

DESEMBER 2021
JUST INVEST AS



TILTAKSPLAN TIL HÅNDTERING SULFIDHOLDIG BERG VED HOMBORSUND BRYGGE I GRIMSTAD KOMMUNE

TILTAKSPLAN

ADRESSE COWI AS
Tordenskjolds gate 9
4612 Kristiansand S
TLF +47 02694
WWW cowi.no

Dokument informasjon

TITTEL:	Tiltaksplan til håndtering sulfidholdig berg ved Homborsund brygge og nærmiljøsentre i Grimstad kommune		
COWI-KONTOR:	Kristiansand, Tordenskjoldsgate 9		
OPPDRAK NR:	A236232	Dokumentnummer	001
UTGIVELSESDATO:	17.12.2021	Antall sider:	23
TILGJENGELIGHET:		Antall vedlegg:	
UTARBEIDET:	Anke Degelmann november/desember 2021	Sign.	
KONTROLLERT:	Tor Egil Larsen 17.12.21	Sign.	
GODKJENT:	Anke Degelmann	Sign.	
OPPDRAKSGIVER:	Just Invest AS	Oppdragsgivers kontaktperson:	Hans Petter Gilje
KONTAKTINFORMASJON SAKSBEHANDLER:	Anke Degelmann, adeg@cowi.no mobil: 907 919 75		
STIKKORD:	Tiltaksplan, Grimstad Forurensset grunn, sulfid		
FOTO PÅ FORSIDE:	Bildet tatt på feltarbeidet i oktober 2021		

RAPPORT VERSJON:	DATO:	SIGNATUR:
01	17.12.21	
02 rev. versjon, 1.utkast Endringer i sammendrag og kap. 1, 4, 5 og 6.	16.08.23 KS gjennomført av Martha Helle Dybo- endelig rapport sent 16.08.23	 



SAMMENDRAG

I forbindelse med planlagt utbygging av Homborsund brygge og nærmiljøsentre i Grimstad kommune er COWI AS engasjert av Just Invest AS til å utarbeide en tiltaksplan til håndtering av sulfidholdig berg.

Deler av Grimstad kommune er innenfor aktsomhetsområdet for sulfidholdig bergarter i Agder, og det utløser mistanke om at det kan dannes sur avrenning ved utsprenning av fjell. Ved inngrep i grunnen der det er mistanke om forurensning skal det, i henhold til kapittel 2 i forurensningsforskriften, utføres undersøkelser for å kartlegge forurensningsgraden (1). Lillesand kommune har i samarbeid med andre lokale myndigheter utarbeidet en ny veileder til klassifisering av syredannende bergarter.

I Homborsund er det registrert forskjellige bergarter bl.a. båndgneis i en stripe langs kysten i denne delen i Grimstad kommune. Miljøteknisk undersøkelse med håndholdt boremaskin er gjennomført. Det ble tatt ut prøver til analyse og det ble påvist sulfidholdig fjell i område.

Etter forurensningsforskriften kapittel 2, §2-6 Krav til tiltaksplan, må det utarbeides en tiltaksplan som følge av planlagte terrenginngrep i forurenset grunn.

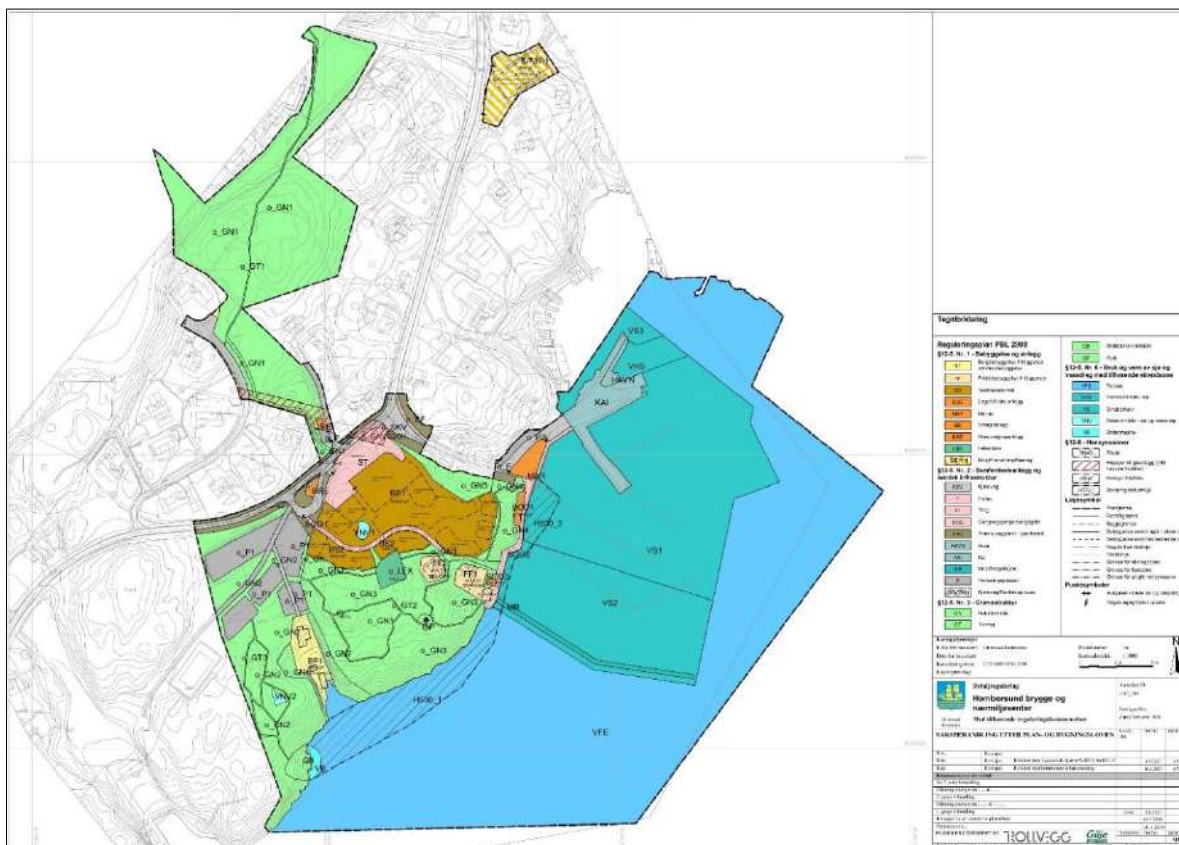
Denne tiltaksplanen gjelder for reguleringsplan Homborsund brygge og nærmiljøsentre, vist på Figur 1-1.

INNHold

1	Innledning	7
2	Krav til innhold i tiltaksplan	9
3	Geologiske utredninger	10
3.1	Prøvetaking og kartlegging	10
3.2	Faglig geologisk tolkning av resultatene	12
4	Kjemiske undersøkelser	13
4.1	Undersøkelse av sulfidholdig stein	13
4.2	Inndeling i ulike fraksjoner for sulfid og akseptkriterier	13
4.3	Analyseresultater	14
4.4	Håndtering av de ulike fraksjonene med sulfidstein	15
5	Miljøstatus og avrenning	16
5.1	Miljøstatus Homborsundfjorden (resipient)	16
5.2	Avrenning	17
5.3	Overvåking	17
6	Risiko for sur avrenning og tiltak	20
6.1	Identifisering av sulfidførende berg	20
6.2	Risiko for forurensningsspredning	20
6.3	Håndtering av forurenset masse og avbøtende tiltak	21
7	Referanser	23

1 Innledning

Gilje byggrådgivning v/ Hans Petter Gilje på vegne av Just Invest AS v/Bård Johannesen har gitt COWI AS i oppdrag å klassifisere forekomster av sulfidholdig berg Gnr./Bnr. 172/36 og 165/16 i Grimstad kommune. Eiendommen ligger i på Homborsund mellom Kistevigveien og Nalsteinveien og grenser til Homborsundfjorden (Figur 1-1).



Figur 1-1: Utdrag fra Detaljregulering for Homborsund brygge og nærmiljøsent. Det er tenkt å sprengne mest i arealer merket med rosa (torg) og brun (sentrumsformål) farge.

Det er tenkt å etablere et nærmiljøsent med butikk, kafe og boliger samt at bryggeanlegg skal utvides. Homborsund er et kjent turistområde for båtturister, og område vill få et løft med tanke på tilbud for turister og med boliger med beliggenhet nær kysten. Det er planlagt parkering i parkeringskjeller og parkeringsplasser på sørvestsiden av eiendommen.

Bergartene i området inneholder sulfider i varierende konsentrasjoner og denne tiltaksplanen skal gjøre rede for håndtering av sulfidholdig berg.

Saksgang og kommentar til møtereferatet:

I møte med kommunen 02.06.23 kom det anmerkninger til COWI sin tiltaksplan utarbeidet 17.12.21. Møtereferatet henviser til behov for komplettering. Grønn tekst viser vår kommentar til punkter i referatet:

«Kart som viser hvor tiltakene i avsnitt 6.3 gjennomføres samt kart som viser avrenningsområde og avrenningsretninger.»

Rapporten ble omarbeidet og kart med avrenningsmønster vises i kapittel 5.

«Enkel plan for prøvetaking av syredannende fjell ved gjennomførende.»

Plan for prøvetaking i anleggsfasen og oppfølging er beskrevet i kapittel 6.

«Kontroll og oppfølging – plan for overvåking av vannkvalitet før, ved og etter gjennomførende skal innarbeides. Forslagsvis kvartals- eller halvårsvis prøvetaking fra start gjennomførende til 2-3 år etter gjennomførende.»

Overvåking og prøveplan er beskrevet i kapittel 5.

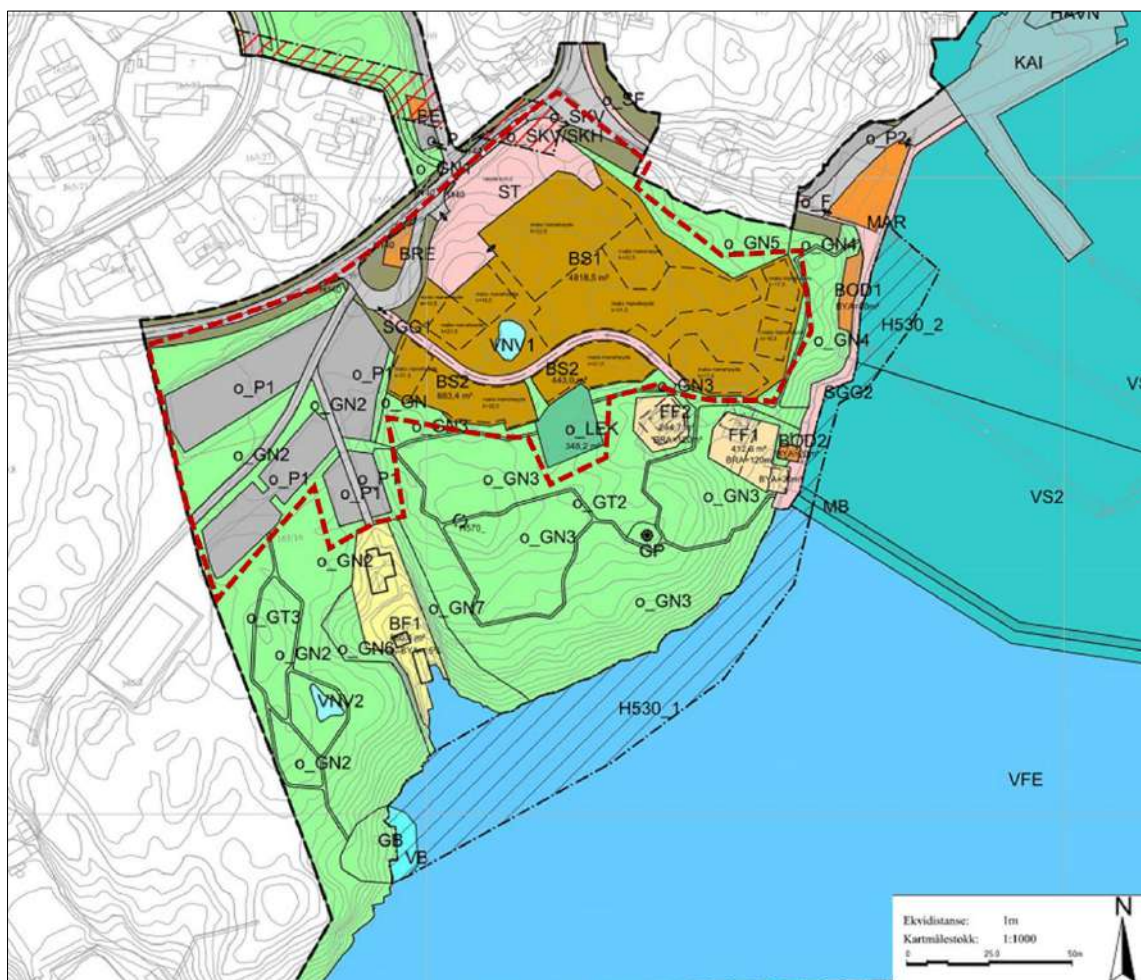
«I COWI sin rapport angis at sulfidholdige masser skal lagres på kommunal grunn. Løsningen er ikke beskrevet i konsekvensutredning eller planbeskrivelse. Foreslått løsning er ikke tenkbar og må tas ut av tiltaksplanen».

Reguleringsplanen omfatter flere eiendommer og denne reguleringsplanen ble tatt som grunnlag for vurderingene i denne tiltaksplanen. Tiltaksområde er vist på

Forslaget til bruk av forurensede masser tillat til bruk innenfor tiltaksområde baseres på følgende vurdering:

- > Eksisterende parkeringsplass er godt egnet til lagring av middels syredannende sprengstein
- > Fyllingen kan legges tørt uten gjennomstrømning av grunnvann
- > Tildekking med asfalt (anses som tett dekke)
- > Avskjæring av overvann
- > Rent overvann samles og ledes direkte til sjøen
- > Reduksjon av klimagassutslipp i forhold til transport til deponi
- > Reduksjon av trafikkbelastning langs Homborsundveien vs. transport av syredannende til deponi
- > Unødvendig bruk av kapasitet på deponi/ mottaksanlegg som har allerede begrenset kapasitet i sulfidcellen (muntlig samtale med Libir as, 15.08.23)

Dette alternativet ble valgt fordi det anses som mest hensiktsmessig at sulfidførende masser som kan per definisjon brukes til lokal utfylling med tiltak, ikke skal kjøres til mottaksanlegg, men skal brukes innenfor tiltaksområde (planområde).



Figur 1-2: Rød stiplet linje viser omtrentlig avgrensning av tiltaksområde for tiltaksplanen

2 Krav til innhold i tiltaksplan

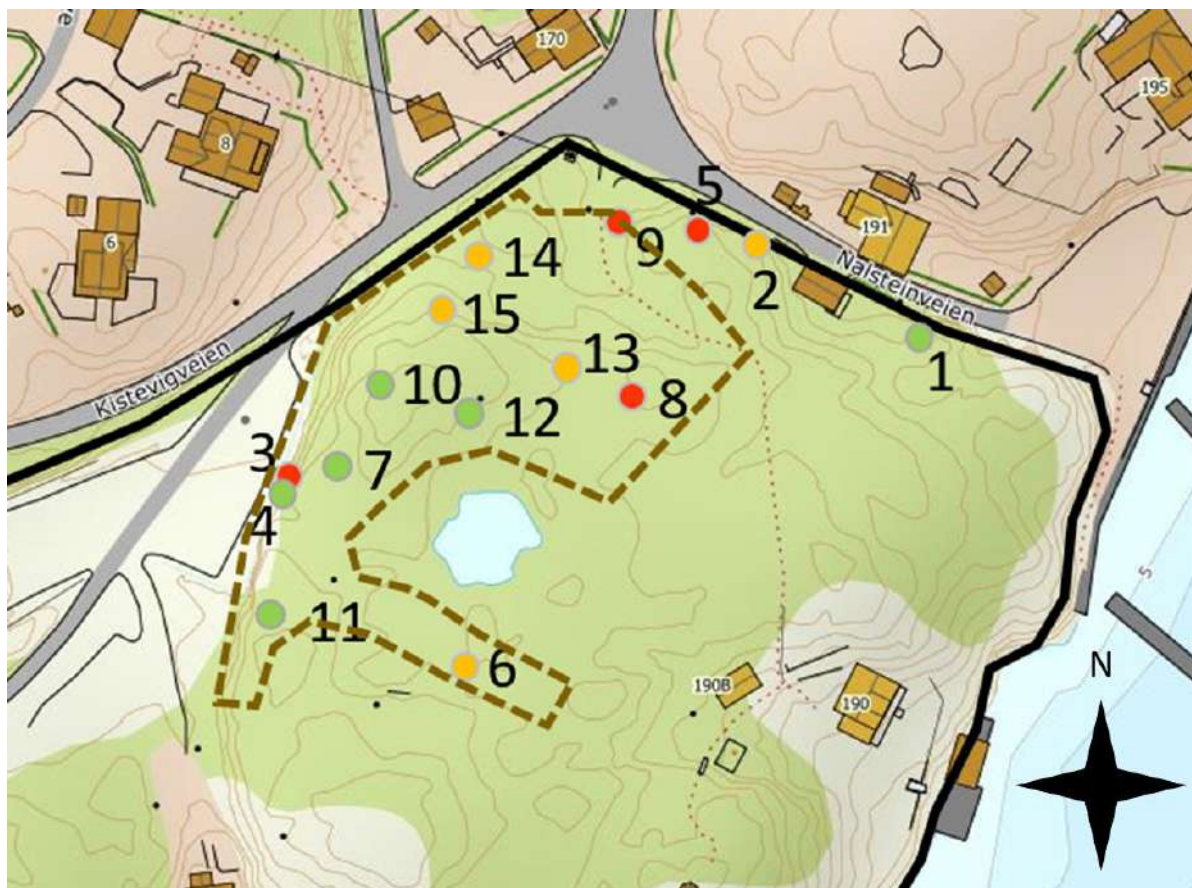
Forurensningsforskriften gir krav til følgende elementer som skal være med i tiltaksplanen for syredannende berg;

- > 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 og/eller miljø, og at forurenset masse som ikke disponeres på eiendommen, skal leveres til godkjent deponi eller behandlingsanlegg med tillatelse etter forurensningsloven.
- > Redegjøre for følgende paragrafer i forurensningsloven
 - > 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.
 - > Vannforskriften §12

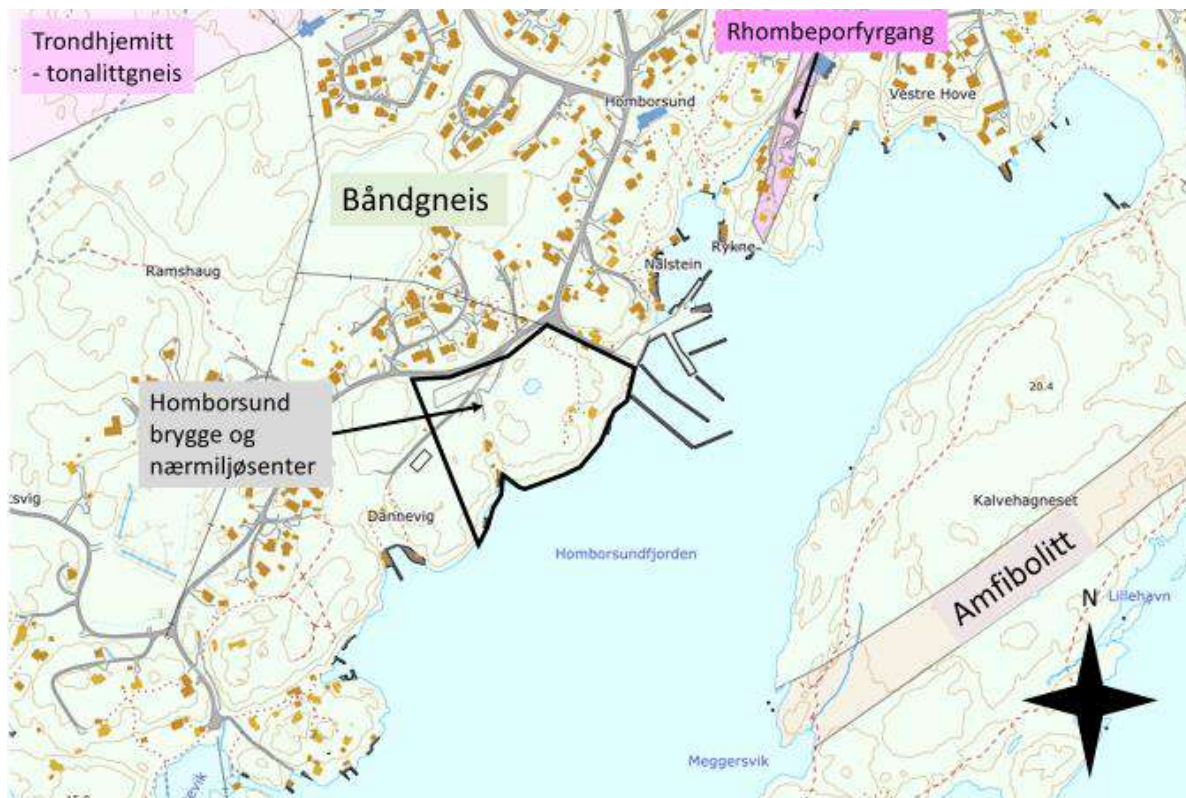
3 Geologiske utredninger

3.1 Prøvetaking og kartlegging

I oktober 2021 ble det utført en geologisk befaring i tiltaksområdet sammen med oppdragsgiver og geolog som står ansvarlig for uttak av borestøvsprøver. Totalt ble det tatt ut 15 stk. borestøvsprøver som ble sent til analyse. Figur under viser lokalisering av prøvepunkter og avgrensning av sprengningsområde med brun stiplet linje.



Figur 3-1: Fjellknaus med prøvepunkter, grønne punkter markerer rene prøver, oransje punkter markerer prøver med middels syredannende potensiale og rød punkter markerer sulfidsoner med høyt syredannende potensiale. (Kilde: norgeskart.no)



Figur 3-2: Utdrag fra berggrunnskart 1:50 000, målestokk ca. 1:5 000. Sort omriss markerer tiltaksområde.
Kilde: NGU.no/kart/berggrunn

Båndgneisen i området 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 som representerer de mørke mineralgruppen. Mengdeforholdene mellom disse veksler lagvis, slik at bergarten får et båndet utseende.

Gneisen langs Homborsundsveien videre mot vest viser tydelige forvitningsfarger etter jern- og sulfidforvitring. Bergarten viser en tydelig foliasjon når man ser på den på overflaten. I eksisterende utsprenge skjæringer er det tegn til forvitring og rustdannelse, delvis oppsmuldret og skifrig med tydelig tegn til rust og gulfarge.

Andre bergarten som ble observert på befaringen var pegmatitt. Pegmatitten opptrer i lag med gneisen eller opptrer som sammenhengende kropp eller som kake over gneisen. I nordlige delen av tiltaksområde er det registrert en større sammenhengende pegmatittkropp.



Figur 3-3: Prøve nr. 2 på bildet til venstre. Prøve nr. 12, fjellbløtning i pegmatitt på bildet til høyre

3.2 Faglig geologisk tolkning av resultatene

Knausen, midt på området, består av bergarten pegmatitt og delvis av båndgneis. Båndgneisen defineres som kvarts-plagioklas-biotitt gneis som er den typiske sulfid- gneisen. Båndgneisen er finkornet og viser lagdeling og forvitring og rust langs lagdelingen. Rustfarge tyder på jernforvitring. Gule og gulbrune, og mørkerøde forvitningsfarger er et hint til sulfidforvitring. Biotittanrikninger er observert langs lagdelingen. Båndgneisen er oppsmuldret langs korngrensene. Rustdannelse observertes langs korngrensene.

Forvitringen og rustdannelse er sterkere på sprekkeflater i dagen, det ser ut som om det skjer også en oppkonsentrering av forvitningsprodukter av svovel og jern på disse overflatene.

Andre bergarten som observertes er pegmatitt. Pegmatitt er en grovkornet lys bergart med mineraler kvarts, feltspat og biotitt. Pegmatitten kan inneholde sulfider som ikke er forvitret. Det er vanligvis lave konsentrasjoner av svovel i bergarten. Pegmatitten reagerer ikke med peroksidtesten.

Utbredelsen av pegmatitten kan være betydelig, og det antas at det er områder med veksel av båndgneis og pegmatitt i småskala, slik at de to bergartene ikke kan skilles fra hverandre.

Veilederen legger vekt på forvitringsgrad av sulfidmineralene og dannelse av sekundærmineraler som kan være vannløselige. Dette vil tas hensyn til ved vurderingen av massene i anleggsfasen.

4 Kjemiske undersøkelser

4.1 Undersøkelse av sulfidholdig stein

Det skal for alle områder hvor det skal sprenges, tas en borestøvsanalyse. Antall borestøvsprøver avhenger av hvor stort volum som skal sprenges. kravet er basert på Lillesand kommune sine retningslinjer:

- > 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

Det er gjort et estimat på at det skal sprenges om lag 7 700 m³ i prosjektet (se brunt markert areal i Figur 3-1). Det utgjør 15 borestøvsprøver. Totalt ble det tatt ut 15 borestøvsprøver med håndholdt bor.

4.2 Inndeling i ulike fraksjoner for sulfid og akseptkriterier

En prosjektgruppe med styre i Lillesand kommune har utarbeidet en veileder til "Retningslinjer for tiltak i områder med syredannende gneis". Disse retningslinjene ble lagt til grunn for håndtering av sulfid i prosjektet.

Grimstad kommune stiller krav til undersøkelse av syredannende bergarter.

Tabell 4-1: Inndeling og grenseverdi etter svovelinnhold og med hydrogenperoksidtest etter "Nye retningslinjer for tiltak i områder med syredannende gneis.", versjon

Innhold av svovelforbindelser i deler per million og % totalt svovel.	Kategori	Krav
<1500 ppm <0,15 %	Lavt svovelinnhold	Dersom Hydrogenperoksidtest av samme prøve viser lav eller middels syredanningspotensial anses massene som ikke syredannende . Dersom Hydrogenperoksidtest av samme prøve viser høyt syredanningspotensial anses massene som syredannende .
1500-8 000 ppm 0,15 – 0,8 %	Middels svovelinnhold	Dersom Hydrogenperoksidtest av samme prøve viser lav syredanningspotensial anses massene som ikke syredannende . ¹⁰ Dersom Hydrogenperoksidtest av samme prøve viser middels eller høyt syredanningspotensial anses massene som syredannende .
>8 000 ppm >0,8 %	Høyt svovelinnhold	Massene anses som syredannende . Hydrogenperoksidtest av prøven skal fortsatt kjøres, men er ikke utslagsgivende.

Svovelanalyse blir brukt til å bestemme sulfidkonsentrasjon i bergarten. Dette blir gjort siden det er klar sammenheng mellom sulfidinnhold og svovelinhold i denne typen bergarter. Svovelanalyser er også enklere og billigere å gjennomføre enn direkte analyser av sulfid. Prøvene ble analysert med hjelp av XRF-instrument.

Peroksidtesten er en test som skal si noe om potensiale for sur avrenning. Den ble utviklet til E 18 prosjektet Grimstad - Kristiansand for å ha en hurtigtest på anlegg som kan identifisere pyritt som er et sulfidmineral, og dermed berggrunnens potensiale til sur avrenning på samme dag. Peroxidtesten blir utført på en prøve av knust steinmateriale eller på en borestøvprøve. Materiale blir blandet med 7 % hydrogenperoksidløsning. Siden dette utløser en kjemisk reaksjon hvor det frigjøres energi i form av varme, måles temperaturøkningen etter 25 minutter. Om temperaturøkningen er høyere 0,7 °C vurderes materiale som syredannende.

4.3 Analyseresultater

De kjemiske analysene ble utført hos Vannlaboratoriet AS. Laboratoriet har mest erfaring på gjennomføring av XRF-analyser og peroksidtest.

Resultatene for analysene er vist i Tabell 4-2.

Resultatene er klassifisert i henhold til "Retningslinjer for tiltak i områder med syredannende gneis".

I henhold til den nye Veilederen fra Lillesand kommune ble peroksidtesten utført på prøver med svovelskonsentrasjon over 0,15 % svovel. Dette omfatter en steinprøve og en borestøvprøve.

Ved svovelskonsentrasjon >0,15 % og temperaturøkning med >0,7 °C skal prøven klassifiseres som syredannende. Det vil si at berggrunnen klassifiseres som syredannende.

Tabell 4-2: Tabellen viser resultatene fra steinprøvene klassifisert med inndeling etter svovelinhold og med hydrogenperoksidtest i henhold til "Nye retningslinjer for tiltak i områder med syredannende gneis.», versjon 2,4

Prøve merket	Resultat ppm svovel	Resultat % svovel		Temperatur diff. ° C	Geologi beskrivelse
1	738	0,074	lav		Båndgneis / sprekkesystem
2	4280	0,428	middels	0,8	Båndgneis / sprekkesystem
2	1371	0,137	lav		Båndgneis / sprekkesystem
3	7906	0,791	høy	2,0	Båndgneis / sprekkesystem
4	179	0,018	lav		forkastning
5	4158	0,416	høy	1,3	Båndgneis /Pegmatitt grense
6	3882	0,388	middels	0,9	Båndgneis i lag med pegmatitt
7	132	0,013	lav		pegmatitt
8	3067	0,307	høy	1,2	Båndgneis i lag med pegmatitt
9	6084	0,608	høy	42,2	Båndgneis forvitret og uforvitret
10	403	0,040	lav		Pegmatitt
11	321	0,032	lav		Pegmatitt
12	749	0,075	lav		Pegmatitt
13	4985	0,499	middels	0,5	Båndgneis
14	3751	0,375	middels	0,4	Båndgneis i lag med pegmatitt
15	2928	0,293	middels	0	Båndgneis i lag med pegmatitt

Det ble tatt 15 borestøvsprøver til sammen og det er påvist svovel over grenseverdi i 9 av det 15 prøvene med 0,293 % - 0,791 % svovel. 4 av prøvene reagerer med over eller akkurat 1,2 °C temperaturøkning med peroksidtesten og vurderes dermed som syredannende. To prøver reagerer moderat, 3 prøver reagerer ikke eller med lav temperaturøkning. 7 prøver hadde svovelskonsentrasjon lavere enn grenseverdi og ble dermed ikke videre undersøkt med Peroksidtesten.

4.4 Håndtering av de ulike fraksjonene med sulfidstein

Etter veilederen vil masser som defineres som ren stein, det vil si stein med svovelinnehold <0,15 %, eller peroksidtest hvor temperaturforandringen er mindre enn 0,7 °C, disponeres fritt uten noen form for begrensning eller oppfølging.

Masser med svovelinnehold >0,15 % krever måling av reaktivitet for vurdering av syredannelsesevne. Dette ble gjort ved prøver 2, 3, 5, 6, 8, 9 og 13-15.

Håndtering av massene på Homborsund brygge og nærmiljøseater skal skje på følgende måte:

- > Bergarter rundt prøvepunkter 3, 5, 8 og 9 kategoriseres som syredannende med høyt syredannende potensiale.
- > Prøve nr. 2 og kategoriseres som middels syredannende, og kan benyttes lokalt innenfor tiltaksområde.
- > Prøve nr. 13 – 15 er påvist masser med lav syredannende potensiale, men har påvist svovel over grenseverdi. Kan brukes til fylling innafor tiltaksområde.
- > Masser rundt punkt 1, 2, 4 og 10 -12 er rene. De kan kjøres vekk eller brukes som ren stein til oppbygging av fylling for parkeringsplass.



Figur 4-1 Terrengmodell med terrenginnsnitt som viser hvor det er tenkt å sprengje

Mer detaljert beskrivelse av identifikasjon og håndtering av syredannende berg er beskrevet i kapittel 6.

5 Miljøstatus og avrenning

5.1 Miljøstatus Homborsundfjorden (resipient)

Vannforekomstens navn i databasen fra miljødirektoratet vann-nett.no er Homborsund ID 0121010100-C, Kystvann. Vassdragsområde 020, vannregion Agder, 2,8 km² areal. Vanntype er beskyttet kyst/fjord med vanntypekode CS3723222, økoregion Skagerak med liten tidevannsforskjell (< 1 m) med beskyttet bølgeeksponering.

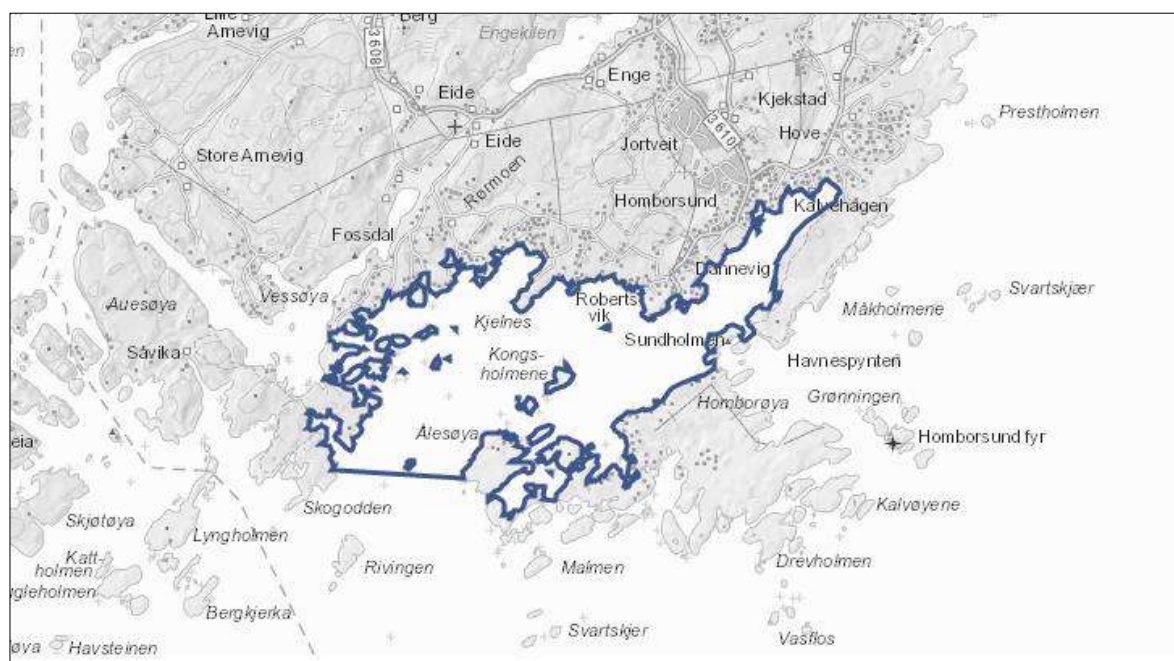
Homborsundfjorden er påvirket av diffus avrenning fra havneaktivitet i middels grad og fra avrenning fra fritidsbåter og renseanlegg i liten grad.

Tiltakspakke for småbåthavner i Tovdals regionen med "Tiltak for å forebygge eller kontrollere forurensning fra urbane områder, transport og annen bygningsmessig infrastruktur" er satt i gang med kartlegging av havneanlegg og utarbeidelse av avfallsplaner for småbåthavner.

Økologisk tilstand er klassifisert som moderat. Det eksisterer flere prøvepunkter i sjøen som ble opprettet når NIVA undersøkte sjøresipienten i 2015. Prøver ble undersøkt for diversitet for bløtbunnsfauna og grabbgjennomsnitt samt sensitivitetsindex for marin bløtbunnsfauna og grabbgjennomsnitt. De er klassifisert som god for de parametere.

Kjemisk tilstand er klassifisert som dårlig for de meste PAH -forbindelser. Ammonium og undersøkte metaller er klassifisert med kjemisk god tilstand. Totalnitrogen og nitrat samt fosfor er svært god.

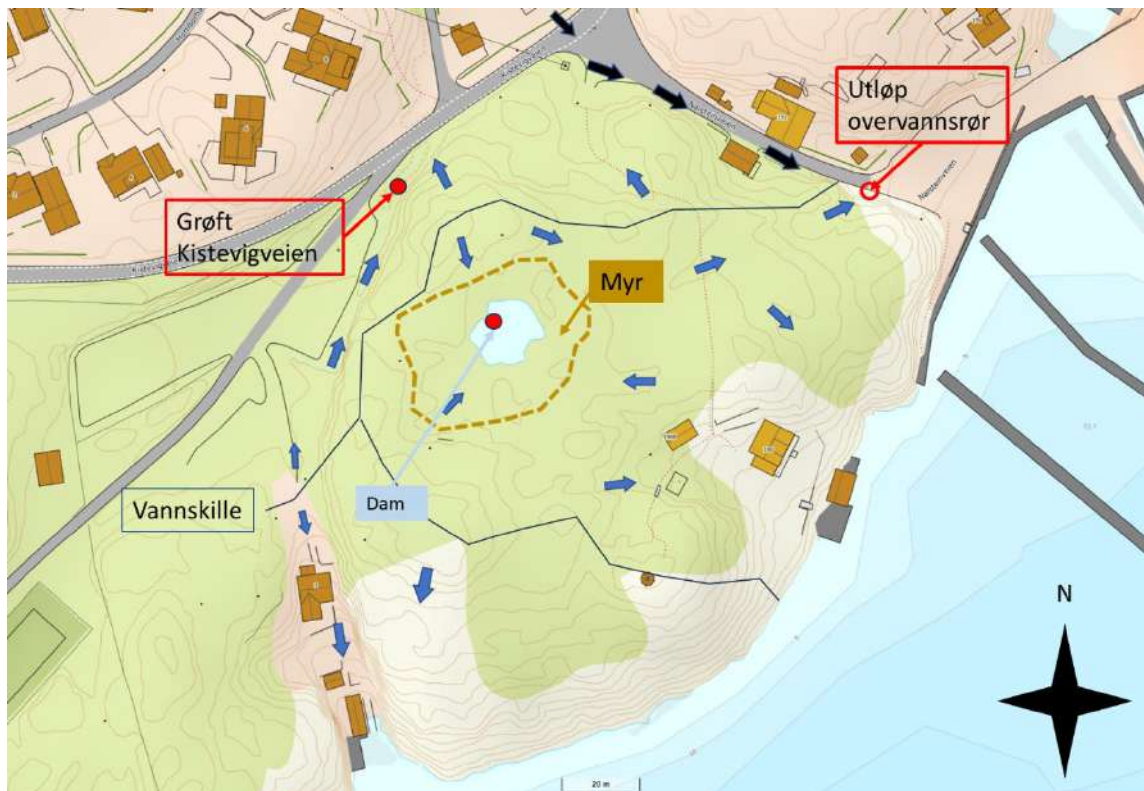
Det er en liten dam innenfor tiltaksområdet som ble prøvetatt den 16.09.20. Dammen er et naturlig oppsamlingsbasseng av regnvann. Det ble tatt ut en vannprøve og vannkvaliteten er akseptabelt. Lav pH med 5,8 er vanlig for overvann i områder med syredannende gneisbergarter. Sulfatkonsentrasjon er 9,8 mg/liter. Konsentrasjonen for labilt aluminium er 35 µg/liter. Grenseverdi for labilt aluminium er 50 µg/liter. Parametere anses som tilfredsstillende for overvann i områder med sur nedbør og sulfidførende bergarter.



Figur 5-1: Vannforekomst Homborsundfjorden med avgrensning / blå linje

5.2 Avrenning

Avrenning fra tiltaket går via grøft og terreng til Homborsundfjorden som saltvannsresipient. Det ble foretatt terrenginngrep i område tidligere og det ble lagd grøfter og rør til oppsamling av overvann. Drenering av område er litt diffus. Størst andel av overvannet renner av mot nord og videre til via kryss Kistevigveien / Nalsteinveien til sjøen. Sør delen av tiltaksområde vil renne direkte til dammen i midten av område og myra rundt dammen eller direkte til sjøen. Dammen ligger høyt i terreng, men kan få avrenning fra sprengning fra enda høyre liggende terreng rundt dammen. Det er et lite nedbørsfelt rundt dammen, dette betyr lite vanntilførsel til dammen.



Figur 5-2 Avrenningsmønster og mulige prøvepunkter for tiltaket er vist med røde punkter.

I vestlig kant av planområde ved eiendommen Kistevikveien 3 ble det ikke observert bekkeløp eller vannrenne som har utløp til sjøen. Det er et vannskille mellom eiendommen og parkeringsplassen slik at det vil bli svært lite vann som kan renne av via denne eiendommen.

Ellers var det ikke observert rennende vann i grøftene rundt og i planområde. Med bakgrunn i et svært lite nedbørsfelt er vannmengden begrenset dog må det tas hensyn til at ved nedbør og åpen fylling med syredannende vil det oppstå sur avrenning etter kort tid. Masser som har høyt syredannende potensiale, vil kjøres vekk fortløpende og masser med middels syredannende potensiale vil brukes til utfylling.

5.3 Overvåking

Nedbørsfelt til tiltaket er begrenset og det antas at det vil renne lite vann i område. Det er satt opp til et prøvetakingsprogram for prøvepunkter med mulig vannføring i perioder med mye nedbør. Figur 5-2 ovenfor viser punkter som kan være aktuelle for uttak av vannprøver for overvåking av avrenning.

Det var ingen avrenning innafor planområde ved alle befaringer i 2021 og 2023. Det var kun rennende vann ut fra et rør som hadde utløp nede ved Nalsteinveien. Dette er sannsynligvis overvann som kommer fra et område lenger oppe i nedbørsfeltet. pH-verdien i vannet var 7,6 ved feltmåling. Det ble ikke tatt vannprøve siden det ikke er helt avklart hvor vannet kommer fra.

Det ble tatt vannprøve i dammen i 2021 og i 2023. Resultatene fra prøvetaking i 2021 viser god vannkvalitet, pH 5,8. Analyser fra 2023 forela ikke ved rapportskrivningen (16.08.23). Det var ikke vannføring i andre prøvepunkter. Feltmåling viste 6,3 for pH i dammen.

Prøveparametere for kjemisk overvåking av vanntilstanden er vist i Tabell 5-1.

Tabell 5-1: Oversikt over analyseparametere og frekvens i anleggsfasen

Analysepakke	Analyseparametere	Frekvens i anleggsfasen	Frekvens etter og før anleggsfasen	Prøvepunkt
Basisparametere	Konduktivitet, pH, eventuell turbiditet	Daglig overvåking i felt	3 målinger i løpet av ett år	Avrenning fra anlegg generelt
Basisparametere	Suspendert stoff, alkalitet, fraksjonert aluminium (labilt, illabilt og reaktivt aluminium), sulfat	Hver 14. dag i anleggsfasen ved vannføring	3 målinger i løpet av ett år	Grøfta ved Kistevigveien og Dam (om det er avrenning dithen)
Metaller	Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn, As, Fe, Mn Ca, Mg og Al	Månedlige prøver	3 målinger i løpet av ett år	Grøfta ved Kistevigveien og Dam

Figur 5-3, Figur 5-4 og Figur 5-5 viser målepunkter for overvann i område. Bildene ble tatt i august 2023.



Figur 5-3 Dammen i planområde. Bildet er tatt fra nordlig kant av dammen



Figur 5-4 Gjengrodd grøft i nordenden mellom område med fjellknaus og parkeringsplassen. Prøvepunkt er plassert ved Kistevigveien i enden av parkeringsplassen



Figur 5-5 Utløp av overvannsrør ved Nalsteinveien ca. 10 meter nord for kaifronten

6 Risiko for sur avrenning og tiltak

6.1 Identifisering av sulfidførende berg

- > Mest forekommende bergart er båndgneis – fin-middelskornet kvarts-plagioklas-glimmer gneis
- > Ut fra borestøvsprøvene og visuell vurdering av fjellblotninger eller sprengte overflater er bergarten båndgneis oppsmuldret langs korngrensene og viser rustfarge etter sulfidforvitring
- > En del av prøvene ble tatt i sprekkesoner og her kan det være anrikninger av forvittringsprodukter til sulfider som kan gi høyt utslag på svovelanalysen
- > Det forekommer bergarten pegmatitt som kan ansees som ikke syredannende og kan enkelt skilles visuelt fra gneisen siden den er grovkornet med hvitgrå farge
- > Geolog bør være til stedet under sprengningsarbeidet for å bistå med å skille masser fra hverandre
- > Uttak av ytterlige borestøvsprøver for hver salve ca. 1 prøve per 100 m³ – 200 m³

Det er viktig at ved utsprengning og håndtering av massene at man har kontroll over de forskjellige fraksjonene. Hvilke masser kan håndteres som rene masser, hvilke masser kan håndteres lokalt til fylling og arrondering av terreng og hvilke masser må kjøres til godkjent mottak. Håndtering av steinmasser er beskrevet i kapittel 6.3

6.2 Risiko for forurensningsspredning

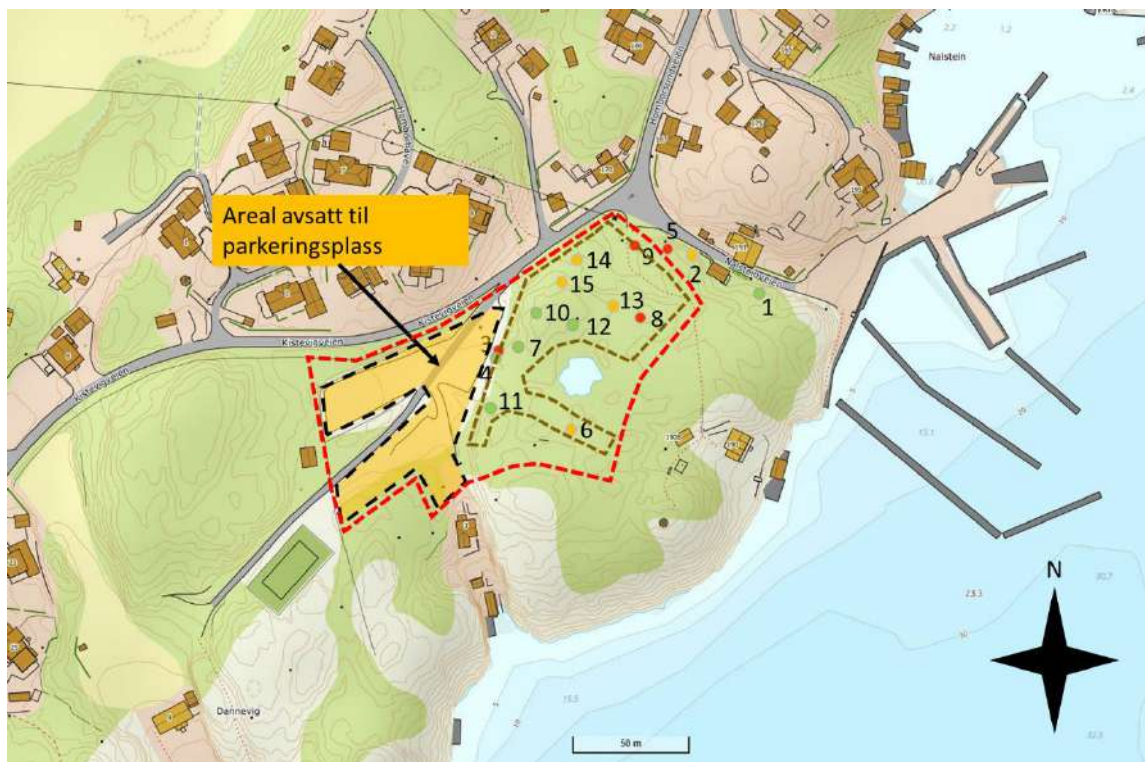
Under arbeid med sulfidholdig berggrunn er det to typer av forurensningsspredning som kan oppstå.

Dette er;

- a) spredning av sulfidholdig masse og
- b) 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. Kartleggingen viser at ca. en tredjedel av berggrunnen er ren estimert etter antall prøver og analyseresultater.

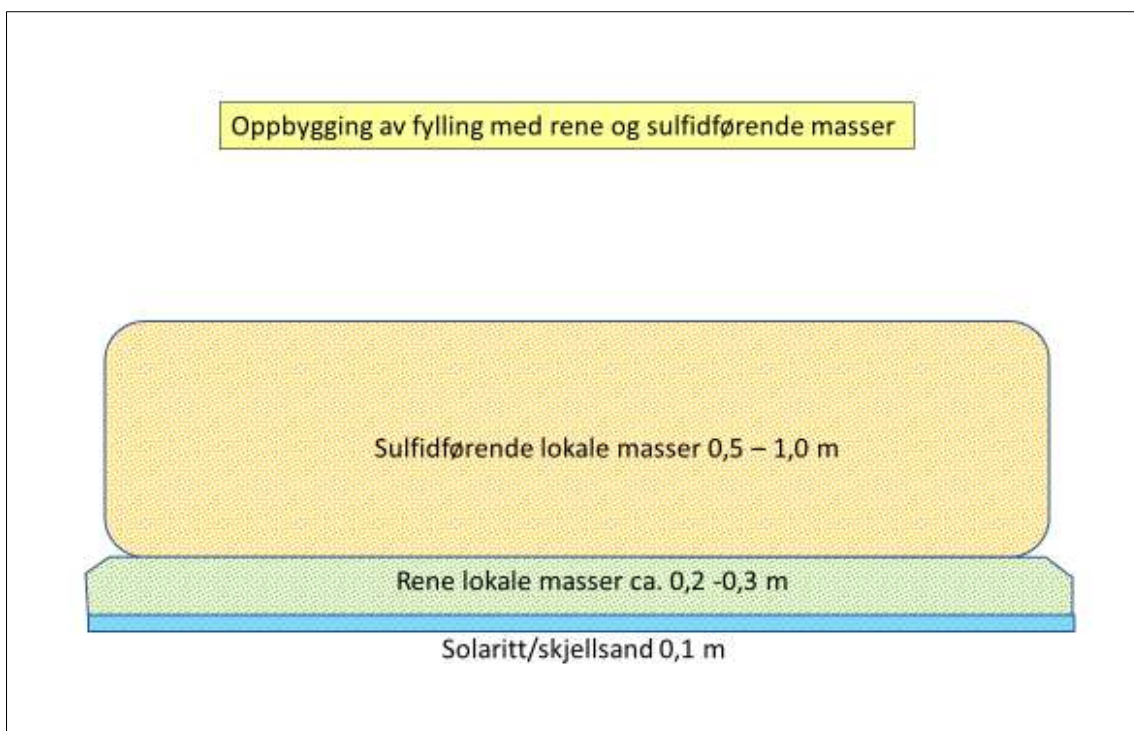
Risikoen for spredning ligger i at sulfidholdig stein blir lagt et sted den ikke skal, eller at sur avrenning med høyt metallinnhold drenerer ut av området eller mot dammen eller til sjøen. Påvist sulfidholdig stein i høy kategori kjøres til godkjent mottaksanlegg, stein i middels kategori legges tørt på areal innafor tiltaksområde med behov for utfylling med stein. Stein som er friskmeldt kan brukes nederst i fylling. Rene masser kan kjøres vekk.



Figur 6-1: Rød stiplet linje viser ca. avgrensning for tiltaksområde. Er ca. avgrensning. Brun stiplet linje markerer arealet hvor det skal sprenges og planert areal merket med oransje farger er parkeringsareal

6.3 Håndtering av forurenset masse og avbøtende tiltak

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 ha kontroll over avrenning ut fra området og inn til terrengendringene.



Figur 6-2: Prinsippskisse for oppbygging av sulfidholdig steinfylling med middels syredannende masser

Følgende tiltakene gjennomføres:

- > Oppfølging på anlegg med avgrensning av syredannende berg fra ikke syredannende og middels syredannende berg skal gjøres underveis i anleggsfasen samt ytterlige prøvetaking
- > Før det sprenges skal det strøs ut et bufrende medium, helst skjellsand eller kalkmel – i anleggsområdet
- > Det legges ut skjellsand i grøftene langs parkeringsplassen og i veigrøfter ned til sjøen
- > For å ha kontroll over avrenningen bør vannstrømmer føres sammen til en vannstrøm ut av område som kan ledes til rensebasseng for behandling ved behov.
- > Det skal etableres avskjærende grøfter for vannet som renner fra Kistevigveien til planert areal
- > Utfylling med sprengstein med middels syredannende masser håndteres innafor tiltaksområde til tilbakefylling med tiltak som vist på Figur 6-2. Kalklag skal planeres inn i hvert steinlag.
- > Massene dekkes til med duk inntil det er klargjort for etablering av tett dekke med bygg eller asfalt. Asfalt ansees som tett dekke
- > Masser med høyt syredannende potensiale skal kjøres til godkjent mottaksanlegg på LIBIR
- > Ved bortkjøring av forurensede masser til deponi skal deponiets krav til basiskarakterisering etter tillatelsen gitt fra Statsforvalteren følges opp med nødvendig dokumentasjon til mottakskontroll
- > Påvist rene masser kan brukes til oppbygging i nederste delen i steinfylling og til grøtfeylling eller de kan kjøres vekk.
- > Avrenning mot lille dammen midt i tiltaksområde unngås med en jord/myrvoll rundt dammen for å beskytte dammen for nedslamming og tilførsel av sur avrenning
- > Avrenning mot sjøen fra arealer hvor det sprenges i er vanskelig å unngå. Med å gjennomføre bufrende tiltak oppstrøms kan det unngås at sur avrenning drenerer mot sjøen.
- > Avskjærende grøfter for å hindre vanntilstrømming etableres, rent overvann ledes ut til terreng og direkte til sjøen

7 Referanser

Klima- og miljødepartementet. Forskrift om begrensning av forurensning (forurensningsforskriften). [Internett] 2021. <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2004-06-01-931>.

Klima- og miljødepartementet. Forskrift om rammer for vannforvaltningen (vannforskriften) [Internett] 21. <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2006-12-15-1446>

Norges Geologiske Undersøkelse. BERGGRUNNSDATABASE, berggrunnskart 1: 50 000, Berggrunnskart Lillesand 1511-1, [Internett], 2021: <http://geo.ngu.no/kart/berggrunn/>

Norges Vassdrags- og energidirektoratet. Vann-nett.no, Nevina.nve.no, [Internett] 2021

Miljødirektoratet. Database til vannforvaltning, vannportalen.no, [Internett] 2021

Miljødirektoratet. vannmiljø.miljødirektoratet.no, [Internett], 2021

Miljødirektoratet. Miljøatlas, [Internett] 2021, <https://miljoatlas.miljodirektoratet.no/KlientFull.htm>

Lillesand kommune. Retningslinjer for tiltak i områder i syredannende gneis. Versjon 2,4, 09.03.2021.