

ASKO FORNYBAR AS - LILLESAND VIND AS

Tiltaksplan sulfid – Vindkraftanlegg Lillesand

ADRESSE COWI AS
Tordenskjoldsgate 9
4612 Kristiansand
TLF +47 02694
WWW cowi.no

TILTAKSPLAN FOR HÅNTERING AV SULFIDHOLDIGE MASSER VED
ETABLERING AV VINDKRAFTANLEGG VED NORDBØ I LILLESAND
KOMMUNE



OPPDRAGSNR.

A128313

DOKUMENTNR.

001

Anke Degelmann

VERSJON

1

UTGIVELSESDATO

06.09.2019

BESKRIVELSE

Forurenset grunn

UTARBEIDET

Anke Degelmann

KONTROLLERT

Tor Egil Larsen

GODKJENT

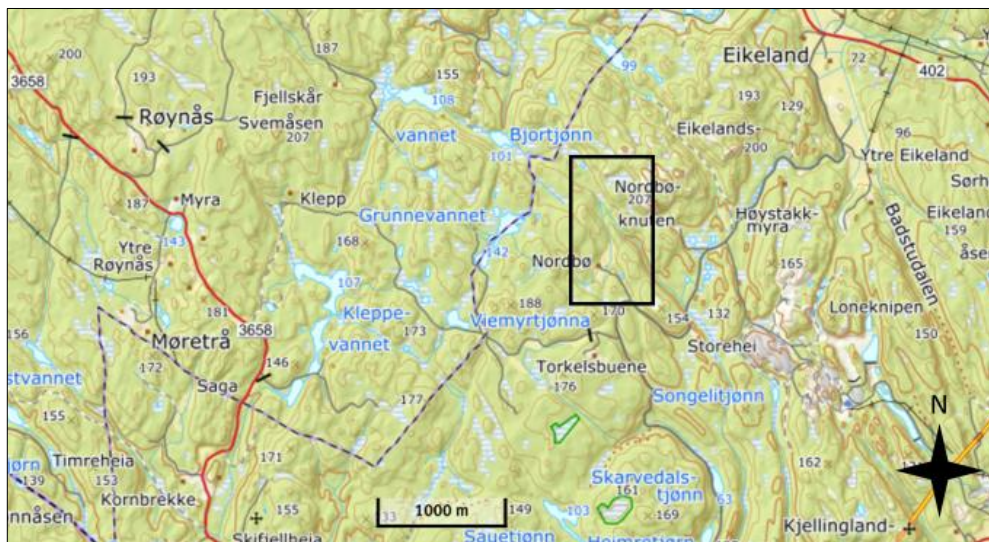
Anke Degelmann

INNHOOLD

1	Innledning	3
2	Sammendrag	3
3	Krav om innhold i tiltaksplan	4
3.1	Redegjøre for aktuelle gjennomførte geologiske/kjemiske undersøkelser i området.	5
3.2	Sikre at arbeidet ikke medfører spredning, og at forurenset masse kommer til deponi	10
3.3	Inndeling i ulike fraksjoner av sulfid og akseptkriterier	10
3.4	Undersøkelse av sulfidholdig stein til bestemmelse av ulike fraksjoner av sulfid	11
4	Håndtering av de ulike fraksjonene med sulfidstein	12
5	Nedslagsfelt og avrenning	13
6	Praktisk fremgangsmetode i felt	15
6.1	Vurdering av risiko for forureningsspredning	16
6.2	Tiltak for å oppfylle krav	17
6.3	Disponering av sulfidholdig masse	17
7	Kontroll og overvåking	17
8	Krav om faglig kompetanse og tiltakshavers ansvar	18
9	Referanser	19

1 Innledning

COWI AS har fra Asko fornybar AS fått i oppdrag å lage en tiltaksplan for håndtering av sulfidholdige masser i forbindelse med etablering av vindkraftanlegg, samt tilhørende adkomstveier, på Nordbø i Lillesand kommune. Denne tiltaksplanen gjelder for adkomstveiene og områdene hvor vindkraftanleggene skal settes opp.



Figur 1: Tiltaksområde er lokalisert vest for Rv 402 Lillesand-Birkeland på Eikeland/Nordbø

2 Sammendrag

Fylkesmannen i Aust- og Vest-Agder, og Lillesand kommune har tidligere bestemt at oppfølging av sulfid i Lillesand, skal håndteres av kommunen med hjemmel i forurensningsforskriften. Denne tiltaksplanen gjelder bl.a. for tomtene med gnr/bnr 22/1 og 23/1.

Denne tiltaksplanen vil gi en beskrivelse av analysene gjort av sulfid fra områdene hvor det skal sprenges. Tiltaksplanen vil også vise hvordan tiltakene er tenkt gjennomført og hvordan overvåking skal være i henhold til standard tiltaksplan for Lillesand og forurensningsforskriftens § 2-6. Håndteringen av sulfid i tiltaksområdet vil bli gjort i henhold til den beskrevne tiltaksplan. Det vil bli benyttet berggrunnsgeolog gjennom anleggsperioden.

Kombinasjonen av sulfid, vann og luft gir svovelsyre. Oppgaven blir derfor å hindre mest mulig vann i å komme i kontakt med områdene med sulfid, og spesielt etter at bore- og sprengningsarbeidet har startet. Det vannet som kommer i kontakt med sulfid, vil kunne få lav pH. Hvis denne vannmengden er liten vil det enkleste tiltaket være å heve pH igjen.

Det er tatt steinprøver, som stikkprøver i feltet, i forbindelse med befaring og kartlegging med erfaren berggrunnsgeolog i området. Noen få plasser ble det ikke tatt steinprøver. Her ble steinen vurdert visuelt.

Befaringen viste at forekomsten av sulfidholdig berg med potensiale til sur avrenning er begrenset til noen få steder langs adkomstveien.

Lokaliseringen av tiltaksområdet er vist på **Error! Reference source not found.** Terrenginngrep skal foregå i et område med lite tidligere menneskelig påvirkning på naturen. Det er en eksisterende adkomstvei fra Nordbøveien (Eikeland – Bjelland) til Nordbø gård. Videre går det en skogsvei i nordlig retning, og som ender opp ved en myr. Dette er den eneste etablerte fremkomstveien til området som ligger i den nordøstlige retningen (Figur 2). Den største andelen av ny tilførselsvei må gå gjennom ulendt og kronglete terreng med få fjellblotninger.

Denne tiltaksplanen beskriver prinsippene for de avbøtende tiltakene som skal gjennomføres. Hovedprinsippet er å hindre mest mulig vann i å komme i kontakt med sulfidholdige masser, og hindre vannet å drener langs sulfidholdige bergoverflater. Viktigste tiltak blir å lede mest mulig vannet utenom de sulfidholdige massene.

Hvis alle tiltakene blir gjennomført i henhold til tiltaksplanen, så vil vannmengden som kan strømme gjennom ferdig utlagt sulfidholdig fylling ved prosjektets slutt bli nesten null. Viktig at overvann fanges opp, og grunnvann drenerer gjennom ren stein med skjellsand/solaritt i bunnen. Skjellsand og solaritt vil gi økt pH til vannet, og det er et viktig tiltak ved håndtering av sulfid at vannet i området har en så høy generell pH som mulig.

3 Krav om innhold i tiltaksplan

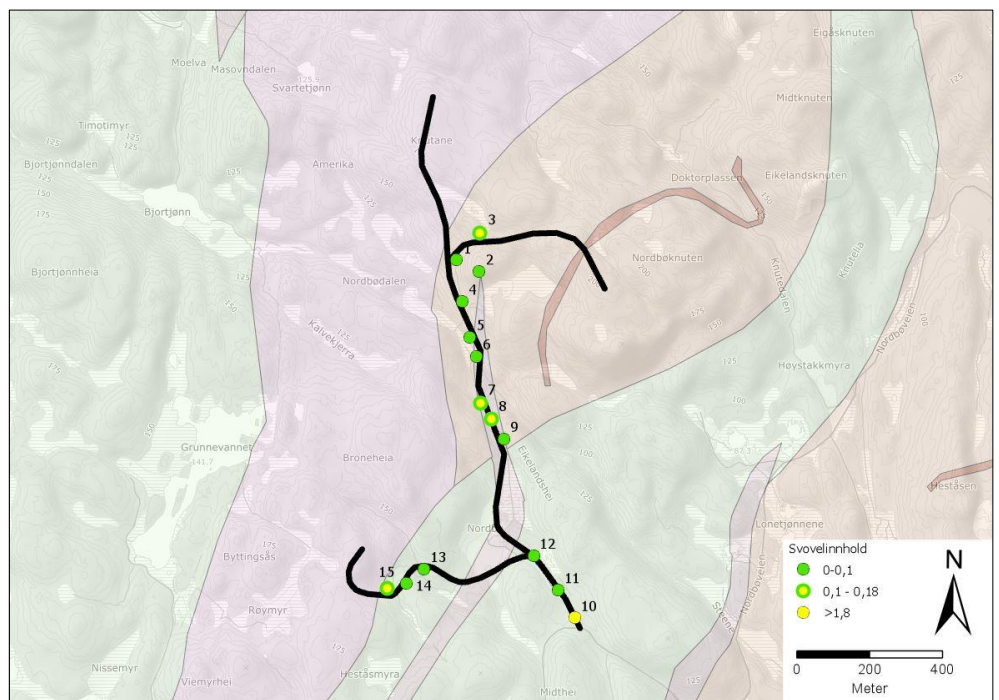
Forurensningsforskriften gir følgende elementer som skal inn i en tiltaksplan;

- > Redegjøre for aktuelle gjennomførte geologiske/kjemiske undersøkelser i området.
- > Redegjøre for tiltakshavers plikt til å gjennomføre de tiltak som sikrer at anleggsarbeidet, herunder oppgraving og disponering av forurenset masse, ikke medfører forurensningsspredning eller fare for skade på helse eller miljø, og at forurenset masse som ikke disponeres på eiendommen, skal leveres til godkjent deponi eller behandlingsanlegg med tillatelse etter forurensningsloven.
- > Redegjøre for;
 - > Eventuelle akseptkriterier fastsatt etter § 2-5 bokstav a,
 - > Vurdering av risiko for forurensningsspredning under arbeidet som følge av terrenginngrepet, jf. § 2-5 bokstav b,
 - > Hvilke tiltak som skal gjennomføres for å oppfylle kravene i § 2-5, samt tidsplan for gjennomføring,
 - > Hvordan forurenset masse skal disponeres,
 - > Hva som vil bli iverksatt av kontroll og overvåking under og etter terrenginngrepet, dersom det er behov for dette,
 - > Dokumentasjon for at tiltakene vil bli gjennomført av godkjente foretak, jf. forskrift 22. januar 1997 nr. 35 om godkjenning av

foretak for ansvarsrett og foretak med særlig faglig kompetanse dersom det er stilt krav om dette, jf. § 2-7.

3.1 Redegjøre for aktuelle gjennomførte geologiske/kjemiske undersøkelser i området.

Kartleggingen ble gjennomført 02.04.2019 etter en periode med fint vær og lite nedbør. Det var allikevel vannføring i alle bekker. Myrene var uttørket på overflaten. Det er tilkomstvei til Norbø gård og en skogsvei lenger nord, men største delen av område er ulendt og vanskelig terreng med fjellbløtninger på toppene som er pegmatitt eller granittisk øyegneis. Båndgneisen og amfibolitt opptrer på dalsidene og i bekkedraget. Begge bergartene er ganske forvitret.



Figur 2: Prøvepunkter i tiltaksområdet tegnet inn på berggrunnskart (NGU.no). Berggrunnen består av båndgneis (grønt), migmatitt (rødblunt), amfibolitt (brunrosa) og granittisk øyegneis (rosa).

Bergartene i område er kartlagt på NGU sitt berggrunnskart 1:50 000 med båndgneis (grønt), migmatitt (rødblunt), amfibolitt (brunrosa) og granittisk øyegneis (rosa). På Nordbøknuten er det kartlagt en gang med diabas som størknet i migmatitten. Markante fjellknaus og topper som Nordbøknuten består av bergarten pegmatitt. Pegmatitten er ikke vist på NGU sitt kart, men kunne observeres i feltet og vises på 1. utgave av NGU sitt berggrunnskart blad Lillesand 1:50 000, Padget, P.: 1994.

Beskrivelse av påviste bergarter:

Båndgneisen

Båndgneisen i områder er representert med en finkornet granoblastisk kvarts-, feltspat-, glimmergneis. Gneisen er oppsmuldret langs korngrensene med svake mineralhinner. Forholdet mellom lyse (kvarts og feltspat) og mørke (biotitt og

hornblende) mineraler veksler noe fra lokalitet til lokalitet, men i all hovedsak er innholdet av lyse mineraler høyere enn innholdet av biotitt. Mengdeforholdene mellom disse veksler lagvis, slik at bergarten får et båndet utseende. Gneisen er stedvis skifrig og forvitret. Ved konsentrerte lag med biotitt er den bleknet og ser nesten ut som gullflak. Samtidig opptrer det en typisk rustfarge med oransje – gult og rødbrun farge av forvittringshuden på ytterste lag i steinen. Generelt virker gneisen ganske mottakelig for forvitring – generelt er større blokker derimot er mer motstandsdyktig mot forvitring enn små stein.



Figur 3: Båndgneis, fin-middelskornet kvarts-plagioklas-biotitt gneis funnet ved prøvepunkt 3 – ligger under pegmatitten, svovel 0,132 %, peroksid ingen reaksjon



Figur 4: Båndgneis med høy glimmerandel. Prøven er skifrig med tydelig foliasjon, svovel 0,81 %, peroksidtest ingen reaksjon.



Figur 5: Skogsvei i nordlig retning.



Figur 6: Prøve nr. 7, 0,169 svovel,



Figur 7: Typisk sulfidholdig gneis med mørkebrunrød, oransje og gule forvitningsfarger. Prøve nr. 10 med svovel 0,876 og peroksid 1,9° kelvin



Figur 8: Kwarts-plagioklas-biotitt gneis, lyst og forvitret med oransje-gul forvitningsfarger, lite mørkerødt, svovel ubetydelig. Prøve nr. 14.

Amfibolitt

Amfibolitter opptrer som flere 10 meter brede bånd i gneisen, og strekker seg fra Hesåsen i nordøstlig retning. Ved Nordbø svinger amfibolittbåndet mot nord og kiler ut. Amfibolitten har hornblende som hovedmineral, noe biotitt og feltspat. Den er mørk og har på lik linje som gneis en forvitningshud med rødbrun farge. Amfibolitten er massiv og virker mer motstandsdyktig mot forvitring. Amfibolitten inneholder svovel i ubetydelige konsentrasjoner.



Figur 9: Amfibolitt langs skogsvei nord for Nordbø gård

Granittpegmatitter

Granittpegmatitter opptrer som sammenhengende større partier som ganske tjukke kakene over gneisen. De kan forekomme som linser konforme med foliasjonen, som linser i omgivende gneis eller som tynne slirer/bånd som en del av gneisen. Her har pegmatittene en større utbredelse og er flere meter eller opptil flere 10-talls meter tykk, markert med bl.a. Nordbøknuten. Granittpegmatitter danner liten/ ingen fare for sur avrenning.



Figur 10: Pegmatitt på en topp vest for Nordbøknuten

3.2 Sikre at arbeidet ikke medfører spredning, og at forurenset masse kommer til deponi

I henhold til forurensningsforskriften skal tiltakshaver gjennomføre tiltak som sikrer at anleggsarbeidet ikke medfører forurensningsspredning eller fare for skade på helse eller miljø. Videre at forurenset masse som ikke disponeres på eiendommen, skal leveres til godkjent deponi eller behandlingsanlegg med tillatelse etter forurensningsloven. For å kunne oppfylle dette kravet kreves det at det til enhver tid er klart hvilken grad av sulfidkonsentrasjon det er i de ulike massene som håndteres, og at det er utarbeidet en plan for hvordan de ulike fraksjonene av sulfidholdig masse skal håndteres. Det tas ut borestøvsprøver av fjell som skal sprenges i de områdene som pekes ut i denne rapporten. Gamle fyllmasser antas å være stedlige masser som vurderes med lik forurensningspotensiale enn berget på stedet.

Det foreslås å bruke stedlige masser lokalt, og tillate knusing av påvist ren stein for bruk til oppbygging av vei hvor det er behov for grus og pukk (godkjent til veibygging). Masser med påvist svovelinnhold kan brukes til oppbygging av vei og anlegg over vannivå, men ikke knuses. Berggrunnsgeolog følger opp massehåndtering.

3.3 Inndeling i ulike fraksjoner av sulfid og akseptkriterier

For et gitt område vil det være en nær sammenheng mellom innholdet av sulfid, og innholdet av svovel i bergartene i området. Fordi det er enklere å analysere på innholdet av svovel brukes det som skillegrense for de ulike fraksjonene av sulfidholdig berggrunn.

Fylkesmannen i Aust- og Vest Agder, og Birkenes kommune er i ferd med å revidere felles retningslinjer og grenseverdier for håndtering av sulfidholdige masser. COWI har tidligere, og bruker fremdeles, enda strengere krav til håndtering av forurensete masser i Lillesand kommune. COWI bruker grenseverdi på 0,1 % svovel. 12 av 15 prøver ble analysert med XRF-analyse og med hydrogenperoksidtest. Lillesand kommune bruker i dag følgende verdier fra Bestemmelser og retningslinjer til kommuneplanens arealdel 2011-2023. Sulfidholdige masser som skal kunne bli deponert på et område må ha et lavere innhold enn 3 % sulfid (1,25 % svovel), og massene må bli deponert i tiltaksområdet.

Fremdeles anvendt inndeling fra Lillesand kommune sine retningslinjer;

Tabell 1: Inndeling etter svovelinnhold fra kommuneplanens arealdel 2011-2023

Svovelinnhold %	Krav til håndtering	Krav om tiltaksplan, jf. forurensingsforskriften §2-6
≤ 0,18 % svovel	Ren stein.	I hovedsak ikke krav om tiltaksplan. Dersom avrenning fra tiltaket berører sårbare resipienter, kan kommunen kreve tiltaksplan eller på en måte kreve avbøtende tiltak dersom utsprenget volum er større enn 1000m ³ steinmasse og svovelinnholdet er nært opp til grenseverdien.
0,18 - 1,25 % svovel	Lav sulfidstein-steinmassene kan lagres og benyttes i tiltaksområdet	Det stilles krav om utarbeidelse av tiltaksplan etter forskriftens §2-6
> 1,25 % svovel	Stor fare for forurensning. Steinmassene må deponeres i spesialdeponi for sulfidholdig stein	Krav om utarbeidelse av tiltaksplan. Tiltak osm i vesentlig grad berører steinmasse med stor fare for forurensning kan utløse krav om utslippstillatelse etter forurensningslovens §11 for både anleggsperioden og for etableringen av spesialdeponi.

Alternativt kan sulfidholdig stein testes med peroksidmetoden for å avgjøre om den har potensiale for syredannelse eller ikke. Peroksidmetoden går ut på at borestøvet blandes ut i 7 % hydrogenperoksyd, og så måles temperaturendringen etter 25 minutter. Hvis temperaturredifferansen er under 1,2° Kelvin, så defineres prøven som ikke syredannende. Stein som ikke er syredannende, men har fått påvist sulfid i XRF-målingen, kan da brukes som ren stein uten risiko. Hvis prøven defineres til ikke å være syredannende i peroksydmetoden, så skyldes det at sulfiden i steinen ikke er tilgjengelig. Dårlig "tilgjengelighet" for sulfiden forklares ved hvordan de ulike mineralene er fordelt i steinen, som igjen gjør den mer motstandsdyktig mot forvitring. Forvitringen i slike bergarter, som får temperaturendring under 1,2° K i peroksydmetoden, er mye langsommere enn for bergarter som får over 1,2° K, og med den langsomme forvitringen så blir ikke syredannelsen et problem.

3.4 Undersøkelse av sulfidholdig stein til bestemmelse av ulike fraksjoner av sulfid

Steinprøvene gir et godt bilde av bergartene som finnes i området. Det viser seg at det er bergarten deklarerert som båndgneis er den bergarten med størst fare for sur avrenning. Lavt sulfid finnes kun i en prøve (punkt 10) men siden det er noe usikkerhet rundt nedre grenseverdi 0,18 % med mistanke om at konsentrasjoner lavere enn 0,18 % kan gi fare for sur avrenning, skal arealer med svovelkonsentrasjoner mellom 0,18 % og 0,1 % undersøkes nærmere med uttak av borestøvsprøver. Dette gjelder for adkomstveien rundt prøvepunkt 3, 7, 8, 10 og eventuell 15. Avgrensing av områdene hvor det tas ut borestøvsprøver foretas i samråd med geolog.

Antall borestøvsprøver på hvert enkelt sted avhenger av hvor stort volum som skal sprenges. Lillesand kommune har følgende krav i forhold til volum som skal sprenges og antall borestøvsprøver;

- > Inntil 100 m³ som sprenges 2 borestøvsprøver
- > 100 m³ - 500 m³ som sprenges 2 borestøvsprøver
- > 500 m³ - 1 000 m³ som sprenges 3 borestøvsprøver
- > 1 000 m³ - 5 000 m³ som sprenges 3 + 1 prøve per 500 m³ over 1 000 m³
- > over 5 000 m³ som sprenges 10 + 1 prøve per 1000 m³ over 5000 m³

Mengden med fjell som skal sprenges er ikke fastsatt inntil endelig veitrasé er bestemt. Det ble ikke tatt ut borestøvsprøver for å oppfylle kravet. Fremkomst i område med borerigg er umulig på nåværende tidspunkt. Uttak av borestøvsprøver er tenkt gjennomført i et tidlig stadium i anleggsfasen, slik at man har kontroll over massene.

Tabell 2: Resultat fra steinprøvene tatt i tiltaksområde

Prøve merket	Resultat svovel ppm	Resultat svovel %	Vurdering grenseverdi 0,18 %	Temperatur start ° C	Temperatur slutt ° C	Temperatur diff. ° C	Vurdering peroksidtest	Geologi
1	846	0,085	ren stein	22,5	22,5	0	lite potensiale for sur avrenning	kvarts- plagioklas-biotittgneis, noe rusten, forvittringshud, hullrom med forvittringssøm
2	767	0,077	ren stein	22,5	22,5	0	lite potensiale for sur avrenning	pegmatitt veldig grovkornet, ikke rusten
3	1316	0,132	vurderes etter fremtidig krav som "lav sulfid"	22,5	22,5	0	lite potensiale for sur avrenning	Fin-middelkornet kvarts-plagioklas- biotitt gneis, lite rust
4	813	0,081	ren stein	22,5	22,7	0,2	lite potensiale for sur avrenning	Finkornet forvitret glimmergneis, skifrig , biotitten er blekket ut
5			vurderes som ren stein				lite potensiale for sur avrenning	pegmatittkropp i migmatitten bergartsgrense til amfibolitt
6			vurderes som ren stein				lite potensiale for sur avrenning	Middelskornet glimmergneis lik prøve 4
7	1688	0,169	vurderes etter fremtidig krav som "lav sulfid"	22,6	22,7	0,1	lite potensiale for sur avrenning	Fin-middelkornet forvitret og veldig rusten gneis- biotittgneis med hornblende / skifrig
8								fin- middelskornet biotittgneis, forvittringshud på ytterste kanten 1cm - skifrig, biotitt blekket
9	369	0,037	ren stein	22,7	22,7	0	lite potensiale for sur avrenning	Forvitret amfibolitt, rusten på utsiden med oransjefarget rustfarge
10	8760	0,876	lav sulfid	22,7	24,6	1,9	høy potensiale for sur avrenning	Finkornet kvarts - plagioklas-biotitt gneis, rusten, mørkerødt, oransjefarget, noen gul farge - rusten på utsiden
11	501	0,050	ren stein	22,7	22,9	0,2	lite potensiale for sur avrenning	fin-middelskornet biotittgneis, tynn forvittringshud på utsiden, brun biotitt
12	365	0,037	ren stein	22,7	22,9	0,2	lite potensiale for sur avrenning	finkornet lys kvartsrik båndgneis, lite rusten og noe forvitret
13	302	0,030	ren stein	22,7	22,8	0,1	lite potensiale for sur avrenning	Fin-middelskornet forvitret rusten båndgneis, mye biotitt.
14	316	0,032	ren stein	22,7	22,8	0,1	lite potensiale for sur avrenning	Finkornet gneis, noe rusten på utsiden og på tvers av foliasjonen, forvitret
15	1121	0,112	ren stein - vurderes etter fremtidig krav som "lav sulfid"	22,7	22,9	0,2	noe potensiale for sur avrenning	Finkornet kvarts-plagioklas-biotittgneis, forvitret, rusten på utsiden

4 Håndtering av de ulike fraksjonene med sulfidstein

Masser som kommer i definisjonen "Lav sulfidstein" skal disponeres på området, men på en slik måte at de i størst mulig grad blir skjermet mot eksponering av

vann. Det vil si at massene ikke kan legges nederst veifylling hvor vann drenerer.

Stedlige påvist rene masser er tenkt å fylle ut i myrområder og fordypningsoner og langs stigninger. Det vil være behov for mye masser for å utjevne høydeforskjell mellom dalene og toppene.

- > De sulfidholdige massene må legges slik at grunnvannet ikke kan komme i kontakt med dem, og at eventuell drenering fra grøfter drenerer utenom sulfidholdig masse.
- > Det bør ligge et medium under sulfiden som øker pH, og i dette tilfellet er det valgt solaritt. Solaritt går ikke like lett tett som skjellsand, og det er valgt solaritt med størrelse 4-8 mm.
- > Bekker og dreneringsrenner legges i rør under veien og kalkes der hvor det er sulfidholdige masser.

All utlegging av lavsulfid på tiltaksområdet vil bli målt inn med yttergrenser; topp og bunn, og alle sider. Disse innmålingene skal senere overleveres til Lillesand kommune. Lokalisering av områdene hvor lavsulfid vil bli lagt tilbake i grøfta, vil bli gjort der hvor det er mest hensiktsmessig i forhold til fremdrift og det rent praktiske i forhold til prosjektet. Samtidig som punktene ovenfor vil bli fulgt. Lillesand kommune som forurensningsmyndighet vil få et kart med innmålt lavsulfid områder når prosjektet er ferdigstilt.

Masser som kommer i definisjonen "Høy sulfidstein" skal transporteres til godkjent deponi eller behandlingsanlegg med tillatelse etter forurensningsloven. Det er så langt ikke påvist høyt sulfid i tiltaksområdet. Overskuddsmasser med "lavt sulfid" innhold skal kjøres til godkjent mottaksanlegg.

5 Nedslagsfelt og avrenning

Nedslagsfeltet for nedbør til tiltaksområdet er ganske stort. Det ser ut som om hele eller nesten hele tiltaksområde drenerer til Fjelldalselva bekkefelt. Fjelldalselva ble undersøkt og prøvetatt i forbindelse med diverse prosjekter og utredninger. E 18 prosjektet, Statoil Kjerlingland og Grandal-Kjerlingland (Resipientundersøkelse i Nystem, ca. 2 km sør for Nordbø i 2019).

Fjelldalselva bekkefelt er registrert i Vanndatabasen som vannforekomst 020-5-R, vannregion Agder, vannområde Tovdal, Kommune Lillesand. Vanntypenavn er middels, kalkfattig, klar (TOC-2-5). Økologisk tilstand er dårlig basert på biologiske klassifiseringsdata.

Miljøstatus.no henviser til forekomst av elvemusling i nedre delen av elva observert i 1989 og i 2008.

Kjemisk tilstand er ukjent. Det ble foretatt undersøkelser før og i byggefasen i E18 prosjektet, datasettene er dermed gamle. Det foreligger flere analysedata fra Statoil Kjerlingland prosjekt i 2015/2016. Her ble det tatt ut vannprøver i Fjelldalselva og i bekken som renner ned fra Kjerlingland. I forbindelse med YX utbygging og ble det foretatt en resipientundersøkelse i Nystem ca. 2 km nedstrøms tiltaksområde i 2019. Rapporten er ikke utarbeidet enda.

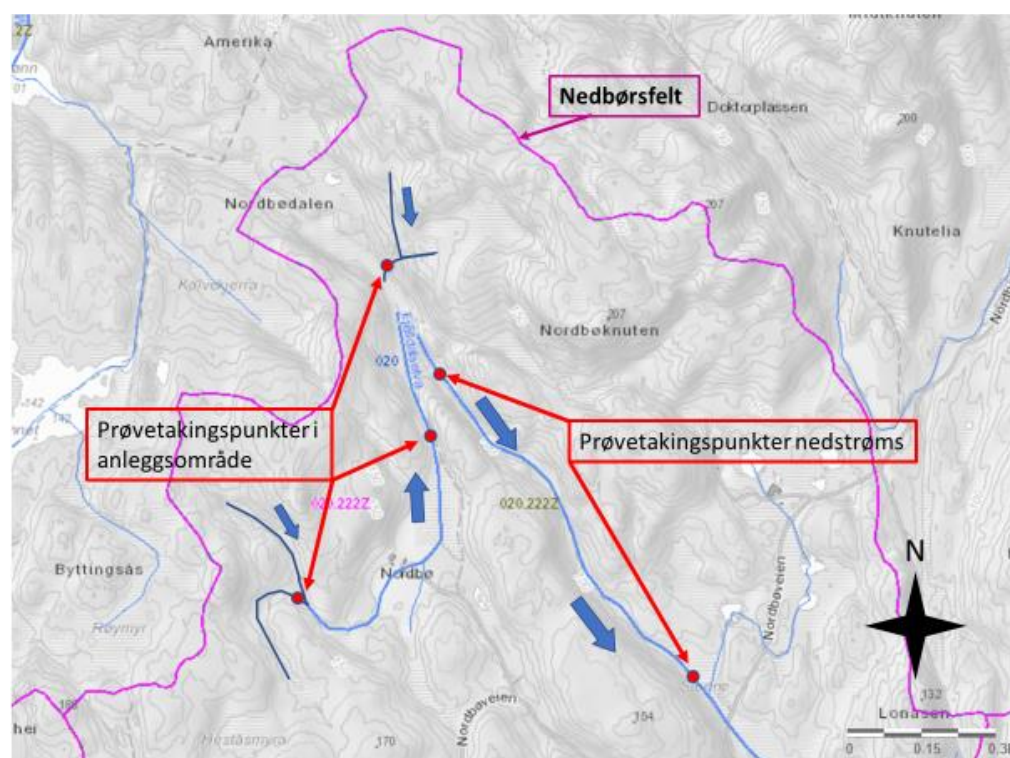
Forsuringsindeks for bunnfauna vurderes som dårlig (2008) Forsuringstilstand som god – moderat (2006), næringsforhold som god / svært god.

Fjelldalselva er et godt ørret- og sjøaurevassdrag i Lillesand kommune (NIVA-rapport 3743-97)

Vannet er forsuret oppstrøms i skogsområdene og kalkes med skjellsand (Kalkingsprogram i Lillesand kommune). Vassdraget er ikke vernet.

En undersøkelse fra Høgskolen i Sørøst-Norge, studieprogram akvatisk økologi konkluderer med at kapasitet og tåleevne av Fjelldalselva som resipient vurderes som dårlig. Område er klassifisert som svært følsomt lokalt og forurensninger vil gi stor effekt, den ikke kan dempes.

Nedbørsfeltet til tiltaket utgjør om lag ca. 1 km². Hele nedbørsfeltet til vassdraget (020.222Z) omfatter 11,49 km². Fjelldalselva drenerer mot kysten og munner ut i Blindleia.



Figur 11: Nedbørsfelt og dreneringsretning til Fjelldalselva. Røde punkt viser plassering av prøvepunkt. Eventuell justeres uttakspunkter til vannprøver.



Figur 12: Myra vest for Nordbøknuten, den må krysses med vei

6 Praktisk fremgangsmetode i felt

Dette prosjektet vil innebære terrenginngrep i et område med generelt liten påvirkning fra mennesker. Adkomstveiene benytter seg av allerede etablerte skogs- og grusveier hvor det er mulig. I tillegg må det graves og sprenges i jomfruelig terreng også. Noe som vil innebære store terrenginngrep med utgraving av løsmasser, særlig myrmasser og sprengning i fast fjell.

I henhold til sulfidhåndtering og overvåking skal det gjennomføres følgende:

Det må under anleggsarbeidet måles pH hver dag av entreprenøren, og entreprenøren må også gjennomføre kalking hvis vannet i bekkene bli surt. Det er ønskelig å holde pH over 5,5. Det enkleste tiltaket for entreprenøren i forhold til sulfid vil være å holde områder med sulfid tørt. Det kan eventuelt gjøres med å pumpe vannet forbi de delene av grøfta hvor det er påvist sulfid, samtidig som man hindrer overflatevann i å komme ned i grøfta. Entreprenøren kan under

anleggsarbeidet benytte miljøansvarlig for å diskutere og finne frem til tiltak som vil hindre eller begrense uheldig sulfidpåvirkning.

Deponeringsstedet for de sulfidholdige massene skal være i adkomstveiene og det er viktig at de sulfidholdige massene blir lagt på en høyde som sikrer at grunnvannet ikke kan komme opp til de sulfidholdige massene.

Sulfidholdige masser skal ikke legges ut i fordypningssoner og myrer. De skal ikke komme i kontakt med vann.

Området må tilføres kalk slik at pH i forsenkingene blir så høy at metaller feller ut. Det er ønskelig med en pH på over 5,5 men helst så høy som mulig (men ikke over 10). I tillegg kan det være nødvendig med generell kalking i terrenget der hvor det blir boret og sprengt i sulfidholdig stein.

6.1 Vurdering av risiko for forurensningsspredning

Under arbeid med sulfidholdig berggrunn er det to typer av forurensningsspredning som kan oppstå. Det er;

- > spredning av sulfidholdig masse, og
- > spredning av sur avrenning.

Nøkkelen til å unngå spredning er til enhver tid å vite hvor de sulfidholdige massene er, og beskytte disse mot større vanntilstrømming. Hvis sulfidholdig masser holdes mer eller mindre tørre, vil det bli minimalt med sur avrenning. Det vil gjøre all oppfølging mye enklere.

Risikoen for spredning ligger i at sulfidholdig stein blir lagt et sted den ikke skal, eller at sur avrenning med høyt metallinnhold drenerer ut av området.

Det vil være daglig måling av pH i overflatevann i anleggsperioden. Og så vil det bli tatt vannprøver av avrenning fra hele områdene hver 14.dag.

- > Det tas flere runder med vannprøver i prøvepunktene oppstrøms og nedstrøms før anleggsarbeidet med boring og sprenging av sulfid holdige masser begynner, slik at man har bakgrunnsdata fra upåvirket bekkevann.
- > Så blir det fortløpende prøvetaking hver 14-dag med vannprøver i anleggsfasen.
- > Etter anleggsfasen: Prøvetaking frem til godkjent sluttrapport hos myndighetene foreligger.

Det vil være en tett oppfølging som vil registrere hvis konsentrasjonene overstiger akseptkriteriene, som er basert på bakgrunnsverdier for området. Bakgrunnsverdiene for området skal måles flere måneder før anleggsstart, slik at man får et helhetlig bilde av tiltaksområdet.

Oppsettet over vil gi en beskrivelse av vannkvaliteten før oppstart (bakgrunn), og så en jevnlig prøvetakingsperiode i anleggsfasen. Resultatene fra prøvetakingen bør hele tiden vurderes på byggemøtene. Hvis behov, kan det avgjøres justeringer av tiltak på byggemøtet.

6.2 Tiltak for å oppfylle krav

For å oppfylle de krav som er satt, vil det være oppfølging i form av overvåking, og deretter vil ulike virkemidler bli satt i kraft hvis de skisserte planene for håndtering av sulfidholdige bergarter ikke virker.

Det viktigste for å oppfylle krav som er nødvendige for å sikre at ikke anleggsarbeidet medfører forurensningsspredning eller fare for skade på helse eller miljø, vil være å skjerme vann fra å komme i kontakt med sulfiden. Skulle det vise seg at det allikevel ikke lykkes å holde målte verdier innenfor akseptkriteriene, vil det med mindre overskridelser bli forsøkt med å begrense vanntilstrømningen ytterligere og tilføre mer kalk.

Det viktigste er at rent vann inne på områder hvor det er sulfid i grunnen, blir skjermet fra sulfiden. Det vil sikre at det er minst mulig vann som eventuelt må behandles. Derfor bør rent overflatevann fra blant annet fremtidige tak og asfalterte flater, bli ledet ut av områder med sulfid.

6.3 Disponering av sulfidholdig masse

Basert på klassifiseringsinndelingen av de sulfidholdige massene, vil sulfidholdige masser bli deponert lokalt på anleggsområdet (Lav sulfid), eller bli deponert på et godkjent deponi eller behandlingsanlegg med tillatelse etter forurensningsloven.

Disponering av lavt sulfid på anleggsområdet vil bli gjort som presentert i kapittel 3.

7 Kontroll og overvåking

Området er stort og det er behov for flere overvåkingspunkter langs Fjelldalselva. Det renner en bekk ned fra Knutane område og drenerer til en myr som er opphav av en sidebekk til Fjelldalselva. Denne bekken hadde vannføring selv etter en tørr periode i mars. Vest for Nordbø gård er det opphav for en bekk i skogen. Her skal det etableres prøvepunkt for oppstrømsmålingene. Nedstrøms etableres det prøvepunkter i Fjelldalselva, rett ved utløpet fra anleggsområde og lenger nedstrøms i elven.

Viktig for å ha kontroll over partikkelavrenning og avrenning fra sprengstein skal overvåkingsprogram omfatte turbiditet og nitrogen/ ammonium.

For å kontrollere partikkelutslipp vil det være nyttig med å etablere terskler med jord og sandmasser eventuell med et innblandet buffermedium for å holde partikler tilbake samtidig til å få økt pH i avrenningsvannet om det skulle være behov for det.

- > Det foreslås et opplegg med at det tas pH-måling og eventuelt vannprøver hver 14. dag hvis det er vannføring i prøvepunktet.

Overvåking av miljøfaglig personell vil være befaringer på anleggsområdet jevnlig, og vurdering av vannkvalitet og mengde i felt gjennom anleggsperioden. Deltagelse i byggemøter i starten av anleggsperioden, og så lenge det er nødvendig for å sikre god håndtering av sulfidholdig stein, og akseptable vannkvaliteter ut fra området.

Følgende prøveparametere vil bli brukt for uttak av vannprøver;

- > Labilt Al, reaktivt Al, total Al, pH, sulfat, konduktivitet, alkalitet og turbiditet, Total nitrogen, ammonium.
- > Tungmetaller, kalsium, magnesium, jern og mangan

8 Krav om faglig kompetanse og tiltakshavers ansvar

Kommunen kan hvis ønskelig be om at tiltakshaver ved gjennomføring av undersøkelser etter § 2-4 (Krav om undersøkelser) og utarbeidelse av tiltaksplan etter § 2-6 i forurensningsforskriften, benytter foretak med særlig faglig kompetanse.

I forhold til tiltakshavers ansvar vises det til forskriftens § 2-8 annet ledd; "Kommunens godkjenning fratår ikke tiltakshaver ansvaret for at tiltakene er tilstrekkelige i henhold til § 2-5." Dette er et punkt som er viktig at tiltakshaver er kjent med.

COWI vil være miljørådgiver gjennom hele prosessen, og bistå tiltakshaver i forbindelse med råd og anbefalinger når det gjelder håndtering og behandling av sulfid.

9 Referanser

- Ref. 01: **Padget, P. (1993):** Bergrunnskart Lillesand 1511-1, 1:50000, Norges Geologiske Undersøkelse
- Ref. 02: **Vann-nett.no:** Norges Vassdrags- og energidirektoratet
- Ref. 03: **Vannportalen.no:** Database til vannforvaltning, miljødirektoratet.no
- Ref. 04: **Miljøstatus.no/miljødirektoratet**
- Ref. 05: **Hindar, Atle, 2005:** Karakterisering av vannkjemisk status i bekker og innsjøer før utbygging av E18 Grimstad-Kristiansand, Statens Vegvesen, Region Sør, NIVA, Rapport Lnr. 5065-2005.
- Ref. 06: **Hindar, Atle, Iversen Egil, R. 2006:** Utsprenging i sulfidholdig berggrunn på Storemyr i Lillesand- effekter på vannmiljø og forslag til tiltak, Lillesand kommune/SFT/FM i Aust-Agder, NIVA, Rapport 5316-2006.
- Ref. 07: **Lillesand kommune 2011:** Bestemmelser og retningslinjer til kommuneplanens arealdel 2011-2023.
- Ref. 08: **Benedicte Broderstad og Jens Fjellvik Østvik 2016:** Klassifisering av miljøtilstand i Fjelldalselva, Lillesand kommune, Høgskolen i Sørøst-Norge
- Ref. 09: **- Pearce, Adam 2018 (University of Oslo):** A Mineralogical and Geochemical Description of Potentially Acid-producing Gneisses from the Lillesand Area, Department of Geosciences, University of Oslo