

NOTAT

OPPDRAAG	FONDVEGGEN NESTTUN - SKISSEPROSJEKT	DOKUMENTKODE	10226092-01-RIGBERG-NOT-002
EMNE	INGENIØRGEOLOGISK PREMISSNOTAT	TILGJENGELIGHET	ÅPEN
OPPDRAAGSGIVER	SKANSKA BERGEN	OPPDRAAGSLEDER	HERBJØRN PRESTHUS HEGGEN
KONTAKTPERSON	KENNETH MIKKELSEN	SAKSBEHANDLER	HALLGEIR SIREVAAG
KOPI		ANSVARLIG ENHET	10233013 INGENIØRGEOLOGI VEST

SAMMENDRAG

I forbindelse med utbygging av Fondveggen (gnr./bnr. 43/1072) i Bergen kommune er Multiconsult engasjert av Skanska AS som prosjekterende foretak innen bergteknikk. Prosjektet omfatter sprenging av berg for å gi plass til utbygging av boliger.

Følgende er vurdert for planlagt tiltak:

- Geoteknisk kategori: 3 for nye skjæringer på tomten.
- Konsekvens-/pålitelighetsklasse (CC/RC): 3 for nye skjæringer på tomten.
- Prosjekteringskontrollklasse: PKK 3 for nye skjæringer på tomten.
- Utførelseskontrollklasse: UKK 3 for nye skjæringer på tomten.
- Tiltaksklasse 3 for PRO og UTF.

Det skal påvises motstand mot seismisk påvirkning ved likevektsbetraktning av bergkiler, da følgende forutsetninger er valgt i henhold til NS-EN 1998-1:2004+A1:2003+NA:2021:

- Seismisk grunntype: A
- Seismisk klasse: II
- a_g S: 0,6

1 Innledning

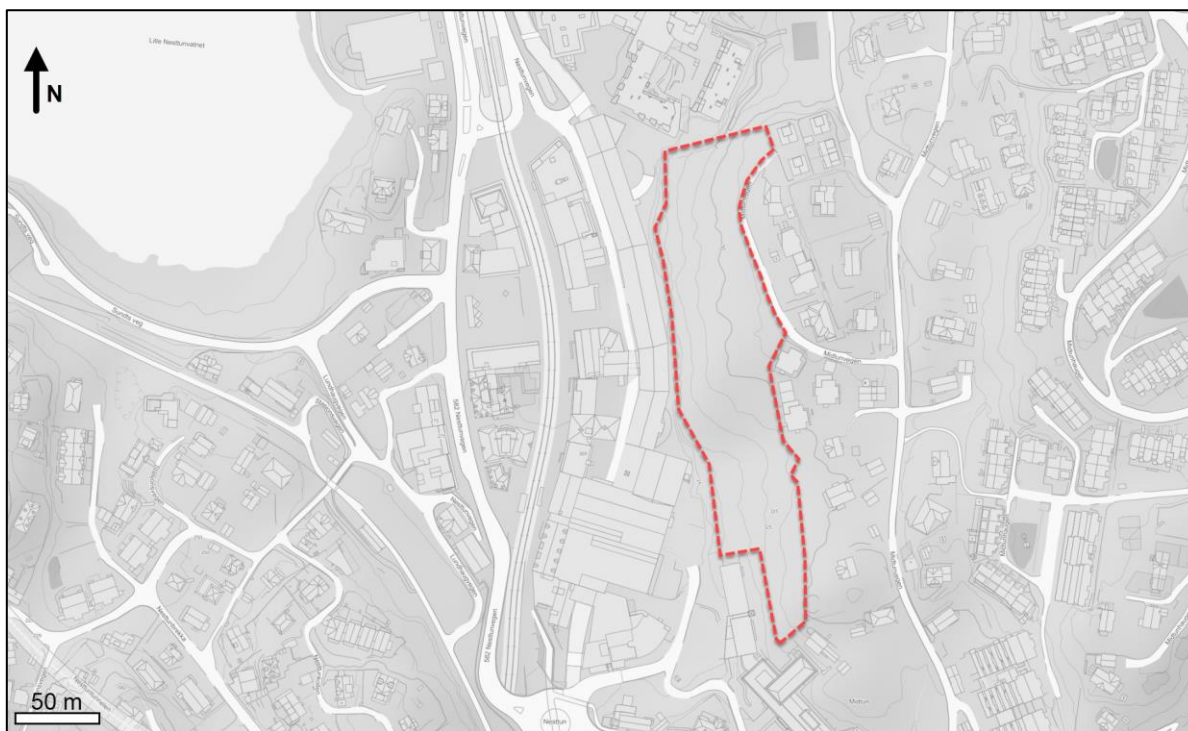
I forbindelse med planlagt bygging av nye boliger med tilhørende tilkomst ved Fondveggen (Østre Nesttunvegen 6B – K, gnr./bnr. 43/1072) i Bergen kommune, er Multiconsult engasjert av Skanska AS som prosjekterende foretak innen ingeniørgeologi. Prosjektet omfatter sprenging av berg for å gi plass til oppføringer av leilighetsbygg, samt rampe for tilkomst. Premissnotatet baserer seg på gjeldende regelverk og observasjoner fra befaring av geologene Herbjørn Presthus Heggen og Hallgeir Sirevaag den 09.08.2023. Befaringen ble utført til fots opp til kote +56, samt ved bruk av drone. Det var overskyet og lett regn på befaringstidspunktet, men sikten var god.

Foreliggende notat presenterer prosjekteringsgrunnlaget for bergteknikk med referanser til aktuelle regelverk og standardverk, samt vurderinger av premisser for uttak av berg på tomten. Premissnotatet tar for seg et område mellom Østre Nesttunvegen (Nesttun Senter) og Midtunvegen (Figur 1).

01	30.05.2024	Reviderte figurer i henhold til oppdatert plan (Fig 4 og 5)	Hallgeir Sirevaag	Frode Johannesen	Knut Løkkebø
00	02.10.2023	Notat til utsendelse	Hallgeir Sirevaag	Frode Johannesen	Knut Løkkebø
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

2 Plan- og områdebeskrivelse

Den aktuelle eiendommen er lokalisert i den vestvendte skråningen over Nesttun senter, Østre Nesttunvegen og Midtunvegen (Figur 1). Dagens terreng går fra ca. kote +16 til ca. kote +56. Terrenget på tomten stiger jevnt med begrenset terrenghelning ($< 27^\circ$), men brattskrenten ned mot parkeringshuset til Nesttun senter har en helning opp mot 90° . Denne bergskrenten består av både naturlig bratt skråning og også delvis utsprengt skjæring (Figur 2). Skjæringen er orientert omtrent N – S. Inngrepene i skjæringen er av eldre alder.

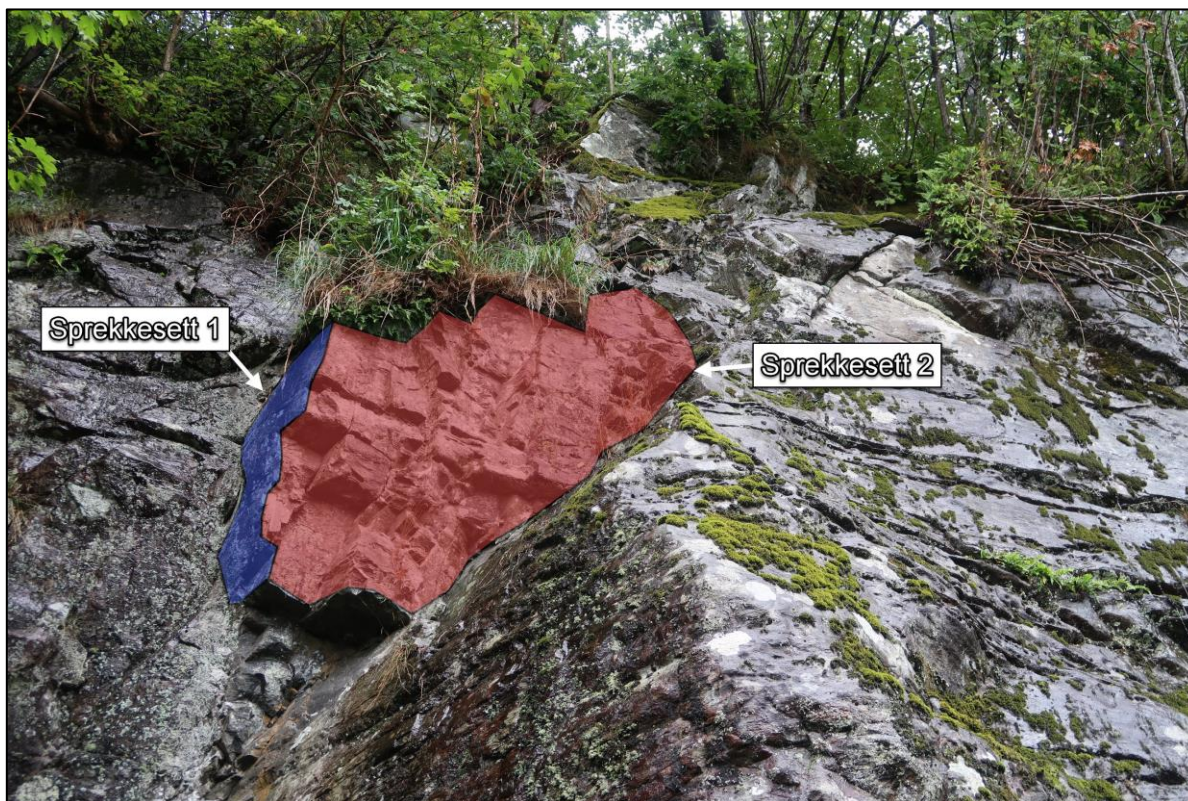


Figur 1. Oversiktskart over planområdet. Den aktuelle eiendommen er markert i rødt.



Figur 2. Oversiktsbilde mot nord. Det skogkledd området mellom parkeringshuset (venstre) og den overliggende veien utgjør planområdet.

Berggrunnen i området er kartlagt som båndet gneis, øyegneis og omdannet migmatittgneis (<https://geo.ngu.no/kart/berggrunn>), noe som stemmer godt med observasjoner gjort under befarings. Berggrunnen i området hører til den Kaledonske orogeneren, og er også en del av de foldede Bergensbuene. Det observeres to hovedsprekkesett i skjæringen ned mot parkeringshuset: Ett sprekkeseett som er knyttet til den Kaledonske orogeneren, og kjennetegnes av vertikale og skrå sprekker som står tilnærmet vinkelrett på skjæringen (sprekkeseett 1: Figur 3), og ett sprekkeseett som er parallelt med skjæringen (sprekkeseett 2: Figur 3). Det siste kan være trykkavlastningssprekker fra kvartærperioden de siste 2,5 millioner år.



Figur 3. Oversikt over de to hovedsprekkesettene. Sprekkeseett 1 kjennetegnes av vertikale og skrå sprekker som er tilnærmet vinkelrett på skjæringen. Sprekkeseett 2 er orientert parallelt med skjæringen.

2.1 Skredfare fra naturlig terreng

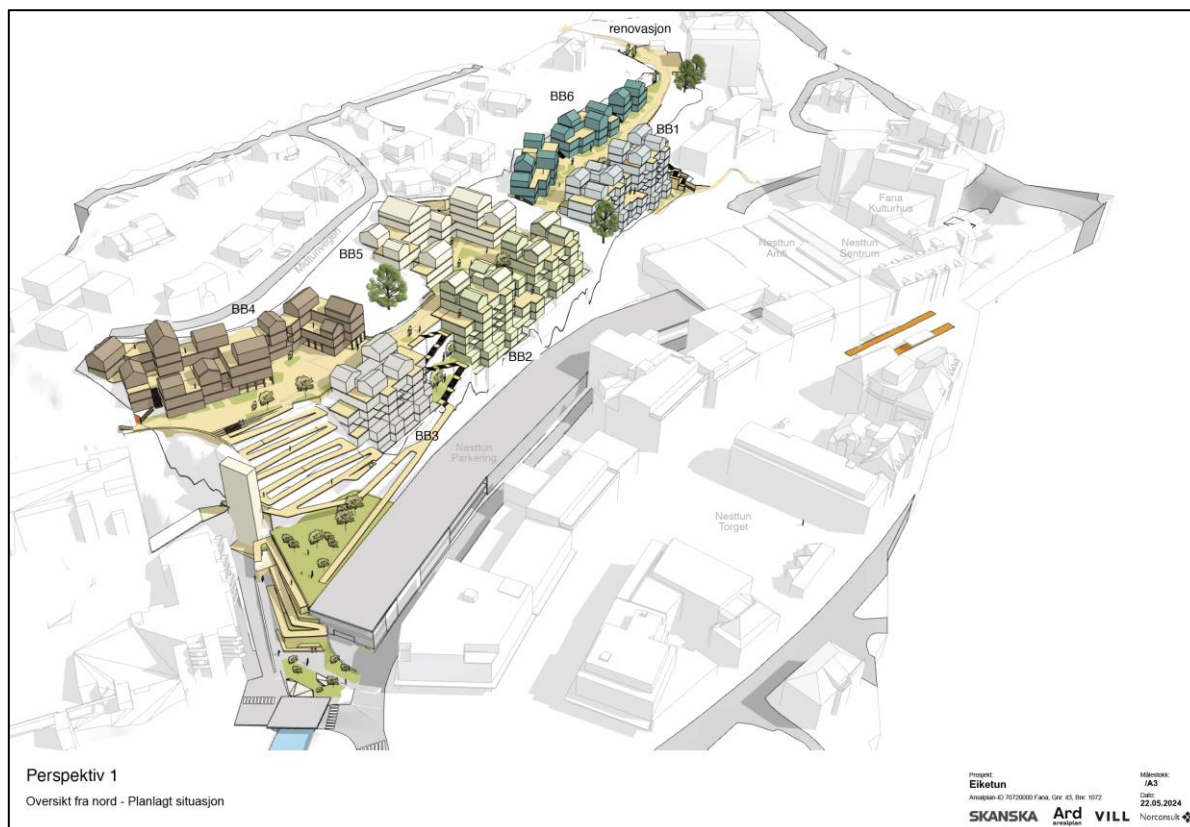
Ifølge aktsomhetskartene til NVE (atlas.nve.no) ligger planområdet innenfor aktsomhetssonen til snøskred. Skredfarevurdering for planområdet er gitt i notat 10226092-01-RIGBERG-NOT-001 Skredfarevurdering. Her konkluderes det med at det ikke er snøskredfare. Det konkluderes også med at det er begrenset jordskredfare på bakgrunn av liten tykkelse på jordsmonn, samt at det er steinsprangfare i den bratte skjæringen mellom planområdet og parkeringshuset ved Nesttun senter. Det skiller ikke mellom naturlig bergskrent og eldre utsprengt skjæring.

2.2 Planbeskrivelse

Det planlegges for 6 byggegroper, der flere av disse får høyder over 10 m (Figur 4). I tillegg planlegges det for etablering av en offentlig tilgjengelig rampe mellom Midtunhaugen øst for planområdet og Nesttun sentrum (Figur 1, Figur 4 og Figur 5). Det foretrukne alternativet har stigning 1:15, og planlegges fundamentert i den nordlige delen av skjæringen mot parkeringen ved Nesttun senter. Det vil i denne forbindelse etableres noen mindre skjæringer langs rampen.



Figur 4. Oversiktskart over planområdet med plassering av byggegrope og rampen.



Figur 5. Rampe som skal sikre transport mellom Midtunhaugen og Nesttun sentrum. Rampen foreslås å ha en helning på 1:15.

3 Gjeldende regelverk, standarder og håndbøker

Følgende regelverk, standarder og håndbøker er lagt til grunn for prosjekteringen:

- Plan- og bygningsloven (PBL)
- Byggesaksforskriften (SAK 10)
- Byggteknisk forskrift (TEK 17)
- Norsk Standard, NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016, Eurokode 0 - Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner (2002)
- Norsk Standard, NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2020, Eurokode 7 - Geoteknisk prosjektering - Del 1: Allmenne regler (2004)
- Norsk Standard, NS-EN 1998-1:2004+A1:2013+NA:2021, Eurokode 8 - Prosjektering av konstruksjoner for seismisk påvirkning - Del 1: Allmenne regler, seismiske laster og regler for bygninger (2004)
- Norsk Standard, NS 8141-1:2022, 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 (2022)

I tillegg anvendes Norsk Bergmekanikkgruppes veileder der dette er relevant.

3.1 Plan- og bygningsloven (PBL)

Plan- og bygningsloven (PBL) er relevant i forbindelse med byggetiltaket på flere områder. I forbindelse med geologiske vurderinger er særlig § 28-1 til § 28-3 relevant med hensyn til sikkerhet mot nedfall og naturfarer. Disse lovene beskriver at byggetiltaket kun kan utføres dersom det er tilstrekkelig sikkerhet mot fare eller vesentlig ulempe som følge av natur- eller miljøforhold (§ 28-

1), at nødvendige tiltak mot skader er utført (§ 28-2) og at det kan utføres tiltak på nabogrunn dersom nedfall og naturfarer kan komme fra nabogrunn (§ 28-3).

3.2 Byggesaksforskriften (SAK 10)

Det skal velges tiltaksklasser for prosjektet eller deler av prosjektet i henhold til Byggesaksforskriften (SAK10) § 9-4 – Oppdeling i tiltaksklasser. Tiltaksklassene stiller krav til kvalifikasjonskrav til foretak som søker om sentral godkjenning og erklærer ansvarsrett. Kravene retter seg mot foretakets organisasjon, kvalitetssikring for ivaretagelse av plan- og bygningsloven, og de samlede kvalifikasjoner i foretaket.

Aktuelle kvalifikasjonskrav for de ulike tiltaksklassene er beskrevet i § 11-3. Obligatoriske krav om uavhengig kontroll for tiltaksklasse 2 og 3 er beskrevet i § 14-2. For fagfeltet geoteknikk, som inkluderer ingeniørgeologi, gjelder følgende:

Kontrollkravet for prosjektering begrenses til kontroll av at det er gjort kvalifisert undersøkelse for å bestemme geoteknisk kategori og fastsettelse av pålitelighetsklasse, og kontrollkravet for utførelse begrenses til at geotekniske oppgaver er gjennomført og dokumentert som prosjektert, herunder at de er fulgt opp og rapportert slik som anvist av prosjekterende.

Se kapittel om Eurokodene (kapittel 3.4.1 – 3.4.2) for inndeling i geoteknisk kategori, konsekvensklasse/pålitelighetsklasse (CC/RC) og kontrollklasser for prosjektering og utføring (PKK og UKK).

3.3 Byggteknisk forskrift (TEK17)

3.3.1 Sikkerhet mot naturpåkjenninger, § 7

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

Tiltaksområdet vil oppfylle kravene til sikkerhet mod skred i TEK17 dersom sikringstiltak i utsprengt skjæring på tomten blir utført etter prosjektering og oppfølging av geolog.

Det presiseres videre at sprengning 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 i byggeperioden av geolog på stedet. TEK17 § 7 anses derfor for å være ivaretatt.

3.3.2 Konstruksjonssikkerhet, § 10

I henhold til TEK17 § 10-1 vil forskriftens minstekrav til personlig og materiell sikkerhet være oppfylt dersom det benyttes metoder og utførelse etter 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:

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.

3.4 Eurokoder og Norsk Standard

3.4.1 Geoteknisk kategori, konsekvens- og pålitelighetsklasse (CC/RC)

Som utgangspunkt for fastsettelse av geoteknisk kategori anbefales det at prosjektets konsekvens- og pålitelighetsklasse (CC/RC, ref. NS-EN1990:2002+A1:2005+NA:2016) vurderes i tillegg til grunnforholdenes kompleksitet. Geoteknisk kategori vil kunne fremkomme som en funksjon av pålitelighetsklasse og vanskelighetsgrad, der vanskelighetsgraden klassifiseres som lav, middels eller høy. Standarden åpner for at det kan fastsettes ulike geoteknisk kategori for ulike deler av prosjektet, samt at geoteknisk kategori kan oppdateres underveis i prosjektet.

For sprengning og etablering av nye bergskjæringer i byggegroppen med høyder over 10 m er vanskelighetsgraden vurdert til å være høy. Den eksisterende bergskjæringen ned mot Nesttun senter gjør at man har god oversikt over de bergtekniske forholdene i området. God planlegging, riktig arbeidsgang og tett geologisk oppfølging av grunnarbeidene er avgjørende for at etableringer av nye skjæringer på tomten kan gjennomføres på en trygg og sikker måte. Dette gir pålitelighetsklasse CC/RC 3, jfr. Tabell 1. Med høy vanskelighetsgrad og pålitelighetsklasse (CC/RC) 3 er geoteknisk kategori for etablering av nye skjæringer på tomten lik 3, jfr. 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	*	*	*

* Vurderes særskilt.

I eksisterende skjæring som grenser mot Østre Nesttunvegen 2B (parkeringsanlegg ved Nesttun senter) planlegges det for etablering av tilkomstrampe. Denne vil festes i fjellet, og krever etablering av mindre skjæringer. Til tross for dette: eksisterende skjæring er høyere enn 10 m, og krever omfattende sikring før sprengningsarbeider. Vanskelighetsgraden for hele skjæringen er vurdert til å være høy, med oversiktlige grunnforhold. God planlegging, riktig arbeidsgang og tett geologisk oppfølging av grunnarbeidene er avgjørende for at etableringer av nye skjæringer på

tomten kan gjennomføres på en trygg og sikker måte. Dette gir pålitelighetsklasse CC/RC) **3**, jfr. Tabell 1. Med høy vanskelighetsgrad og pålitelighetsklasse (CC/RC) 3 er geoteknisk kategori for arbeid med eksisterende skjæring på tomten lik **3**, jfr. Tabell 2.

3.4.2 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 3 tilhører, i henhold til SAK10 i utgangspunktet tiltaksklasse 3 i henhold til NS-EN-1990:2002+A1:2005+NA2016. Prosjektering av grunn- og sikringsarbeidene for byggeproper med nye skjæringer på tomten vurderes derfor å ligge i **tiltaksklasse 3**. Utførelse av grunn- og sikringsarbeider vurderes også å ligge i tiltaksklasse 3. Prosjekterende og utførende foretak må være godkjent i tiltaksklasse 3.

Veiledningen til SAK10 § 14-2 setter krav til uavhengig kontroll av PRO og UTF av geoteknikk i tiltaksklasse 2 og 3. For prosjektering er dette begrenset til kontroll av at det er gjort kvalifisert undersøkelse for å bestemme geoteknisk kategori og fastsettelse av pålitelighetsklasse. For kontroll av utførelse skal det påvises ved stikkprøver at forutsetninger i prosjekteringen er representative for forholdene på byggeplassen, og at rapportering fra byggeplassen skjer i henhold til geoteknisk kategori.

3.4.3 Prosjekterings- og utførelseskontroll (PKK og UKK)

NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016 (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 NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016 (Eurokode 0) skal prosjekteringskontrollklasse settes til:

Nye skjæringer i dagen i pålitelighetsklasse 3 → prosjekteringskontrollklasse PKK3

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 PKK3 bør i tillegg til en kontroll som bekrefter at egenkontroll og intern systematisk kontroll er gjennomført og dokumentert av det prosjekterende foretaket, minst omfatte kontroll av de samme punktene som er angitt for egenkontroll i NA-A1 (903.2), og være i et omfang som gir tillitt til at prosjekteringen er tilfredsstillende. Kontrollen kan begrenses til konstruksjonens hovedbæresystem eller stabilitet ved geoteknisk prosjektering.

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

I henhold til Tabell NA.A1 (902) i NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016 (Eurokode 0) skal utførelseskontrollklasse settes til:

Nye skjæringer i dagen i pålitelighetsklasse 3 → utførelseskontrollklasse UKK3

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 UKK3 innebærer en kontroll som bekrefter at egenkontroll og intern systematisk kontroll er gjennomført og dokumentert av det utførende foretaket. Det

utførte arbeidet skal i tillegg kontrolleres tilstrekkelig til å gi tillit til at arbeidet er tilfredsstillende. Kontrollen kan være basert på stikkprøver og skal være tilpasset de funn som blir gjort. Spesielt viktige og kritiske områder av betydning for byggverkets sikkerhet skal kontrolleres. Den utvidede kontrollen skal utføres parallelt med utførelsen der dette er hensiktsmessig, og det skal legges til rette for gjennomføringen.

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 faginnsett for å kunne gjennomføre kontrollen.

Plan og bygningsloven PBL § 24 og Byggesaksforskriften SAK 10 § 14 krever i tillegg kontroll i henhold til tiltaksklasse. Tiltaksklasse 2 og 3 krever uavhengig kontroll. For geoteknikk begrenses kontrollkravet for prosjektering til kontroll av at det er utført tilstrekkelig kvalitetssikring av arbeidene, samt at det er gjort kvalifisert undersøkelse for å bestemme geoteknisk kategori og fastsettelse av pålitelighetsklasse. Kontrollkravet for utførelse begrenses til at geotekniske oppgaver er gjennomført og dokumentert som prosjektert, herunder at de er fulgt opp og rapportert slik som anvist av prosjekterende.

3.4.4 Kvalitetssystem

Eurokode 7 (NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2020) krever at ved prosjektering av konstruksjoner i pålitelighetsklasse 2, 3 og 4 skal et kvalitetssystem være tilgjengelig, og at dette systemet skal tilfredsstillende NS-EN ISO 9000-serien for konstruksjoner i pålitelighetsklasse 4. Vårt system tilfredsstiller kravene for sistnevnte klasse, og kravet er ivaretatt også for pålitelighetsklasse 2 og 3.

3.4.5 Seismisk påvirkning

Prosjektering av konstruksjoner for seismisk påvirkning utføres i henhold til Eurokode 8 (NS-EN 1998-1:2004+A1:2013+NA:2021). Seismisk påvirkning ($a_g S$) inkluderes i kalkulasjonsbasert design, f.eks. i RocPlane-beregninger. I dette prosjektet vil det være aktuelt å beregne seismisk påvirkning på prosjekterte bergskjæringer.

I henhold til Tabell 3.1 i NS-EN 1998-1:2004+A1:2013+NA:2021 velges **grunntype A** ettersom det skal sprenges i berg. I henhold til Tabell 3.3 i kapittel 3.2.2.2 blir **forsterkningsfaktoren S lik 1,0** på bakgrunn av grunntypen.

Basert på tabell 4.3 i 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) i NS-EN 1998-1:2003+A1:2013+NA:2021 en **seismisk faktor γ_1 lik 1,0**. **Spissverdien for berggrunnens akselerasjon a_{gR} settes til $0,55 \text{ m/s}^2$** ut fra Tabell NA.3.2 i samme standard.

4 Overvåknings- og kontrollplan

NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2020 gir krav om program for oppfølging, observasjon, overvåking, målinger og kontroll under bygging. I geoteknisk kategori 2 skal det utføres byggeplassinspeksjon, kvalitetskontroll av materialer i henhold til NS 3420 (eller prosesskoden), og observasjoner/målinger av grunnenes 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 ansvar for permanent sikringen.

Vi anbefaler at det i forkant av oppstart av arbeidene gjennomføres et eget møte mellom RIGberg og utførende entreprenør vedrørende forutsetningene som er lagt til grunn i den bergtekniske prosjekteringen. Det kan være behov for økt kontroll dersom det er stor variasjon i materialkvalitet.

4.1 Kontroll av utførelse

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

Tabell 3. Forslag til kontrollplan for etablering av bergskjæring.

	Kontrollpunkt	Omfang/beskrivelse	Ansvar/Utføres av
Bergskjæring	Prosjektert sprengningsprofil	Sikre konsistens med prosjektering	Entreprenør og byggherre
	Installert sikring	Sjekke at utført rensk, installerte bolter, sprøytebetong og nett er i henhold til prosjekteringen	Entreprenør og byggherre/uavhengig kontrollør

5 Sikringstiltak før sprenging

5.1 Forbolter

Før sprengning er det aktuelt å installere forbolter langs teoretiske skjæringslinjer for de fem byggegropene (Figur 4). Forbolting skal benyttes for å forhindre utglidninger og for å holde skjæringstopper mest mulig intakte. Det kan benyttes kamstålbolter av vanlig svart stål. Alle boltene skal fullgyses. Det må ikke sprenges inn mot endelig skjæringsvegg før boltemørtelen har oppnådd tilstrekkelig fasthet. Omfang og plassering av forbolter anvises av geolog før sprengningen.

Eventuell ekstra sikring før sprengning vurderes nærmere når arbeidene starter opp.

Spesifikasjon for forbolter 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 med en vinkel på 75° i forhold til horisontalplanet.

Utførelse av forbolting:

- 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 borehull slik at boltemørtel tyter ut i toppen.
- Ved gysing i kuldegrader må bolten forvarmes.

5.2 Sikring av eksisterende skjæring

Bergskjæringen mellom den aktuelle eiendommen og parkeringshuset ved Nesttun senter er svært bratt (opptil 90°) og har en høyde på ca. 17 m. De to hovedsprekkesettene i skjæringen har en orientering som resulterer i avløste blokker (Figur 6). Det er derfor stor risiko for nedfall under sprengningsarbeider grunnet rystelser fra tilstøtende sprengningsarbeider. For å redusere skadepotensialet må det forventes omfattende sikringsarbeider av skjæringen i forkant av sprengningsarbeidene. Vurdering og anvisning av sikring vil bli utført på et senere tidspunkt.



Figur 6. Oppsprekkingen i berget resulterer i avløste blokker i skjæringen mellom planområdet og parkeringshuset nedenfor. Grunnet skadepotensialet på parkeringshuset kreves omfattende sikring av skjæringen før igangsetting av sprengningsarbeider.

6 Sikringstiltak under og etter sprenging

Endelig bergsikring for å ivareta lokal- og totalstabiliteten av skjæringer avklares etter hvert som sprengningsarbeidene pågår. Dette gjelder både nye skjæringer i byggegropene, men også den eksisterende skjæringen nedenfor planområdet. Sistnevnte må sikres forut for sprengningsarbeidene. Bergsikring utføres i hovedsak ved hjelp av maskinell- og manuell rensk av

løst berg, sikring med endeforankrede eller fullt innstøpte bolter, fjellbånd og steinsprangnett. Etablering av dreneringshull i skjæringene vurderes på plassen.

6.1 Rensk

Det utføres maskinell rensk av endelig utsprengte skjæringer for å renske ned løse blokker som det ikke er hensiktsmessig å sikre med bolter. Maskinell rensk skal etterfølges av manuell spettrensk for å ta ned mindre blokker og løse steiner som ligger igjen etter maskinell rensk. Eventuell spylersk av skjæringene avklares nærmere med geolog på plassen. Eventuelle løsmasser, vegetasjon og stein langs skjæringstopper skal renskes vekk inntil 2 m inn fra skjæringskanten.

6.2 Bolter

Totalstabiliteten av skjæringer ivaretas med fullt innstøpte eller endeforankrede bolter. Bolting utføres spredt på ustabile eller sprekkeavløste bergpartier.

Alle sikringsboltene skal ses på som permanent sikring. Det er aktuelt å benytte sikringsbolter med diameter $\varnothing 20 - 25$ mm med varierende lengde fra 1,5 m til 6,0 m. Alle sikringsboltene skal være varmforsinket og pulverlakkert. Bolter skal leveres med skive, halvkule og mutter.

Alle innstøpte bolter skal støpes ut i full lengde. Gysemassen må føres til bunnen av borehullet ved hjelp av gyseapparat. Ved arbeid i kuldegrader må boltene forvarmes for å unngå at det danner seg islinse rundt boltene når den kommer i kontakt med gysemørtelen.

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

6.3 Fjellbånd

Det kan bli aktuelt å benytte fjellbånd til sikring i tillegg til bolter. Fjellbåndene skal være produsert av 10 mm kamstål og være varmforsinket.

6.4 Is-/steinsprangnett

Det kan bli aktuelt å benytte is-/steinsprangnett for å sikre nedfall av is, stein og mindre blokker i deler av de utsprengte skjæringene. Steinsprangnettet forankres til berget ved hjelp av topp- og bunnvaier og egnede festebolter i et forskjøvet boltemønster på 3 x 3 m. Omfang av steinsprangnett anvises av geolog når skjæringene er ferdig rensket og sikret med bolter.

7 Sprenging og boring

7.1 Sprengningsarbeider

Bergskjæringer kan i utgangspunktet sprenges med vanlig kontur med senteravstand c/c 0,7 m og forsetning lik 0,7 m til nærmeste rast. Mindre hullavstand kan imidlertid føre til bedre kontur og mindre behov for sikring. Kronediameter og boremønster må tilpasses de stedlige forholdene. For å unngå uønsket brytning bak endelig skjæringsvegg må boremønster og ladningsmengde reduseres nær endelig skjæringsvegg. Sømboring må utføres med 1 sømboringsrast langs alle endelige skjæringsvegger. Sømboringsrastene skal være uladet og bores ned til sålenivå. Borehullene skal ha en senteravstand på maksimum 0,3 m (c/c 0,3 m).

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

Boreavviket langs kontur skal reduseres i størst mulig grad, og det anbefales å logge borehull før ladning for å ha kontroll på eventuelle boreavvik.

Det anbefales at skjæringene sprenges ut med vinkel 10:1 for å gi gode forutsetninger for stabilitet, men vertikal helning kan også benyttes dersom all grunnflate må benyttes i forbindelse med utarbeiding av byggegrop.

Gjenstående berg i skjæringene etter sprengning, dvs. der det ikke har løsnet langs sømmen, anbefales å bli fjernet maskinelt ved hjelp av piggemaskin. Selv om berget i enkelte områder framstår som hardt, vil eksisterende sprekkesett og etablerte sømraster sørge for at det vil være mulig å pigge ned gjenstående berg. I tillegg vil den gjenstående bergmassen ha blitt påvirket av sprengningen, slik at den sannsynligvis vil fremstå som mer oppsprukket enn før sprengning.

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 av salvene bør i tillegg dekkes med tilbakefylt sprengstein der det er praktisk mulig å få det til. Det aksepteres ikke sprut.

Entreprenør og sprengningsbas skal vurdere reduserte salvestørrelser i hvert enkelt tilfelle på grunn av krevende plassering og avstand til bygninger og publikum.

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

7.2 Sprengningsinduserte vibrasjoner

Grenseverdiene for toppverdi av frekvensveid vibrasjon i vertikal retning ved sprengning er bestemt på grunnlag av NS8141:2022 Vibrasjoner og støt. Standarden fastsetter en metode for å bestemme veiledende grenseverdier for vibrasjoner i byggverk på grunn av grunnarbeider, slik som sprengning, peling, spunting, graving, komprimering, anleggstrafikk, o.l., 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_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: Grunnforholdsfaktor 2,0 er satt på bakgrunn av at antatte grunnforhold består av fylling med komprimert sprengstein > 2 m over berg eller fast lagret morene.

Byggverksfaktor – 1,0 og 1,2: Omkringliggende bebyggelse består av både boligbygg og næringsbygg, herunder bo- og behandlingssenter, parkeringsanlegg og andre næringsbygg. Byggverksfaktor settes til 1,0 for boligbygg, og 1,2 for resterende bygninger. Faktoren er valgt med forutsetning at bygningene ikke har utfordringer knyttet til tilstand eller har fremstående setningsskader.

Material- og bygningsdetaljfaktor – 1,2: Material- og bygningsdetaljfaktor på 1,2 er valgt da det antas at omkringliggende bygninger er oppført i armert betong, stål eller tre. Merk at denne verdien kan endres etter bygningsbesiktigelse.

Fundamenteringsfaktor – 1,0: Da det ikke fremkommer informasjon om at bebyggelse er fundamentert på eller i løsmasser, settes fundamenteringsfaktoren til 1,0. Dette tilsvarer verdien for fundamentering på berg eller fylling med komprimert sprengstein og avrettingslag med puk ≤ 2 m over berg eller i direkte kontakt med berg.

Avstandsfaktor – 1,0 – 1,2: For bebyggelse 10 - 100 m fra sprengningsstedet har fått en avstandsfaktor på 1,0. Avstandsfaktor på 1,1 – 1,2 benyttes for avstander < 10 m, og settes i henhold til Figur 1 i NS8141:2022. For andre vibrasjonskilder enn sprengning skal avstandsfaktoren settes til 1,0 for alle avstander opp til 100 m.

Kildefaktor – 1,0/0,3: Det benyttes en kildefaktor på 1,0 for sprengning. For pigging og valsing gjelder kildefaktor på 0,3.

Basert på de ulike faktorene er grenseverdiene uveid svinghastighet beregnet til 48 – 69 mm/s for sprengningsarbeider, og 14 – 17 mm/s for pigging og valsing.

Vurderingene for anbefalte grenseverdier fra sprengningsinduserte vibrasjoner er satt med bakgrunn av studie av flyfoto og løsmassekart, samt visuell kartlegging av grunnforholdene. Rystelsesgrenser revideres dersom det kommer frem ny informasjon om byggene ved forhåndsbesiktigelse før sprengningsarbeidene starter.

Entreprenør er pålagt å benytte overnevnte standard til å fastsette maksimale sprengningsladninger under arbeidene.

7.3 Plassering av rystelsesmålere

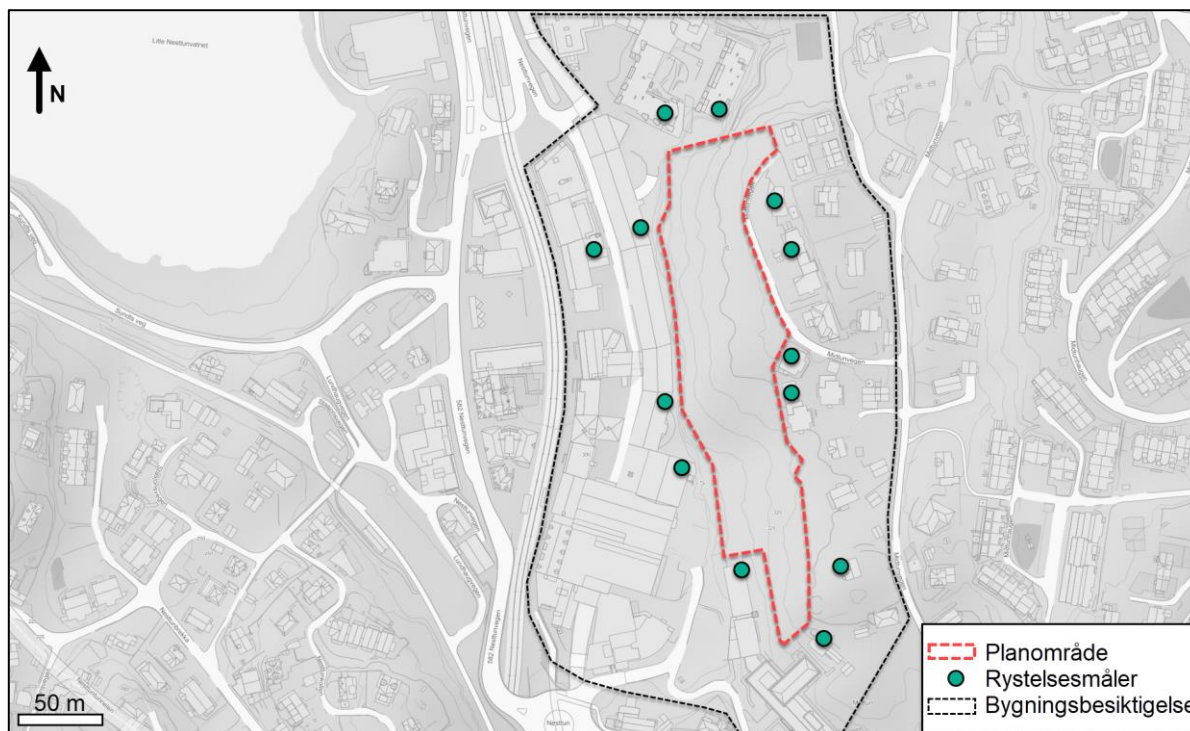
For å ha kontroll på sprengningsinduserte vibrasjoner bør rystelsesmålere plasseres ut på grunnmur ved boliger og konstruksjoner som ligger nærmere enn 100 m fra planlagte sprengningsarbeider.

Etter vanlig praksis plasseres rystelsesmålere på nærmeste husrekke i alle retninger innenfor 100 m avstand. Bygninger som ligger bak disse, vil i teorien blir utsatt for mindre rystelse enn bygningene som ligger nærmere salvene. Det er ingen informasjon om spesielle geologiske forhold som tilsier at rystelsene ikke skal avta med økende avstand fra utløsningspunktet i dette området. Det vil dermed bli antatt at bygninger vil bli utsatt for identiske eller lavere rystelser enn de som blir målt på rystelsesmålere mellom de aktuelle byggene og salvepunktet. Det vurderes heller ikke som nødvendig med rystelsesmålere på alle bygninger eller deler av større bygningskropper som har sammenlignbare avstand og geologiske forhold. Rystelsesverdier fra en bygning kan benyttes på bygning med tilsvarende avstand, geologisk plassering og med tilsvarende fundamenteringsforhold.

Vibrasjoner i tilknytning til sprengningsarbeider skal overvåkes i henhold til NS 8141 gjennom hele anleggsperioden. Anbefalt plassering av rystelsesmålere er gitt i Tabell 4 og Figur 7.

Tabell 4. Oversikt over adresser der det er anbefalt bygningsbesiktigelse og rystelsesmålere. Ved avstander mindre enn 10 m skal deformasjonsskader på grunn av støt/løft fra sprenggasser vurderes spesielt.

Gnr./Bnr.	Adresse	Type bygg	Rystelsesgrense sprengning/pigging	Rystelsesmåler
43/209	Hardangervegen 4 og Wollert Konows Plass 6	Næring	63 / 17	–
43/729	Midtunvegen 12	Bolig	48 / 14	1 stk.
43/277	Midtunvegen 16	Bolig	48 / 14	–
43/31	Midtunvegen 18	Bolig	48 / 14	1 stk.
43/442	Midtunvegen 26	Bolig	48 / 14	–
43/245	Midtunvegen 28	Bolig	48 / 14	–
43/1101	Midtunvegen 34 og 36	Bolig	48 / 14	–
43/1102	Midtunvegen 38 og 40	Bolig	58 / 17	1 stk.
43/1100	Midtunvegen 42 og 44	Bolig	58 / 17	1 stk.
43/199	Midtunvegen 48A	Bolig	53 / 14	–
43/199	Midtunvegen 48B	Bolig	48 / 17	–
43/199	Midtunvegen 48C og 48D	Bolig	48 / 17	–
43/199	Midtunvegen 48E	Bolig	48 / 17	–
43/1098	Midtunvegen 50	Bolig	48 / 17	1 stk.
43/1099	Midtunvegen 52	Bolig	48 / 17	1 stk.
43/1117	Midtunvegen 54	Bolig	48 / 17	–
43/949	Midtunvegen 56 og 58	Bolig	48 / 17	–
43/929	Midtunvegen 60	Bolig	48 / 17	–
43/201	Midtunvegen 62	Bolig	48 / 17	–
43/200	Midtunvegen 66	Bolig	48 / 17	–
43/53	Wollert Konows plass 2 og 3	Næring	58 / 17	–
43/1080	Sandalsveien 7 og 11A	Bolig	53 / 14	1 stk.
43/1080	Sandalsveien 9A og 9B	Bolig	48 / 17	1 stk.
42/557	Østre Nesttunvegen 8	Næring	58 / 17	–
42/607	Østre Nesttunvegen 10	Næring	58 / 17	–
42/150	Østre Nesttunvegen 12	Næring	58 / 17	–
42/165	Østre Nesttunvegen 14	Næring	58 / 17	–
43/247	Østre Nesttunvegen 16 og 18	Næring	58 / 17	1 stk.
42/744	Østre Nesttunvegen 20	Næring	58 / 17	–
42/601	Østre Nesttunvegen 2	Næring	58 / 17	–
42/617	Østre Nesttunvegen 4	Næring	58 / 17	–
42/580	Østre Nesttunvegen 6	Næring	58 / 17	1 stk.
42/477	Østre Nesttunvegen 2B	Næring	69 / 17	2 stk.



Figur 7. Markering av planområde, aktuelle bygninger hvor det anbefales å montere rystelsesmålere, samt ytre grense for bygningsbesiktigelse i forbindelse med utbygging av Fondveggen. Eiendommer som ligger innen en radius på 50 m fra planområdet er valgt for bygningsbesiktigelse.

7.4 Tilstandsregistrering

Det bør gjennomføres innvendig og utvendig bygningsbesiktigelse (digital videofilming) i forkant av oppstart av byggearbeidene. Ifølge NS 8141 anbefales det at omkringliggende byggverk fundamentert på berg i en radius på 50 m fra sprengningsstedet besiktiges. For byggverk fundamentert på løsmasser er denne radiusen 100 m. Det anbefales derfor at en radius på 50 m benyttes. Dette vil omfatte de adressene som er markert med * i Tabell 4.

Dersom det blir utført tilstandsregistrering, vil det bli utarbeidet en enkel rapport som viser omfang og relevante registreringer. Rapporten vil bl.a. inneholde opplysninger om antatt fundamenteringsmetode og synlige skader for hver enkelt eiendom. Data fra videofilmingen vil bli overlevert uredigert på en ekstern harddisk/minnepinne.

Dersom grunneier mener at det oppstår skader på bygg eller konstruksjoner i anleggstiden, vil det bli utført en etterbesiktigelse og vurdering av skade. I anleggsperioden anbefaler vi at grunnmurer til relevante eiendommer (kapittel 7.3) får påmontert rystelsesmålere som overvåker og registrerer alle rystelser fra sprengningsarbeidet.

7.5 Hensyn til omgivelsene og tredjepart

Allmenheten skal påføres minst mulig ulempe i anleggsperioden. Grunnarbeidene skal gjennomføres slik at skader på tilstøtende infrastruktur, konstruksjoner og nabobebyggelser unngås. Ved sprengning vil hensynet til omgivelsene legge sterke føringer på salvestørrelsene og metode for berguttak. Det må påregnes begrensninger i skytetid, offentlig varsling, varsling av berørte parter rett før avfiring og utvidet posting for sikring mot skader. Entreprenør er ansvarlig for å vurdere hvor mye av omkringliggende areal som må stenges av og evakueres for at sprengningsarbeidene skal kunne utføres i trygg avstand til tredjepart og omkringliggende bebyggelse. God kommunikasjon med berørte grunneiere både før og gjennom 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 utarbeides postplan for sprengningsarbeidet som viser hvilke områder som skal stenges ved sprengning. Varsling av salve utføres med sirene.

Steinsprut og uttak av berg tett inn mot tilstøtende naboeiendommer vurderes som den største risikoen i forbindelse med grunnarbeidene. Entreprenør skal utføre SJA for planlagte grunnarbeider slik at man forhindrer personskader og materielle skader på tredjepart. Salvene dekkes med sprengningsmatter med god overlapp for å unngå steinsprut. Ekstra dekking av salve ved bruk av not vurderes av bergsprenger i hvert enkelt tilfelle. På grunn av prosjektets plassering er det ikke akseptabelt med steinsprut eller uhell knyttet til mangelfull sikring.

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 og vann på salve. Ellers vises det til regulering av støv i Forurensningsforskriften.

8 Vedlegg

- Vedlegg A – Risikovurdering av grave- og sprengningsarbeider.