
RAPPORT

Temarapport: Sulfid problematikk ved utvikling av Tveide næringspark



Kunde: Birkenes kommune
Prosjekt: Reguleringsplan for Tveide næringspark
Prosjektnummer: 10215944
Rev.: 0

Sammendrag:

Birkenes kommune har engasjert Sweco Norge AS til å bistå med utarbeidelse av ny reguleringsplan for Tveide næringspark. Tveide næringspark ligger i et område med forekomst av sulfidholdige bergarter som ved sprengning kan resultere i sure avrenninger. I forbindelse med reguleringsplanen har Sweco utarbeidet en temarapport om sulfidproblematikken i området.

Temarapporten tar for seg:

- Eksisterende kunnskap om berggrunnen og resipient for avrenninger
- Myndighetskrav og vurderinger knyttet til tiltak i sulfidholdig berggrunn
- Anbefalinger for videre undersøkelser og tiltaksplan

Rapporteringsstatus:

- Endelig
 Oversendelse for kommentar
 Utkast

Utarbeidet av: Ragnhild Eiesland Alexander Bauer Westbye	Sign.: NORAEG NOALEW <i>Ragnhild Eiesland</i>
Kontrollert av: Kim Rudolph-Lund	Sign.: NOKMRL
Prosjektleder: Elin Lunde	Prosjekteier: Toni Skagestad Sinnes

Revisjonshistorikk:

Rev.	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet av	Kontrollert av

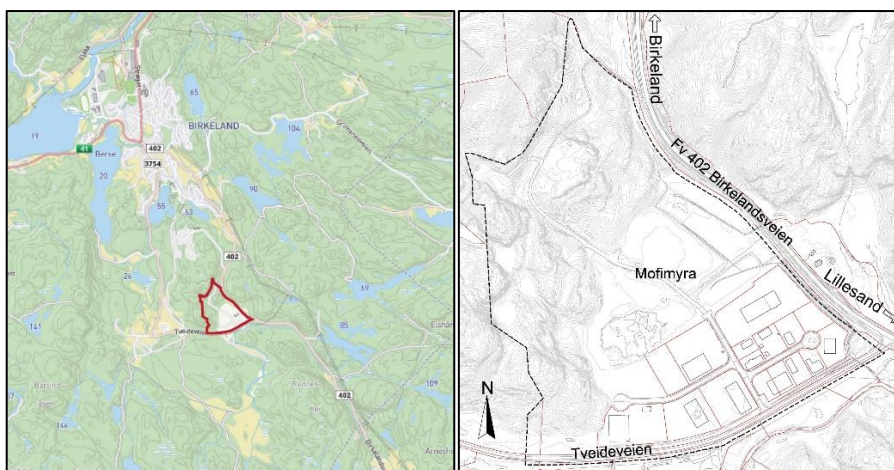
Innholdsfortegnelse

1	Bakgrunn	4
2	Myndighetskrav.....	4
2.1	Forurenset grunn (forurensingsforskriften)	4
2.2	Vannmiljø (vannforskriften)	5
2.3	Veileder for tiltak i sulfidholdig gneis	5
2.3.1	Geologiske undersøkelser	6
2.3.2	Miljøovervåkingsprogram	6
2.4	Føringer fra Fylkesmann og Fylkeskommune.....	9
3	Eksisterende kunnskapsgrunnlag	10
3.1	Geologisk kartlegging.....	10
3.2	Vannmiljø	13
3.2.1	Vannforvaltingsplan.....	15
3.2.2	Eksisterende informasjon om tilstand til resipienten Moelva	16
4	Kunnskapsbehov og anbefalinger for en tiltaksplan	18
4.1	Områder uten påvist sulfidforekomster	19
4.2	Generelle prinsipper for sprenging.....	19
4.3	Lagring av sprengte masser.....	20
4.4	Miljøovervåking	21
4.5	Andre anbefalinger	21
5	Referanser	22

1 Bakgrunn

Birkenes kommune har engasjert Sweco Norge AS til å bistå med utarbeidelse av ny reguleringsplan for Tveide næringspark (Figur 1), et ca. 260 daa stort område på Mofia langs Fv 402 sør for Birkeland sentrum. Tveide næringspark ligger i et område med forekomst av sulfidholdige bergarter som ved sprengning kan resultere i sure avrenninger. Dette er et kjent problem ved arealutvikling i store deler av Agder. I forbindelse med reguleringsplanen har Sweco utarbeidet en temarapport om sulfidproblematikken i området som tar for seg:

- Eksisterende kunnskap om berggrunnen og resipient for avrenninger
- Myndighetskrav og vurderinger knyttet til tiltak i sulfidholdig berggrunn
- Anbefalinger for videre undersøkelser og tiltaksplan



Figur 1 Tveide næringspark og varslet plangrense. Kilde: Sweco

2 Myndighetskrav

2.1 Forurenset grunn (forurensingsforskriften)

Berggrunn som kan resultere i forurensning regnes i henhold til forurensingsforskriften (§ 2-3) som forurenset grunn:

«Grunn som danner syre eller andre stoffer som kan medføre forurensning i kontakt med vann og/eller luft, regnes som forurenset grunn dersom ikke annet blir dokumentert»

Ved terrenginngrep (f.eks. sprengning) i slik berggrunn/masser plikter tiltakshaver (jmf. § 2-5) å gjennomføre de tiltak som er nødvendige for å sikre at grunnen ikke lenger er forurenset eller at fastsatte akseptkriterier for eiendommen ikke overskrides og at anleggsarbeidet, herunder oppgraving og disponering av forurenset masse, ikke medfører forurensningsspredning eller fare for skade på helse eller miljø.

Det er krav om at forurenset masse som ikke disponeres på eiendommen skal leveres til godkjent deponi eller behandlingsanlegg med tillatelse etter forurensningsloven.

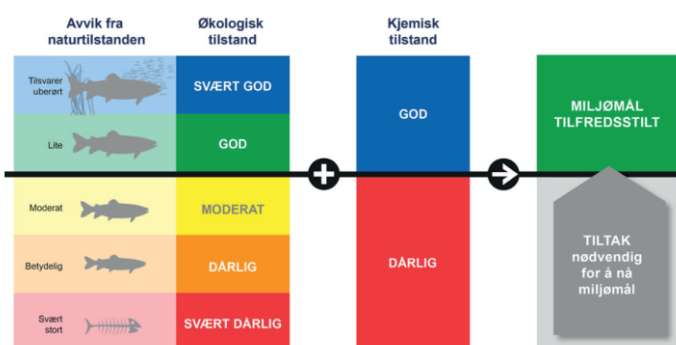
I henhold til forurensingsforskriften kapittel 2 skal det utarbeides en tiltaksplan (§ 2-6) ved inngrep i terrenginngrep i forurenset grunn og denne skal godkjennes av kommunen (forurensingsforskriften § 2-8).

Sweco påpeker at en eventuell godkjenning fratår ikke tiltakshaver ansvaret for at tiltakene er tilstrekkelige i henhold til § 2-5. I hht. Forurensingsloven, Kapittel 8, kan tiltakshaver være erstatningspliktig dersom tiltaket medfører forurensing eller annen type forurensing.

2.2 Vanmiljø (vannforskriften)

Vannforskriften¹ skal sikre en mest mulig helhetlig beskyttelse og bærekraftig bruk av vannforekomstene i Norge (§ 1). Norge er inndelt i vannområder, og det skal utarbeides forvaltningsplaner (vannforvaltningsplaner) for disse som oppdateres/revurderes hvert sjette år (§ 1). Vannforvaltningsplanene skal vedtas som regional plan etter plan- og bygningsloven § 8-4, og legges til grunn for regionale organers virksomhet og for kommunal og statlig planlegging og virksomhet i vannregionen, jf. plan- og bygningslovens § 8-2 (vannforskriften § 29).

Overflatevann, som Moelva sør for planområdet, skal beskyttes mot forringelse, forbedres og gjenopprettes med sikte på at vannforekomstene skal ha minst god økologisk og god kjemisk tilstand i hht. fastsatte kriterier/rammer (§ 4). Tilstandsklassifiseringen i henhold til vannforskriften (Figur 2) registreres i Vann-nett (www.vann-nett.no).



Figur 2 Vannforskriftens tilstandsklasser og miljømål

Kilde: (Direktoratsgruppen for gjennomføringen av vannforskriften, 2018)

I spesielle tilfeller kan kravene i vannforskriften fravikes ved ny aktivitet eller inngrep. Ny, bærekraftig aktivitet som ikke forringer miljøtilstanden til verre enn «God» tilstand kan tillates i henhold til § 12, en unntaksbestemmelse fra vannforskriftens hovedformål.

Kortvarige endringer, hvor tilstanden gjenopprettes etter kort tid uten at det settes i verk tiltak, regnes ikke som en forringelse av vannkvaliteten i hht. presiseringer fra Klima og miljødepartementet (Klima og miljødepartementet, 23.02.2015). Det er viktig å påpeke kortvarige forringelse av kjemisk karakter kan ha markante langtidsvirkninger på biologiske faktorer og naturmangfoldet (en vurdering av dette i hht. naturmangfoldloven kan være relevant).

2.3 Veileder for tiltak i sulfidholdig gneis

Birkenes kommune, forurensningsmyndighet for tiltaket, har informert Sweco at de benytter retningslinjene i veilederen *Retningslinjer for tiltak i områder med syredannende gneis* (v1, 19.02.2020) (Prosjektgruppen for kontroll på svovelholdig avrenning i Agder, 2020) ved behandling

¹ Hjemlet i forurensingsloven, plan- og bygningsloven, naturmangfoldloven og vannressursloven.

av plansaker i områder med sulfidholdig gneis. Veilederen er ikke offentlig publisert, men kan anses å ha status som «under behandling».

Veilederen har svært detaljerte kunnskaps- og miljøkrav for tiltak i områder med syredannende gneis. I henhold til retningslinjene kan tiltaksplan skrives når en geologisk undersøkelse og miljørisikoanalyse for tiltaket har blitt gjennomført (Prosjektgruppen for kontroll på svovelholdig avrenning i Agder, 2020)

2.3.1 Geologiske undersøkelser

Dersom det planlagte tiltaket ligger i et område med potensielt syredannende gneis, må det gjøres et anslag over hvor mye utsprengt masse som skal håndteres. Tiltak med sårbare vannresipienter, og andre tiltak hvor det skal sprenges over 500 m³ med potensielt syredannende stein, skal alltid ha blitt undersøkt av en geolog med kompetanse til å identifisere syredannende gneis (Prosjektgruppen for kontroll på svovelholdig avrenning i Agder, 2020).

For alle tiltak som berører potensielt syredannende gneis skal det tas minimum 1 prøve og analyse av berggrunnen (med mindre forurensningsmyndighet vurderer at tiltaket ikke kan føre til nevneverdig forurensning). Minimum antall prøver bestemmes ut ifra mengde potensielt syredannende utsprengt masse som skal håndteres (Prosjektgruppen for kontroll på svovelholdig avrenning i Agder, 2020). Se Tabell 1.

Tabell 1: Antall borestøvsprøver ut ifra anslått utsprengt masse.

Anslått m ³ utsprengt masse	Minimum antall borestøvsprøver	Merknad
≤ 100 m ³	1	Kan unntas av gjeldende forurensningsmyndighet
100 m ³ – 500 m ³	2	
500 m ³ – 1000 m ³	3	Befaring av geolog kreves
1000 m ³ – 10 000 m ³	1 + 1 prøve per 500 m ³	Befaring av geolog kreves
> 10 000 m ³	11 + 1 prøve per 1000 m ³	Befaring av geolog kreves

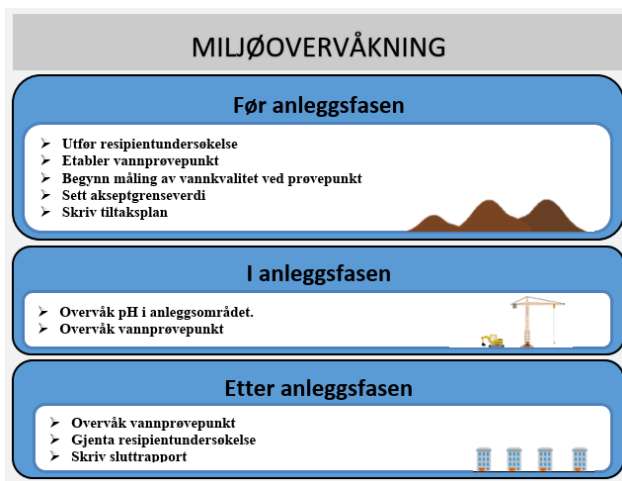
Det er viktig at det tas prøver fra ulike dybder der det planlegges utsprengning, i og med at sulfidholdige områder med ulik syredanningspotensiale ofte ligger som bånd og ganger i fjellet. Dersom det ikke skal sprenges dypere enn 1 meter, kan steinprøver fra overflaten benyttes istedenfor borestøvsprøver (Prosjektgruppen for kontroll på svovelholdig avrenning i Agder, 2020).

2.3.2 Miljøovervåkingsprogram

Avrenninger fra eksponert sulfidholdig berggrunn kan ha betydelige negative påvirkninger på vannforekomster. Veilederen setter krav om miljøovervåking av vannforekomster (vassdraget), og deler miljøovervåkingsprogram inn i tre faser (Figur 3):

- Før anleggsfase (oppstart opptil 12 mnd. før anleggsfase)
- I anleggsfasen
- Etter anleggsfasen (avslutning opptil ett år etter anleggsfase)

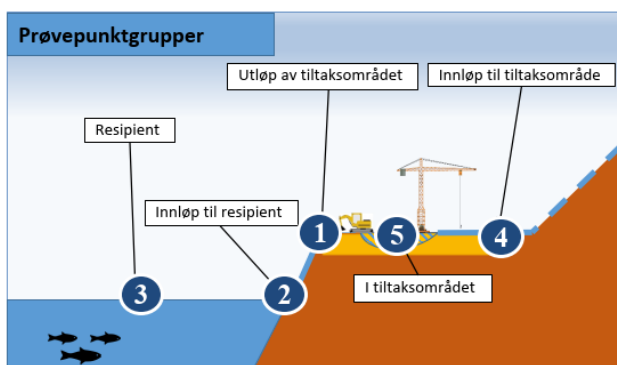
Hensikten med et slikt program er for å kjenne før-tilstanden til vassdraget, avdekke eventuelle miljøpåvirkninger i anleggsfasen, samt å avdekke om tiltaket har medført endringer i vannmiljøet. Det skal utarbeides en sluttrapport fra miljøovervåkingen.



Figur 3 Oversikt over miljøovervåkingsprogram ved sprenging i sulfidholdig berggrunn.

Omfanget av miljøovervåkingsprogrammet avhenger av antatt potensielt skadenivå av aktiviteten (Figur 5), basert på miljørisikokartlegging. Denne risikovurderingen utarbeides bl.a. basert på kalkulert mengde håndtert syredannende gneis (basert på bl.a. borestøvsprøver) og en vurdering av skadepotensialet på vannmiljøet (Figur 6). Det skal tas utgangspunkt i en faglig begrunnet helhetsvurdering av hvilken skade den syredannende gneisen som håndteres i tiltaket i verste fall vil føre til på resipienten.

Både antall prøvepunkter, hyppigheten på prøvetaking, lengde på overvåking og hvilke parametere som skal overvåkes avhenger av skadepotensialet til tiltaket (Figur 5). Ethvert tiltak må ha minst ett prøvepunkt som redegjør for tiltakets miljøpåvirkning.



Figur 4 Viktigste gruppene av prøvepunktsområder ved et tiltak.

Ved aktivitet hvor skadepotensial er vurdert til «Lav» er det ikke krav om før- og etterundersøkelse eller resipientundersøkelse.

		Minimumskrav til undersøkelse av vannkvalitet <u>før</u> anleggsfasen		
		Standardparameter	Metallanalyse	Resipientundersøkelse
Før	Lav	Ingen spesifikke krav til prøvetaking	Ingen spesifikke krav til prøvetaking	Ingen spesifikke krav.
	Middels	1 prøve annenhver uke i 1 måned	1 prøve	4 målinger med standardparameter over 4 måneder.
	Høy	1 prøve annenhver uke i 3 måneder	3 prøver over 3 måneder	4 målinger med standardparameter og metallanalyse over 6 måneder.
	Svært høy	1 prøve annenhver uke i 1 år	1 prøve annenhver måned i 1 år	6 målinger med standardparameter og metallanalyse over 1 år + økologisk klassifisering av vannresipient dersom tilstanden er ukjent.

		Minimumskrav til undersøkelse av vannkvalitet <u>under</u> anleggsfasen		
		Standardparameter	Metallanalyse	Resipientundersøkelse
Under	Lav	1 prøve annenhver måned	1 prøve i året	Ingen spesifikke krav om resipientundersøkelse
	Middels	1 prøve per måned	1 prøve annenhver måned	
	Høy	1 prøve annenhver uke	1 prøve hver måned	
	Svært høy	1 prøve hver uke	1 prøve hver måned	

		Minimumskrav til undersøkelse av vannkvalitet <u>etter</u> anleggsfasen		
		Standardparameter	Metallanalyse	Resipientundersøkelse
Etter	Lav	Ingen spesifikke krav til prøvetaking	Ingen spesifikke krav til prøvetaking	Ingen spesifikke krav.
	Middels	1 prøve annenhver uke i 6 måneder	1 prøve annenhver måned i 6 måneder	4 målinger med standardparameter over 4 måneder.
	Høy	1 prøve annenhver måned i 1 år	1 prøve i løpet av 1 år	4 målinger med standardparameter og metallanalyse over 4 måneder.
	Svært høy	1 prøve annenhver uke i 1 år deretter 1 Prøve annenhver måned i 1 år	1 prøve annenhver måned i 1 år deretter 1 prøve etter 1 år	6 måneder med standardparameter og metallanalyse

Figur 5 Krav til undersøkelser av vannkvalitet ved tiltak i syredannende masser. Krav for periodene før, under og etter anleggsfasen avhenger av skadepotensial.

Skadepotensial	Verst tenkelige utfall ved feil håndtering av syredannende gneis
Lav	Ikke nevneverdig skade på vannresipient.
Middels	Nevneverdig skade på vannresipient.
Høy	Vesentlig skade på vannresipient.
Svært høy	Stor og uopprettelig skade på vannresipient

Figur 6 Kategorier over risikonivå for skadepotensial på vannresipienter

Resipientundersøkelser skal klassifisere vannforekomst for kjemisk tilstand i henhold til vanddirektivet (vannforskriften). Større utbyggingsprosjekter hvor den økologiske tilstanden til vannresipient er ukjent, må det også gjøres egne økologiske undersøkelser – gjennomføring av dette krever spesialistkompetanse. Gjeldende forurensningsmyndighet kan vurdere det som unødvendig med nye undersøkelser.

I en tiltaksplan skal det være klare akseptverdier for prøvepunkter som myndigheter og tiltakshaver forholder seg til under og etter anleggsarbeidet. Som et minimum skal de bli definert igjennom pH og konsentrasjon av labilt «giftig» aluminium² i vannet.

² Labilt aluminium er særdeles giftig for fisk, og har medført fiskedød i forbindelse med tidligere anleggsarbeid i sulfidholdig gneis.

2.4 Føringer fra Fylkesmann og Fylkeskommune

I forbindelse med varsel om planoppstart ga Fylkesmann og Fylkeskommunen innspill relevante for sulfidproblematikken i området.

I hht. Fylkesmannen sitt innspill må området undersøkes med bl.a. geologisk befarings og boresteinsprøver av nødvendig omfang, og analyseresultater fra prøver og berggrunnens syredannende potensial skal vedlegges planforslaget. Utklipp fra uttalelsen følger under.

Agder fylkeskommune sitt innspill minnet tiltakshaver på vannforskriften og gjeldende vannforvaltningsplan for vannregion Agder, og at denne skal legges til grunn for all planlegging og virksomhet som berører vann. Tiltaksplan for behandling av sulfid skal også redegjøres for, og er et viktig element for å unngå forringelse av vannmiljøet.

Innspill fra Fylkesmannen

Sulfidholdig berggrunn

Det er påvist sulfidholdig berggrunn i umiddelbar nærhet og delvis innenfor planområdet. Det er registrert til dels svært høyt svovelinnhold ved prøvetaking. Dette tatt i betraktning, og all den tid kunnskapen om aktuelle problemstillinger fremdeles vurderes å være mangelfull, ber vi innledningsvis kommunen om å gjøre en grundig vurdering av behovet for den aktuelle utbygginga.

I områder hvor det er kjent at berggrunnen er sulfidholdig, eller det er mistanke om at det er det, må utbygger gjennomføre tilstrekkelige undersøkelser av berggrunnen før planforslag kan legges på høring og vedtas. Undersøkelsene må bl.a. omfatte geologisk befarings og boresteinsprøver av nødvendig omfang. Det må benyttes kompetent fagmiljø for å vurdere omfanget av prøvetakingen (prøvepunkt og antall prøver) og analysemetode. En vurdering av analyseresultater og berggrunnens syredannende potensial skal vedlegges planforslaget.

Erfaringer viser at selv svovelinnhold på under 0,18 % kan føre til skadelig utslipp. Dette antas å ha en sammenheng med at ulike sulfidmineraler har ulikt reaksjonspotensiale. Fylkesmannen mener at alle prøver med høyere enn 0,02 % innhold av svovel enten må defineres som forurenset, alternativt må det gjennomføres ytterligere analyser for å vurdere steinmassenes reaksjonspotensiale, for eksempel ved å bruke hydrogenperoksidtesten som ble utviklet under arbeidene med E18 Grimstad - Kristiansand, jmfør naturmangfoldlovens krav til tilstrekkelig kunnskapsgrunnlag og føre-var-prinsippet. Vi viser også til forurensningsforskriftens § 2-4 og § 2-5. Hvis hydrogenperoksidtester viser reaktiv stein, må de aktuelle massene regnes som forurensede, og det må utarbeides tiltaksplan for håndtering av sulfidholdige masser. Tiltaksplanen skal godkjennes av kommunens forurensningsmyndighet, og nødvendige rekkefølgebestemmelser må innarbeides i planene. Vi ber om at dette er på plass ved offentlig ettersyn av et planforslag.

Utbygger må redegjøre nærmere for de hydrologiske/hydromorfologiske forhold ved planområdet, både før og etter tiltak. Nedbørsfeltet må beskrives og det må fremgå hvilke vassdrag som vil bli berørt av tiltaket.

Planområdet drenerer til Moelva som er et viktig sjørrretvassdrag. Vassdraget er allerede betydelig negativt påvirket av sur avrenning og har lave pH-verdier. Resipienten vurderes som sårbar. Vi forutsetter at det ikke tillates tiltak som forringer vannkvaliteten i Moelva ytterligere.

Siden det er påvist sulfidholdig berggrunn innenfor planområdet mener vi at det uavhengig av resultater av før-kartlegging, må etableres et prøvetakingsprogram for å overvåke vannkvaliteten i resipienten i forkant av en eventuell utbygging. Overvåkingen bør vare ut utbyggingsperioden. På bakgrunn av foreliggende og nye data må plandokumentene gjøre rede for resipientenes miljøtilstand, jmfør veileder 02:2018 «Klassifisering av miljøtilstand i vann», samt gi en vurdering av hvordan sannsynlige scenarier vil kunne påvirke vannforekomstene nedstrøms planområdet for relevante parametere, jf. vannforskriftens § 4 og miljømål for overflatevann. Beregningene må utføres av kompetent fagmiljø. Det er tiltakshaver som har ansvar for å fremskaffe informasjon om virksomhetens påvirkning i tråd med forskrift om konsekvensutredninger, sektorlovverk og naturmangfoldloven.

Som følge av at det er en risiko for at områder med sulfidholdig berggrunn ikke oppdages under førkartlegging i planområdet, bør det ved utarbeidelse av planen planlegges for å redusere behovet for fysiske inngrep som følge av sprengning. Det vil da være relevant å se på eksempelvis plassering av veier for å redusere behovet for sprengning, tilkjøring av rene masser som alternativ til sprengning og eventuell deponering av forurensede steinmasser til godkjent deponi, for å redusere risiko for negative konsekvenser av tiltaket så langt som mulig. Valgte løsninger må begrunnes.

Vi minner for øvrig om at regional plan for vannforvaltning skal legges til grunn for all virksomhet og planlegging i vannregionen og kommunen, jmfør [vannforskriftens § 29](#) om vedtak av forvaltningsplaner.

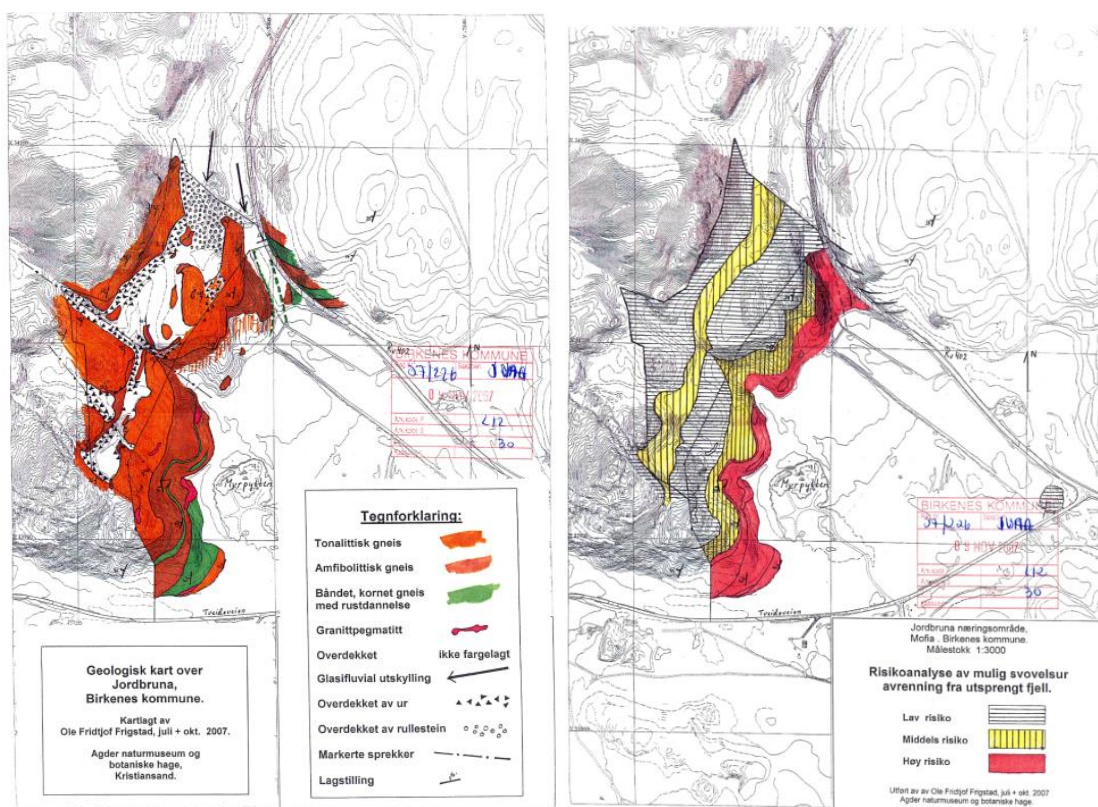
3 Eksisterende kunnskapsgrunnlag

3.1 Geologisk kartlegging

Området har tidligere vært undersøkt av geolog. I forbindelse med planlegging og tilrettelegging av næringsområdet Jordbruna næringsområde er det gjort undersøkelser knyttet til forekomst av sulfidmineraler i berggrunnen i området (Agder naturmuseum og botaniske hage, v/ geolog Ole Fridtjof Frigstad, 20.07.2007) (Agder naturmuseum og botaniske hage, v/ geolog Ole Fridtjof Frigstad, 12.12.2007). Rapporten av 12.12.2007 tar for seg et tilleggsområde.

Figur 7 viser et geologisk kart over området laget på bakgrunn av feltobservasjoner. I den tonalittiske gneisen og granittpegmatitten er det ikke observert sulfidmineraler. I den amfibolittiske gneisen er det funnet ubetydelige mengder av sulfidmineraler. I kvarts-plagioklas-biotittgneisen (grå gneis) er det observert sulfidmineraler. Det antas at denne grå gneisen ligger hele veien langs fjellsiden, men at den flere steder er overdekket. Figur 7 viser arealer med ulik grad av risiko for svovelsursur avrenning fra utsprengte fjellmasser.

Bergartene i området ligger i tykke lag som stryker nord-sør eller litt over mot nordøst-sørvest (185°-240°) og de faller 30°- 45° mot vest eller nordvest.



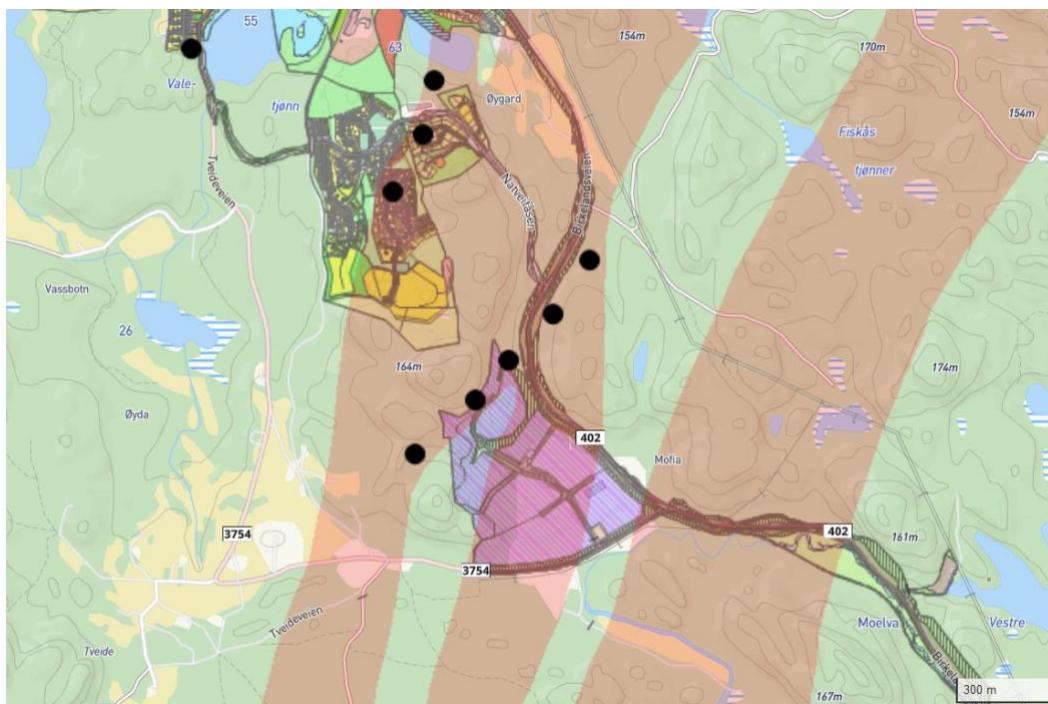
Figur 7 Geologisk kart (venstre) og risikokart for svovelsur avrenning fra utsprengte fjellmasser (høyre) over området basert på feltobservasjoner.

Det er mulighet for at det finnes grå gneis i dalsøkket der det kommer ned en bekk vest for Fv402. I selve dalsøkket er det bare løse blokkstein, men noe av det er grå gneis. I veiskjæringene på vestsiden og østsiden av Fv402 er det kartlagt soner med rusten, grå gneis. På vestsiden er dette en kisholdig forvitret sone som fortsetter ned under myra. Både den undre og øvre rustsonen på østsiden av veien fortsetter under myra de og. De grå gneissonene som ligger i fjellsiden vest for myrområdet kan det være rustne kissoner, men det er ikke synlig på grunn av overdekning. I den lavereliggende delen er det observert spor etter forvitret kis. I det nordlige feltet langs fjellsiden er det ikke observert bergarter med antydning til sulfid- eller sulfatmineraler, men her er også mye overdekning.

Mellom de to sonene av tonalittisk gneis (vest i området) er det mulighet for at det befinner seg sulfidholdige bergarter. Ved høyde ca. 85 m.o.h. kommer en nedre sone av bergarten tonalittisk gneis. Under denne sonen ligger amfibolittisk gneis som inneholder enkelte soner med grå gneis som kan ha sulfidmineraler. I tilleggsområdet (rapport av 12.12.2007) er det god mulighet for å kunne sprengte ut en flate på 80-05 m.o.h. uten å støte borti soner med sulfid.

Det er antatt at grusmassene under myra er godt utvasket for eventuell svovelsur avleiring.

I 2009 ble det gjort en grov kartlegging (Figur 8) av områder hvor det er stor sannsynlighet for å treffe på sulfidsoner av alvorlig karakter (Agder naturmuseum og botaniske hage, 2009). Kartleggingen baserer seg på opplysninger som allerede museet har. Det er ikke gjort feltarbeider i forbindelse med denne kartleggingen, og det er derfor flere soner på kartet som sannsynligvis vil vise seg å ikke inneholde sulfidstein. De svarte prikkene på kartet viser borestøvsprøver som markerer soner med påvist sulfid.



Figur 8 Kartutsnittet viser områder med mulige sulfidforekomster (rød markering) og områder med påvist sulfid (svarte prikker). Kilde: Kommunekart.com.

Befaring i felt av planområdet utført av Sweco og gjennomgang av tilgjengelig bilder fra nærområdet viser at bergskjæringer i og rett ved planområdet er preget av forvitring og rust (Figur 9 og Figur 10).



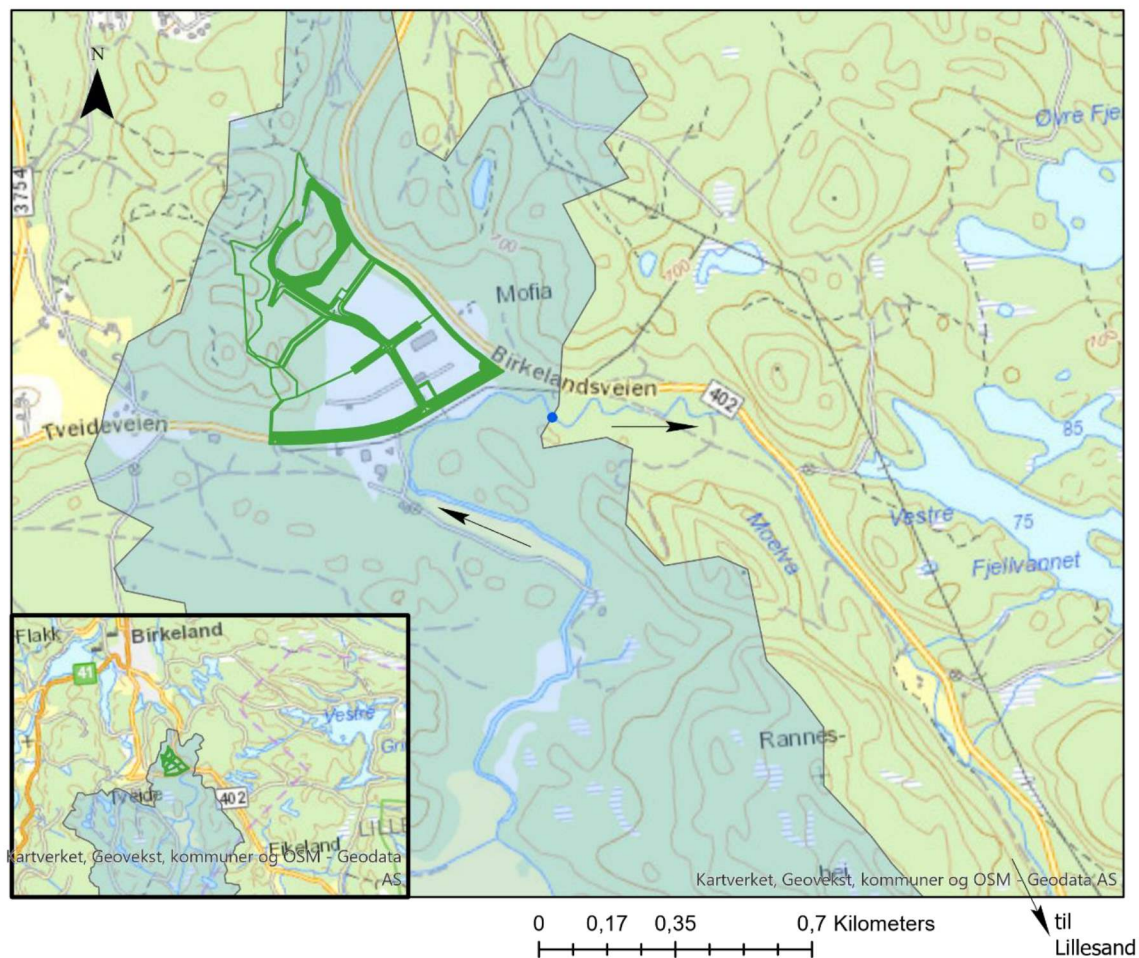
Figur 9 Bergskjæring innenfor planområdet.
Foto: Sweco v/Ingrid Gromstad 04/09-2020.



Figur 10 Bergskjæring like nord-øst for planområdet (Fv 402)
Kilde: Google maps.

3.2 Vannmiljø

Tveide næringspark ligger i Tovdal vannområde (vannregion Agder), og inngår i nedbørsfeltet til elven «Moelva», som renner like sør for planområdet (Figur 11 og Figur 12). Eventuelle sure avrenninger og annen forurensing fra aktivitet i planområdet vil derfor kunne fraktes med vannstrømmer til Moelva.



Figur 11 Moelva og Tveide næringspark. Planområdet er inntegnet i grønt, og generert nedbørsfelt i blått. Sorte piler viser retningen til elven. Nedbørsfelt generert i blått punkt.
Kilde: NVE NEVINA.



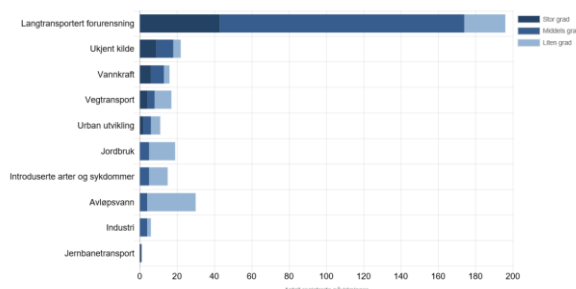
Figur 12 Moelva, sør for Tveide næringspark
Foto: Sweco v/Ingrid Gromstad 04/09-2020

3.2.1 Vannforvaltningsplan

Gjeldende vannforvaltningsplan (2016-2021) for vannregion Agder (Vannregion Agder, 2015) oppgir at forsuring som følge av sur nedbør er den største utfordringen i vannregion Agder og et problem i alle vannområdene. Forsuring er også en prioritert hovedutfordring. Det gjennomføres flere kalkingstiltak i regionen for å motvirke effektene av forsuring, men nedbørsfeltet til Moelva blir i dag ikke kalket og det er ikke planlagt kalking per dags dato (Fylkesmannen i Agder, epost 11.09.2020).

I forkant av nytt planprogram er hovedutfordringer i Tovdal vannområde identifisert (Vannregion Agder, 2019). Tovdal er beskrevet som et forsuringfølsomt område, og forsuring fra sur nedbør er blant de ti største påvirkningene i Tovdal vannområde (Figur 13) og at forbedringen i vannforekomstene påvirket av sur nedbør vil trolig stagnere. Det påpekes at i bl.a. Birkenes forekommer sulfidholdige bergarter og at det er et problem med utlekkinger av aluminium og tungmetaller fra steinfyllinger ved utbygginger. Dokumentet påpeker at lokale og regionale forurensningsmyndigheter bør samarbeide tett og ser til at tiltak i syredannende grunn ikke hindrer vassdrag og kystvann fra å oppnå god økologisk og god kjemisk tilstand.

Oversikt over de 10 største påvirkningsgruppene



Tovdal, Nidelva og Gjerstad-Vegår	Sulfid	Når det sprennes i sulfidholdig berggrunn gir dette svært toksiske forhold og ved utlekking og avrenning til vann gir dette en svært høy forurensningstilstand, selv med små konsentrasjoner. Hovedsakelig en utfordring i Lillesand kommune, men det er lokalisert forekomster av sulfidholdige bergarter i Kristiansand, Birkenes og Grimstad også. Det er også mistanke om at denne bergarten er mer utbredt enn det som til nå er registrert. Det er mistanke om mangelfull registrering av omfanget i vann-nett.
-----------------------------------	--------	---

Figur 13 Ti største påvirkningsgruppene i Tovdal vannområde og utfordringer med sulfid som ikke kommer tydelig frem i Vann-Nett

Kilde: (Vannregion Agder, 2019)

3.2.2 Eksisterende informasjon om tilstand til resipienten Moelva

Strekket av Moelva ved Tveide tilhører vannforekomsten «Moelva øvre» (Tabell 2, Figur 14). Lenger nedstrøms (ved Eikeland) kategoriseres Moelva som vannforekomsten «Moelva» frem til utløpet i Tingsakerfjorden/Lillesandfjorden.

Tabell 2 Moelva – registreringer i Vann-nett

	Vannforekomst	
	Moelva øvre	Moelva
Vannforekomst ID	020-332-R	020-11-R
Vannkategori	Elv	Elv
Lengde (km)	5,4	10,0
Vanntype	Middels, kalkfattig, klar (TOC2-5)	Middels, kalkfattig, klar (TOC2-5)
Nasjonal vanntype	R105	R105
Økologisk tilstand	Moderat, presisjon middels	Moderat, presisjon høy. Veldig påvirket av sulfider. Kjemi er den dårlig til tross for OJ her
Kjemisk tilstand	God, presisjon lav	God, presisjon lav

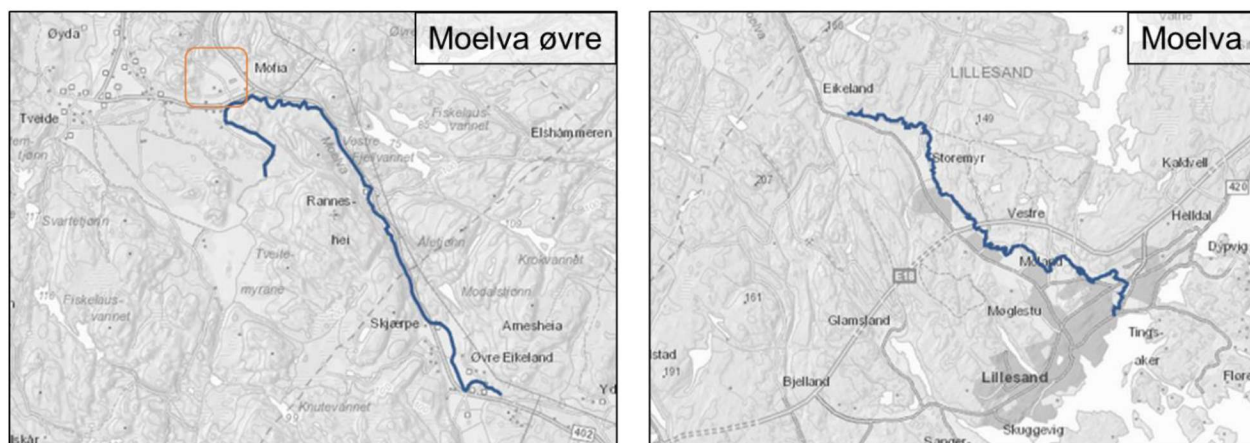
Vannforekomstene «Moelva øvre» og «Moelva» er begge registrert å ha «Moderat» økologisk tilstand (per 08.09.2020, Tabell 2), og oppnår i dag derfor ikke det målet i vannforskriften om minst «God» tilstand (Figur 2/ Figur 14). Den kjemiske tilstanden til begge forekomstene er registrert som

«God». Det er eutfrierings-relaterte parametere (total-nitrogen) som er utslagsgivende for den moderate tilstanden. Basert på informasjon over og annen informasjon diskutert under, virker det som at tilstanden til nederste delen av Moelven ikke er uproblematisk med hensyn på forsurening: NIVA skrev følgende i en nylig rapport om Moelven (Hindar, 2018) :

«[Moelva] har også antatt god økologisk tilstand mht forsurening, noe som tidvis har vist seg ikke å være tilfellet.»

Følgende kommentar er lagt til i Vann-nett for «Moelva», det nedre strekket av elven:

«Veldig påvirket av sulfider. Kjemis er den dårlig til tross for OJ her».



Figur 14 Vannforekomstene «Moelva øvre» (020-332-R) og «Moelva» (020-11-R).

Tveide næringspark er indikert med oransje firkant.

Kilde: Vann-nett.no

I Vann-nett er forsurening fra sur nedbør registrert som en negativ påvirkningsfaktor av middels (Moelva øvre) eller liten (Moelva) grad. Registrerte pH-målinger tilsier minst «God» tilstand i de to forekomstene, og for vannforekomsten «Moelva» er dette underbygget av registrerte biologiske kvalitetselementer som indikerer at tilstanden med hensyn på forsurening er «Svært god» (RAMI) - det er ikke registrert tilsvarende undersøkelser i «Øvre Moelva». Det foreligger ikke målinger av labilt «giftig» aluminium.

Som nevnt tidligere, har vannregionmyndighetene påpekt at utfordringer (forsuring) fra sulfidholdig berggrunn ikke kommer tydelig frem i Vann-Nett.

Det er liten tvil om at Moelven har vært skadet av forsurening tidligere; utslipp til Moelva av sure avrenninger fra utsprenging av sulfidholdig stein ved Storemyr industriområde medførte i 2006 massiv fiskedød i vassdraget (NIVA, 2006). Undersøkelser av vannkjemien i Moelva i 2010-2012 viste at elven ble negativt påvirket av avrenninger fra sprengning, men nyere registreringer i Vann-nett kan tilsa at dette har forbedret seg.

Det har vært gjennomført restaureringstiltak for å gjenopprette vandring av sjørret i Moelven, og Miljødirektoratet bevilget i 2020 kr 500.000 kroner til vannmiljøtiltak i sjørretbekker i Agder, bl.a. i Lillesand kommune (Grimstad kommune, 2020). Kartløsningen «Sjørretbekker i Agder» kategoriserer Moelven i dag som en dokumentert sjørretbekk³.

³ I hht. Lakseregisteret (oppdatert 2013), kunnskapsbasen til Miljødirektoratet, er sjørretbestanden i Moelva kategorisert som truet, og forsurening fra anleggsarbeid i sulfidholdig berggrunn er ansett som viktig negativ påvirkningsfaktor. Det er et svært lavt høstbart overskudd, og ikke åpnet for fiske.

Den store innsatsen for å forbedre effektene av forsuring av elver, inkludert Moelva, tilsier at det er viktig å unngå tilførsel av sure avrenninger til vassdraget ved en eventuell videre utbygging av Tveide Næringspark.

4 Kunnskapsbehov og anbefalinger for en tiltaksplan

Det er i dag ikke tilstrekkelig detaljkunnskap om eventuelt tiltak i planområdet til å kunne vurdere konsekvenser på miljø, inkl. forholdet til forurensingsforskriften, vannforskriften og avfallsregelverket og for utvikling av en tiltaksplan. Mengder forventet sulfidholdig stein (håndtert/utsprengt volum og svovelinnhold) og syredanningspotensialet til denne er i dag ikke kjent.

I kommuneplanens arealdel 2020-2032 for Birkenes kommune står det i bestemmelsene at: «Ved søknad om tiltak i, eller planforslag som medfører tiltak i mulig sulfidholdig berggrunn, skal det foretas undersøkelser av berggrunnen ved borestøvsanalyser på et tidligst mulig stadium i planprosessen.» (Birkenes kommune, 2020). Det vil være behov for å kartlegge andel sulfid i berggrunnen der det planlegges å gjøre sprengningsarbeider, samt å vite hvor langt ned man kan sprengne før man eventuelt støter på sulfidholdig berg. Ved å kartlegge potensielt syredannende masser minimerer man sjansen for at det oppstår situasjoner der man uventet påtreffer slike masser.

Grunnvannsforekomstene i området er ikke kjent, og det er behov for å kjenne til grunnvannstand for en ev. lokal lagring av syredannende stein.

Minimumskravene til en tiltaksplan for et tiltak som berører syredannende gneis, i henhold til veilederen for syredannende gneis i Agder, er vist i Figur 15.

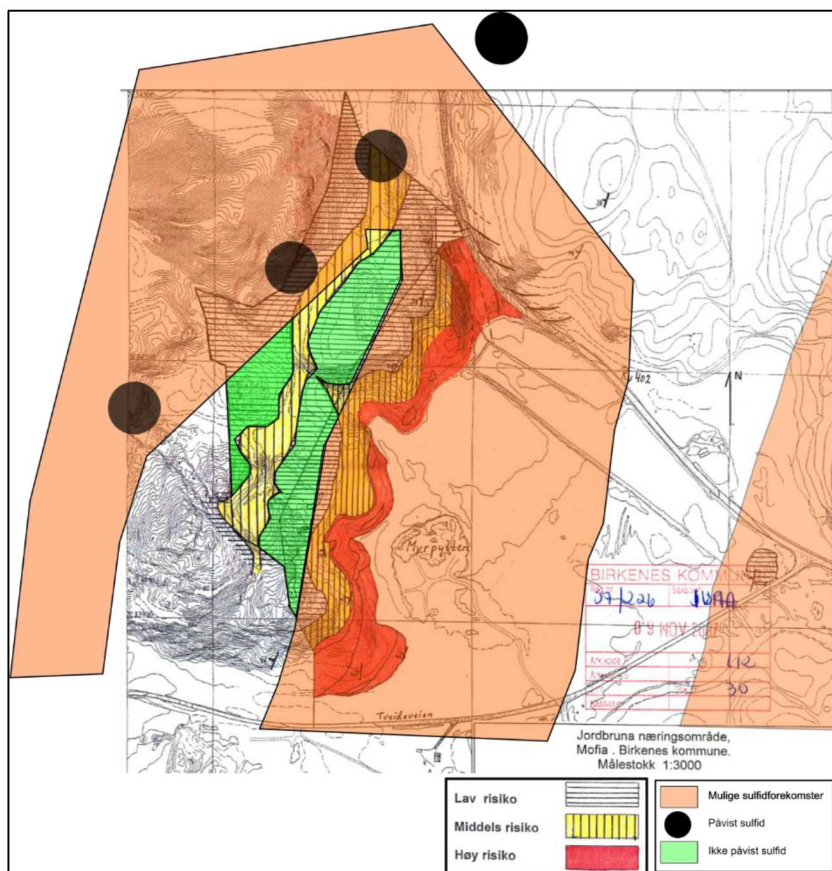
- Det forventes at en tiltaksplan for syredannende gneissom et minimum viser:
- En forklaring på hva tiltaket er (bygning/vei/planering etc.)
 - Hvem som er ansvarlig tiltakshaver.
 - Anslått antall kubikkmeter (m³) av all stein som skal sprenges ut.
 - Hvilken geologiske undersøkelser som er gjort og resultatet av undersøkelsene.
 - Prøvepunkt markert i ett kart over tiltaksområdet.
 - Anslått antall kubikkmeter (m³) med syredannende stein som vil bli sprengt ut.
 - Hvilket vannforekomster tiltaket drenerer mot og hvor sårbar resipientene er for forurensning fra syredannende gneis.
 - Foreslått akseptgrenseverdi for alle prøvepunkt og resipienter.
 - Kart over nedslagsfelt og avrenningsmønsteret i tiltaksområdet.
 - Planlagte tiltak for å unngå forurensning, (forebyggende og avbøtende tiltak)
 - En tidsplan for når tiltakene blir gjennomført.
 - En forklaring på hvordan syredannende steinmasser skal brukes.
 - Hvilke syredannende masser som deponeres til godkjent massemtak
 - Områder hvor syredannende masser skal lagres, markert i kart
 - Miljøoppfølging/ Hva som skal gjøres av kontroll og overvåkning før, under og etter terrengingrepet.
 - Dokumentasjon på at det har blitt benyttet foretak med riktig faglig kompetanse.
 - Ved all større anleggsvirksomhet i sulfidområder bør det reserveres arealer for aktiv vannbehandling. Disse må komme frem i tiltaksplanen.

Figur 15 Innhold i tiltaksplan for områder med syredannende gneis.

4.1 Områder uten påvist sulfidforekomster

Sammenstilling av tilgjengelig informasjon om sulfidforekomster ved Tveide viser at det to områder nordvest i området hvor det ikke er påvist eller antatt sulfidholdig berg. For å minimere risikoen for å støte på sulfidholdig fjell ved eventuell sprengning bør områdene med påvist sulfid eller hvor geolog har antatt høy eller moderat risiko for sure avrenninger, unngås. Områder markert som «Høy risiko» er spesielt trolige til å kunne gi problematiske avrenninger dersom de sprenges.

Sweco påpeker at det ikke kan garanteres at områdene merket i grønt er frie for sulfidholdig berggrunn og at det bør uansett gjennomføres borestøvsprøver og analyser i forkant av sprengning.



Figur 16 Områder uten påvist sulfid eller med lav risiko. Sammenstilling av resultater.

Kilder: (Agder naturmuseum og botaniske hage, 2009) og (Agder naturmuseum og botaniske hage, v/ geolog Ole Fridtjof Frigstad, 12.12.2007)

4.2 Generelle prinsipper for sprengning

Før sprengningsarbeid kan starte må andel sulfid i berggrunnen kartlegges i omfang med borestøvsprøver fra utpekte prøvepunkter på området. Prøvepunkter planlegges i samarbeid med en miljøgeologi som utarbeider en boreplan. Deretter utføres borestøvsanalyser for å estimere andel sulfid i berggrunnen. Dersom resultatene fra analysen viser at andel sulfid overstiger erfaringstall fra Fylkesmannen (ref. avsnitt 2.4) må tiltak iverksettes for å beskytte miljøet rundt mot forurensning.

Når det gjøres inngrep i terreng med sulfidholdig berggrunn vil overflaten til de utsprengte massene danne hovedkontaktflaten med luft og vann. For å begrense omfanget av syredannende reaksjoner er det en fordel å sprengne ut størst mulig blokker for å skape minst mulig overflateareal.

Det er ønskelig å unngå unødig sprengning av fjell med høyt sulfidinnhold, se avsnitt 4.1

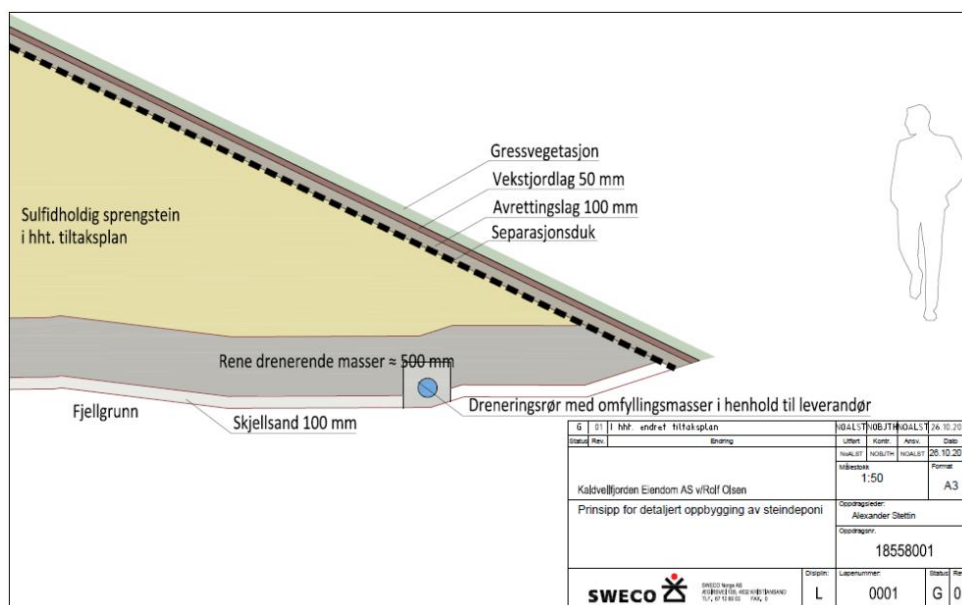
4.3 Lagring av sprengte masser

Forsvarlig lagring av sulfidholdige sprengningsmasser er viktig for å unngå forurensning til omgivelsene. Sprengstein burde håndteres mest mulig samlet, i et fåtall deponier, for å skape færrest mulig potensielle kilder til forurensning.

I veilederen *Retningslinjer for tiltak i områder med syredannende gneis* (v1, 19.02.2020) (Prosjektgruppen for kontroll på svovelholdig avrenning i Agder, 2020) står det at: «Syredannende gneis med sterkt utslag i utlekkings testen, spesielt høy grad av forvitring, stor andel svovelforbindelser og/eller høyt varmeutslag i hydrogenperoksid testen skal ikke lagres i tiltaksområdet, men deponeres til godkjent masse mottak. Ikke-syredannende stein benyttes som vanlig «ren» stein. Tilgang på ikke-syredannende stein i områder med sulfidholdig grunn er ofte viktig for å bygge opp under lagringsområdene for syredannende gneis.»

I andre områder har andre løsninger vært valgt tidligere. I 2013 fikk Statens vegvesen tillatelse til å deponere alunskifer (sulfidholdig stein) lokalt, i forbindelse med bygging av ny Riksvei 4 i Gran (Statens vegvesen, 2018). Lokal lagring av alunskifer ble sett på som det eneste økonomisk forsvarlige på grunn av store mengder med slik masse. Skiferen ble brukt i veiunderbyggingen, og ble lagt ned under grunnvannsnivå i oksygenfattig miljø for å forhindre forvitring og utlekking av grunnstoffer.

På Tjuholla i Lillesand kommune inneholdt tiltaksplanen for utbyggingen lokal lagring av svovelholdige masser (Sweco Norge AS, rev5 2018). Lokale deponier anlagt etter prinsippskissen i tiltaksplanen (Figur 17) skulle forhindre at de sulfidholdige massene kom i kontakt med grunnvann, og at eventuelt infiltrert regnvann/avrenning skulle nøytraliseres av kalk (skjellsand).



Figur 17 Prinsipp for oppbygging av sprengsteindeponi ved Tjuholla.

Det er laget et grunnlag for en veileder for deponering av syredannende bergarter (NGI, 2015). Rapporten retter seg mot avfallsaktører som driver deponier, eller aktører som ønsker å opprette deponi for syredannende gneis.

Ved eventuelt behov for deponering av syredannende gneis utenfor planområdet kan dette trolig gjøres ved Knudremyr miljøstasjon (Lillesand), der LiBiR IKS har fått tillatelse til å ta imot syredannende gneis i egen celle på sitt avfallsdeponi (Fylkesmannen i Agder, 2018).

4.4 Miljøovervåking

Skadepotensialet på vannmiljøet for et tiltak bør vurderes og konkluderes i god tid før oppstart av anleggsarbeidet er planlagt, for at det er tilstrekkelig tid til eventuell resipientundersøkelse og forberedelser og oppstart av et miljøovervåkingsprogram for å dokumentere før-tilstand.

Miljøovervåkingsprogrammet bør ta utgangspunkt i veilederen for tiltak i syredannende gneis i Agder (Prosjektgruppen for kontroll på svovelholdig avrenning i Agder, 2020) og utvikles i dialog med forurensningsmyndighetene. Vannstrømmer inn og ut av tiltaksområdet bør inkluderes for å kunne dokumentere om eventuell forurensing er tilstede oppstrøms, eller blir tilført fra anleggsområdet. Det er spesielt viktig å dokumentere pH og konsentrasjon av labilt aluminium, inkludert de naturlige variasjonene i dette.

Det er trolig hensiktsmessig med en sanntids-logger (online-logger) av vannkvaliteten, spesielt under anleggsfasen slik at en ev. endring av pH kan oppdages raskt og tiltak iverksettes. Ved bruk av multiparameterprober kan disse også overvåke nitrogenforbindelser (f.eks. ammoniakk). Noen slike løsninger kan sende automatiske alarmer (epost eller sms) ved overskridelser av grenseverdier.

Erstatningsansvar for eventuell forurensing

Sweco påpeker at i hht. Forurensingsloven, Kapittel 8, kan tiltakshaver være erstatningspliktig dersom tiltaket medfører forurensing eller annen type forurensing. Et miljøovervåkingsprogram bør derfor alltid dokumentere tilstanden før et tiltak settes i gang.

4.5 Andre anbefalinger

Eutrofiering

I tillegg til potensielle problemer knyttet til sulfid påpeker Sweco at Moelva har høyere verdier av næringsstoffer enn målene i vannforskriften (Tabell 3), og dette er utslagsgivende for økologisk tilstand «Moderat». Elva får derfor trolig i dag en betydelig tilførsel av næringsalter fra f.eks. jordbruksområder. Nitrogenholdig sprengstoffrester (ammoniumnitrat) kan forurense vannforekomster og bidra til eutrofiering i forbindelse med anleggsarbeid, og det bør derfor tas hensyn for å minimere tilførsel av dette til vassdraget.

Tabell 3 Eutrofiering - støtteparametere

	Vannforekomst	
	Moelva øvre	Moelva
Totalnitrogen	Moderat	Dårlig
Totalfosfor	Svært god	Moderat

5 Referanser

- Agder naturmuseum og botaniske hage. (2009). *Sulfidholdige bergarter i Kristiansandsregionen (v/ geolog Ole Fridtjof Frigstad. 20.03.2009).*
- Agder naturmuseum og botaniske hage, v/ geolog Ole Fridtjof Frigstad. (12.12.2007). *Geologiske undersøkelser av et tilleggsområde nordvest for det planlagte næringsområdet Jordbruna i Birkenes kommune.*
- Agder naturmuseum og botaniske hage, v/ geolog Ole Fridtjof Frigstad. (20.07.2007). *Geologiske undersøkelser knyttet til sulfidmineraler i berggrunnen ved Jordbruna, Mofia, Birkenes kommune.*
- Birkenes kommune. (2020). *Kommuneplanens arealdel 2020-2032.*
- Direktoratsgruppen for gjennomføringen av vannforskriften. (2018). *Klassifisering av miljøtilstand i vann - Veileder 02:2018.* Direktoratgruppen for gjennomføringen av vannforskriften.
- Fylkesmannen i Agder. (2018, 05 31). *Fylkesmannen i Agder.* Hentet fra Knudremyr - Agderfylkenes første deponi som kan ta imot syredannende gneis : <https://www.fylkesmannen.no/nn/agder/Miljo-og-klima/Forureining/Knudremyr---Agderfylkenes-forste-deponi-som-kan-ta-imot-syredannende-gneis/>
- Grimstad kommune. (2020, 05 13). *700 000 kroner til Sjøørret Sørlandet.* Hentet fra Grimstad kommune: <https://www.grimstad.kommune.no/nyheter/700-000-kroner-til-sjoorret-sorlandet-barekraftig-reiselivssatsing-i-grimstad-lillesand-arendal-tvedestrand-og-froland.27163.aspx>
- Hindar. (2018). *Tiltaksrettet overvåking i Moelva og Lillesandsfjorden for Saint-Gobain Ceramic Materials AS, Lillesand (Rapport 7232).* NIVA.
- Klima og miljødepartementet. (23.02.2015). *Veiledning til bruk av vannforskriften § 12.*
- NGI. (2015). *Deponering av syredannende bergarter. Grunnlag for veilder.*
- NIVA. (2006). *Utsprengning i sulfidholdig berggrunn på Storemyr i Lillesand – effekter på vannmiljø og forslag til tiltak (Rapport 5316).*
- Prosjektgruppen for kontroll på svovelholdig avrenning i Agder. (2020). *Retningslinjer for tiltak i områder med syredannende gneis (v1, 19.02.2020).* Prosjektgruppen for kontroll på svovelholdig avrenning i Agder.
- Statens vegvesen. (2018). *Rv. 4 på Gran, nyttiggjøring av svartskifer.*
- Sweco Norge AS. (2018). *Tiltaksplan for svovelholdige masser Tjuholla boligområde i Lillesand.*
- Sweco Norge AS. (rev5 2018). *Tiltaksplan for svovelholdige masser Tjuholla boligområde i Lillesand.*
- Vannregion Agder. (2015). *Regional plan for vannforvaltning i vannregion Agder 2016-2021.* Vannregion Agder.
- Vannregion Agder. (2019). *Sammen for vannet - Vedlegg 5 til høringsdokument 2: Hovedutfordringer Tovdal.* Vannregion Agder.