

Oppdragsgiver: Ålesund kommune
Oppdragsnavn: KRA - Overføringsanlegg
Oppdragsnummer: 637269-04
Dokumentnummer: AVM-480-G-NOT-002 Ingeniørgeologisk prinsippnotat PA040
Utarbeidet av: Håkon Kjøde Rødal
Oppdragsleder: Cathrine Lyche
Dato: 14.08.2024
Tilgjengelighet: Åpent

Ingeniørgeologisk prinsippnotat PA040

Sammendrag

I forbindelse med nytt avløpsrenseanlegg på Sula for Ålesund og Sula kommuner skal det bygges en ny pumpestasjon på Åse i Ålesund kommune. I den forbindelse skal det etableres en byggegrop og grøfter i berg tett på eksisterende renseanlegg. Arbeidet må utføres forsiktig, herunder med sømboring, små salver, ett-hullstening, samt pigging av berget tett på eksisterende konstruksjoner og ledningsanlegg som skal bevares. Ingeniørgeolog skal anvisa bergsikring og følge opp bergarbeidet i byggefase.

Versjonslogg:

01	14.08.24	Nytt dokument	HKR	LEF
VER.	DATO	BESKRIVELSE	AV	KS

Innholdsfortegnelse

Ingeniørgeologisk prinsippnotat PA040 1

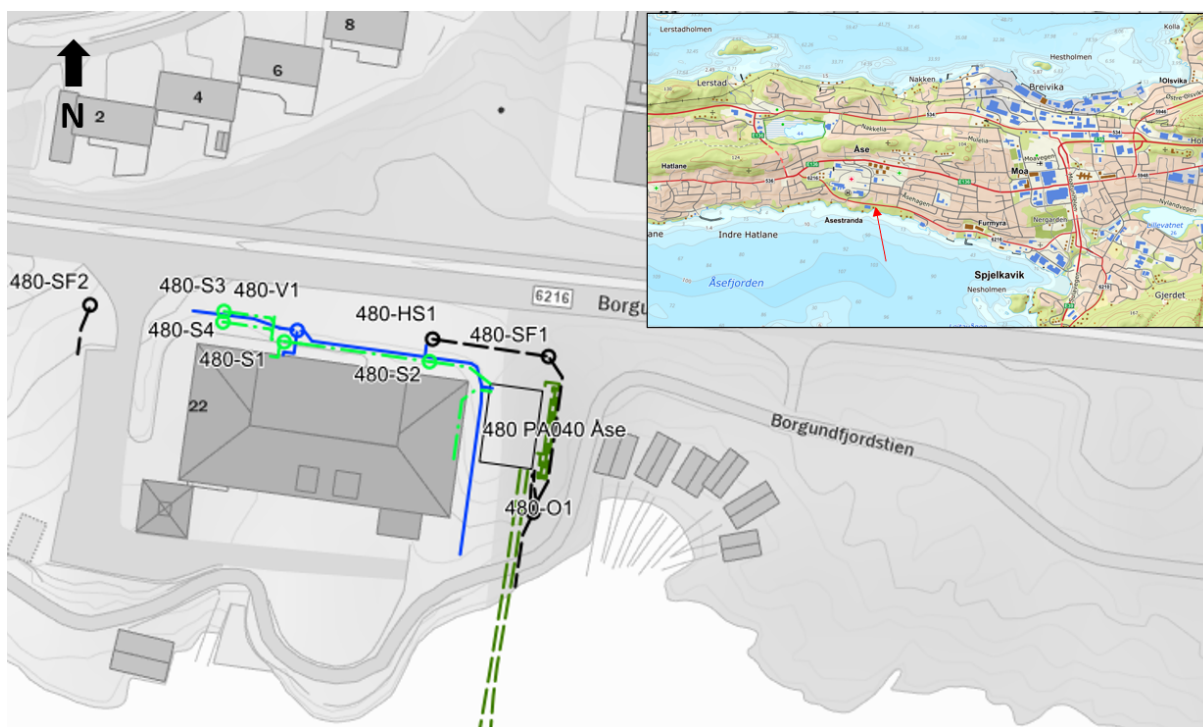
1 Innledning	3
1.1. Bakgrunn	3
1.2. Omfang bergarbeid.....	5
1.3. Forbehold og forutsetninger	5
2 Regelverk.....	5
2.1. Konsekvens og pålitelighetsklasse	6
2.2. Geoteknisk kategori.....	6
2.3. Tiltaksklasse.....	7
3 Grunnforhold	7
3.1. Utførte grunnundersøkelser	7
3.2. Topografi.....	8
3.3. Berggrunn	9
3.3.1. Bergart.....	9
3.3.2. Strukturer.....	9
3.3.3. Bergmekaniske egenskaper	11
3.3.4. Radon.....	11
3.4. Løsmasser	11
3.5. Hydrogeologi	12
4 Ingeniørgeologiske vurdering.....	12
4.1. Berguttak.....	12
4.2. Bergsikring.....	13
4.3. Vibrasjonsgrenser	13
4.4. Hydrogeologisk påvirkning	16
5 Ingeniørgeologisk oppfølging	17
6 Referanser	18

1 Innledning

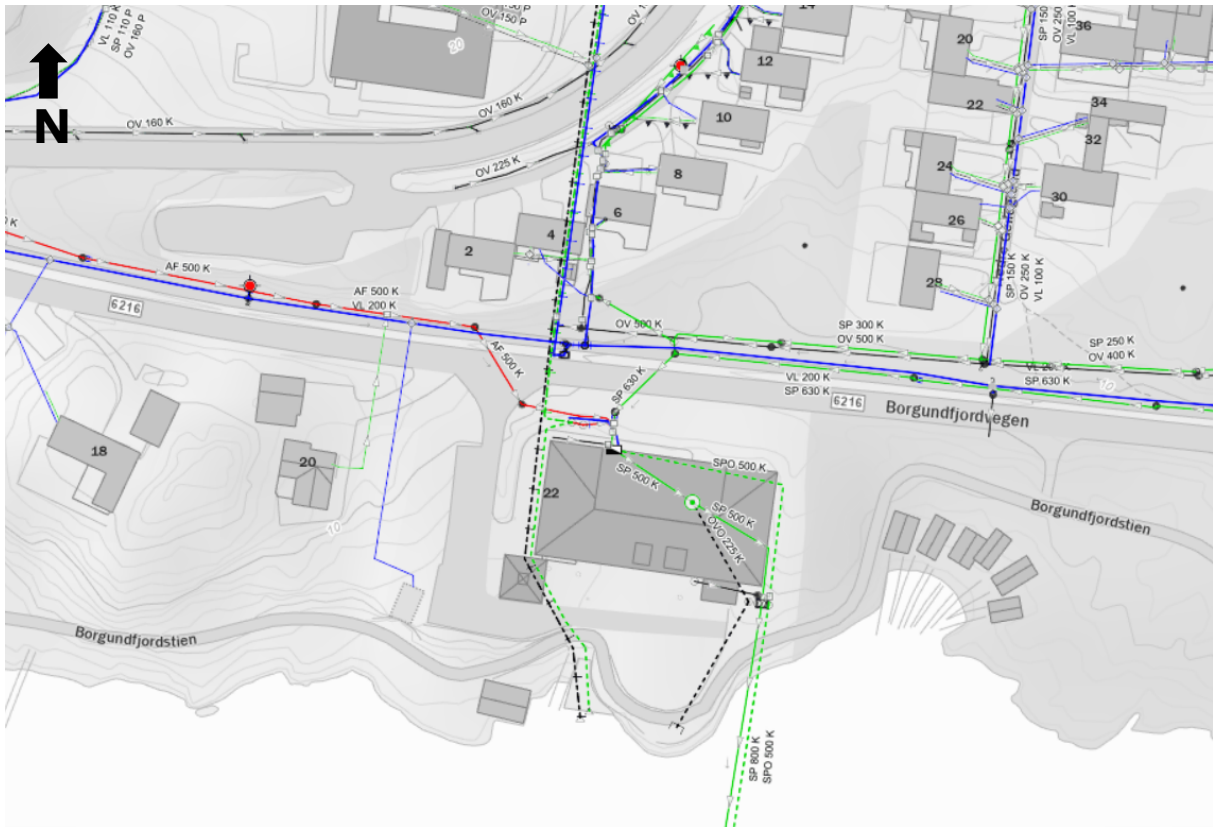
1.1. Bakgrunn

Ålesund og Sula kommuner bygger nytt kloakkrensaneanlegg på Kongshaugstranda i Sula kommune. I den forbindelse skal det bygges nye overføringsanlegg, deriblant en ny avløpspumpestasjon på Åse. Pumpestasjonen skal plasseres ved dagens renseanlegg (Åse renseanlegg) som skal være i drift frem til den nye pumpestasjonen og det nye avløpsrensaneanlegget på Kongshaugstranda er i drift.

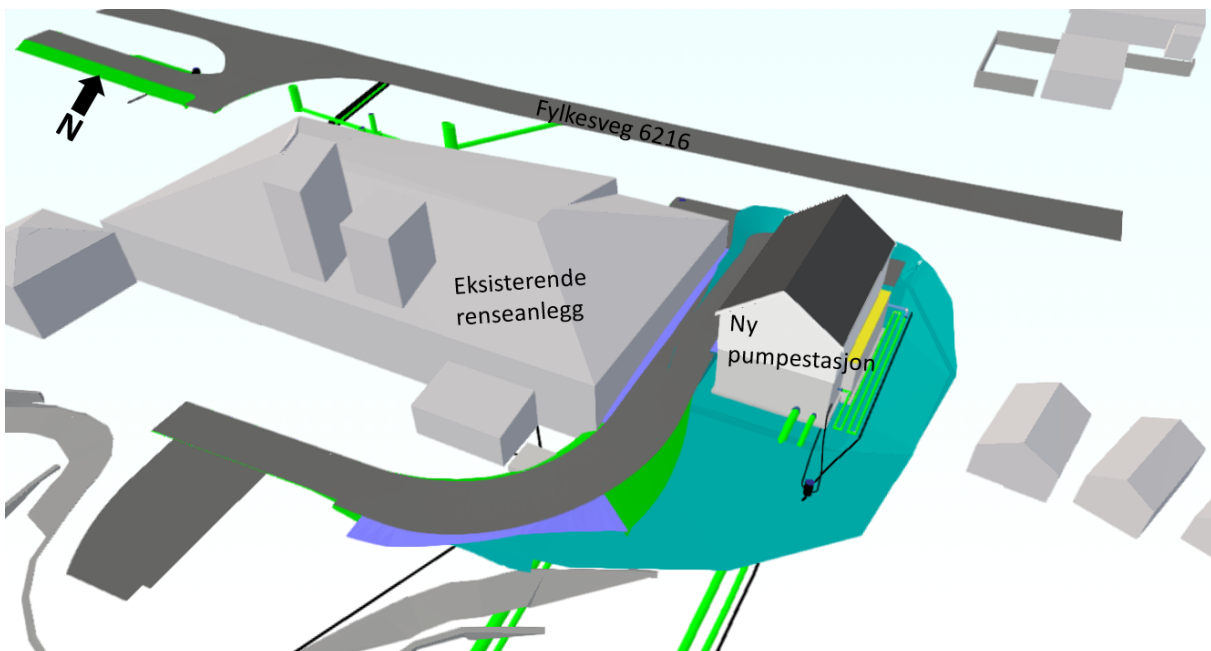
Pumpestasjonen skal etableres omtrent på kote 3 moh. (UK fundament). Dette er ca. 1,5 meter lavere enn dagens renseanlegg som er lokalisert omtrent 5,5 meter vest for ny pumpestasjon.



Figur 1: Oversiktskart med omriss av pumpestasjonen og tilhørende nytt VA-anlegg.



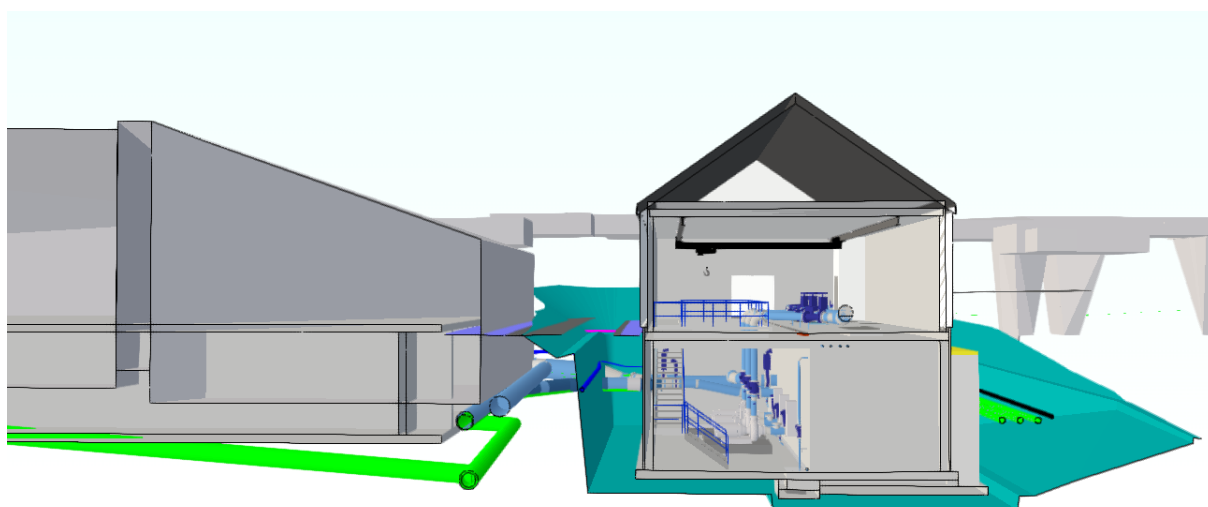
Figur 2: Oversikt over eksisterende VA-anlegg i området. Vest for eksisterende rensanlegg går det også en betongkultvert nordover og opp til Ålesund sykehus.



Figur 3: Utklipp fra modell med både nye og eksisterende VA-ledninger.

1.2. Omfang bergarbeid

Bergarbeidet omfatter etablering av byggegrop i berg inn mot eksisterende konstruksjoner (Åse renseanlegg) og VA-rør. De høyeste bergskjæringene i byggegropen er forventet å bli omtrent 6 meter høye. Videre skal det etableres grøfter for VA-ledninger nord for eksisterende renseanlegg, mellom eksisterende renseanlegg og ny pumpestasjon og rørledninger som skal gå sørover og ut i fjorden. Disse VA-grøftene skal etableres delvis i berg.



Figur 4: Utklipp fra modell viser øst/vest-snitt av ny pumpestasjon sett mot nord. Dagens pumpestasjon til venstre og turveg til høyre. Merk at grøfteuttaket er ikke modellert i figuren, og at det meste av berget mellom eksisterende renseanlegg og byggegrop må fjernes.

1.3. Forbehold og forutsetninger

Dette er et prinsippnotat som beskriver berguttak og sikring på et overordnet nivå. Endelig fremgangsmåte og omfang av sikring må avgjøres når løsmasser er avgravd i samråd med entreprenørens bergsprenger og ingeniørgeolog.

Bergarbeidet skal foregå tett på eksisterende renseanlegg og VA-rør og det er usikkert hvor mye berg som er tatt ut inn mot disse anleggene i forbindelse med etablering.

2 Regelverk

Følgende regelverk ligger til grunn for ingeniørgeologisk prosjektering:

- NS-EN 1990:2002+A1:2005+AC:2010+NA:2016: Eurokode: Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner [1]
- NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2020: Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering Del 1: Allmenne regler [2]
- Byggteknisk forskrift (TEK17) [3]
- Byggesaksforskriften (SAK10) [4]
- NS 8141:2022: Vibrasjoner og støt - Veiledende grenseverdier for bygge- og anleggsvirksomhet, bergverk og trafikk - Del 1: Virkning av vibrasjoner og lufttrykkstøt på byggverk, inkludert tunneler og bergrom [5]

2.1. Konsekvens og pålitelighetsklasse

Nasjonalt tillegg til NS-EN 1990 gir veiledende eksempler for hvilke konsekvens- og pålitelighetsklasse byggverk, konstruksjoner og konstruksjoner bør plasseres i. Pålitelighetsklassen for grunn- og fundamenteringsarbeider skal normalt vurderes ut fra kompleksiteten av anlegget og grunnforholdene. Grunnforholdene for pumpestasjonen vurderes å være oversiktlige. Videre er bergarbeidet medium/komplekst siden det skal plasseres nærme et renseanlegg i drift. Med bakgrunn i dette plasseres bergarbeidene for pumpestasjonen i pålitelighetsklasse CC/RC2.

Iht. NS-EN 1990 tabell NA.A1 (902) og tabell NA.A1(903) skal tiltak i pålitelighetsklasse 2 plasseres i henholdsvis prosjekteringskontrollklasse PKK2 og utførelseskontrollklasse UKK2. Dette medfører krav om utvidet kontroll. Utvidet kontroll i PKK2 kan begrenses til en kontroll av at egenkontroll og intern systematiske kontroll er gjennomført og dokumenter av det prosjekterende foretaket.

2.2. Geoteknisk kategori

Iht. NS-EN 1997 skal det fastsettes en geoteknisk kategori for tiltaket. Norsk bergmekanikkgruppe forslår i sin veileder [6] å fastsette den geotekniske kategorien som en funksjon av pålitelighetsklasse og vanskelighetsgrad. Tiltaket vurderes å ha oversiktlige grunnforhold, og grunnforholdene kan fastsettes med rimelig grad av nøyaktighet. Tiltaket vurderes å være middels påvirket av grunnforholdene.

Tiltaket vurderes derfor å være i vanskelighetsgrad middels. Med pålitelighetsklasse 2 og vanskelighetsgrad middels plasseres de bergtekniske arbeidene for pumpestasjonen i Geoteknisk kategori 2 iht. Tabell 1.

Tabell 1: Tabellen viser sammenhengen mellom pålitelighetsklasse og vanskelighetsgrad. Bergarbeidet i tilknytning til råvannspumpeinstallasjonen er plassert i geoteknisk kategori 2. Tabellen er hentet fra NGB (2011) [6].

Pålitelighetsklasse	Vanskelighetsgrad		
	Lav	Middels	Høy
CC/RC 1	1	1	2
CC/RC 2	1	2	2/3
CC/RC 3	2	2/3	3
CC/RC 4*	*	*	*

* Vurderes særskilt

2.3. Tiltaksklasse

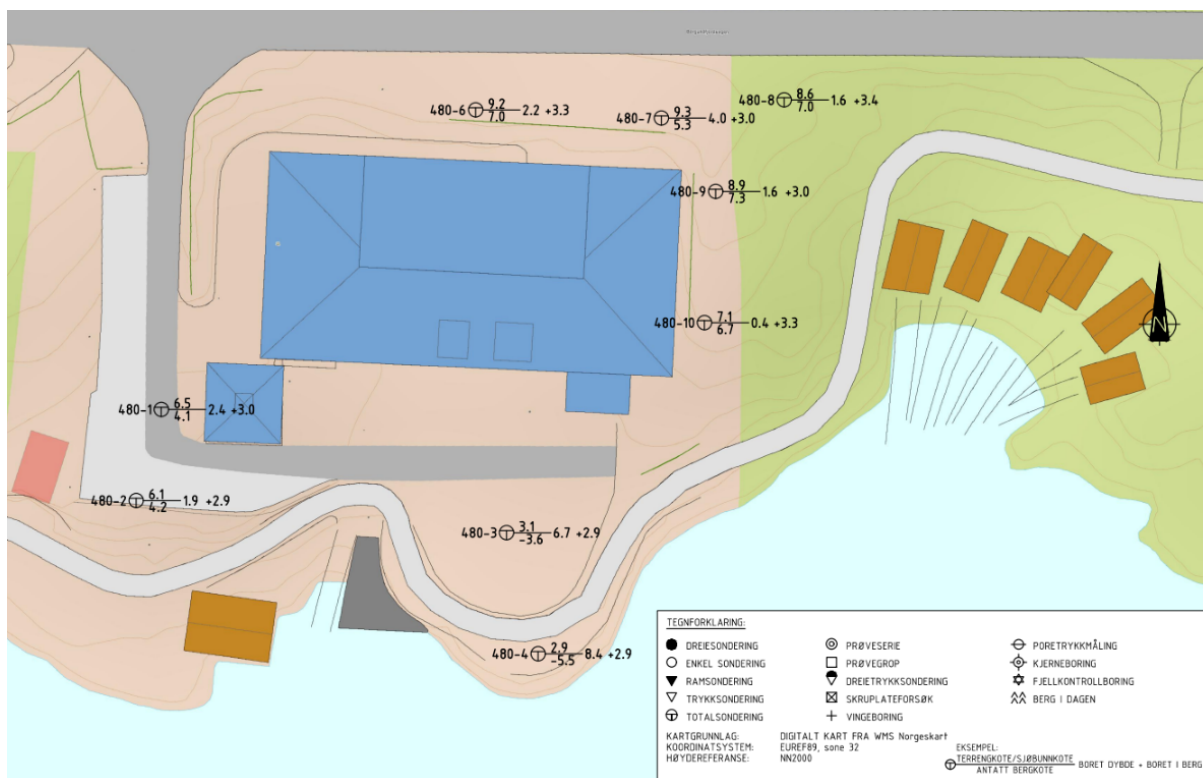
Iht. SAK10 §9-4 skal arbeidet plasseres i en tiltaksklasse. SAK10 §13-5 andre ledd beskriver godkjenningssområder for geoteknisk prosjektering. Bygninger, anlegg eller konstruksjoner som iht. NS-EN 1990+NA plasseres i pålitelighetsklasse 2, skal plasseres i tiltaksklasse 2 for geoteknisk prosjektering, herunder ingeniørgeologisk prosjektering.

For utførelse av grunnarbeidet som er relatert til arbeid i berg settes til tiltaksklasse 2 med bakgrunn i at bergskjæringer blir inntil 6 meter og nærhet til andre konstruksjoner.

3 Grunnforhold

3.1. Utførte grunnundersøkelser

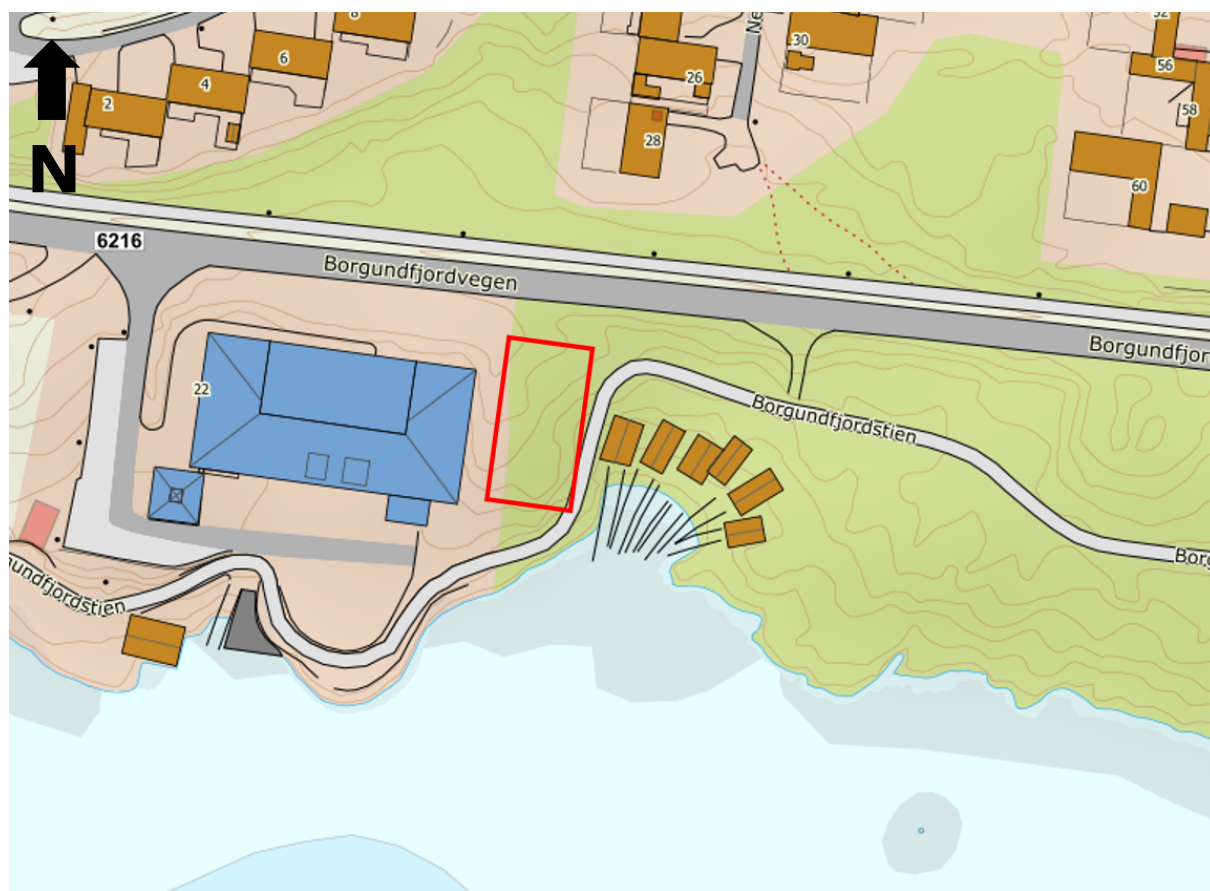
Det er utført geotekniske undersøkelser på tomten og resultatet av disse undersøkelsene er presentert i datarapport fra Multiconsult [7], se utklipp fra rapporten i Figur 5. Øst og nord for eksisterende renseanlegg viser disse grunnundersøkelsene at løsmassedybden varierer mellom 0,4 og 4,0 meter. Det er registrert leire i et borehull. Ellers er det registrert mold, sand og grus over berg, samt fyllmasser i ett hull. Sør for eksisterende renseanlegg (ned mot fjorden) er løsmassedybden opp mot 8,4 meter.



Figur 5: Utklipp fra boreplan (RIG-TEG-480-001 rev 01) viser totalsonderinger utført i planområdet [7].

3.2. Topografi

Tomten for pumpestasjonen ligger i et område med slak helning ned mot sør ned mot fjorden der det ligger en gruslagt turveg (Borgundfjordstien). Mot øst er terrenget noe brattere ned mot den samme turvegen, men høydeforskjellene er relativt små. Mot nord er terrenget tilnærmet flatt inn mot fylkesvegen (se topografisk kart i Figur 6).



Figur 6: Utklipp av topografisk kart fra norgeskart.no med omtrentlig omriss av byggegrupp.

3.3. Berggrunn

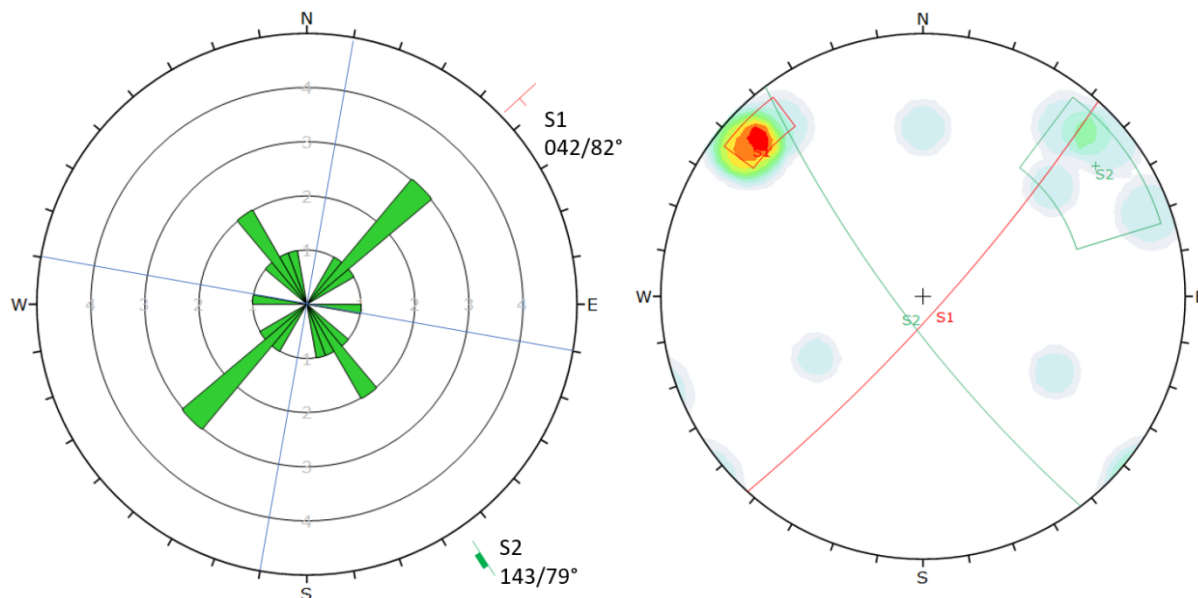
3.3.1. Bergart

Ifølge NGUs berggrunnskart i målestokk 1/50 000 [8] består berggrunnen på tomten av granittisk gneis. Dette bekrefter observasjoner på befaring.

3.3.2. Strukturer

Det er utført strukturmålinger i lokale bergblotninger på og i nærheten av tomten. Disse strukturmålingene er presentert i sprekerosen og stereoplottet i Figur 7. Bergmassen fremstår lite til moderat oppsprukket med to hovedsprekkesett i tillegg til sporadiske. Sprekkesett S1 (langs foliasjonen) ser ut til å være noe foldet, derfor kan orientering og fall variere lokalt. Sprekkeavstanden varierer fra 20 cm opptil en meter og sprekkoverflatene er glatte og plane. Sprekkene er sammenvokste til svakt omvandlede sprekkflater og

uten sprekkebelegg av betydning ut over noe jord i sprekkeflaten nærmest overflaten. Det er observert sporadiske sprekker med noe mer sprekkebelegg.



Figur 7: Sprekkerose og stereoplott fra tomten og nærliggende områder. Blå streker på sprekkerose viser retning på bergskjæringer i byggegropen.



Figur 8: Bilder av bergmassen ved tomten viser noe jordfylte sprekker opp mot overflaten, men at de er mer sammenvokste mot dybden.

Ifølge NGUs berggrunnskart i målestokk 1:250 000 er det duktile skjærsoner med kompresjonsbevegelse i nærliggende berggrunn nord for byggegropen. Disse er relatert til bergartsgrenser, er hovedsakelig orientert øst-vest og kan også observeres som regionale lineamenter i skyggerelieff. Det er ikke observert lineamenter som krysser byggegropen og det er heller ikke observert tegn til skjærsoner på befaring.

3.3.3. Bergmekaniske egenskaper

I Tabell 2 er erfaringsverdier for bergmassens enaksede trykkstyrke og borbarhet listet opp.

Tabell 2: Erfaringsverdier for bergmassens mekaniske egenskaper og borbarhet. Enakset trykkstyrke er hentet fra NBG (2000) [9] og verdiene for borbarhet er hentet fra NTNU-Anleggsdrift (1998) [10].

Bergart	Enakset trykkstyrke	DRI	BWI	CLI
Granittisk gneis	89 MPa	44-61 Middels til høy	30-42 Middels	6,6-9,3 Lav til middels

3.3.4. Radon

NGUs aktsomhetskart [11] for radon viser moderat til lav aktsomhet for radon. Granittiske gneiser kan inneholde større mengder uran/radium [12].

3.4. Løsmasser

NGUs løsmassekart, Figur 9 [13], tilsier at det er tynt hav-, fjord- og strandavsetninger i planområdet. På befaring er det observert et tynt dekke av humus i områdene som vender ned mot fjorden.



Figur 9: Utsnitt fra NGUs løsmassekart viser at det er et tynt dekke av hav-, fjord- og strandavsetninger i planområdet.

3.5. Hydrogeologi

Det er ikke observert noen vannveger i og rundt tomten og det er relativt tørt i nærliggende bergskjæringer.

4 Ingeniørgeologiske vurdering

4.1. Berguttak

Før oppstart av berguttak skal løsmasser graves bort til minimum 2 meter fra prosjektert bergskjæringskant. Inn mot Åse renseanlegg skal alt av løsmasser graves av ned til berg og/eller installasjoner i grunnen.

Berguttaket skal gjennomføres tett på Åse renseanlegg som skal være i drift i anleggsperioden. Det er også boliger, naust og veger i nærheten av byggegropen. Sprengningsarbeidet skal derfor utføres forsiktig. For å redusere vibrasjoner og for å oppnå skjæringsvegger som krever minimalt med bergsikring, anbefales det at skjæringen mot nord og inn mot Åse renseanlegg i vest sprenges med sømboring. Det vil i praksis bety alle skjæringsflater. Det bør benyttes borediameter 76 mm og hullavstand 200 mm. Det må også vurderes behov for bruk av ett-hullstening og bruk av elektroniske tennere.

Berguttak mindre enn 5 meter fra eksisterende bygningsmasse bør tas ut ved pigging av bergmassen. Tett boring og eventuell bruk av detonerende lunte i enkelte av disse hullene kan vurderes for å gjøre berguttaket inn mot eksisterende konstruksjoner så skånsomt som råd.

Sprengningsarbeidet bør starte lengst mulig unna avløpsrenseanlegget, slik at det opparbeides erfaringer knyttet til vibrasjonenes forplantning i grunnen. Videre på salvestørrelsene tilpasses slik at vibrasjonskravene overholdes.

Det kan være behov for forbolting med 6-8 meter lange kamstålsbolter (Ø32mm) i den nordlige og høyeste bergskjæringen. Dette vurderes av geolog i samråd med bergsprenger når bergoverflaten er avdekket.

Avstanden mellom den vestlige skjæringsveggen i byggegropen og Åse renseanlegg blir under 5 meter. Det går eksisterende rørtraseer og det planlegges nye rørtraseer mellom det gamle og nye bygget. Det anbefales derfor at alt berg mellom byggegropen og avløpsrenseanlegget tas ut. Det kan være aktuelt med noen vertikale forbolter inn mot eksisterende renseanlegg som arbeidssikring underveis i berguttaket.

Ved boring av de høyeste veggene i byggegropen kan det oppstå boreavvik. Særlig avvik parallelt med sprekkesett S1 eller S2 ansees sannsynlig. Bruk av styrestenger kan vurderes, særlig for konturhull.

4.2. Bergsikring

Byggegroppen er midlertidig og skal fylles igjen etter byggeperioden. For permanent sikring er det derfor kun nødvendig å ivareta den globale stabiliteten. Basert på utførte sprekkemålinger kan det i nordlig bergskjæring forventes kiler som dannes av sprekkeplan S1 og S2. Plan utglidning langs S1 kan også forekomme. Det kan være behov for permanent sikring med bergbolter. Bolter benyttet til permanent sikring skal være fullt innstøpt og dobbelt korrosjonsbeskyttet. Antatt dimensjon er 3-4 meter lengde og ø20mm i diameter. Dimensjoner, lengder og plassering anvises av geolog på stedet etter at rensk er utført.

Siden det skal arbeide personell i byggegropen i forbindelse med grunnarbeidet må detaljstabiliteten ivaretas i byggetiden så lenge byggegropen er åpen. For å ivareta detaljstabiliteten anbefales det at det utføres maskinell og manuell rensk av skjæringen, samt at skjæringen spyles. Dersom geolog vurderer at det fremdeles er fare for nedfall etter utført rensk kan ytterligere bolting og/eller nett/vegduk evt. skytematter som legges over bergskjæringen være aktuelt som arbeidssikring. Denne type sikring er spesielt aktuell som arbeidssikring i grøfter i berg, der man har litt dybde i berg for grøft.

4.3. Vibrasjonsgrenser

I forbindelse med sprengningsarbeidet for pumpestasjonen er det beregnet vibrasjonsgrenser som skal overholdes (se Tabell 3). Grenseverdiene for bygg og konstruksjoner er beregnet basert på NS 8141-1:2022 [5].

For Åse renseanlegg er det benyttet byggverksfaktor for «konstruksjoner med store spennvidder» og der er tatt utgangspunkt i at bygget er fundamentert på berg/avrettingslag over berg og at det er bygget i armert betong og tre.

For boliger og naust er det antatt at disse er fundamentert på berg/avrettingslag over berg eller på løsmasser og at de er bygget i «uarmert betong, tegl, betonghullstein, murverk, lettklinkerbetong og ringmurblokker».

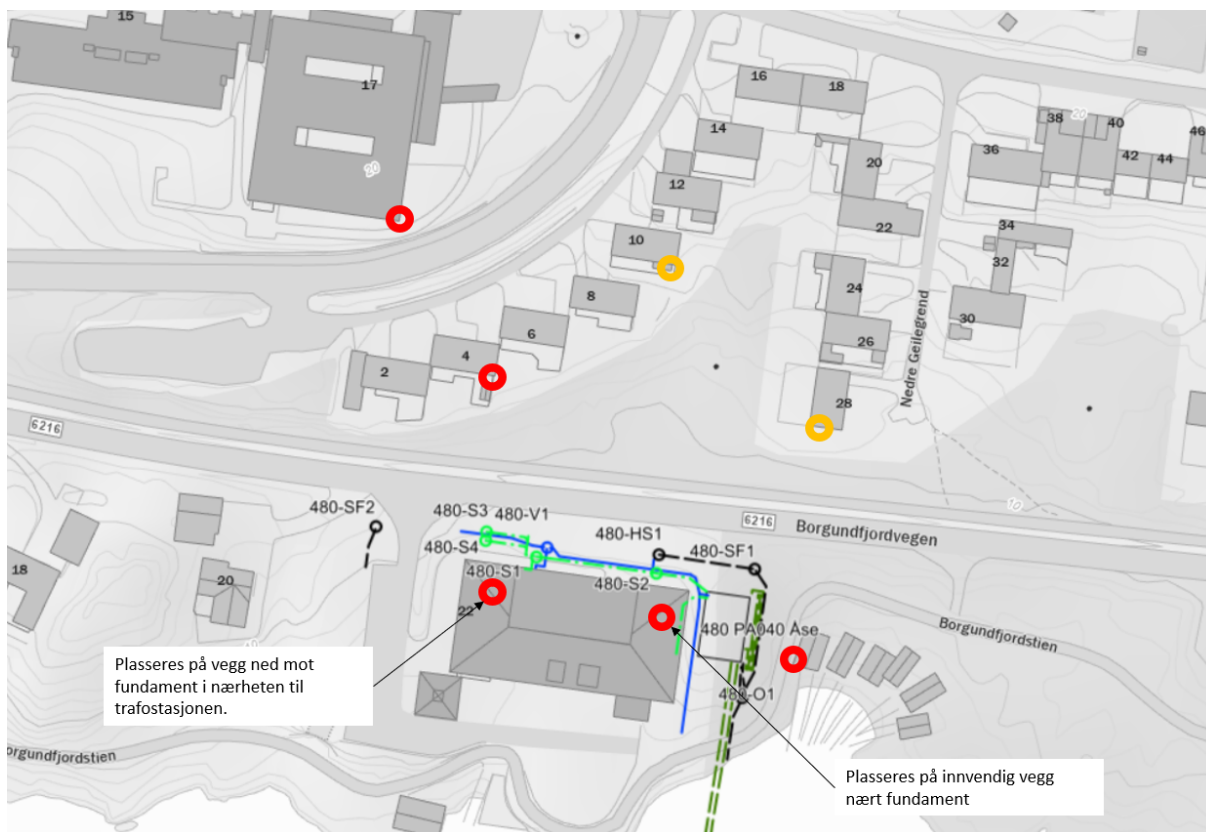
Grenseverdiene for stål/betongrør og transformatorstasjon er hentet fra Multiconsult (2023) [14].

Ålesund sykehus, Kreftavdelingen, ligger i underkant av 100 meter fra sprengningsarbeidet. Sykehuset inneholder utstyr som brukes ved diagnostikk og behandling og som kan være sensitivt for vibrasjoner. Grenseverdien for Ålesund sykehus settes derfor lavt (det kan komme justeringer i disse verdiene).

Tabell 3: Vibrasjonsgrenser

Vibrasjonsgrenser [mm/s]		
Type konstruksjon/installasjon	Sprengning	Pigging
Åse renseanlegg (konstruksjonen)	42	13
Boliger og naust på berg	50	15
Boliger på løsmasser	25	7
Stål/betongrør i god stand	50	15
Gamle rør i dårlig stand	20	5
Transformatorstasjon i renseanlegget	20	10
Sensitivt IT-utstyr/servere i renseanlegget	20	10
Ålesund sykehus, Kreftavdelingen	20	10

Det skal monteres vibrasjonsmålere og utføres vibrasjonsmålinger iht. NS 8141:2022 med veiledninger. Figur 10 viser foreslåtte plasseringer av vibrasjonsmålere på nærliggende bebyggelse og konstruksjoner. I eksisterende renseanlegg skal det plasseres en treakset måler på innvendig vegg i østlig del av bygget. I tillegg skal det plasseres en måler på vegg i nærheten av fundamentet til trafostasjonen som ligger vest i bygget. På sykehuset plasseres en vibrasjonsmåler utvendig på bygningshjørne nærmest sprengningsområdet. På øvrige bygninger plasseres måler iht. standard.



Figur 10: Foreløpig forslag til plassering av vibrasjonsmålere (rød markering på konstruksjoner antatt fundamentert på berg og oransje markering på konstruksjoner antatt fundamentert på løsmasser.

Det skal utføres besiktigelse av nærliggende byggverk før anleggsstart iht. NS 8141-4:2021 [15]. Det anbefales at bebyggelse og konstruksjoner som ligger under omtrent 100 meter fra sprengningsstedet besiktes før anleggsstart, se Figur 11.



Figur 11: Eiendommer som skal besiktiges er markert med gul sirkel.

Dersom det avdekkes sårbare konstruksjonsdeler og eller installasjoner i bygninger i forbindelse med bygningsbesiktigelse må grenseverdiene justeres. Det samme gjelder dersom det under befaring avdekkes andre fundamenteringsforhold enn forutsatt i dette dokumentet.

For øvrig er det viktig med god tildekking av salver for å hindre steinsprut. Bruk av not bør vurderes, spesielt med tanke på nærhet til naust.

4.4. Hydrogeologisk påvirkning

Siden løsmassedekket i nærområdet er tynt, samt at nærliggende konstruksjoner antas å være fundamentert på berg, forventes faren for grunnvannssenkning som følge av sprengningsarbeidet å være lav. Det er ikke nødvendig med tiltak.

5 Ingeniørgeologisk oppfølging

Sprengnings- og sikringsarbeidet skal følges opp av ingeniørgeolog i byggefasen og oppfølgingen skal ha fokus på følgende:

- Befare området sammen med bergsprenger etter at løsmassene er avgravd for justering av uttaksmetodikk.
- Vurdere behov for forbolting før berguttak
- Kartlegge ugunstige slepper/sprekker som kan gi løft eller forskyvning av berget inn mot eksisterende konstruksjon
- Vurdere behov for bergsikring i byggegropen etter utført rensk, både permanent sikring (global stabilitet) og arbeidssikring (detaljstabilitet).

6 Referanser

- [1] Norsk standard, NS-EN 1990:2002+A1:2005+AC:2010+NA2016(no) Eurokode: Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner.
- [2] Norsk standard, NS-EN 1997 Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering -1 Allmenne regler.
- [3] Byggteknisk forskrift (TEK17), Direktoratet for byggkvalitet.
- [4] Byggesaksforskriften (SAK10), Direktoratet for byggkvalitet.
- [5] Norsk standard, Vibrasjoner og støt - Veiledende grenseverdier for bygge- og anleggsvirksomhet, bergverk og trafikk - Del 1: Virkning av vibrasjoner og lufttrykkstøt på byggverk, inkludert tunneler og bergrom, 2022.
- [6] Norsk bergmekanikkgruppe , «Veileder for bruk av Eurokode 7 til bergteknisk prosjektering. Versjon 1.,» 2011..
- [7] Multiconsult, «Rapport. Kongshaugstranda renseanlegg, 480 RA4 Åse. Geotekniske grunnundersøkelser, datarapport. Revisjon 01.,» Ålesund, 2023.
- [8] NGU, «Berggrunn - Nasjonal berggrunnsdatabase,» [Internett]. Available: https://geo.ngu.no/kart/berggrunn_mobil/.
- [9] Norsk bergmekanikkgruppe, «Engineering geology and rock engineering. Handbook No 2.,» Oslo, 2000.
- [10] NTNU-Anleggsdrift, «Project Report 13C-98 DRILLABILITY Statistics of Drillability Test Results.,» NTNU, Trondheim, 1998.
- [11] NGU, «Radon aktsomhet,» [Internett]. Available: https://geo.ngu.no/kart/radon_mobil/.
- [12] NGU, «Produktark: Nasjonalt aktsomhetskart for radon.,» NGU, Trondheim, 2016.
- [13] NGU, «Løsmasser - Nasjonal løsmassedatabase,» [Internett]. Available: https://geo.ngu.no/kart/losmasse_mobil/.

- [14] Multiconsult, «Grenseverdier for vibrasjoner og luftrykkstøt. NS 8141-1:2022. Endringer i forhold til tidligere utgaver av vibrasjonsstandarder og praktisk bruk.,» i *NFF Temakveld for bergsprengere*, Kristiansand, 2023.
- [15] Norsk standard, NS 8141-4:2021 Vibrasjoner og støt - Veiledende grenseverdier for bygge- og anleggsvirksomhet, bergverk og trafikk - Del 4: Retningslinjer for besiktigelse av byggverk og eiendom før bygge- eller anleggsstart, 2021.