
RAPPORT

Deponi Ytre Arna Stein

OPPDRAGSGIVER
NCC Arna Industry

EMNE
Deponi Ytre Arna Stein. Geologisk
Forundersøkelse

DATO / REVISJON: 04.OKTOBER 2021 / 00
DOKUMENTKODE: 10224464-01-RIGberg-RAP-
001



Multiconsult

Denne rapporten er utarbeidet av Multiconsult i egen regi eller på oppdrag fra kunde. Kundens rettigheter til rapporten er regulert i oppdragsavtalen. Hvis kunden i samsvar med oppdragsavtalen gir tredjepart tilgang til rapporten, har ikke tredjepart andre eller større rettigheter enn det han kan utlede fra kunden. Multiconsult har intet ansvar dersom rapporten eller deler av denne brukes til andre formål, på annen måte eller av andre enn det Multiconsult skriftlig har avtalt eller samtykket til. Deler av rapportens innhold er i tillegg beskyttet av opphavsrett. Kopiering, distribusjon, endring, bearbeidelse eller annen bruk av rapporten kan ikke skje uten avtale med Multiconsult eller eventuell annen opphavsrettshaver.

RAPPORT

OPPDRAAG	Deponi Ytre Arna Stein	DOKUMENTKODE	10224464-01-RIGberg-RAP-001
EMNE	Deponi Ytre Arna Stein. Geologisk Forundersøkelse	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAAGSGIVER	NCC Arna Industry	OPPDRAAGSLEDER	Solveig Renslo
KONTAKTPERSON	Arild Ove Hagen	UTARBEIDET AV	Lars Lid Nordø
KOORDINATER	SONE: 32 ØST: 303144 NORD: 6708396	ANSVARLIG ENHET	Multiconsult ASA
GNR./BNR./SNR.	307 MFL. / 9 MFL. / Arna og Åsane bydel		

SAMMENDRAG

NCC Arna steinknuseverk planlegger å utvide sin virksomhet til å også gjelde mottak og deponering av ordinært avfall i utsprengte bergrom(bergrom).

Det er utført en befaring og gjennomgått materiale oversendt fra NCC Arna steinknuseverk.

Eksisterende anlegg og store deler av aktuelt planområde består av samme bergart, anortositt med stedvis metagabbro. Mot Sørfjorden i Nordøst eksisterer det et mindre område av amfibolitt som ligger rett utenfor plangrensen. Bergarten er lite oppsprukket, men inneholder noen gjennomsettende sprekker. To større forkastningssystemer eksisterer i området med Nord – Sør og Nordøst – Sørvestgående retning, som er potensielle vannførende soner. Jordskjelvintensiteten i området er lav til moderat. Det er lite tegn til dyppforvitring innenfor planområdet, og ingen av bergartene er syredannede.

Tørre eksisterende bergrom og liten drenering fra Liatjørna er indikatorer på at berget kan ha lav permeabilitet og potensiale til å inngå som geologisk barriere av deponi. Eksisterende grunnvannsbrønner tyder på at det eksisterer ferskvann i grunnvannet opp mot 85 meter under havnivå. Videre undersøkelser i form av brønnboring og vannmålinger i bergrom må gjøres for å bekrefte tilstrekkelig lav permeabilitet i berget.

00	04.10.2021	Rapport til Godkjenning	Lars Lid Nordø	Frode S. Arnesen	Solveig Renslo
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

Deponi Ytre Arna Stein

INNHOLDSFORTEGNELSE

1	Innledning	5
2	Lokalisering. Beskrivelse av deponiområde.....	5
	2.1 Beskrivelse av tiltenkte bergrom	7
3	Geologi og grunnforhold	9
	3.1 Oppsprekking og svakheter i bergmassen	11
	3.2 Neotektonikk og jordskjelvrisiko.....	14
	3.3 Dypforvitring.....	15
	3.4 Geokjemi.....	15
	3.5 Ressursomfang.....	16
	3.6 Bergmassekvalitet.....	16
4	Hydrogeologi og bergmassekvalitet	16
	4.1 Eksisterende grunnvannsbrønner	16
	4.2 Grunnvann i forhold til Sørfjorden.....	18
	4.3 Hydrogeologiske forhold ved eksisterende dagbrudd og bergrom	19
	4.4 Hydrauliske egenskaper for berggrunnen i forhold til NGU rapport 2003.016.....	20
5	Prinsipp for etablering av bunn og sidetetting for deponi i bergrom	21
6	Videre undersøkelser	21
7	Konklusjon.....	24
8	Referanser	24

1 Innledning

NCC Arna Steinknuseverk ønsker å utvide sin virksomhet i Ytre Arna til å også gjelde deponering av ordinært avfall i nedlagte bergrom. Store deler av massene som mottas er det planlagt å gjenvinne.

Fra før av planlegger Arna Steinknuseverk å utvide sitt uttak av steinmasser i nye bergrom, samtidig som tomme bergrom skal tilrettelegges for å ta imot deponimasser. Det planlegges å transportere deponimassene til området med bil og båt.

Rapporten presenterer resultater fra undersøkelser ved befaring 30.06.2021 sammen med foreliggende data fra Steinknuseverket. Befaringen ble utført av Lars Lid Nordø og Merethe Bryn fra Multiconsult Norge AS. Formålet er å belyse betingelsene for deponering av avfall sett i forhold til dagens lover og forskrifter for deponier.

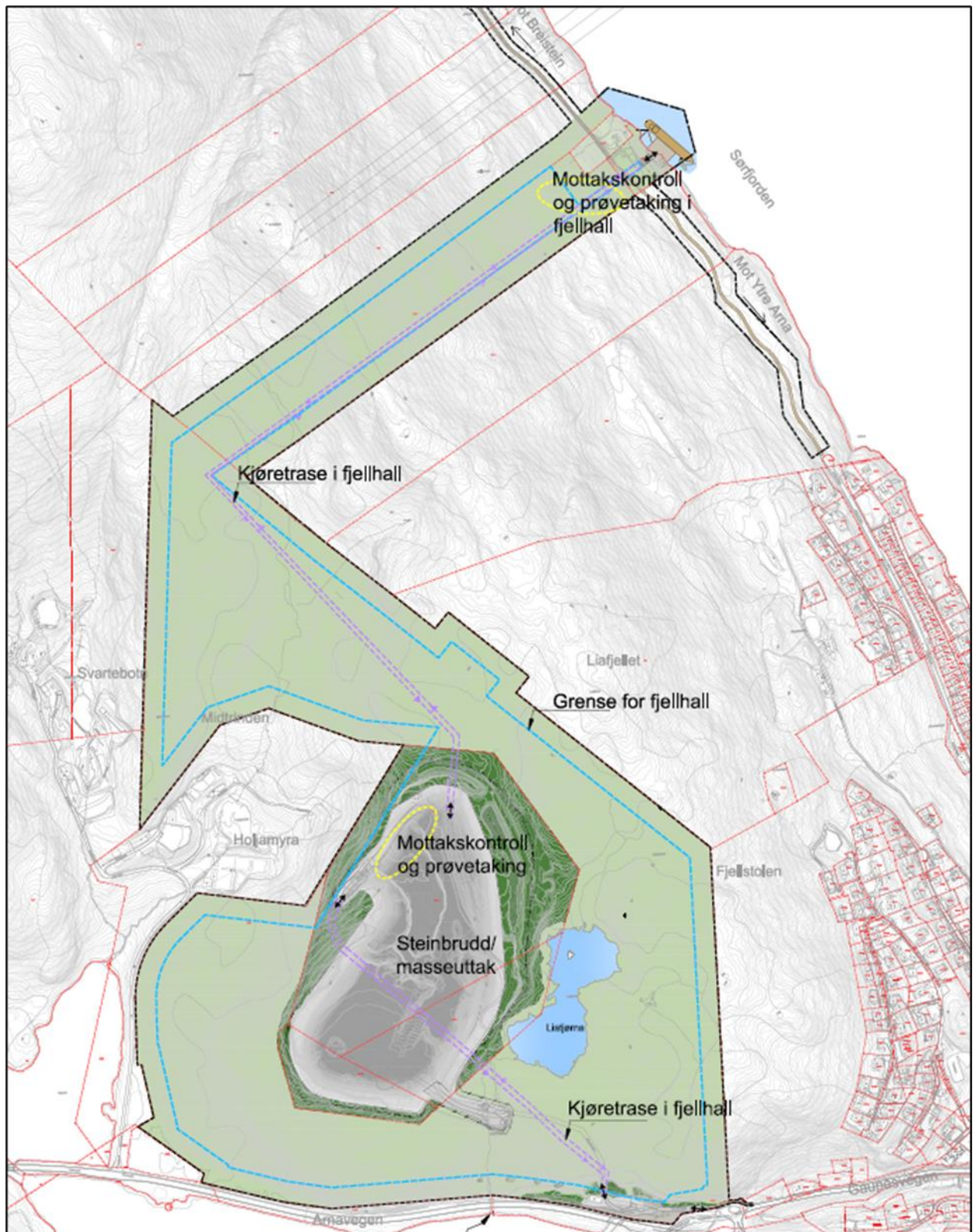
NCC Arna steinknuseverk planlegger oppstart av mottak av ordinert avfall i 2024.

2 Lokalisering. Beskrivelse av deponiområde

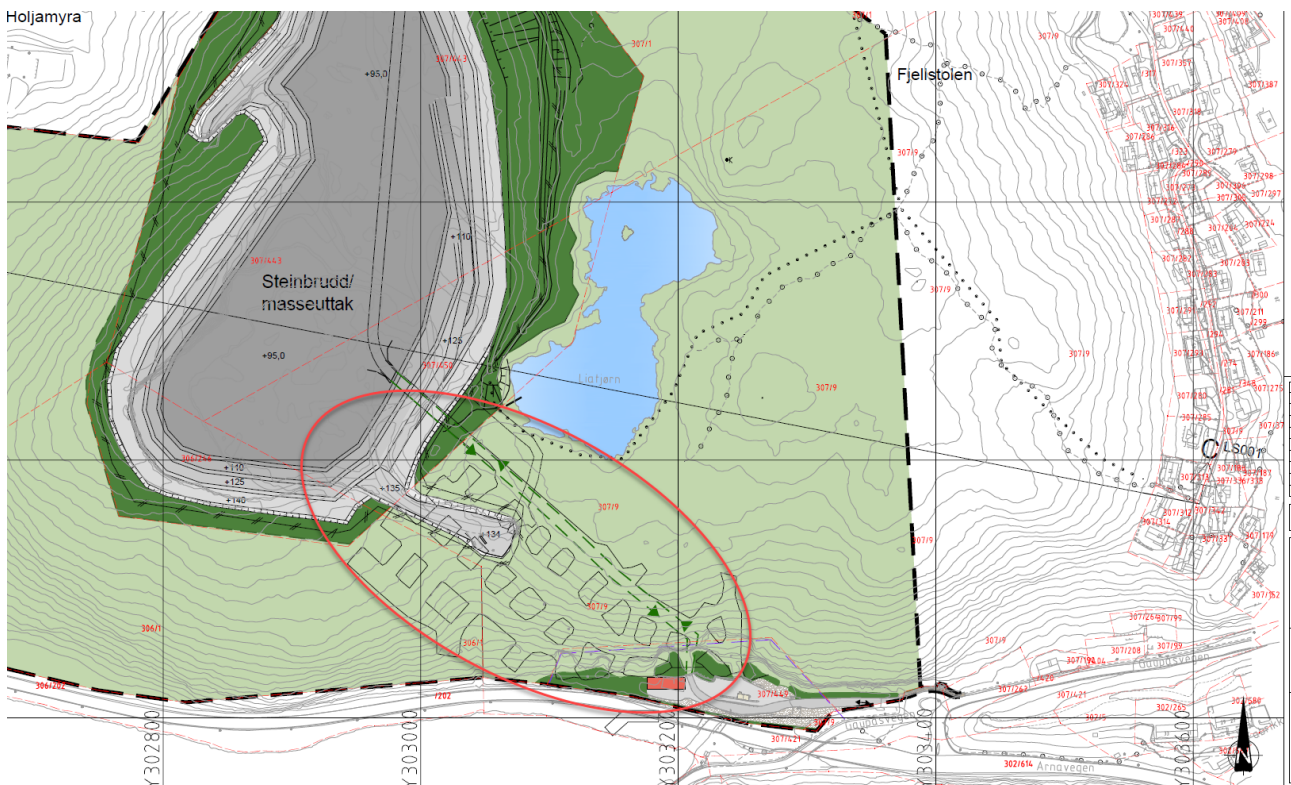
Foreslått plangrense er den samme som den for gjeldende reguleringsplan for Arna steinknuseverk, planID 63410000.

Planområdet ligger avgrenset av E16 i sør, eksisterende skytebane med tilkomstvei fra E16 i vest, samt Sørfjorden og skogsområder i øst og nord. Søndre del av Breisteinsvegen samt offentlig gang- og sykkelveg langs fjorden til Ytre Arna inngår også i planområdet. En ny mottakskai med kjøretrase i fjellhall er planlagt fra Breisteinsvegen i Nordøst. Plangrensen sikrer tiltenkt drift både på og under bakken, herunder også areal til utskipingskai i Sørfjorden og veiadkomst fra E16.

Arna steinknuseverk ligger i den sørlige delen av planområdet, og består av et dagbrudd mellom Furhaugane og Liafjellet samt et anlegg i bergrom mellom dagbruddet og Arnavegen. Omfanget av det eksisterende bergromsområdet er vist i Figur 2. Det eksisterer et overflatevann kalt Liatjørna rett øst for eksisterende dagbrudd, som ifølge NCC (6) er demmet opp og er antatt til å være rundt 2-3 meter dypt.



Figur 1. Skisse av tiltaket som viser eksisterende dagbrudd, kjøretrase til mottakskontroll og prøvetaking samt kjøretrase til fjellhall. Planområdet ligger innenfor det grønne området.

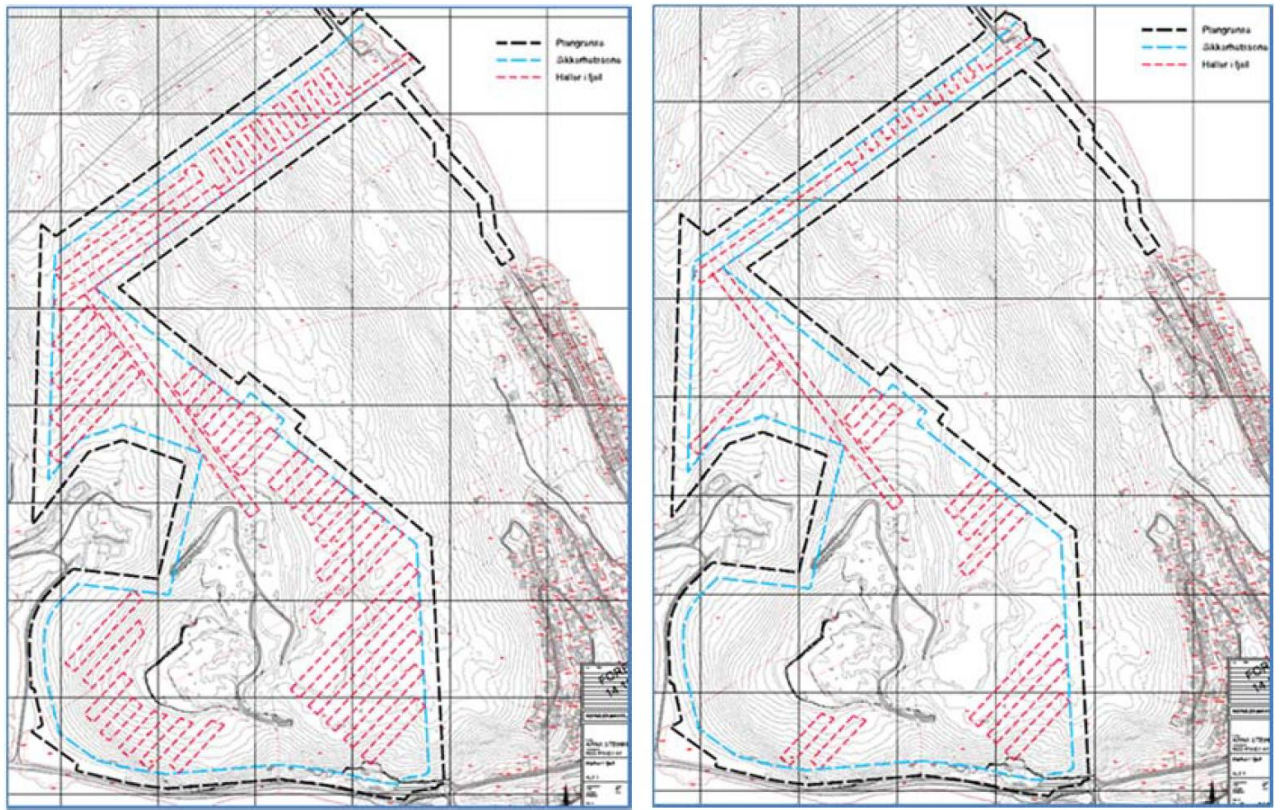


Figur 2. Sørlig del av planområdet. Eksisterende bergrom er vist med svart inntegning innenfor rødt merke. Liatjønn er vist i midten av bildet.

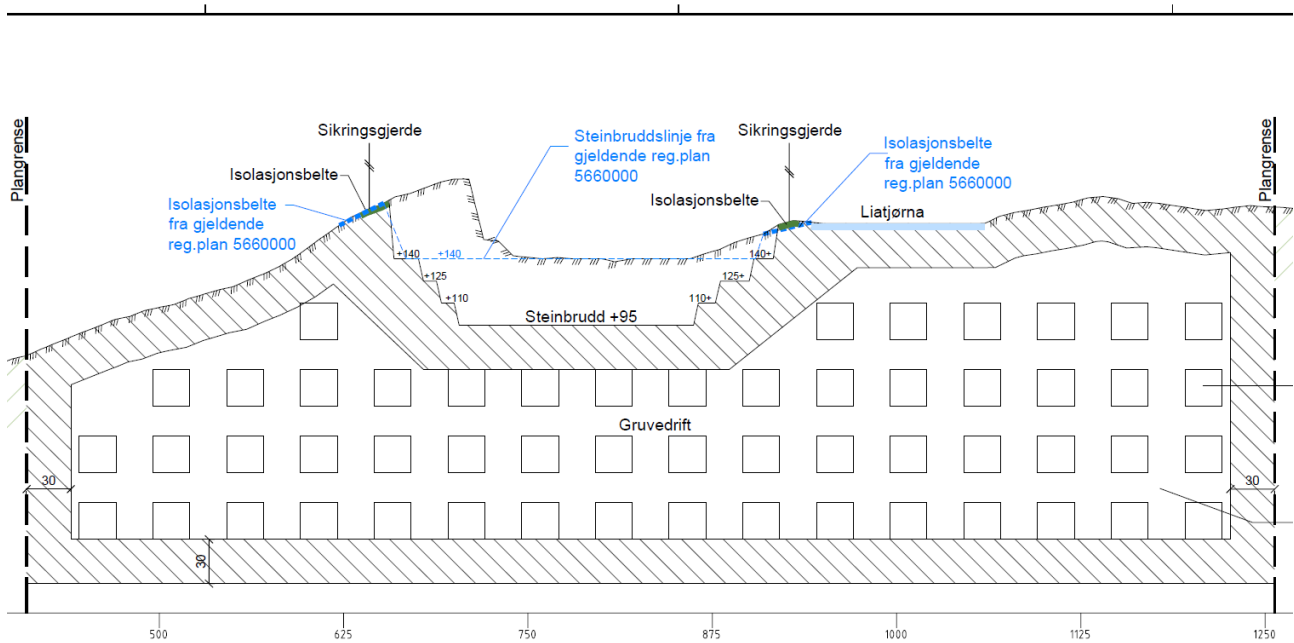
2.1 Beskrivelse av tiltenkte bergrom

For uttak av fremtidige bergrom er planlagt for to ulike alternativ ut ifra et 30 års perspektiv og et 60 års perspektiv, som vist i Figur 3 under. 60 års perspektivet er det mest omfattende, men i begge tilfeller er det lagt til rette for bergrom langs hele planområdet fra steinknuseverket til Breisteinsvegen. Planforslaget åpner opp for uttak av steinmasser ned til 50 meter under havnivå innenfor hele planområdet. Hovednivået vil likevel være på kote +10 moh, og det er fra dette nivået

tunneler ned til ny kai samt dypere fjellanlegg vil bli lagt. Det er lagt til grunn en sikringszone på 30 meter mellom tiltenkte bergrom og terrengets overflate/plangrense, som vist i Figur 4.



Figur 3. Alternativ 1 til venstre (60 år tidsperspektiv). Alternativ 2 til høyre (30 år tidsperspektiv).

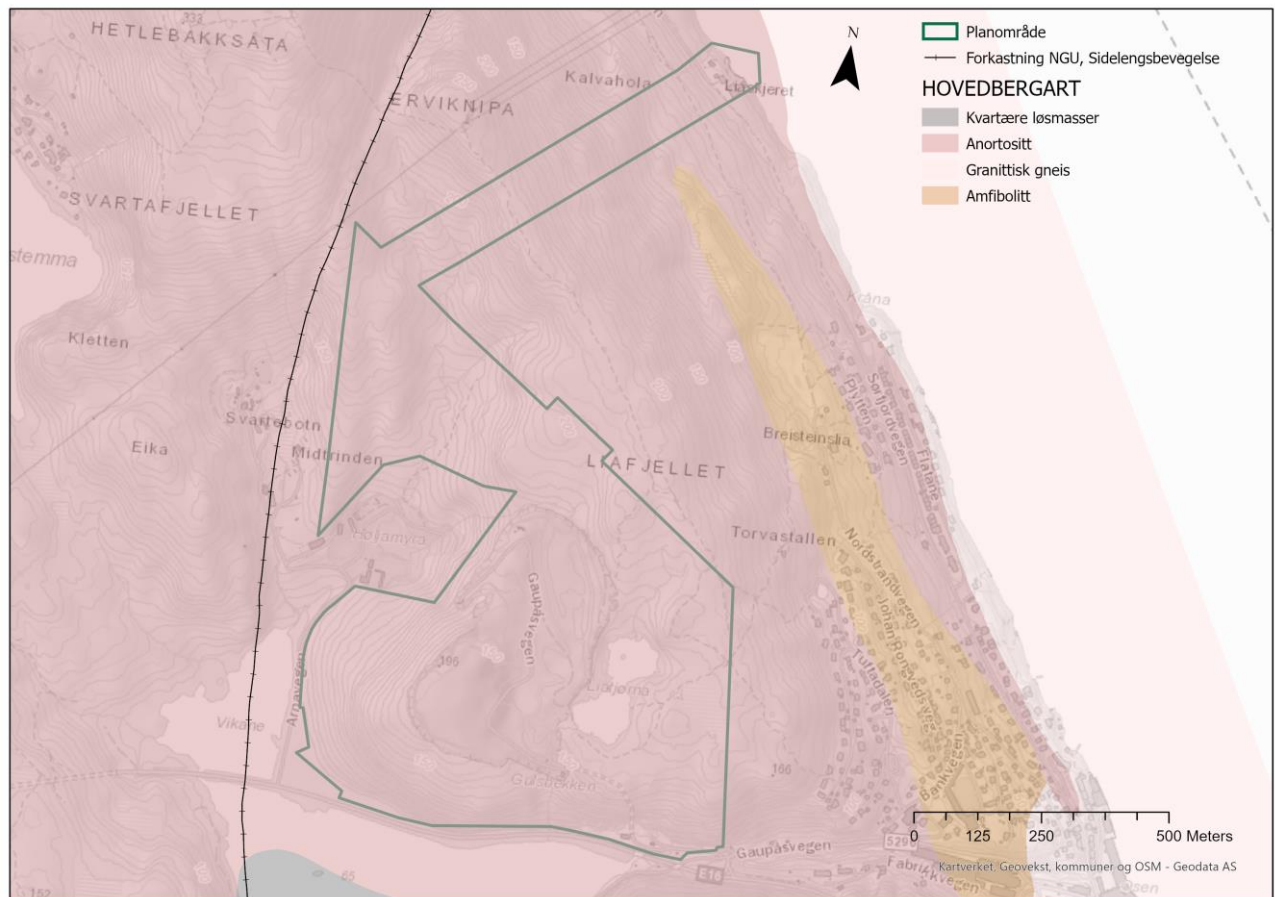


Figur 4. Terrangsnitt av tenkt uttak av steinmasser (gruvedrift) under bakken. Diagonalt stiplet linje illustrerer sikkerhetssonen på 30 meter.

3 Geologi og grunnforhold

Det eksisterende dagbruddet og planområdet ligger innenfor Bergensfeltet, et større geologisk område karakterisert av bergensbuene, som danner konsentriske buer som åpner seg mot vest.

Planområdet inngår i Lindåsdekket, og består ifølge bergrunnskartet til www.NGU.no av anortositt med innslag av metagabbro. Soner med amfibolitt inngår rett øst for planområdet, og danner en glidende overgang til anortositten. Begge bergartene har sin opprinnelse fra proterozoisk tidsalder, og er blitt omvandlet under den kaledonske fjellkjededannelsen mellom 500 – 400 millioner år siden. Granittisk gneis opptrer ytterst ved Sørfjorden i øst. Oversikt over bergartene i området er vist i Figur 5.



Figur 5. Bergrunnskart over området med inntegnet plangrense. Anortositten dominerer området mens amfibolitten opptrer øst for plangrensen ned mot fjorden. Kartet er laget i ARCGIS Pro med bergartsdata fra NGU.

Topografien i området følger bueformen i bergensbuene der en åsrygg krysser gjennom på østlig side av planområdet i Sørøst-Nordvest retning. Åsryggen er preget av lite forvitring og bart fjell, som vist i Figur 6.



Figur 6. Anortositt med innslag av metagabbro ved åsryggen nord i plangrenseområdet. Bart fjell i dagen. Sett mot nordvest.



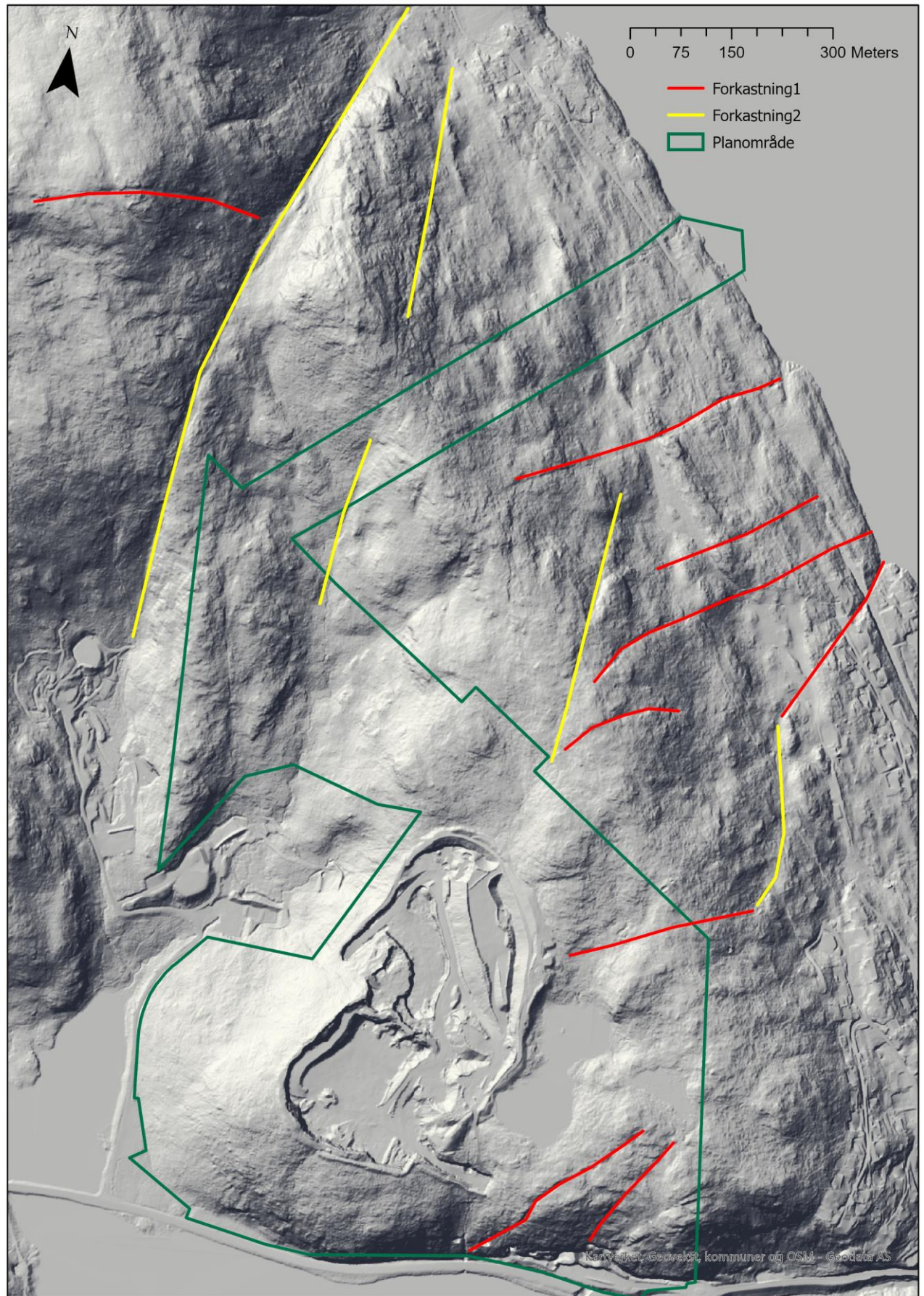
Figur 7. Steinknuseverket sett mot sørvest. Berget ved bildetakingspunkt og anlegget er av anortositt.



Figur 8. Tolket anortositt ved innkjørsel til Plytten fra Sørfjordvegen i Ytre Arna.

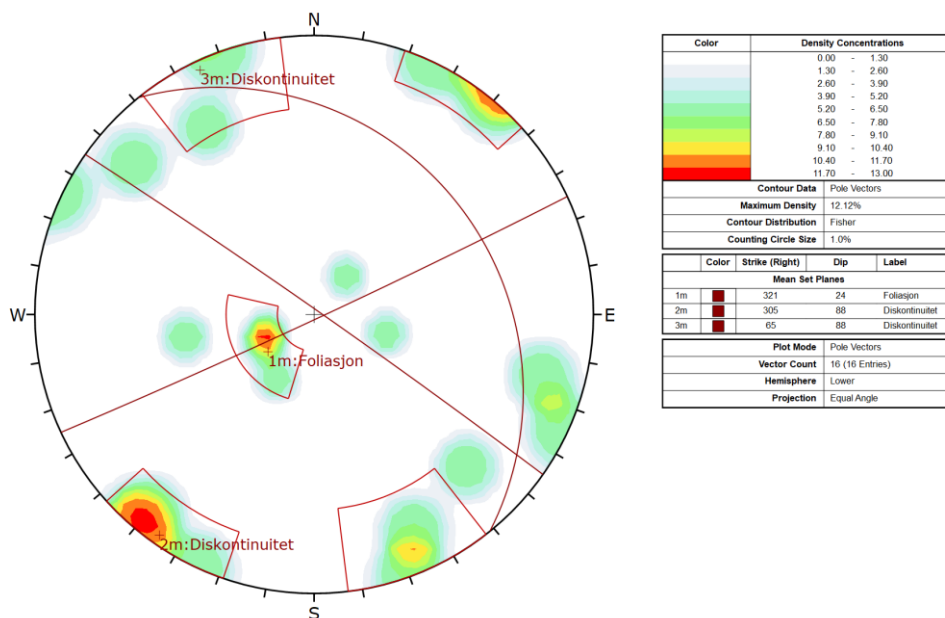
3.1 Oppsprekking og svakheter i bergmassen

Basert på 1X1m digital skyggerelief av planområdet, se Figur 9, eksisterer det to retninger der det er grunn til å tro at svakhetssoner/forkastninger opptrer i området. En regional forkastning med retning Sørvest-Nordøst til venstre i Figur 9 (gul farge) har tydelige tvillinger østover mot Sørfjorden. I tillegg eksisterer det en rekke forkastninger med strøk normalt på åsryggen ned mot fjordkanten i øst, vist med rød farge i Figur 9.



Figur 9. Skyggerelieff med tolkede forkastinger/svakhetssoner i rød farge.

Det ble utført målinger av det lokale sprekkerregimet under befaringen, illustrert i stereonett ved Figur 10. De rød-fargede forkastningene i Figur 9 eksisterer i sprekkesystemet til den lokale bergmassen også, mens de gule forkastningene ikke gjenspeiles lokalt. I tillegg til de store forkastningene eksisterer det et sprekkesett med strøk ca 305° og steilt fall, samt foliasjon med strøk 325° og fall ca 24° mot nordøst. Strøket til foliasjonen i berget er orientert parallelt med åsryggen.



Figur 10. Stereonett av registrerte strøk og fall fra befaring. Sprekkesettene er tolket ut ifra konturdataene.

Oppsprekningen i bergmassen er generelt begrenset der større gjennomsettende sprekker er lite gjentakende, se Figur 11. Forvitningsgraden er trolig varierende med lite forvitring ved områder med blottlagt berg og større forvitring i nevnte forkastninger.



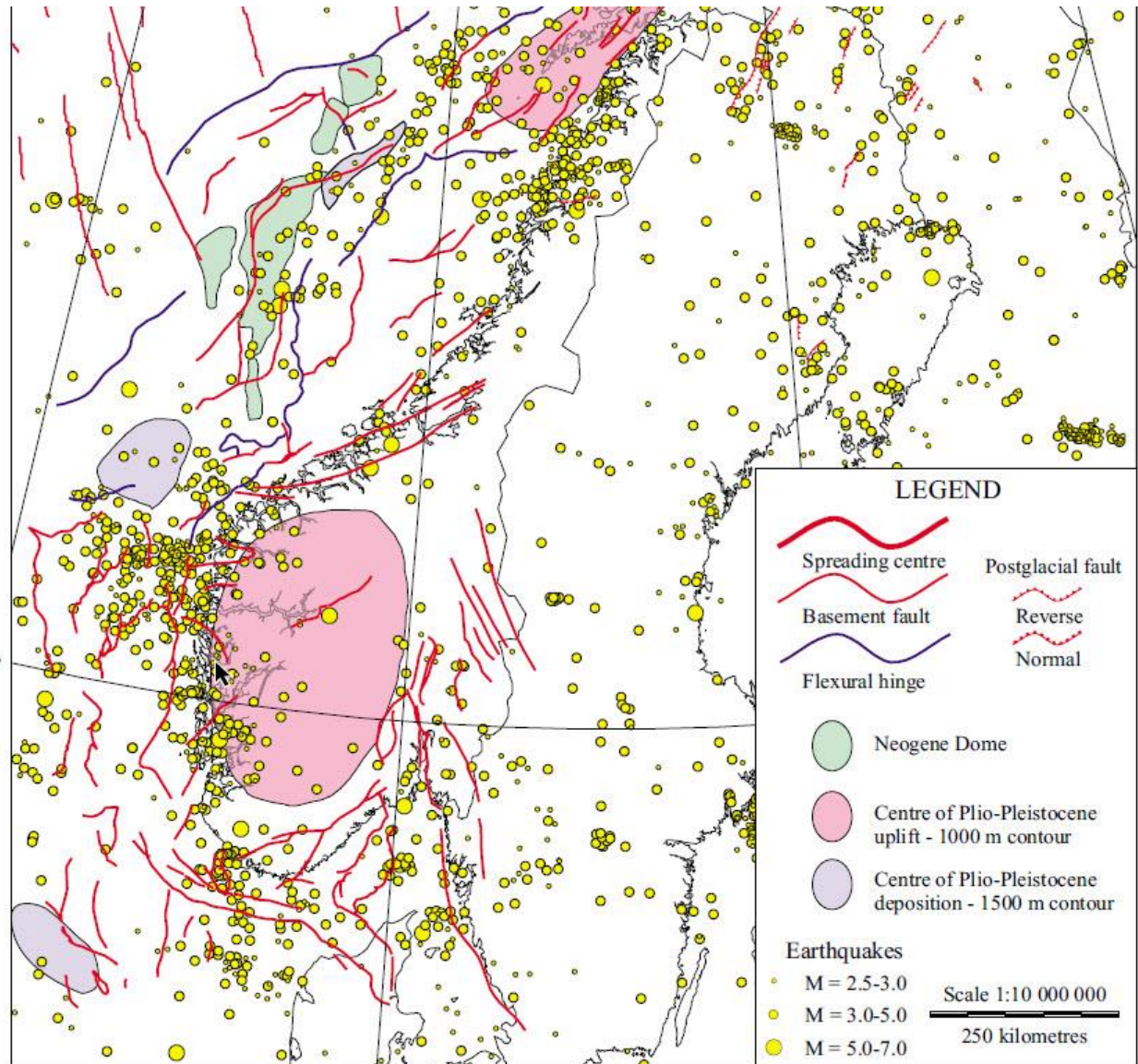
Figur 11. Oppsprekking i dagen med både gjennomsettende og mindre sprekker. Bildet er tatt på Liafjellet rett nordøst for steinknuseverket.

3.2 Neotektonikk og jordskjelvrisiko

For planlegging av deponi kan permanent stabilitet og seismisk aktivitet være viktig. Det vises til NGUs neotektoniske kart for Norge med havområder som vist i Figur 12. Jordskjelvaktiviteten i nærheten av Ytre Arna kan anses som moderat med nærliggende hendelser i det regionale området på opptil magnitudo 5.

Norsars risikoberegninger viser også at lastene fra jordskjelv kan reduseres med ca. 30 prosent i forhold til tidligere risikoberegninger.

Jordskjelvlast vil inngå i endelig beregning av stabilitet for bergrom i en prosjekteringsfase. Det kan imidlertid fastslås at jordskjelv ikke er en dominerende faktor, men må tas hensyn til.



Figur 12. Utdrag fra neotektonisk kart av Norge med havområder, utarbeidet av NGU. Ytre Arna er merket med svart pil.

3.3 Dypforvitring

En stor forkastning, nord-sørgående helt til venstre i Figur 9 kan mulig ha vært utsatt for dypforvitring, men denne forkastningen ligger utenfor planområdet. Det er derimot liten sannsynlighet for at det forekommer dypforvitring innenfor plangrensen, på grunn av blankskurt berg i dagen og få større forsenkninger i terrenget. Forvitring vil likevel pågå på grunn av temperaturforskjeller og vann i terrengsensenkningene definert i forkastningene fra Figur 9.

3.4 Geokjemi

Det geologiske området ligger ikke innenfor de områdene som NGU sin veileder (8) kategoriserer som syredannede bergarter.

Anortositten, den dominerende bergarten i planområdet, består nesten utelukkende av kalsium – natrium feltspat, også kalt plagioklas. Den stedvise gabbroen som inngår i anortositten, har i tillegg til plagioklas også mørke mineraler som pyroksen og olivin. Amfibolitt består hovedsakelig av plagioklas og hornblende/amfibol.

Gabbro og Amfibolitt består av blant annet kalsium i mineralsammensetningen som kan gjøre vannet svakt basisk.

Miljødirektoratets veileder om miljørisikovurdering av bunntetting og oppsamling av sigevann ved deponier, TA-1995/2003, angir i kapittel 4.4.2 at jord og grunnvann som rensemedium kan inngå i deponiets avgrensning.

Bergartene ved planområdet i Ytre Arna har en sammensetning og egenskaper som gjør at den kan inngå i en slik avgrensning, og på denne måten være en del av en permanent geologisk barriere.

3.5 Ressursomfang

Det er planlagt å drive ut 31 millioner tonn fjell fra bergrom i Arna steinknuseverk. Verket har mulighet for å klargjøre årlig mottak av 300 000 tonn ordinært avfall. Årlig volum kan variere ut ifra aktiviteten i byggebransjen.

3.6 Bergmassekvalitet

Ifølge forslagstillen er det ingen stabilitetsproblemer hverken i dagbruddet eller det eksisterende fjellanlegget i Ytre Arna (7). Selv om fjellanlegget er over 40 år gammelt, har det kun vært behov for spredt bolting inne i fjellhallene. Sammen med liten oppsprekking i dagen gir dette grunnlag til å tro at det generelt er en god bergmassekvalitet i området. En må likevel forvente dårligere kvalitet i forkastninger/svakhetssoner i områder utenfor det eksisterende anlegget.

4 Hydrogeologi og bergmassekvalitet

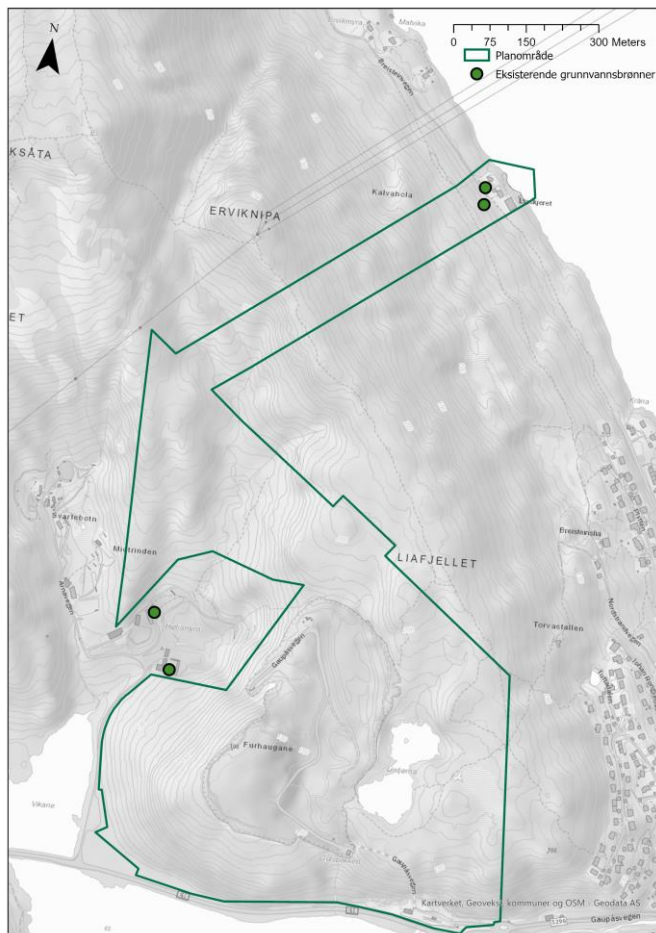
På grunn av at området er definert av magmatiske og metamorfe bergarter er det i all hovedsak sprekkesystemene som kontrollerer vannføringen i bergmassen ved Ytre Arna. Variasjon i sprekkesystemenes hyppighet og ulik grad av sprekkebelegg fører til at sprekke i fjellet kan variere sterkt i dens vannførende evne, også kalt hydraulisk konduktivitet. Forkastninger/svakhetssoner i terrenget virker og inn hvor det forekommer høyere oppsprekking i bergmassen og potensiell dypforvitring.

4.1 Eksisterende grunnvannsbrønner

Ifølge NGU sin digitale database for grunnvannsborehull (GRANADA) eksisterer det 4 grunnvannsborehull i fjell ved nærheten av planområdet, se Tabell 1. Alle borehullene er i fjell, lokasjonene er vist i Figur 13.

Tabell 1: Oversikt over grunnvannsborehull i nærheten av planområdet. Informasjon hentet fra NGU GRANADA

Lokalisering/ Fjellbrønn nr.	Dybde brønn (m) / Ca terreng-høyde på brønntopp (moh)	Vannføring (L/time) Kommentar	Brønnens bruk/boredato
Høljamyra 84956	120 m dyp/ 83 moh	50 – 500 ved 100 – 105m dybde. Litt fukt øverste 10 m	Vannforsyning, annen industri. 2014
Høljamyra 14537	126 m dyp/ 88 moh	10L/time før trykking	Vannforsyning, 1984
Liaskjeret/Breistiensskjeret 777742	102 m dyp/ 17 moh	120L/time før trykking. Traff vann på 38m og 58 m.	Vannforsyning, enkelthusholdning.
Liaskjeret/Breistiensskjeret 20660	54 m dyp/ 27 moh	0-25 m: 200 L/time. 25-46m: 1000 L/time Skiftande lyst og grønt fjell.striper av brunt.mest grønt mot slutten.	Vannforsyning

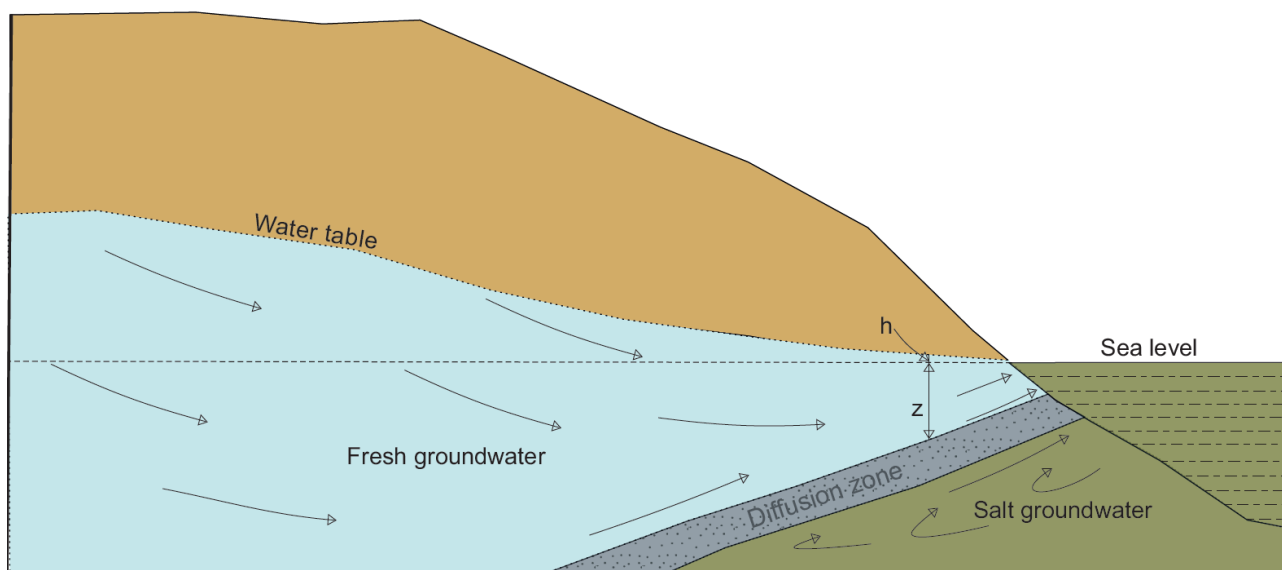


Figur 13. Eksisterende grunnvannsbrønner i nærheten eller i Planområdet. Laget i ArcGIS Pro

Data fra de eksisterende grunnvannsbrønnene kan tyde på at det forekommer stor variasjon i vanngiverevne, der de høyeste verdiene på 1000L/t ved Breistienkjæret kan tolkes som at brønnen her står i en åpen, stor svakhetsone.

4.2 Grunnvann i forhold til Sørfjorden

Gitt at det eksisterer kontakt i sprekke-regimene mellom planområdet og Sørfjorden i øst er det naturlig å anta at det vil være et skille i grunnvannet mellom ferskvann og saltvann og hvor grunnvannet endrer strømningsretning. Som hovedregel er det generell strømming av ferskvann under havnivå ut til saltvannet som eksisterer i fjord, se Figur 14. Grunnvannsbrønnene ved Breistienvegen tyder på at grunnvannet består av ferskvann langt ned i fjellet ved grensen mot fjorden, der grunnvannsbrønn 777742 i Tabell 1 har bunn 85 meter under havnivå.



Figur 14. Grunnvannsstrømning i overgang mellom land og sjøvann fra fjord. Figur er hentet fra Henriksen og Dale, 2018 (5).

4.3 Hydrogeologiske forhold ved eksisterende dagbrudd og bergrom

Det eksisterer et større vann langs åsryggen i planområdet kalt Liatjørna. Til tross for at dette vannet ligger noen titalls meter fra dagbruddet er det ikke blitt betydelig drenert, se Figur 15. Dette er en god indikasjon på at det finnes lite grunnvannsstrømning mellom Liatjørna og Arna steinknuseverk.

Ifølge NCC har underjordssprengninger og dagens drift i fjellanlegget vist tørre forhold i fjellanlegget (6), til tross for at fjellanlegget ligger nært Liatjørna. Dette er også en bekreftelse av på at fjellet har en lav hydraulisk konduktivitet.



Figur 15. Utsikt over Liatjørna. Dagbrudd kan synes helt til høyre i bildet.

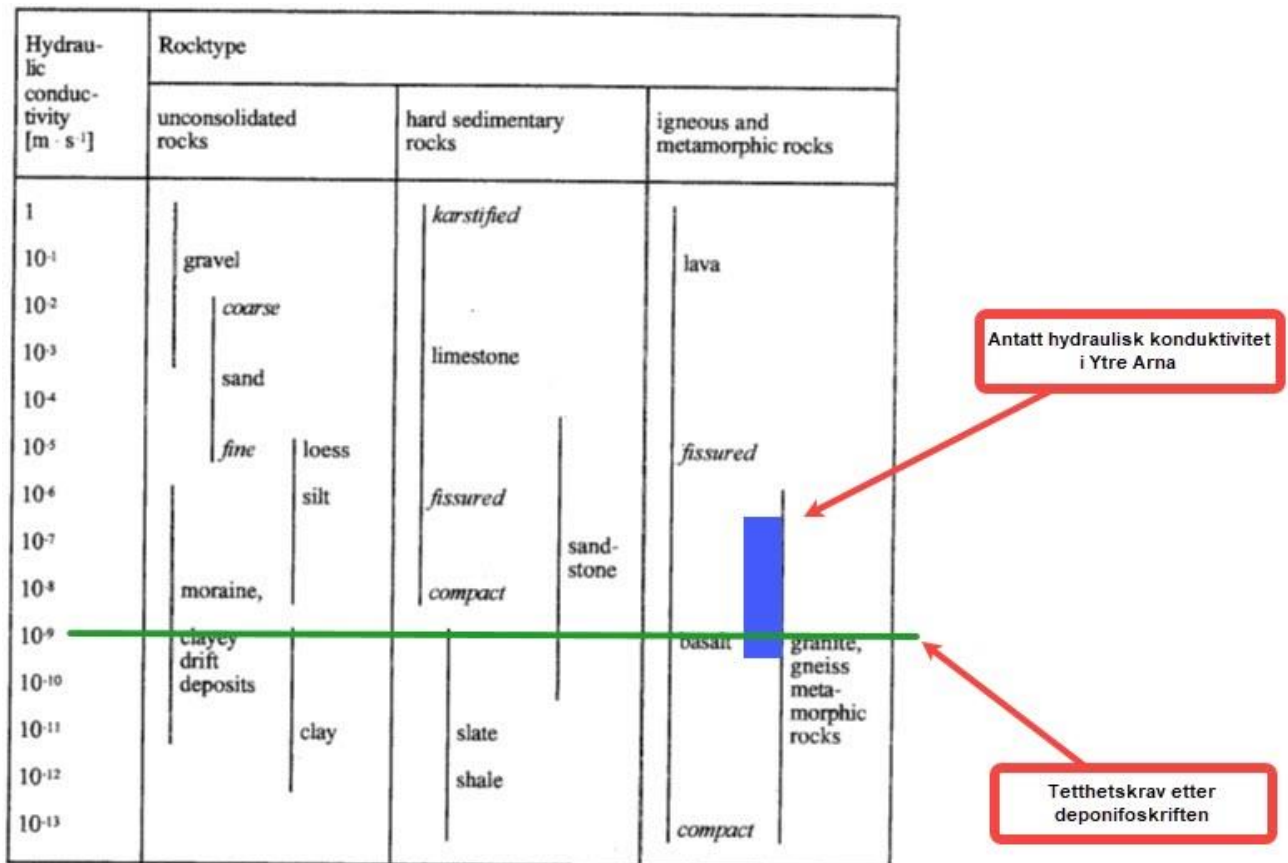
4.4 Hydrauliske egenskaper for berggrunnen i forhold til NGU rapport 2003.016

NGUs rapport om Hydrauliske egenskaper til jord og fjell sett i sammenheng med EU-direktivet for deponering av avfall angir en gjennomsnittlig vanngiverevne på 12 liter per time per meter borehull med 130 mm diameter, som er en strømningshastighet på $3,33 \times 10^{-6} \text{ ms}^{-1}$ ved «normalisert gradient» på $dh/dl = 1$.

Prekambriske bergarter som berggrunnen i Ytre Arna består, har i gjennomsnitt lav hydraulisk konduktivitet i størrelsesorden 9 – 13 l/t per meter borehull. Tørre eksisterende bergrom og et lite drenert Liatjørna som nevnt i forrige delkapittel gir likevel grunnlag for å tro at fjellet har en enda lavere hydraulisk konduktivitet enn det nasjonale gjennomsnittet.

Kravet i deponiforskriften angir at den naturlige geologiske barrieren skal minst tilsvare virkningen av et 1 meter mektig minerallag med hydraulisk konduktivitet $K \leq 1 \cdot 10^{-9} \text{ m/s}$.

Det kan være mulig at den geologiske barrieren er god nok til å tilfredstille kravet, men det kreves flere undersøkelser i utsatte områder for å kunne fastslå dette (se kapittel 6).



Figur 16. Hydraulisk konduktivitet for ulike løsmasser- og bergartstyper (Stuckmeier og Margat 1995).

5 Prinsipp for etablering av bunn og sidetetting for deponi i bergrom

Miljødirektoratets veileder TA-1995/2003 angir:

Uakseptabel transport:

Dersom diffust utslipp ($\Delta S_{diffust}$) utgjør mer enn 5 % av den totale vannmengden som går inn i deponiet på årsbasis, er det en uakseptabel transport av sigevann. Dette betyr at deponier som har en kontrollert oppsamling av mindre enn 95 % av sigevannet må gå videre og gjøre en resipient-karakterisering for å fastslå om sigevannet har en påvirkning av resipient. I tilfeller der det avdekkes en betydelig større utlekking i perioder av året kan dette være grunnlag for å kreve en resipient-vurdering selv om deponiet i gjennomsnitt gjennom året har lavere utlekking enn 5 %.

Dette gjør at det som minimum må etableres en drenering av innlekkende vann langs golv/vegger i deponiet og topptetting/ skjerming når deponiet er fullt. Dersom berget kan aksepteres som permanent geologisk barriere må behovet for kontinuerlig bunn- og sidetetting vurderes ut ifra hvilken type avfall som skal deponeres.

6 Videre undersøkelser

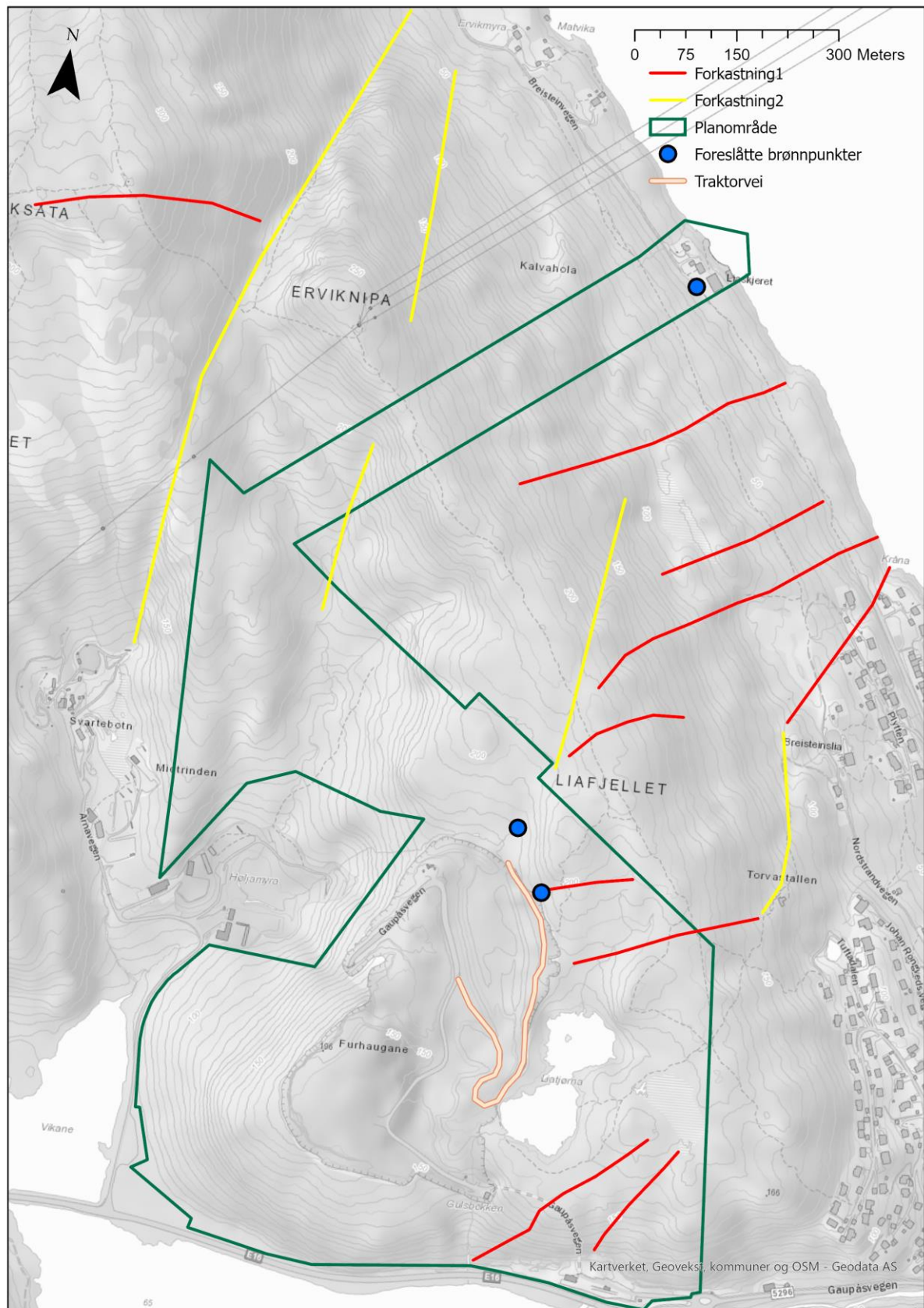
For en stedsspesifikk risikovurdering vil hovedspørsmål være knyttet til grunnens hydrauliske egenskaper, bergartens evne til å nøytralisere forurensing og resipienten, dvs. Gaupåsvannet i sør og Sørfjorden i øst. I tillegg til borehull for måling av grunnvannsspeil, måling av hydraulisk konduktivitet, må det utføres kjemiske analyser på grunnvann. På grunn av bergartens lave vanninnhold kan det være aktuelt å benytte geofysiske målinger som elektrisk motstandsmåling og

langbølget radar i berget som supplement til boring, vanntapsmålinger, installasjon av piezometre, måling av oppsprekking og vannstrøm ved direkte logging i borehull.

I prioritert rekkefølge foreslås følgende tiltak:

1. Etablering av brønner for deponiområdet med tilhørende vanntapsmålinger, borhullslogging og prøvetaking/kjemisk analyse. Foreslåtte steder for brønnboring er vist i Figur 17. To av brønnene er tenkt å benytte seg av traktorveien ved siden av steinknuseverket i den sørlige delen av planområdet, mens en tredje brønn er uttenkt ved Breisteinsvegen i Nord.
2. Måling av vannmengder som strømmer i tunnelsystemet med grøfting/pumping med vannmåler i driftsstansperioder (ferieperiode?) oppstrøms og nedstrøms for hver deponihall for å se hvilke mengder sigevann man har, og hvor mye som kommer som drypp, og hvor mye som kommer ut nederst i vegger eller på sålenivå. Fargestoff kan brukes for å kartlegge strømningshastighet.

Resultater fra de innledende undersøkelsene vil bli benyttet til å planlegge nye deponier, og av dette vil det også bli aktuelt å utføre andre undersøkelser som f.eks geoelektriske undersøkelser og utvide installasjon av flere borebrønner i berg, med tilhørende testing og installasjon av vann- nivå målere. Disse brønnene vil inngå i et fremtidig overvåkingssystem.



Figur 17. Foreslåtte borprøvepunkter for videre undersøkelser. Forkastninger, planområde og traktorvei er også markert

7 Konklusjon

Miljøverndirektoratet sier i sin veileder TA-1995/2003:

Nye deponier kan også søke om unntak fra krav til bunntetting og sigevannsoppsamling. SFT (statens forurensingstilsyn) er likevel av den oppfatning at alle nye deponier som hovedregel skal oppfylle deponiforskriftens krav til dobbel bunntetting og sigevannsoppsamling. Dette er ansett som generell BAT (best tilgjengelig teknologi) for deponier. Nye deponier som omfattes av forskriften skal som hovedregel ikke anlegges ved vannkanten (*sjø, elv etc*) eller på lokaliteter med innadrettet grunnvannsstrøm.

Undersøkelsen over viser at bergmassen har gode forutsetninger for fysisk og kjemisk stabilitet som kan kunne gi forsvarlig deponering i bergrom. Stedsspesifikke forhold som angår geologi og grunnforhold, oppsprekking og bergromsstabilitet tilsier at et deponi her kan tilfredsstille krav satt som best mulig teknologi, spesielt når man tar hensyn til samfunnsnytt og CO₂-regnskap.

Det er de hydrogeologiske forholdene som er utfordringen. Innledende undersøkelser tyder på at det er lite innstrømmende mengder med vann i eksisterende anlegg og lav permeabilitet i berget. Det må utredes videre undersøkelser i form av brønnboring og vannmålinger i bergrom for å konstatere om bergmassen kan fungere som en naturlig barriere i henhold til deponiforskriften.

Det er gode muligheter for at det i driftsfasen er mulig å tilfredsstille krav til oppsamling av sigevann over og under det som er deponert slik at mengden forurenset sigevann kan holdes så lavt at det kan samles opp og renses før det når ut til omgivelsene.

8 Referanser

1. NGU 2000, Dehls, J.F., Olesen, O., Bungum, H., Hicks, E.C., Lindholm, C.D. & Riis, F. 2000: Neotectonic map: Norway and adjacent areas, scale 1:3 million, Geological Survey of Norway.
2. Miljødirektoratet (SFT), TA-1951/2003, Veileder til deponiforskriften
3. Miljødirektoratet (SFT) TA 1995/2003 Veileder om miljørisikovurdering av bunntetting og oppsamling av sigevann ved deponier.
4. Dagestad, Atle, Alvar Braathen, and Louise Hansen. "Hydrauliske egenskaper i løsmasser og fjell sett i sammenheng med EU-direktivet for deponering av avfall." (2003).
5. Henriksen, Helge, and Torbjørn Dale. "Groundwater discharge from a rock-slope failure system in phyllitic rocks influencing fjord basin hydrodynamics, Stampa in Aurland, western Norway." (2018).
6. Asplan Viak, 2016. Arna Steinknuseverk – grunnvann og drikkevannskilder.
7. Asplan Viak, 2017. Arna Steinknuseverk - Planbeskrivelse
8. NGU, 2015. Identifisering og karakterisering av syredannende bergarter. Veileder for miljødirektoratet.