige tillatelser for håndtering av syredannende berg skal foreligge før igangsetting av anleggsarbeidet.

Bestemmelser for bestemmelsesområde #12_2 på område med forurenset grunn på Fikkjebakke, i tillegg til områder hvor det er vurdert at det kan være risiko for grunnforurensning og som er regulert til formål innenfor *samferdselsanlegg og teknisk infrastruktur*:

#12_2. Undersøkelse av grunnforurensning (#12_2)

Innenfor bestemmelsesområdene skal det gjennomføres nødvendige undersøkelser for å kartlegge eventuell forekomst og omfang av forurensning i grunnen i henhold til gjeldende regelverk for forurenset grunn.

For områder hvor det er vurdert at det kan være risiko for grunnforurensning og som er regulert til midlertidig bygge- og anleggsområde (#MBA) er følgende bestemmelser lagt inn:

#12_3. Undersøkelse av grunnforurensning ved inngrep i grunnen (#12_3)

Dersom det skal utføres fysiske inngrep i grunnen skal det skal gjennomføres nødvendige undersøkelser for å kartlegge eventuell forekomst og omfang av forurensning i grunnen i henhold til gjeldende regelverk for forurenset grunn.

Endringer i planbeskrivelsen:

Det tas inn et eget kapittel om syredannende berg, her beskrives det hvordan prosjektet planlegger å håndtere syredannende berg.

10 Oppsummering

Dette notatet går gjennom regelverk og krav til håndtering av syredannende berg. Det er fokus på avfallsforskriftens krav og klassifiseringen av syredannende berg, samt hvilken deponikategori de ulike gradene av risikomasser må lagres på. Dokumentet utdyper den informasjonen som er gitt om de tre planlagte masselagrene for mulig syredannende berg i andre plandokumenter. Det gis prinsipper for oppbygging og drift av masselager for mulig syredannende masser og hvordan man kan minimere de negative konsekvensene som følger av at gjenbruksmasser også kan ha noe potensiale for syredannelse. Det vises til de undersøkelsene som har blitt gjort som en del av informasjonsinnhenting gjennom planprosessen. Analyseresultater fra flere ulike prøveserier og metoder er forsøkt sammenstilt som et grunnlag for å vurdere omfang av syredannelse og risiko for resipienter. Vannkvaliteten og sårbarheter i de ulike resipientene nedstrøms de planlagte masselagrene blir gjennomgått og vurdert i forhold til den miljørisikoen masselagrene kan representere. Avslutningsvis gis en oversikt over hvilke endringer i plandokumentene som vil bli gjort for å svare ut innsigelsen fra statsforvalteren.

11 Bibliografi

- [1] Sweco Norge AS, «Fagrapport ingeniørgeologi - skjæringer for detaljregulering E18 Kragerø – Bamble,» Nye Veier AS, 2024.
- [2] COWI, «Fagrapport Potensielle sulfidførende bergarter. E18 Tvedesstrand-Bamble,» Nye Veier, 2021.
- [3] Sweco Norge AS, «Fagrapport anleggsgjennomføring for detaljregulering E18 Kragerø – Bamble,» Nye Veier, 2024.
- [4] Sweco Norge AS, « Detaljregulering E18 Kragerø – Bamble: Fagrapport fysiske inngrep i vassdrag (bekkenotat),» Nye Veier, 2024.
- [5] Statsforvalteren i Vestfold og Telemark, *Uttalelse med innsigelse - Kragerø - Bamble- detaljregulering for E18*, Tønsberg, 2025.
- [6] Lovdata, «Forskrift om gjenvinning og behandling av avfall (avfallsforskriften),» [Internett]. Available: <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2004-06-01-930?q=avfallsforskriften>. [Funnet 21 05 2025].
- [7] NGI, «Identifisering og klassifisering av syredannende bergarter. Veileder for Miljødirektoratet,» Norges Geotekniske Institutt, 2015.
- [8] Direktoratgruppen vanndirektivet, «Klassifisering av miljøtilstand i vann,» Veileder 02:2018.
- [9] Miljødirektoratet, «Vann-nett,» [Internett]. Available: <https://vann-nett.no/portal/>. [Funnet 18 04 2025].
- [10] A. M. O. Karlsen, «Acid leaching of gneisses in southern Norway:an evaluatin of H2O2 oxidation testing for the determination of the acid-producing potential of sulphide-rich rocks,» NMBU, Ås, 2024.
- [11] R. e. Smart, ARD test handbook: prediction and kinetic control of acid mine drainage, Ian Wark Research Institute, 2002.
- [12] J. S. Y. G. C. Y. Oh C, «Evaluation of net acid generation pH as a single indicator for acid forming potential of rocks using geochemical properties,» *Environ Monit Assess*, Apr 2017.
- [13] R. Fältmarsch, «Stockholms Stads vägledning för provtagning och klassificering av sulfidförande berg,» Exploateringskontoret, Stockholms stad, Stockholm, 2021.
- [14] Sweco Norge, *Masselager og syredannende berg (arbeidsdokument YM- excel)*, Sweco Norge, 2024.

- [15] Sweco Norge, «NOTAT-Merknadsbehandling naturtyper,» Nye Veier, 2025.
- [16] Sweco Norge, «Detaljregulering E18 Kragerø-Bamble: Tilleggsutredning,» Nye Veier, 2024.
- [17] NIVA, «E18 gjennom sulfidberggrunn i Agder; anbefaling om avbøtende tiltak for å hindre sur avrenning og annen belastning av resipienter,» NIVA, 2003.
- [18] NVE, «NVE Atlas,» NVE, [Internett]. Available: <https://www.nve.no/vann-og-vassdrag/vassdragsforvaltning/verneplan-for-vassdrag/vestfold-og-telemark/017-1-bamble-solum-drangedal/>. [Funnet 22 04 2025].
- [19] A. Hindar, «E18 Grimstad-Kristiansand gjennom sulfidholdige bergarter – syreproduksjon og effekter på avrenningsvann,» *Vann*, nr. 01, pp. 97-103, 2013.
- [20] NIBIO, «E18 Kragerø-Bamble Forundersøkelser av vannkjemi og biologi i vassdrag,» NIBIO rapport vol 7 nr 3, 2021.
- [21] Lovdata, «Rikspolitiske retningslinjer for vernede vassdrag,» 10 11 1994. [Internett]. Available: <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/1994-11-10-1001>. [Funnet 25 05 2025].
- [22] NVE, «NEVINA Nedbørfelt-Vannføring-INdeks-Analyse,» [Internett]. Available: <https://nevina.nve.no/>. [Funnet 28 04 2025].
- [23] H.-. o. omsorgsdepartementet, «Forskrift om vannforsyning og drikkevann (drikkevannsforskriften),» [Internett]. Available: <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2016-12-22-1868?q=Drikkevannsforskriften>. [Funnet 07 08 2025].
- [24] M. Hjulstad, «Utlekking, Opptak og Effekter i Brunørret (Salmo trutta) av Radionuklider og Metaller fra Svartskifre og Svovelførende Gneis,» NMBU Masteroppgave, Ås, 2015.
- [25] NGU, «NGU-aktsomhetskart Radon,» [Internett]. Available: https://geo.ngu.no/kart/radon_mobil/. [Funnet 19 05 2025].
- [26] NGU, *Kartdata Uran aktsomhet*, NGU, 2025.
- [27] Miljødirektoratet, «Grunnforurensning,» [Internett]. Available: <https://grunnforurensning.miljodirektoratet.no/>. [Funnet 10 07 2025].
- [28] Miljødirektoratet, «Vannmiljø,» [Internett]. Available: <https://vannmiljo.miljodirektoratet.no/>. [Funnet 10 07 2025].
- [29] Sweco Norge, «Detaljregulering E18 Kragerø-Bamble Notat innledende undersøkelser forurenset grunn,» Nye Veier, 2024.

- [30] Sweco Norge AS, «Planbestemmelser Detaljregulering for E18 Kragerø - Bamble (Kragerø),» Nye Veier, 2024.
- [31] Sweco Norge AS, «Detaljregulering E18 Kragerø-Bamble Planbeskrivelse,» Nye Veier, 2024.
- [32] Lillesand kommune, «Hjemmeside Lillesand kommune,» [Internett]. Available: <https://www.lillesand.kommune.no/forurenset-grunn-bygging-og-graving.518415.no.html>. [Funnet 02 04 2025].
- [33] Entreprenskontoret, «Entreprenskontoret,» Ekko Advokatfirma, [Internett]. Available: <https://entreprenskontoret.no/ny-standard-ns-8408/>. [Funnet 19 05 2025].
- [34] Statsforvalteren i Agder, «Hjemmeside,» [Internett]. Available: <https://www.statsforvalteren.no/agder/miljo-og-klima/forurensning/sulfidholdige-bergarter/>. [Funnet 19 05 2025].
- [35] Miljødirektoratet, «Hjemmeside,» [Internett]. Available: <https://www.miljodirektoratet.no/globalassets/publikasjoner/M310/M310.pdf>. [Funnet 19 05 2025].
- [36] Eurofins Sverige, «Eurofins nettside (Sverige),» [Internett]. Available: <https://www.eurofins.se/tjaenster/miljoe-och-vatten/nyheter-miljo/net-acid-generation-nag-test-foer-sulfidfoerande-berg-och-jord/>. [Funnet 19 05 2025].
- [37] Miljødirektoratet, *Håndtering av sulfidholdige bergarter – hva sier regelverket? Workshop om sulfidholdige bergarter*, Miljødirektoratet, PPT presentasjon.
- [38] A. Sverige, «Prosedyre analyse syredannende berg,» [Internett]. Available: <https://www.alsglobal.se/miljoanalys/sulfidhaltigt-berg>. [Funnet 21 05 2025].
- [39] E. kommisjonen, *Technican Guidance on the classification of waste*, EU, 2018.
- [40] Klima- og miljødepartementet, «Lov om vern mot forurensninger og om avfall (forurensningsloven),» 1983. [Internett]. Available: <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/1981-03-13-6?q=forurensningsloven>. [Funnet 27 05 2024].
- [41] Energidepartementet, Klima- og miljødepartementet, «Forskrift om rammer for vannforvaltningen,» [Internett]. Available: <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2006-12-15-1446/>. [Funnet 07 08 2025].