



Notat

OPPDRAAG	Nebbestølen, gnr./bnr. 22/20	DOKUMENTKODE	10267333-01-RIGberg-NOT-001
EMNE	Ingeniørgeologisk premissnotat	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAAGSGIVER	Bono Fyllingsdalen AS	OPPDRAAGSLEDER	Frode Johannesen
KONTAKTPERSON	Christer Haraldsen	UTARBEIDET AV	Frode Johannesen
KOPI		ANSVARLIG ENHET	10233013 Skred, naturfare og ingeniørgeologi

SAMMENDRAG

Foreliggende notat gir en beskrivelse av regelverk og premisser for ingeniørgeologisk prosjektering av prosjektet ved Nebbestølen, (gnr./bnr. 22/20) i Bergen kommune.

Følgende vurderinger er gjort for planlagt tiltak:

- Geoteknisk kategori: 2 for nye skjæringer på tomten.
- Konsekvens- og pålitelighetsklasse (CC/RC): 2 for nye skjæringer på tomten.
- Prosjekteringskontrollklasse og utførelseskontrollklasse: PKK2 og UKK2 for nye skjæringer på tomten.
- Tiltaksklasse 2 for PRO og UTF.

Geolog skal kontaktes for vurdering av berget etter avgraving før sprengning for å avklare forbolter. Geolog skal videre følge opp sikringsarbeidene i skjæringer etter sprengning, dette gjelder både skjæringer som skal tilbakefylles og skjæringer som blir synlig på permanent basis.

00	02.06.2025	Premissnotat til utsendelse	Frode Johannesen	Asbjørn Øystese	Frode Johannesen
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV



Innholdsfortegnelse

1	Innledning.....	3
1.1	Stedlige forhold og beskrivelse av byggetiltaket.....	3
2	Regelverk og standarder	5
2.1	Byggteknisk forskrift, TEK17	6
2.1.1	§ 7, Sikkerhet mot naturpåkjenninger	6
2.1.2	§ 10, Konstruksjonssikkerhet	6
2.2	Geoteknisk kategori og pålitelighetsklasse (CC/RC)	6
2.3	Tiltaksklasse (PBL)	7
2.4	Prosjekterings- og utførelseskontroll	8
2.5	Kvalitetssystem.....	8
2.6	Eurokode 8.....	8
3	Overvåknings- og kontrollplan	9
3.1	Kontroll av utførelse	9
4	Grunnforhold	9
4.1	Berggrunn og stabilitetsvurdering	9
4.2	Løsmasser	10
5	Premisser for berguttak	10
5.1	Forbolting	Error! Bookmark not defined.
5.2	Sprenging og boring.....	11
5.2.1	Identifisert risiko ved sprengningsarbeidet	12
5.3	Sikringstiltak under og etter sprenging	12
5.3.1	Rensk	12
5.3.2	Bolter	12
5.4	Vibrasjoner fra grunnarbeider	13
5.5	Plassering av rystelsesmålere ved boliger/næringsbygg	14
5.6	Tilstandsregistrering	15
5.7	Hensyn til omgivelser og tredjepart	15
6	Vedlegg	15



1 Innledning

Multiconsult har foretatt en geologisk vurdering av tomt gnr./bnr. 22/20, Nebbestølen, i Bergen kommune i forbindelse med planlagt utbygging av boligblokker på tomten. Reguleringsbestemmelser fra Bergen kommune krever at det foretas en geologisk vurdering av utbyggingstomten.

Den geologiske vurderingen baserer seg på registrerte og antatte egenskaper for løsmasser og bergmasser på tiltakstomten. Stabiliteten til planlagt byggetiltak er vurdert ut ifra hvilke forhold som er avdekket i denne analysen. Aktuelle sikringstiltak for ustabile berg- og løsmasser er vurdert, samt tiltak for å hindre nedfall mot nærliggende bebyggelse og infrastruktur underveis i grunnarbeidene.

Tiltaksområdet for prosjektet er vist i Figur 1.

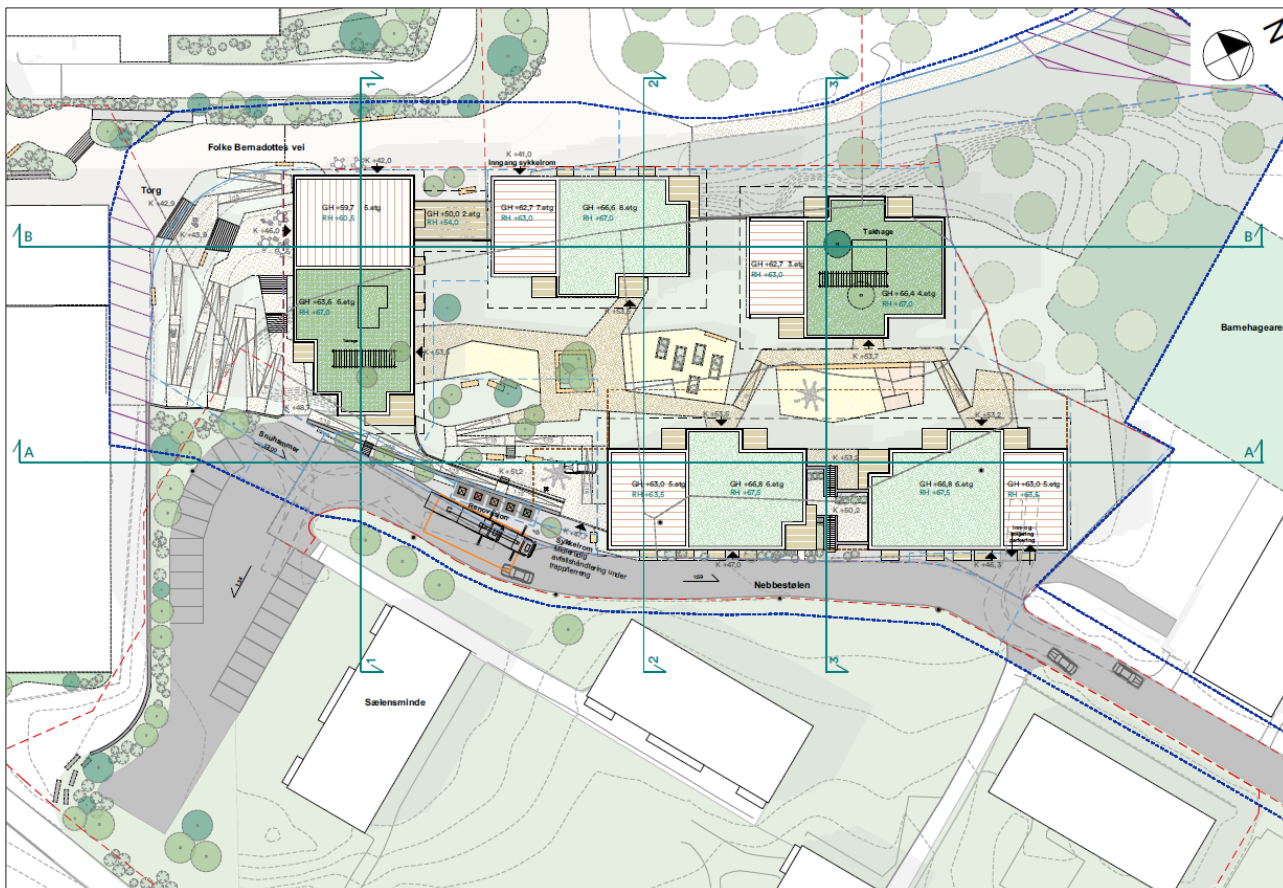
Foreliggende notat baserer seg på gjeldende regelverk for bergteknisk prosjektering, mottatt grunnlagsmateriale, samt befarings utført 15. mai 2025. Til stede på befaringen var geolog Frode Johannesen fra Multiconsult.

1.1 Stedlige forhold og beskrivelse av byggetiltaket

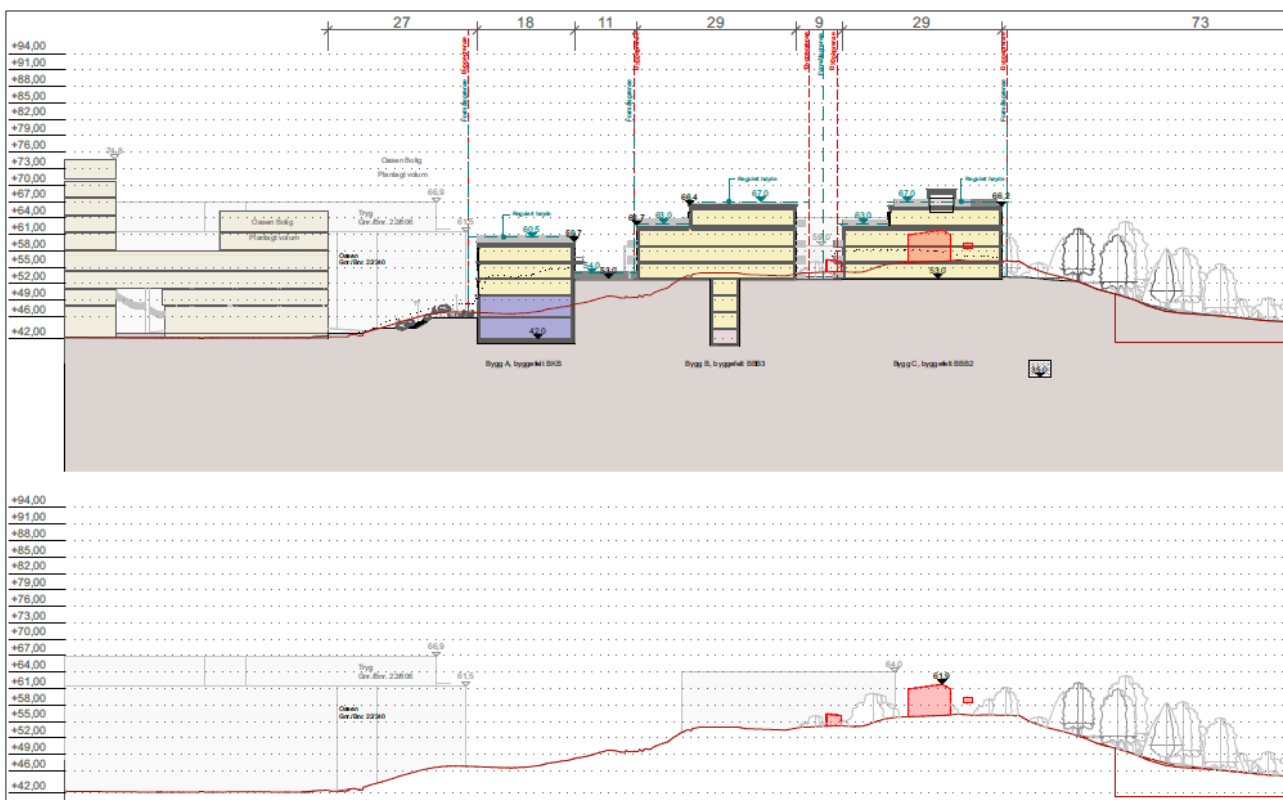
Det aktuelle tiltaksområdet ligger ved Nebbestølen i Fyllingsdalen, Bergen kommune (gnr./bnr. 22/20). Tiltaksområdet ligger langs en mindre NØ-SV orientert åsrygg (kote 55 moh.), hvor det i dag er flere eneboliger. Tomten ligger mellom eksisterende boligblokker like nord og øst for tomten og med kontorbygg og parkeringsplasser like vest for tomten. Oasen kjøpesenter ligger like sør for tomten.

I forbindelse med bygging av de planlagte boligblokkene skal det etableres byggegrop i berg i kort avstand til eksisterende bebyggelse og konstruksjoner. Byggetiltaket inkluderer fem boligblokker (Bygg A-E), og det er planlagt å sprengne seg ned til kote +40,1 på det laveste, noe som vil gi midlertidige skjæringer på byggetomten med høyder opp mot 12 m. Se Figur 2 og 3 for typiske terrengsnitt for de ulike byggene. Alle skjæringer på tomten vil bli gjenfylt i ferdig fase.

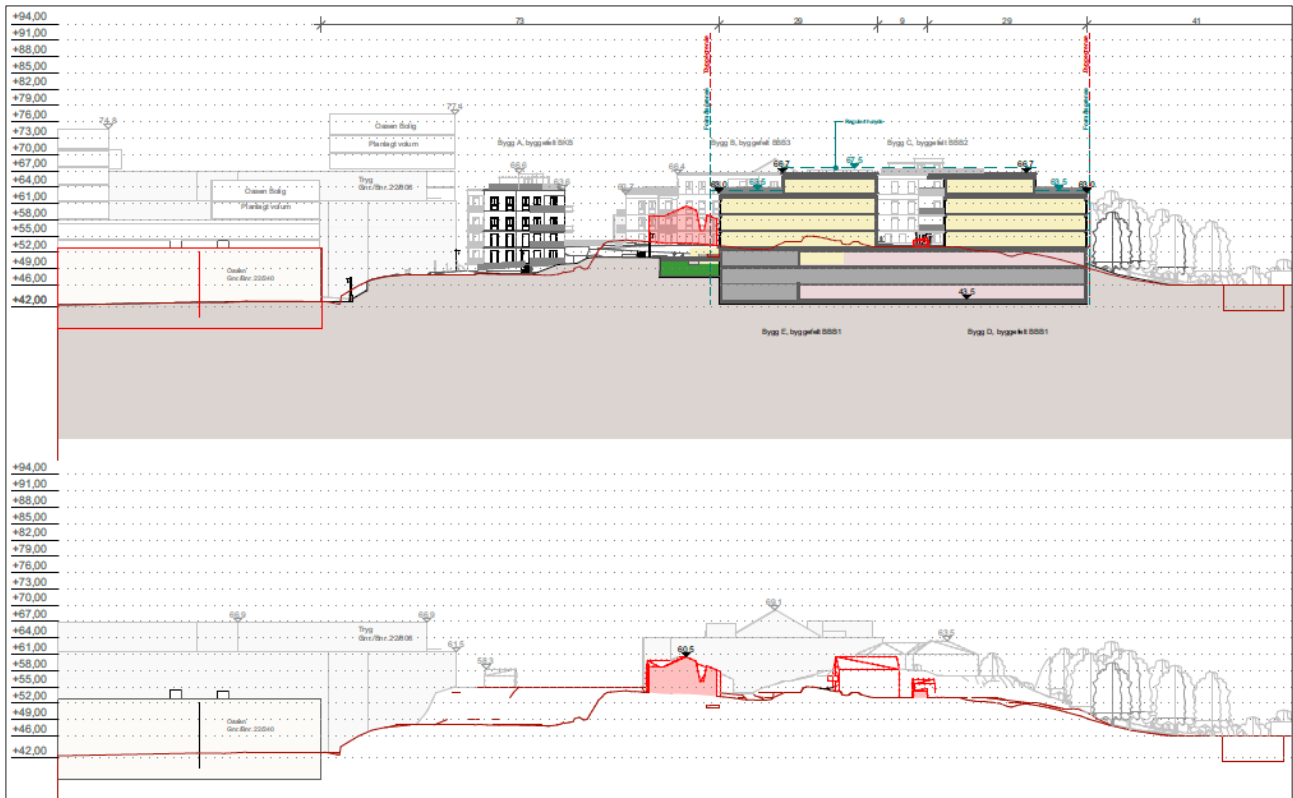
Det er tett løvskog, busker og kratt i nedkant av byggetomten, spesielt langs nordlig og vestlig side. Det er ikke registrert noen bekker eller vannveier på selve tomten, men det er en bekk som renner like nord for tomten og som er lagt i rør/tunnel langs med eller under tomten. Det kan i perioder med mye nedbør oppstå overvann eller flom på tomten som må tas hånd om av et tilstrekkelig drenerings-/overvannssystem.



Figur 1. Tiltaksområde for utbygging. Utklipp fra illustrasjonsplan.



Figur 2. Snitt og oppriss av Bygg A, B og C, samt eksisterende terreng nederst.



Figur 3. Snitt og oppriss av Bygg D og E, samt eksisterende terreng nederst.

2 Regelverk og standarder

Følgende regelverk og standarder legges til grunn for bergteknisk prosjektering i prosjektet:

- Byggteknisk forskrift (TEK17) §7 Sikkerhet mot naturpåkjenninger og §10 Konstruksjonssikkerhet
- Plan- og Bygningsloven (PBL) §24 Kvalitetssikring og kontroll med prosjektering og utførelse av tiltak
- Byggesaksforskriften (SAK10) §14 Kontroll av tiltak og §9-4 Valg av tiltaksklasse
- NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016 (Eurokode 0: Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner)
- NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA2020 (Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering – Del 1: Allmenne regler)
- NS-EN 1998-1:2004+A1:2003+NA:2021 (Eurokode 8: Prosjektering av konstruksjoner for seismisk påvirkning – Del 1: Allmenne regler, seismiske laster og regler for bygninger)
- NS 8141-1:2022 Vibrasjoner og støt
- NS 8141-4:2021 Vibrasjoner og støt

I tillegg anvendes Norsk Bergmekanikkgruppe sin veileder der dette er relevant.



2.1 Byggteknisk forskrift, TEK17

2.1.1 § 7, Sikkerhet mot naturpåkjenninger

I henhold til TEK17 § 7 skal byggverk plasseres, prosjekteres og sikres slik at det oppnås tilfredsstillende sikkerhet mot skred eller vesentlig ulempe fra naturpåkjenninger (flom, stormflo og skred).

Den planlagte utbyggingen inngår i sikkerhetsklasse S3 (boligblokker med normalt oppholdssted for mer enn 25 personer), og omfatter tiltak der konsekvensen av en skredhendelse potensielt kan være stor. I henhold til TEK17 § 7-3 skal den årlige nominelle sannsynligheten for skred i sikkerhetsklasse S3 være mindre enn 1/5000.

Selve byggetomten ligger ikke innenfor aktsomhetsområdet for noen typer skred, og oppfyller dermed i utgangspunktet kravene til sikkerhet mot skred i TEK17 dersom eventuelle sikringstiltak i utsprenge skjæringer på tomten blir utført etter prosjektering og oppfølging av geolog. Nærliggende eiendommer nordvest for tomten ligger derimot innenfor aktsomhetsområdet for flom. Ved utflåting eller sprengning av groper i tiltaksområdet som er lavere enn dagens terreng, kan dette medføre at tomten vil komme innenfor aktsomhetsområdet for flom. Det må derfor gjøres en vurdering av flomfare på tomten, før denne er opparbeidet.

Det presiseres også at sprengning og pigging på aktuell byggetomt vil kunne endre stabilitetsforholdene i tilstøtende berg. Det må i den forbindelse gjøres egne vurderinger knyttet til stabilitet og nødvendige sikringstiltak av berget. Dette vil bli vurdert nærmere i prosjektrapporter, og vil bli fulgt opp og ivaretatt i byggeperioden av geolog på stedet.

TEK17 § 7 anses derfor for å være ivaretatt.

2.1.2 § 10, Konstruksjonssikkerhet

I henhold til TEK17 § 10.1 vil forskriftens minstekrav til personlig og materiell sikkerhet være oppfylt dersom det benyttes metoder og utførelse i henhold til Norsk Standard (Eurokoder).

TEK17 § 10.2 angir følgende: «Grunnleggende krav til byggverkets mekaniske motstandsevne og stabilitet, herunder grunnforhold og sikringstiltak under utførelse og i endelig tilstand, kan oppfylles ved prosjektering av konstruksjoner etter Norsk Standard NS-EN 1990 Eurokode: Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner og underliggende standarder i serien NS-EN 1991 til NS-EN 1999, med tilhørende nasjonale tillegg.»

I veiledningen til TEK17 står det følgende: «Kravene i forskriften er oppfylt dersom metoder og utførelse følger Norsk Standard. En korrekt bruk av prosjekteringsstandardene gir samlet det sikkerhetsnivået som forskriften krever.»

Ved å benytte standarder (Eurokoder) vil TEK17 § 10 være ivaretatt.

2.2 Geoteknisk kategori og pålitelighetsklasse (CC/RC)

Som et utgangspunkt for fastsettelse av geoteknisk kategori anbefales det at prosjektets konsekvens- og pålitelighetsklasse (CC/RC) vurderes i tillegg til grunnforholdenes kompleksitet. Geoteknisk kategori fremkommer som en funksjon av pålitelighetsklasse og vanskelighetsgrad. Vanskelighetsgraden klassifiseres som lav, middels eller høy. Standarden åpner for at det kan fastsettes ulik geoteknisk kategori for ulike deler av prosjektet, samt at geoteknisk kategori kan oppdateres underveis i prosjektet.

I det aktuelle prosjektet er det planlagt terrenginngrep, med graving, sprengning, pigging og etablering av midlertidige skjæringer i byggegrop. Vanskelighetsgraden er vurdert til å være middels, med enkle og oversiktlige grunnforhold, men med kort avstand til eksisterende bebyggelse (boligblokker, kontorbygg og kjøpesenter) og infrastruktur (parkeringsplasser, veier mm.). God planlegging, riktig



arbeidsgang og tett oppfølging av geolog under grunnarbeidene er avgjørende for at sprenging, pigging og etablering av nye skjæringer kan gjennomføres på en trygg og sikker måte. I henhold til Tabell 1 gir dette en pålitelighetsklasse (CC/RC) **2**. Med middels vanskelighetsgrad og pålitelighetsklasse 2, settes geoteknisk kategori for etablering av nye skjæringer til **2** i henhold til Tabell 2.

Tabell 1. Utdrag fra tabell NA.A1 (901) i Nasjonalt Tillegg til NS-EN 1990

Veiledende eksempler for klassifisering av byggverk, konstruksjoner og konstruksjonsdeler	Pålitelighetsklasse (CC/RC)			
	1	2	3	4
Atomreaktorer, lager for radioaktivt avfall				X
Grunn- og fundamenteringsarbeider og undergrunnsanlegg i kompliserte tilfeller ¹⁾			X	X
Grunn- og fundamenteringsarbeider og undergrunnsanlegg i enkle og oversiktlige grunnforhold ¹⁾	X	(X)		

1) Ved vurdering av pålitelighetsklasse for grunn- og fundamenteringsarbeider og undergrunnsanlegg skal det også tas hensyn til omkringliggende områder og byggverk.

Tabell 2. Definisjon av geoteknisk kategori

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	*	*	*

2.3 Tiltaksklasse (PBL)

Det skal velges tiltaksklasser for prosjekt eller deler av prosjekt i henhold til Byggesaksforskriften (SAK10) § 9-4 Oppdeling i tiltaksklasser. Geotekniske konstruksjoner som plasseres i pålitelighetsklasse 2 tilhører, i henhold til Direktoratet for byggkvalitet sin Veiledning om byggesak HO-1/2011, i utgangspunktet tiltaksklasse 2 i henhold til NS-EN-1990+NA. Prosjektering av grunn- og sikringsarbeidene på tomten vurderes derfor å ligge i **tiltaksklasse 2**. Utførelse av grunn- og sikringsarbeider vurderes også å ligge i tiltaksklasse 2. Prosjekterende og utførende foretak må være godkjent i tiltaksklasse 2.

Veiledning til SAK10 §14-2 setter krav til uavhengig kontroll av geoteknikk i tiltaksklasse 2. For prosjektering er dette begrenset til kontroll av at det er gjort kvalifisert undersøkelse for å bestemme geoteknisk kategori og fastsettelse av pålitelighetsklasse.



2.4 Prosjekterings- og utførelseskontroll

Eurokode 0 gir føringer for krav til prosjekteringskontrollklasse (PKK) og utførelseskontroll (UKK) avhengig av pålitelighetsklasse. Plan og bygningsloven (PBL) og Byggesaksforskriften (SAK10) krever i tillegg kontroll i henhold til tiltaksklasse.

I henhold til Tabell NA.A1 (902) i Eurokode 0 skal prosjekteringskontrollklasse settes til:

- **Nye skjæringer i dagen i pålitelighetsklasse 2 → prosjekteringskontrollklasse = PKK2**

For geoteknisk prosjektering gjelder da at det i tillegg til grunnleggende kontroll (egenkontroll) og intern systematisk kontroll også skal utføres utvidet kontroll. Intern systematisk kontroll er en intern, systematisk kvalitetskontroll av prosjektering og faste rutiner i foretaket.

Utvidet kontroll i prosjekteringskontrollklasse PKK2 skal bekrefte at egenkontroll og intern systematisk kontroll er gjennomført og dokumentert av det utførende foretaket.

Den utvidede kontrollen skal utføres i byggherrens regi, enten av byggherrens egen organisasjon eller annet foretak, som er uavhengig av foretaket som utførte arbeidene. Kontrolløren må ha tilstrekkelig kjennskap til prosjekterte løsninger, samt nødvendig erfaring og faginnsikt for å kunne gjennomføre kontrollen.

I henhold til Tabell NA.A1 (903) i Eurokode 0 skal utførelseskontrollklasse settes til:

- **Nye skjæringer i dagen i pålitelighetsklasse 2 → utførelseskontrollklasse = UKK2**

For utførelse gjelder da at det i tillegg til grunnleggende kontroll (egenkontroll) og intern systematisk kontroll også skal utføres utvidet kontroll.

Utvidet kontroll i utførelseskontrollklasse UKK2 skal bekrefte at egenkontroll og intern systematisk kontroll er gjennomført og dokumentert av det utførende foretaket. Utvidet kontroll skal utføres i byggherrens regi, enten av byggherrens egen organisasjon eller et annet foretak som er uavhengig av foretaket som utførte arbeidene. Kontrolløren må ha tilstrekkelig kjennskap til prosjekterte løsninger, samt nødvendig erfaring og faginnsikt for å kunne gjennomføre kontrollen.

2.5 Kvalitetssystem

Eurokode 0 krever at ved prosjektering av konstruksjoner i pålitelighetsklasse 2, 3 og 4 skal et kvalitetssystem være tilgjengelig, og at dette systemet skal tilfredsstille NS-EN ISO 9000-serien for konstruksjoner i pålitelighetsklasse 4. Vårt system tilfredsstiller sistnevnte, og kravet er dermed også ivaretatt for pålitelighetsklasse 2 og 3.

2.6 Eurokode 8

Prosjektering for jordskjelv anses som ulykkestilstand. Det velges grunntype A i henhold til NS-EN 1998-1:2004+A1:2013+NA:2021, ettersom konstruksjonsmaterialet er berg. I henhold til kapittel NA.3.2.2.2. skal forsterkningsfaktoren bestemmes på bakgrunn av grunntypen ved hjelp av Tabell 3.3; dette gir da en forsterkningsfaktor lik 1,0.

I henhold til NS-EN 1998-1:2004+A1:2013+NA:2021 foreslås det at den bergtekniske konstruksjonen plasseres i seismisk klasse II ettersom tiltaksområdet skal benyttes som boligbygg. Denne seismiske klassen gir, ifølge Tabell NA.4 (901) en seismisk faktor γ_1 lik 1,0.

Spissverdien for berggrunnens akselerasjon agR settes til $0,55 \text{ m/s}^2$ ut fra Tabell NA.3.2 i standarden.

For konstruksjoner som plasseres i seismisk klasse I-IIIa kan påvisning av motstand mot seismisk påvirkning etter NS-EN 1998-1:2004+A1:2013+NA:2021 fravikes dersom et av standardens kriterier er oppfylt. I dette tilfellet er $ag=agR$ $\gamma_1 = agS = 0,55$, slik at det er krav til å benytte NS-EN 1998-1:2004+A1:2013+NA:2021. I praksis blir ikke Eurokode 8 benyttet for mindre blokker da sikringen er basert på konstruktive metoder.



3 Overvåknings- og kontrollplan

Eurokode 7 gir krav om program for oppfølging, observasjon, overvåkning, målinger og kontroll under bygging. I geoteknisk kategori skal det utføres byggeplassinspeksjon, kvalitetskontroll av materialer i henhold til NS 3420 (eller prosesskoden), og observasjoner/målinger av grunnens egenskaper.

Byggeplasskontroll er en kontroll av byggearbeidet, og innebærer blant annet registrering av grunnforholdene etter hvert som disse avdekkes under bygging. Kontrollplan kan utarbeides som en kontrollmatrise i eget notat og skal regelmessig rapporteres. Aktuell person hos byggherren må ha tilstrekkelig kunnskap til å følge opp de bergtekniske arbeidene. En person med bergteknisk/ingeniørgeologisk kompetanse skal ha det faglige ansvaret for permanentsikringen.

3.1 Kontroll av utførelse

Forslag til kontrollplan for utførelse av bergskjæringer er gitt i Tabell 3.

Tabell 3. Forslag til kontrollplan for etablering av bergskjæringer.

	Kontrollpunkt	Omfang/beskrivelse	Ansvar/utføres av
Berguttak	Prosjektert sprengningsprofil	Sikre konsistens med prosjektering	Entreprenør og byggherre
	Grunnens egenskaper	Registrering av bergmassekvalitet og opptredende sprekkesett og prosjektering av permanent bergsikring	Ansvarlig geolog
	Installert sikring	Sjekke at utført rensk, installerte bolter, sprøytebetong og nett er i henhold til prosjekteringen	Entreprenør og byggherre/uavhengig kontrollør

4 Grunnforhold

4.1 Berggrunn og stabilitetsvurdering

Berggrunnen i området består ifølge NGUs berggrunnskart av granittisk gneis, og de eksisterende skjæringene i området fremstår hovedsakelig som grovblokkige og moderat oppsprukket. Det er registrert tre sprekkesett i bergmassen rundt den aktuelle kollen. Foliasjonen S1 ligger med slakt fall mot sørøst og nordøst, mens et steilt sprekkesett S2 med fall mot NØ vil gi mindre overheng i langs vestvendte skjæringer og utgående sleppeplan i østvendte skjæringer. Et tredje sprekkesett S3 er også steilt og har fall ca. 75 grader mot SV, noe som vil avløse blokker i bakkant og gi overheng i nordvest vendte skjæringer og utgående sprekkeplan i sørvestvendte skjæringer. Kombinasjoner av de registrerte sprekkesettene vil gi avløste blokker og flak i skjæringene som vil gi behov for boltesikring.



Figur 4. Bergblotning like sør for tiltaksområdet, med de registrerte sprekkesettene i bergmassen.

4.2 Løsmasser

I henhold til NGUs løsmassekart skal løsmassene i tomteområdet bestå av morenemasser, stedvis med stor mektighet. Dette stemmer ikke overens med observasjoner i felt hvor det på selve byggetomten ble observert bergblotninger i dagen. Området rundt tiltaksområdet er påvirket av urban bebyggelse og asfalt, noe som gjør det vanskelig å observere løsmassemektheter eller -type rundt tiltaksområdet.

5 Premisser for berguttak

Det skal etableres en byggegrop med sprengningsnivå på kote +40,1. Skjæringene rundt byggegropen vil ha en høyde på ca. 12 m på det høyeste. For å sikre optimal stabilitet ved masseuttak installeres det forbolter og det sømbores i utsatte områder. Evt. løsmasser stabiliseres midlertidig ved bruk av plankestengsel. Videre vil uttaksprosessen bli beskrevet i detalj.

5.1 Sikringstiltak før sprengning

Forut for sprenging installeres det forbolter langs utsatte skjæringskanter. Konturen sikres ved hjelp av forbolting på utsatte steder, som nært bygg med grunne fundamenter med risiko for utglidning av berg. Forbolter skal være i kamstål B500NC med diameter 32 mm, innstøpes i full lengde og ha en lengde 4,0 – 6,0 m. Det monteres ikke plate på disse. Boltene må gis tilstrekkelig herdetid før det kan sprenges.

Boltene ansettes 0,5 m bak konturplan, og med stupning (70-75°) vekk fra gropa med mindre andre hensyn tilsier steilere boring. Senteravstanden er i utgangspunktet antatt å være 1,0 m.



Spesifikasjon forbolter

Følgende gjelder for forboltene langs teoretisk skjæringstopp:

- Boltetype: Ø32 mm innstøpte kamstålbolter med lengde 4,0 - 6,0 m (etter høyde på skjæringen).
- Korrosjonsbeskyttelse: Ingen, vanlig svart stål
- Senteravstand c/c = 1,0 m
- Bolter installeres ca. 0,5 m inn fra teoretisk skjæringstopp, eller langs murkant.
- Bolter installeres med en vinkel på 75 grader ned og inn i berget i forhold til horisontalplanet.

Utførelse forbolter

Følgende arbeidsgang skal gjelde for forboltingen:

- Hull bores med riktig vinkel og til nødvendig dyp.
- Gysemassen må føres ned i bunnen av borehullet ved hjelp av gyseapparat. Ferdig blandet boltemørtel skal ha kremaktig konsistens. Det brukes boltemørtel av typen zinkbolt eller tilsvarende.
- Bolt presses ned i borhull slik at boltemørtel tyter ut i toppen.
- Ved gysing i minusgrader må boltene forvarmes.

5.2 Sprenging og boring

Primærmetode for fjerning av berg i byggegrop er sprengning. Det sprenges forsiktig, med slettsprengning i kontur og med redusert konturhullsmønster og hullmønster i hjelperast. Sømboring kan benyttes etter avtale med byggherren dersom normaloppsettet ikke gir tilfredsstillende kontur. Sømboring er dessuten forutsatt benyttet som vibrasjonsreducerende tiltak mot nærmeste bygg. Sømboring utføres som en tett hullrekke i konturplanet. Hullene bores med minimum diameter 51 mm og senteravstand 0,15 m. Gropvegger vurderes også av ingeniørgeolog etter sprengning med tanke på stabilitetssikring.

Bergskjæringer i byggegropen sprenges med redusert konturhullsmønster med senteravstand c/c 0,4 m og forsetning lik 0,5 m til nærmeste rast og med redusert hullavstand i hjelperast på maksimalt 0,8 m. Kronediameter og bormønster må tilpasses de stedlige forhold. For å unngå uønsket brytning bak endelig skjæringsvegg, må bormønster og laddningsmengde reduseres nær endelig skjæringsvegg.

Endelige skjæringsvegger sprenges ut seksjonsvis og med begrensede salvevolum. Stuff frigraves etter hver salve for å ha kontroll med brytningen. Grunnentreprenør oversender endelig borplan til geolog for gjennomgang før oppstart av salveboring.

Boravviket langs kontur skal reduseres i størst mulig grad. Skjæringene sprenges ut med vertikal helning.

Alle salver skal dekkes med tunge dekningsmatter av god kvalitet. Mattene skal ha god overlapp og gå minimum 3 m utenfor ytterste hullrad. Der mattene blir liggende på skrånende underlag, skal de sys sammen med kjetting eller wire og forankres i bakkant. Foten på salvene bør i tillegg dekkes med tilbakefylt sprengstein der det er praktisk mulig å få det til. Det aksepteres ikke sprut.

Entreprenøren skal være godkjent i angitt tiltaksklasse og skal fremlegge sin godkjente SHA-plan.



5.2.1 Identifisert risiko ved sprengningsarbeidet

Det er utført en risikovurdering for grave- og sprengningsarbeidet, som er vist i vedlegg A til denne rapporten. Generelt understrekes det at alle relevante lover og forskrifter skal følges og at det skal gjøres Sikker Jobb-analyser som dekker de ulike nødvendige operasjonene. I dette kapitlet nevnes hovedelementer fra vurderingen, som ikke er uttømmende. Entreprenøren må i tillegg gjøre sin egen risikovurdering, gjerne med utgangspunkt i den eksisterende.

Sikkerhet for omgivelser og for arbeidere skal være hovedfokus. Det må utøves forsiktig sprengning med vibrasjonsbegrensninger og med krav til en slett kontur. Det skal brukes patronert sprengstoff. Sprengstoff får ikke lagres på anleggsområdet. Ved inntransport og anbringelse av sprengstoff må det holdes oppsyn med kjøretøyet for å hindre tyveri av sprengstoff. Borende/vibrerende maskineri skal ikke brukes på stedet under lade- og sprengningsprosessen. Heller ikke må det gjøres løft over ladeområdet der gjenstander kan falle ned og detonere sprengstoff.

Det må gjøres nødvendige tiltak for å sikre kontur der det er sannsynlighet for utglidning av berg ned i gropene. Dette er et særlig viktig moment ved planlegging av groper nært inntil skolebygget.

Der det skal fjernes berg i groper inn mot støttekonstruksjoner benyttes det fortrinnsvis stegvise metoder som pigging eller kiling. Dersom sprengning vurderes benyttet her må det settes en sømrast foran konstruksjonen for å sikre mot bakbryting.

Salveinndeling, åpning for utslag og valg av utslagsretning skal vurderes for lavest mulig fare for vibrasjoner/pilsalve og støt/deformasjoner mot nærliggende bygg og installasjoner.

Dekning skal planlegges og utførelse dokumenteres.

Vibrasjoner skal overvåkes på nærliggende bygg, og skal generelt ikke overstige vibrasjonsgrenser for tilsvarende bygg beregnet iht. NS 8141.

5.3 Sikringstiltak etter sprenging

Endelig bergsikring for å ivareta total- og lokalstabiliteten av skjæringen avklares etter hvert som sprengningsarbeidene blir utført. Bergsikring utføres i hovedsak ved hjelp av maskinell- og manuell rensk av løst berg, sikring med endeforankrede bolter, fjellbånd samt steinsprangnett. Etablering av dreneringshull i skjæringene vurderes på plassen. Enkelte av boltene fungerer som arbeidssikring da deler av skjæringen vil fylles igjen i permanent fase.

5.3.1 Rensk

Før sikring med bolter må det utføres maskinell rensk av endelig utsprengt skjæring for å renske ned løse blokker som det ikke er hensiktsmessig å sikre med bolter. Etter maskinell rensk skal det utføres manuell spettrensk for å ta ned mindre blokker og løse steiner som ligger igjen etter den maskinelle rensken. Eventuell spylrensk av skjæringen avklares nærmere med geolog på plassen. Eventuelle løsmasser, vegetasjon og stein langs skjæringstoppen renskes vekk forut for sprenging og sikring med forbolter.

5.3.2 Bolter

Total- og lokalstabiliteten i skjæringen ivaretas med endeforankrede eller fullt innstøpte bolter. Bolting utføres spredt på sprekkeavløste- og ustabile bergpartier.

Alle sikringsboltene skal ses på som permanent sikring. Det benyttes i utgangspunktet sikringsbolter med diameter Ø20 mm med varierende lengde fra 1,5-4,0 m. Alle sikringsboltene skal være varmforsinket og pulverlakkert. Bolter skal leveres med skive, halvkule og mutter.



Endelig bolteomfang, boltetype og vinkling av boltene avklares med geolog på plassen etter hvert som skjæringene sprenges ut.

5.4 Vibrasjoner fra grunnarbeider

Grenseverdiene for toppverdi av frekvensveid vibrasjon i vertikal retning ved pigging er bestemt på grunnlag av NS8141-1:2022 Vibrasjoner og støt. Standarden fastsetter en metode for å bestemme veiledende grenseverdier for vibrasjoner i byggverk på grunn av grunnarbeider, som for eksempel sprengning, pigging, peling, spunting, graving, komprimering, anleggstrafikk og liknende, og hvordan vibrasjonene kan måles.

Grenseverdier (V) for toppverdien av vibrasjoner fra grunnarbeider, riving og anleggstrafikk fastsettes etter formelen:

$$V = V_0 * F_g * F_b * F_d * F_k$$

- V_0 Den ukorrigerede toppverdien av vertikal svingehastighet i millimeter per sekund. Denne er fastsatt til 20 mm/s.
- F_g Grunnforholdsfaktor som tar hensyn til grunnforholdene der byggverket står.
- F_b Byggverksfaktor som er avhengig av type utforming av byggverk, konstruksjonsmateriale og fundamenteringsmåte.
- F_m Er en material- og bygningsdetaljfaktor som tar hensyn til hovedmaterialene i byggverket.
- F_f Er en fundamenteringsfaktor som er avhengig av hvordan byggverket er fundamentert i relasjon til grunnforholdene.
- F_d Avstandsfaktor som tar hensyn til avstanden mellom vibrasjonskilden og målepunkt.
- F_k Kildefaktor som tar hensyn til egenskaper ved vibrasjonskilden.

Rystelsesgrenser er fastsatt på bakgrunn av følgende faktorer, og rapportert i Tabell 4:

Grunnforholdsfaktor – 2,0/2,5: Det er benyttet en grunnforholdsfaktor på 2,0 for de fleste bygninger, noe som tilsvarer «fylling med komprimert sprengstein > 2 m over berg, eller fast lagret morene».

Byggverksfaktor – 1,0 / 1,2: For boligbygninger er det benyttet en faktor på 1,0, mens det er benyttet en faktor på 1,2 for industri- og kontorbygg.

Material- og bygningsdetaljfaktor – 1,0 / 1,2: Det er antatt at hovedmaterialet i de fleste byggene er «armert betong, stål eller tre», slik at en faktor på 1,2 kan benyttes.

Fundamenteringsfaktor – 0,8/1,0: For bygninger med med synlig berg i nærheten benyttes fundamenteringsfaktor 1,0 da det er antatt «fundamentering på berg eller komprimert sprengstein».

Avstandsfaktor – 1,0: Boliger og næringsbygg er lokalisert 10 – 100 m fra anleggsområdet slik at det benyttes en faktor på 1,0.

Kildefaktor – 0,3/1,0: Det er benyttet en kildefaktor på 1,0 for sprengning i anleggsvirksomhet, mens en faktor på 0,3 er benyttet for pigging.



Basert på de ulike faktorene er grenseverdiene uveid svinghastighet for boligbygg beregnet til 14 og 48 mm/s for henholdsvis pigging og sprengning. For industri- og kontorbygg er beregnet svinghastighet 17 og 58 mm/s for henholdsvis pigging og sprengning.

Vurderingene for anbefalte grenseverdier fra vibrasjoner knyttet til rystelsesarbeider på tomten er satt med bakgrunn av studie av flyfoto, berggrunnskart og løsmassekart. Rystelsesgrenser må revideres dersom det fremkommer ny informasjon om byggene ved forhåndsbesiktigelse før eventuelle grunnarbeider starter.

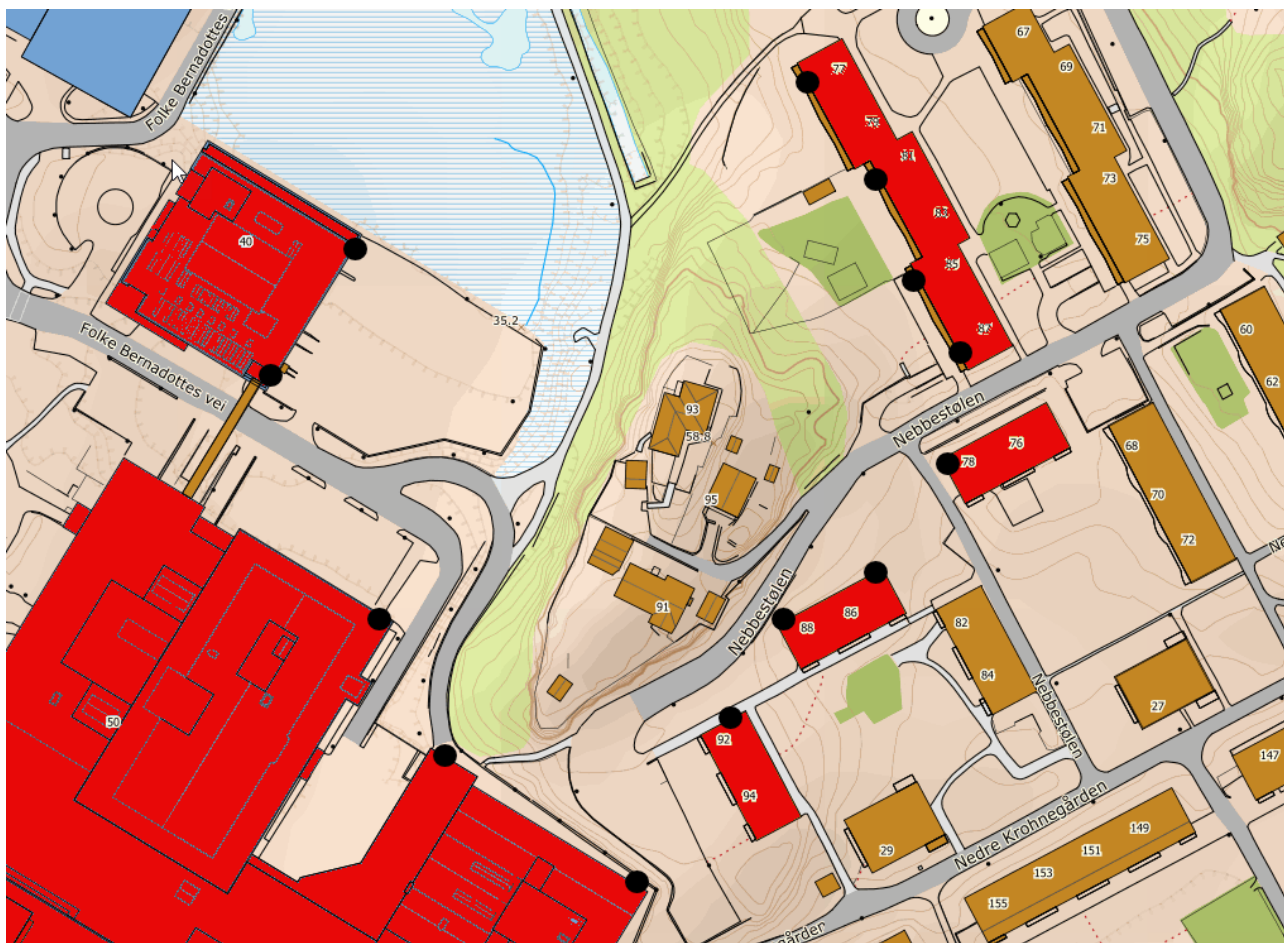
Tabell 4. Oversikt over anbefalt rystelsesgrense og plassering av rystelsesmålere på omkringliggende bebyggelse.

Gnr./Bnr.	Adresse	Type bygg	Grenseverdi for pigging/sprenging	Rystelsesmålere
22/671	Folke Bernadottes vei 40	Kontorbygg	17/58 mm/s	Ja, 2 stk.
22/606	Folke Bernadottes vei 50 (Oasen Senter)	Kjøpesenter	17/58 mm/s	Ja, 1 stk.
22/240	Folke Bernadottes vei 52 (Oasen Senter)	Kjøpesenter	17/58 mm/s	Ja, 2 stk.
22/313	Nebbestølen 76	Boligblokk	14/48 mm/s	
23/203	Nebbestølen 77	Boligblokk	14/48 mm/s	Ja, 1 stk.
22/313	Nebbestølen 78	Boligblokk	14/48 mm/s	Ja, 1 stk.
23/203	Nebbestølen 79	Boligblokk	14/48 mm/s	
23/203	Nebbestølen 81	Boligblokk	14/48 mm/s	Ja, 1 stk.
23/203	Nebbestølen 83	Boligblokk	14/48 mm/s	
23/203	Nebbestølen 85	Boligblokk	14/48 mm/s	Ja, 1 stk.
22/313	Nebbestølen 86	Boligblokk	14/48 mm/s	Ja, 1 stk.
23/203	Nebbestølen 87	Boligblokk	14/48 mm/s	Ja, 1 stk.
22/313	Nebbestølen 88	Boligblokk	14/48 mm/s	Ja, 1 stk.
22/313	Nebbestølen 92	Boligblokk	14/48 mm/s	Ja, 1 stk.
22/313	Nebbestølen 92	Boligblokk	14/48 mm/s	

5.5 Plassering av rystelsesmålere ved boliger/næringsbygg

For å ha kontroll på vibrasjoner fra grunnarbeider anbefales det at rystelsesmålere plasseres ut på grunnmur ved utvalgte bygg og konstruksjoner nær lokaliteten for grunnarbeider. Det anbefales at det plasseres ut rystelsesmålere på bygningene rapportert i Tabell 4 og Figur .

Vibrasjoner fra grunnarbeidene skal overvåkes i henhold til NS 8141 gjennom hele anleggsperioden.



Figur 2. Oversikt over plassering av rystelsesmålere på bygg markert med rødt. Målere bør plasseres på grunnmur på bygninger rapportert i Tabell 4. Aktuell plassering på byggene er anvist med svart sirkel.

5.6 Tilstandsregistrering

I henhold til NS 8141 anbefales det at bygninger med avstander på 30–50 m fra anleggsstedet besiktiges før oppstart av anleggsarbeider som fører til vibrasjoner. Tilstandsregistreringer sammenfattes med en rapport som viser omfang og relevante registreringer. Rapporten skal blant annet inneholde opplysninger om antatt fundamenteringsmetode og eventuelle synlige skader for hvert enkelt byggverk. Setningsskader og skjevheter skal dokumenteres spesielt.

5.7 Hensyn til omgivelser og tredjepart

Allmenheten skal påføres minst mulig ulempe i anleggsperioden. Grunnarbeidene skal gjennomføres slik at skader på tilstøtende infrastruktur, konstruksjoner og nabobebyggelser unngås. God kommunikasjon med berørte grunneiere, både før og under anleggsfasen, er viktig for å redusere belastningen grunnarbeidene vil påføre naboeiendommene i form av støy, støv og rystelser når arbeidene pågår. Anleggsområdet sikres med anleggsgjerde og skilt for å hindre uvedkommende tilkomst.

Det skal gjennomføres effektive tiltak for å redusere støvutslipp fra all støvende aktivitet. Støving skal holdes på et praktisk gjennomførbart minimum, blant annet ved bruk av støvavskillere på borerigger. Ellers vises det til regulering av støv i Forurensningsforskriften.

6 Vedlegg

- Vedlegg A – Risikovurdering av grave- og sprengningsarbeider.

Vedlegg A: Risikovurdering av grave- og sprengningsarbeider Nebbestølen

Aktiviteter/ Farlige underaktiviteter	Sikkerhetskonskvenser	Helsekonskvenser	Konskvenser for Ytre miljø	Handling/Ansvar
Uvedkommende på anleggsområdet	Fare for skader på 3. part. Uoversiktlige arbeidsoperasjoner for entreprenør.	Personskader og materielle skader.	Klager fra berørte parter.	Anleggsområdet sikres med gjerder og skilt for å hindre uvedkommende tilkomst.
Graving i løsmasser	Stabilitet og bæreevne. Ras/utglidningsrisiko. Brudd i el- og tele kabler, optiske kabler, vannrør og VA-rør. Krav om SJA.	Støy, støv, personskader. Brudd i kabler og rør.	Plassering av løsmasser	Gjennomgå tegninger, påvise og merke kabler og rør i grunnen. Dokumentere løsninger under utførelse.
Transport av løsmasser/sprengstein	Krav til transportveier, inn/utkjøring og stabilitet.	Støy, støv, tilgrising. Nedfall av løsmasser under transport.	Krav til transport. Forhindre søl på transportveier og fyllinger.	Pålegg til transportør. Unngå transport i veldig vått vær. Fukt masser i veldig tørt vær. Avrett masser på lasteplan ved oppfylling på bil.
Håndtering av sprengstoff	Tyveri av sprengstoff Sprengningsuhell	Sprengstoff på avveie. Personskader.	Skade på materiell og utstyr.	Lagings- og handteringsforskrifter. Lagring av sprengstoff i bilhenger under tilsyn.
Sprengning av berg	Fare for steinsprut og ulykker pga. udetonert sprengstoff. Krav til entreprenør om utarbeidelse av sprengningsplan/prosedyrer. Salvedekning. Evakuering. Sikring mot sprut/sikkerhetsavstander. Vurdere sikring for 3. part, både luft og veg. Gjelder spesielt sikring av 3. part langs Rv. 580 samt nabobebyggelse.	Støy, støv og vibrasjoner/luftstøt. Personskader og materielle skader.	3. parts hensyn til steinsprut, støy og vibrasjoner/luftstøt. Steinsprut og rystelse mot nabobebyggelse. Skader på kabler og rør i grunnen.	Planlegging av salveinndeling og utslag på salver. Ladningsberegning hvor alle hensyn blir tatt med. Postingsplan i forskjellige faser. Varsling av brukere av omkringliggende byggeplass. SJA skal ivareta lov/forskriftskrav, naboer, omgivelser. Planlegge og dokumentere dekning. Pigging av berg mot utsatte

Vedlegg A: Risikovurdering av grave- og sprengningsarbeider Nebbestølen

Aktiviteter/ Farlige underaktiviteter	Sikkerhetskonskvenser	Helsekonskvenser	Konskvenser for Ytre miljø	Handling/Ansvar
	Kunngjøring og varsling av sprengning. Ulykkesberedskap. Kabler. Gjenstående sprengstoff etter sprengning.			partier. Rystelsesmåling. Brev i postkasser hos naboer med orientering. Beredskapsplaner. Føring av plan og logg. Markering av hvor eventuelle nedgravde kabler og ledninger befinner seg. Sprengning med utslag på langs av eventuelle kabler og rør i grunnen. Utlasting til traubunn for å ha kontroll på at uomsatt sprengstoff ligger igjen i bunn av byggegrop.
Bergskjæringer	Skråningsstabilitet/rasfare.	Personskader.	Skade på materiell og utstyr.	Rensk av skjæringer etter utlasting. Behov for bolter vurderes av geolog. Sperre av områder som er utsatt.
Tilbakefylling i ferdig utsprengt brudd.	Skade på person og materiell.	Støv, støy, påkjørsel.	Støv og støy.	Beskrive/dokumentere løsninger. SJA. God intern kommunikasjon. Avstengning mot uvedkommende. Beredskap.