Notat

OPPDRAG	VA Valevegen	DOKUMENTKODE	10260219-01-RIGBerg-NOT-001
EMNE	Ingeniørgeologisk premissnotat	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAGSGIVER	Stord vatn og avløp AS	OPPDRAGSLEDER	Håkon Eskeland Børtveit
KONTAKTPERSON	Tarjei Limstrand	UTARBEIDET AV	Håkon Reinskau Knudsen
KOPI		ANSVARLIG ENHET	10233013 Skred, Naturfare og Ingeniørgeologi

SAMMENDRAG

I forbindelse med etablering av nytt VA-anlegg for Valevegen, Ekro, Rusti og Eikevegen er Multiconsult Norge AS engasjert av Stord vatn og avløp som prosjekterende foretak innen ingeniørgeologi.

Innen fagfeltet ingeniørgeologi omfatter notatet vurderinger knyttet til etablering av pumpestasjon PSS1 og PSS2 samt foreløpig vurdering av grenseverdier for rystelser etter NS8141 for etablering av VA-anlegg.

Følgende er vurdert for PSS1 og PSS2:

- Geoteknisk kategori: 2
- Konsekvens-/pålitelighetsklasse (CC/RC): 2
- Prosjekterings- og utførelseskontrollklasse: 2
- Tiltaksklasse 2 for PRO og UTF. Tiltaksklasse 3 benyttes for deler av prosjektet som ligger nært sjø og har tilstedeværelse av kvikkleire.

Rystelsesgrenser og plassering av rystelsesmålere er foreløpig vurdert basert på nettbaserte kilder. Det anbefales at disse verdiene oppdateres etter besiktigelse av relevante bygg. Rystelsesgrensene inkluderer også hensynet til påvist/mulig påvist kvikkleire/sprøbruddmateriale og er beregnet iht. NS8141-3:2025.

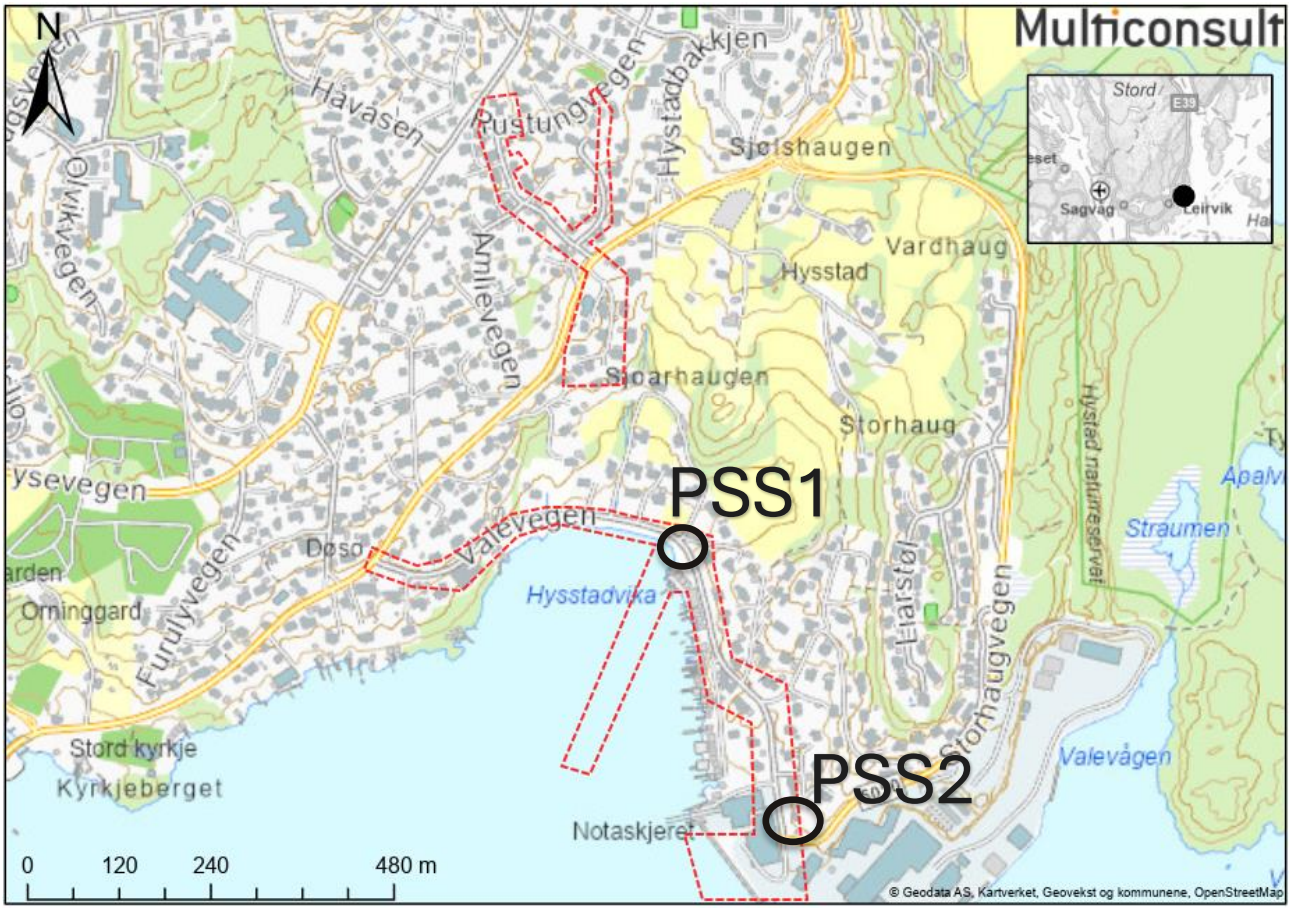
Vedlegg A omhandler en risikovurdering for grave- og sprengningsarbeider. Listen er ikke uttømmende, og entreprenør er selv ansvarlig for eventuelle andre moment. Det påpekes også viktigheten av å hensynta kvikkleireproblematikk i forbindelse med sprenging.

1 Innledning

Multiconsult Norge AS er engasjert av Stord vatn og avløp for ingeniørgeologiske vurderinger i forbindelse med sanering og oppgradering av VA-anlegg langs Valevegen i Stord kommune (Figur 1-1).

Foreliggende notat vil beskrive utfordringer og forslag til løsninger for etablering og midlertidig sikring av byggegrop til PSS1 og PSS2. Notatet vil og omtale grenseverdier for rystelser for omkringliggende bebyggelse etter NS 8141-1:2022 [1], hensyn til kvikkleire og områdeskred gjennom NS8141-3:2025 (Standard Norge, 2025), og eventuelle avbøtende tiltak for å begrense rystelser samt regelverk for besiktigelse etter NS 8141-4:2021 [2].

03	20.08.2026	Oppdatert iht. uttaksmetode for etablering av byggegrop til PSS2.	Håkon R. Knudsen	Frode Johannesen	Asbjørn Rafdal
02	19.06.2026	Revisjon etter uavhengig kvalitetssikring	Brage Straume	Frode Johannesen	Asbjørn Rafdal
01	25.03.2026	Oppdatert med supplerende trasé Eikevegen og mer spesifikke beskrivelser av etablering av PSS1, samt hensynet til kvikkleire	Håkon R. Knudsen	Frode Johannesen	Håkon E. Børtveit
00	22.04.2025	TIL KS	Håkon R. Knudsen	Frode Johannesen	Håkon E. Børtveit
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV



Figur 1-1. Oversikt over prosjektområdet med rød stiplet linje. Svart sirkel indikerer pumpestasjon 1 og 2 (PSS1, PSS2).

1.1 Beskrivelse av tiltak

Oppgraderingen av kommunal VA har som hovedmål å sanere direkteutslipp av avløpsvann til sjø, og heller samle opp og føre det videre til renseanlegg via ledningsanlegg. Oppgraderingen skal også styrke forsyning av forbruk og slukkevannskapasitet i området.

Grøftedybde og bredde er varierende men førstnevnte er stedvis ned i 5 meters dybde under eksisterende terreng.

I forhold til bergtekniske forhold vil det i hovedsak være etablering av PSS1, og til dels PSS2 som vil være utfordrende. Utenom dette så vil vurdering av rystelser være et moment i dette notatet.

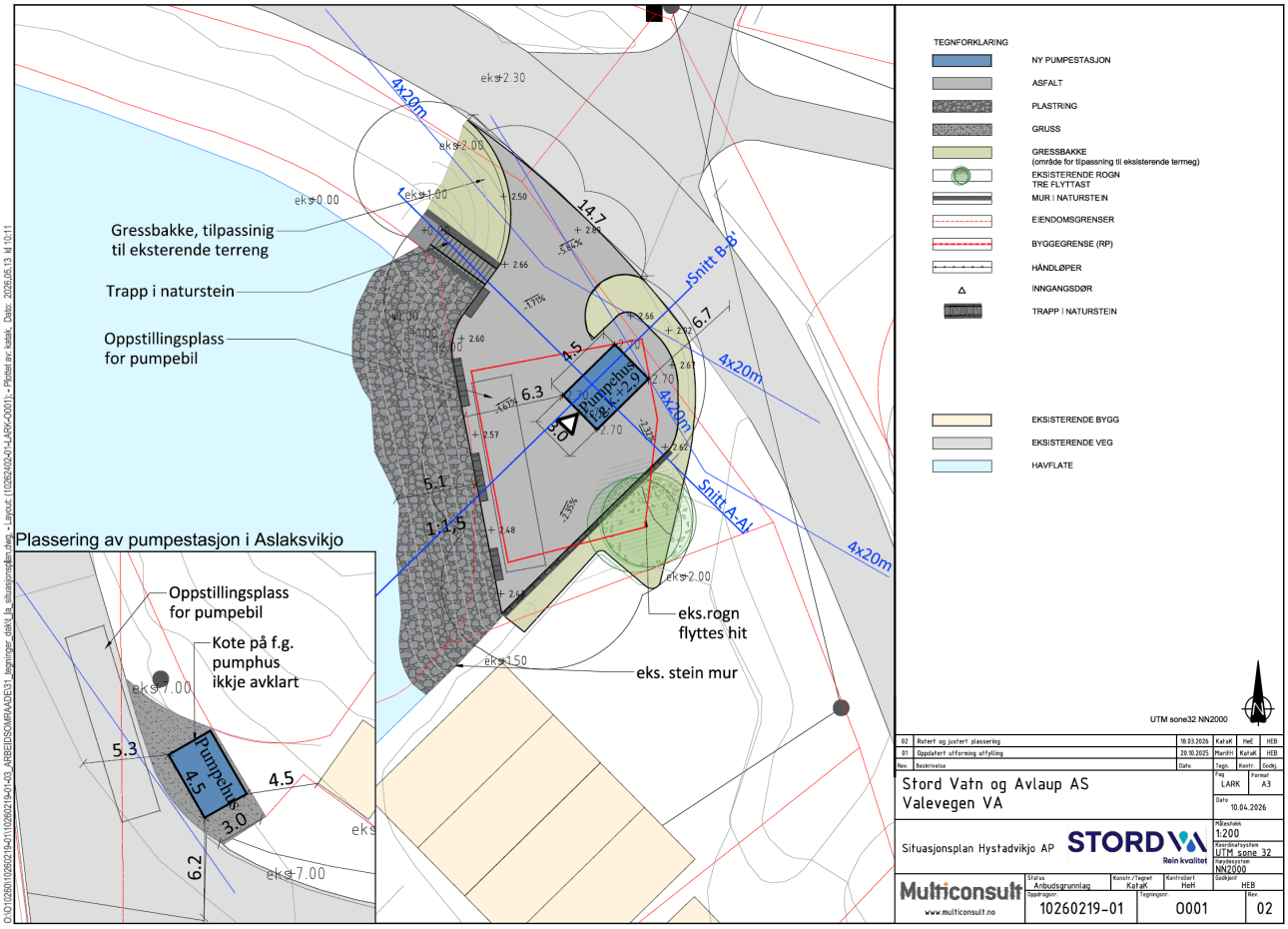
1.1.1.1 VA-ledninger generelt

Alle VA-ledningene skal legges frostfritt eller isolert og ligger på snitt 1,2 m under terreng, derimot grøftebunn på VA-grøftene varierer mellom 2 til 5 m under terreng. Hvor de dypeste delene ligger i Hystadvika. De dypeste grøftene skal i hovedsak legges i løsmasser, mer spesifikt leire.

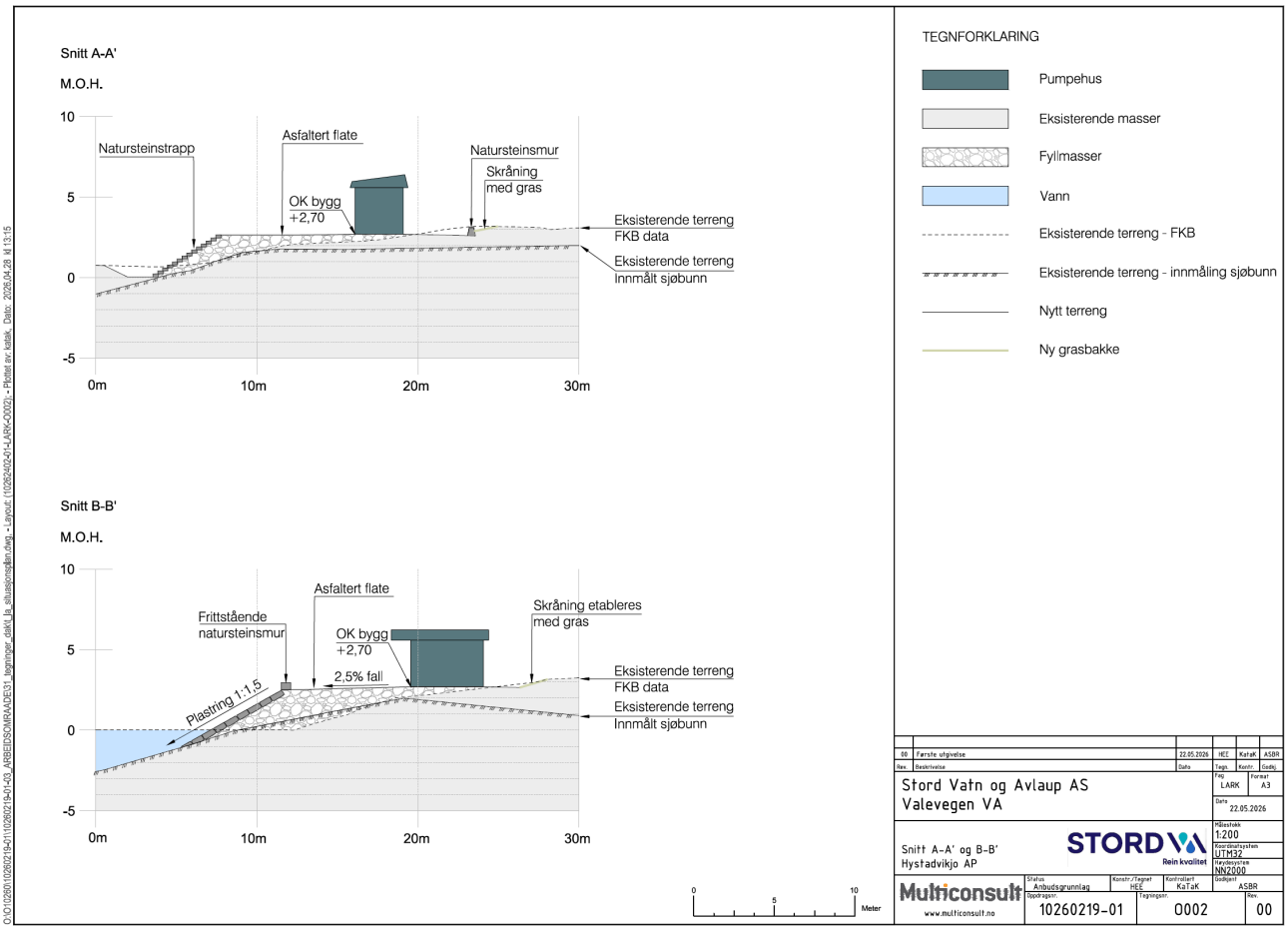
Utfordringer i et bergteknisk perspektiv for etablering av VA-ledninger er grøftesprenging og avstand til eksisterende bebyggelse. Grøftene skal etableres i kort avstand til bebyggelse og kan være utfordrende i forhold til grenseverdier for rystelser.

1.1.2 PSS1

PSS1 etableres øst i Hystadvika og skal etableres som en pumpestasjon med tilhørende pumpeledning i sjø over til Leirvik (Figur 1-2 og Figur 1-3). Topp terreng til pumpestasjon etableres på ca. kote + 2,7. Bunn pumpestasjon skal etableres på kote – 2. Dette gir en total dybde på byggegrop på opptil 5 m der nesten 2 m foregår under havnivå. Avstand fra pumpestasjon til sjø er på om lag 4-6 m. Pumpestasjonens lokasjon ligger på det som tilsynelatende er fjell i dagen, men at det foreligger uklarheter til nøyaktig kotehøyde på fjell i området. Bergteknisk utfordring for PSS1 kan være tett byggegrop og arbeidsmetodikk for gjennomføring. Det er ikke avklart om byggegropen skal være permanent tett eller om den bare skal være det under anleggsfasen. I dette notatet er det forutsatt midlertidig tetting.



Figur 1-2. Situasjonsplanen til PSS1.



Figur 1-3. Snitt av PSS1. Se situasjonsplanen i Figur 1-2 for lokasjon av Snitt A-A' og Snitt B-B'.

1.2 PSS2

Helt sør i prosjektområdet skal det etableres en pumpestasjon, PSS2 (Figur 1-4). Bunn til pumpestasjonen skal etableres på ca. kote +2,2. Topp terreng til pumpestasjon er på ca. kote +6,5. Dette gir en total dybde på byggegrop opp mot 4,3 m. Avstanden til eksisterende trafokiosk er på 6 m. Bergteknisk utfordring i dette tilfelle er at pumpestasjon PSS2 skal etableres i kort avstand til trafokiosk, og at det er utfordrende mtp. gjennomføring og opprettholdelse av grenseverdier for rystelser mot trafokiosken.



Figur 1-4. Kartutsnitt av omtrentlig plassering av PSS2.

2 Regelverk og standarder

Gjeldende regelverk og standarder legges til grunn for bergteknisk prosjektering:

- Byggteknisk forskrift (TEK17), §7 Sikkerhet mot naturpåkjenninger og § 10 Konstruksjonssikkerhet
- Plan- og bygningsloven (PBL), §24 Kvalitetssikring og kontroll med prosektering og utførelse av tiltak
- Byggesaksforskriften (SAK10), §14 Kontroll av tiltak og §9-4 valg av tiltaksklasser
- NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016 (Eurokode 0: Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner)
- NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2020 (Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering – Del 1: Almenne regler)
- NS-EN 1998-1:2004+A1:2013+NA:2021 (Eurokode 8: Prosjektering av konstruksjoner for seismisk påvirkning. Del 1: Almenne regler, seismiske laster og regler for bygninger)
- NS8141-1:2022 Vibrasjoner og støt, del 1
- NS8141-4:2021 Vibrasjoner og støt, del 4

2.1 TEK17

2.1.1 § 7, Sikkerhet mot naturpåkjenninger

I henhold til TEK 17 § 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 S2 og omfatter tiltak der konsekvensen av en skredhendelse potensielt kan være middels. I henhold til TEK 17 § 7-3, skal den årlige nominelle sannsynligheten for skred i sikkerhetsklasse S2 være mindre enn 1/1000. Når det gjelder flom og stormflo gir TEK17 § 7-2 at den årlige nominelle sannsynligheten for flom er på 1/200.

Det er ikke utført skredfarevurdering for prosjektområdet, da området ligger i et flatt terreng hvor det ikke er skredfare fra omkringliggende terreng. Det foreligger heller ikke aktsomhetsområder for snø-, jord og flomskred eller steinsprang i området. Tiltaksområdet vil oppfylle kravene til sikkerhet mot skred i TEK 17 dersom sikringstiltak i eventuelle utsprengte skjæringer på tomten blir utført etter prosjektering og oppfølging av geolog. Det presiseres videre at sprengning i prosjektområdet, 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 § 7-3 for snøskred, jord- og flomskred, steinsprang og fjellskred anses derfor å være ivaretatt.

Når det gjelder områdeskred er det avdekket kvikkleire i tiltaksområdet. Videre er det utført en vurdering av områdestabilitet i notat «10260219-01-RIG-NOT-002 Vurdering av områdestabilitet ihht. NVE 1_2019» samt et geoteknisk forprosjekt notat som beskriver aktuelle avbøtende tiltak. Tiltakskategori er satt til K3 (større VA-anlegg). Foreslåtte tiltak i prosjektområdet er grøftekasser og spuntvegg. Det vurderes at TEK17 § 7-3 for områdeskred vil bli ivaretatt under geoteknisk detaljprosjektering i neste fase.

Deler av prosjektområdet rundt PSS1 ligger i et område som er utsatt for stormflo langs sjø. TEK17 §7-2 vil bli hensyntatt i neste fase av prosjektet som en del av VA-prosjekteringen.

2.1.2 § 10, Konstruksjonssikkerhet

I henhold til TEK 17 § 10.1 så vil forskriftens minstekrav til personlig og materiell sikkerhet være oppfylt dersom det benyttes metoder og utførelse etter Norsk Standard (Eurokoder).

TEK 17 § 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 Eurokode 0 og underliggende standarder i serien NS-EN 1991 til NS-EN 1999, med tilhørende nasjonale tillegg.»

I veiledningen til TEK 17 står det:

«Forskriftens krav er oppfylt dersom det benyttes metoder og utførelse etter Norsk Standard. Korrekt bruk av prosjekteringsstandardene gir samlet det nivået som tilsvarer det sikkerhetsnivået som er akseptert av myndighetene.»

Ved å benytte standarder (Eurokoder), vil TEK 17 § 10 være ivaretatt.

2.2 Geoteknisk kategori

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

2.2.1 PSS1

For sprenging og etablering av midlertidig bergskjæringer for byggegrop til PSS1, med høyde opp mot 4 m er vanskelighetsgraden vurdert til å være middels med stor konsekvens ved brudd mot sjø og

vanninnbrudd eller ukontrollert vannlekkasje enten under anleggsfasen. Grunnforhold fremstår som oversiktlig i dagsone, men at dette kan endres ned i dypet. Med **pålitelighetsklasse (CC/RC) lik 2** og **middels vanskelighetsgrad** gir dette en geoteknisk kategori på 2. Det vurderes at **geoteknisk kategori settes til 2.**

2.2.2 PSS2

For sprenging og etablering av midlertidige bergskjæringer for byggegrop til PSS2 er vurdert til å være middels vanskelighetsgrad. Dette med bakgrunn i at midlertidige skjæringer i byggegrop vil være etableres på en høyde rundt 4 – 4,5 m og at det forholdvis er enkle og oversiktlig grunnforhold i dagsonen. En større konsekvens ved etablering av byggegropen er at nærliggende trafokiosk settes ut av drift på grunn av rystelser fra anleggsvirksomhet. Med bakgrunn i dette vil pålitelighetsklasse **(CC/RC) settes til 2**. Sammen med lav vanskelighetsgrad gir dette en **geoteknisk kategori lik 2** for etablering av midlertidig byggegrop for PSS2.

2.3 Tiltaksklasse

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, tiltaksklasse 2 iht. NS-EN-1990+NA. Utførelse av grunn- og sikringsarbeider vurderes å ligge i **tiltaksklasse 2**. Iht. SAK 10 § 9-4 bør tiltaksklasse 3 benyttes for prosjekter eller deler av et prosjekt med middels vanskelighetsgrad, men som kan føre til store konsekvenser. I byggegrop til PSS1 bør tiltaksklassen være 3 som følge av stor konsekvens ved brudd mot sjø samt tilstedeværelse av kvikkleire. Tilsvarende gjelder andre deler av prosjektet som har påvist kvikkleire og er nær sjø. Prosjekterende og utførende foretak må være godkjent i **tiltaksklasse 3** for etablering av PSS1.

Veiledning til SAK10 § 14-2 setter krav til uavhengig kontroll 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.

2.4 Prosjektering- og utførelseskontroll

NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016 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.

2.4.1 Prosjekteringskontrollklasse (PKK)

Basert på pålitelighetsklasse 2 og i henhold til tabell NA.A1 (902) i NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016 skal prosjekteringskontrollklasse **PKK settes til 2**.

For geoteknisk prosjektering gjelder det da at det utføres grunnleggende kontroll (egenkontroll) og intern systematisk kontroll. Intern systematisk kontroll er en intern, systematisk kvalitetskontroll av prosjektering basert på faste rutiner i foretaket. Det skal i tillegg gjennomføres en utvidet kontroll av et uavhengig foretak. Utvidet kontroll i PKK2 begrenses til en kontroll av at egenkontroll og intern systematisk kontroll (kollegakontroll) er gjennomført og dokumentert.

2.4.2 Utførelseskontrollklasse (UKK)

Basert på pålitelighetsklasse 2 og i henhold til tabell NA.A1 (902) i NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016 skal utførelseskontrollklasse **UKK settes til 2**.

For geoteknisk prosjektering gjelder det da at det utføres grunnleggende kontroll (egenkontroll) og intern systematisk kontroll. Intern systematisk kontroll er en intern, systematisk kvalitetskontroll av prosjektering basert på faste rutiner i foretaket. Det skal i tillegg gjennomføres en utvidet kontroll av et uavhengig foretak. Utvidet kontroll i UKK2 begrenses til en kontroll av at egenkontroll og intern systematisk kontroll (kollegakontroll) er gjennomført og dokumentert.

2.4.3 Kontroll iht. tiltaksklasse

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.

2.4.4 Kvalitetssystem

NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016 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 ivaretatt også for pålitelighetsklasse 2 og 3.

2.5 Eurokode 8 – seismisk påvirkning

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 infrastruktur og til dels kritisk infrastruktur. Denne seismiske klassen gir, ifølge Tabell NA.4 (901) en seismisk faktor γ_1 lik 1,0.

Spissverdien for berggrunnens akselerasjon a_{gR} settes til 0,70 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 $a_g = a_{gR} \gamma_1 = a_g S = 0,7$, 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 Overvåking 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 sikring.

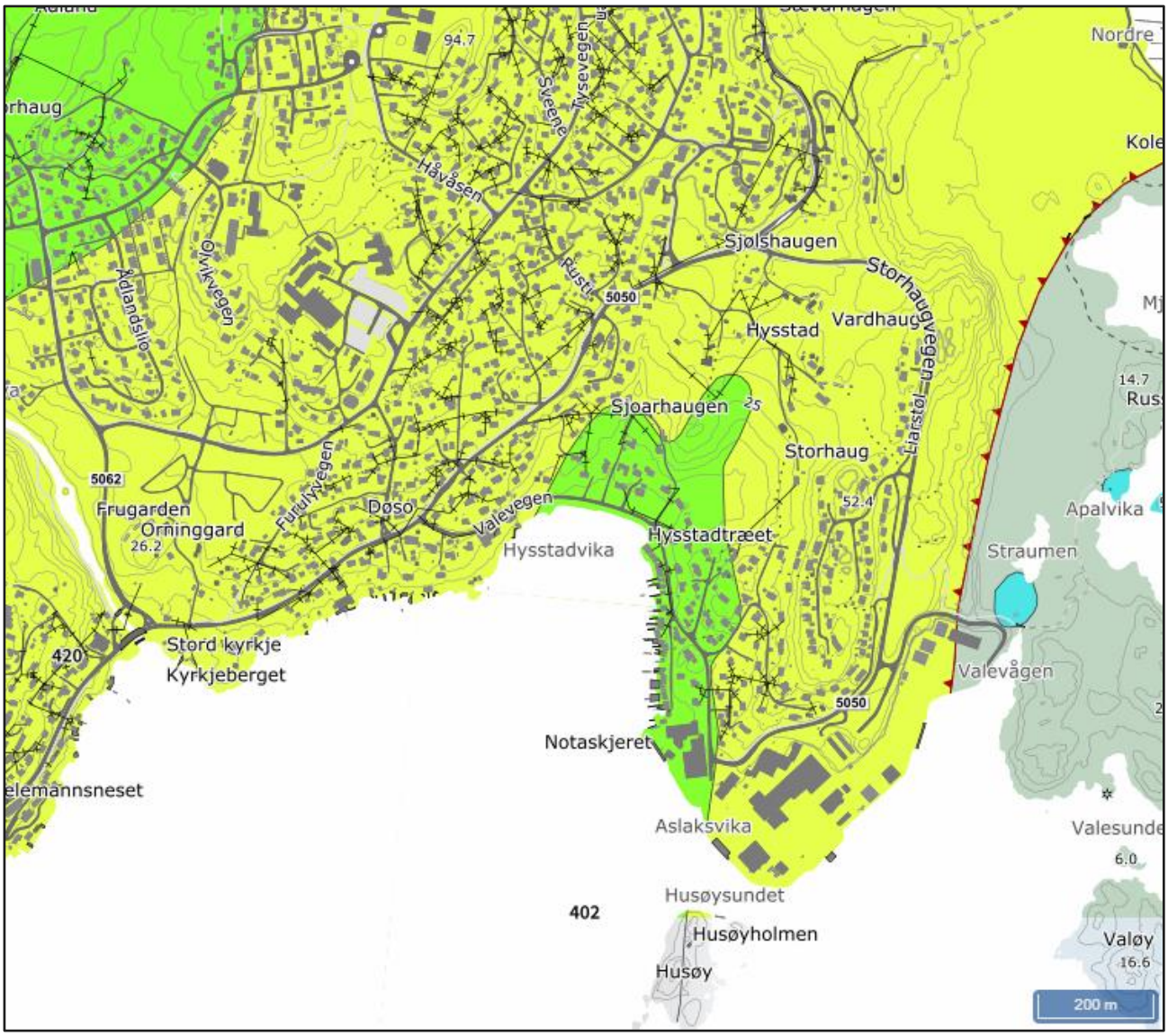
Vi anbefaler at det i forkant av oppstart av arbeidene gjennomføres et eget møte mellom RIGberg og utførende entreprenør vedrørende forutsetningene som er lagt til grunn i den bergtekniske prosjekteringen. Det kan være behov for økt kontroll dersom det er stor variasjon i materialkvalitet.

4 Grunnforhold

4.1 Begrunn og strukturer

Bergmassen i området er kartlagt av NGU i målestokk 1:50 000 (Figur 4-1). Det inndeles i to ulike bergarter i prosjektområdet med fyllitt i Hystadvika og videre sørover langs sjøen. I vestlig/nordlig del av prosjektområdet består bergarten ifølge kartleggingen av metasandstein.

Basert på befaring er det vurdert at også vestlig deler består av fyllitt. Områdene i nord er ikke befart, og at en dermed ikke kan med sikkerhet bekrefte bergartstype.



Figur 4-1. Utsnitt fra https://geo.ngu.no/kart/berggrunn_mobil/ (NGU) som viser bergarten i området. Fyllitt i grønn farge. Metasandstein i gul farge.

Det ble utført befaring 12.09.2024 av prosjektområdet med hensikt i å kartlegge fjell i dagen og måle sprekkestrukturer i bergmassen. Selv om en for det meste antar kort avstand til fjell var det få eksponerte bergknauser i området. Sprekkemålinger er utført i eksponerte bergknauser og skjæringer.

Følgende sprekkesett er identifisert gjennom prosjektområdet gitt fall/fallretning:

- S1 – 40-60/265-295 – Foliasjon.
- S2 – 70-85/20-40 – Sprekkesett som er målt i vestlig skjæring, samt rundt PSS1.

Foliasjonen vises å være stedvis varierende i orientering og fall bare innenfor få meter. Spesielt rundt PSS1.



Figur 4-2. Viser prosjektområdet med kartlagte sprekkesett.

4.2 Løsmasser

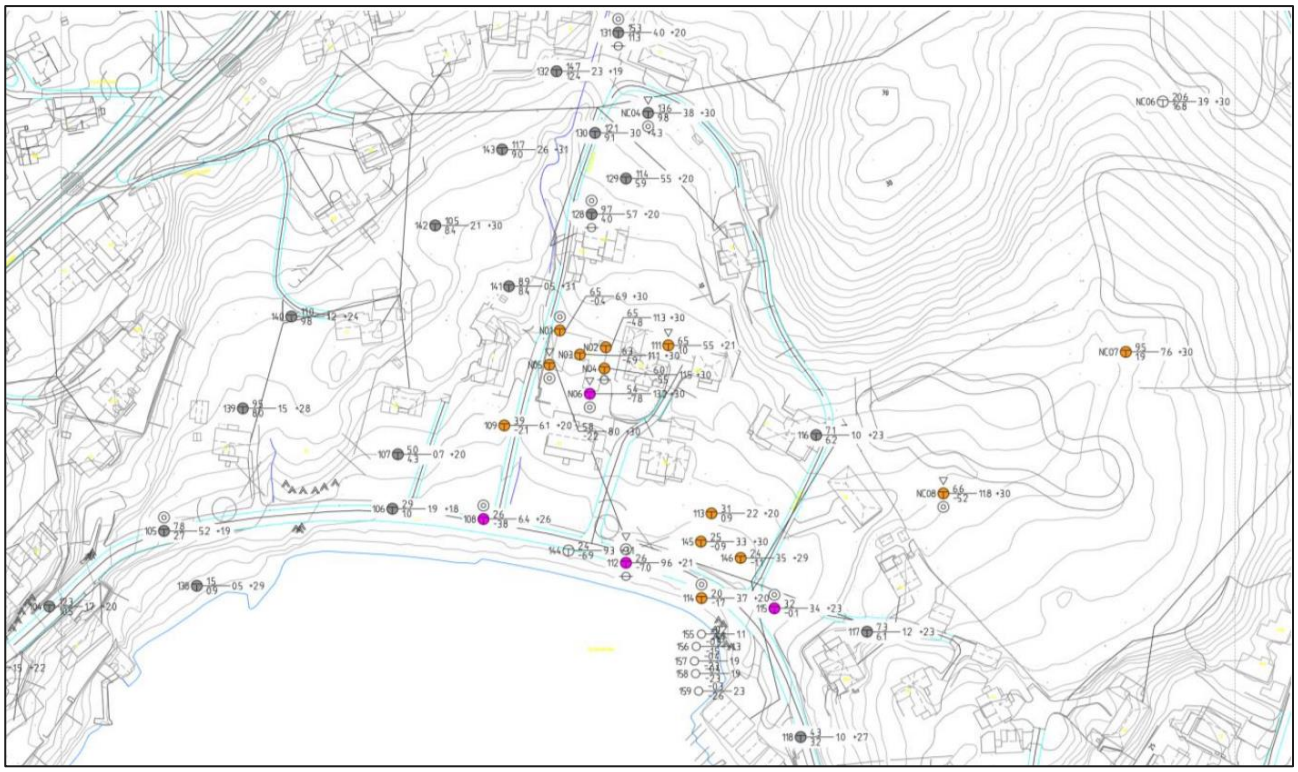
Ifølge NGU's løsmassekart er prosjektområdet kartlagt som forvitringsmateriale. Basert på geotekniske grunnundersøkelser (10260219-02-RIG-RAP-001) består løsmasser i selve tiltaksområdet av veifylling sand/grus til siltig leire/leire. I området rundt Hystavika og nærheten av PSS1 er det funnet kvikkleire. Figur 4-3 viser utklipp fra borplan med aktuelle boringer.

Omfanget av kvikkleire i prosjektområdet blir ivaretatt av geoteknikk. Tabell 4-1 viser relevante geotekniske notater, og relevant datarapport for geotekniske grunnundersøkelser som er benyttet som grunnlag ved geoteknisk vurdering.

Tabell 4-1. Relevante notater og datarapporter for geoteknisk vurdering utarbeidet av Multiconsult.

Dokument	Tittel	Datert
10260219-01-RIG-NOT-001	Geoteknisk forprosjektnotat	10.02.2025
10260219-01-RIG-NOT-002	Vurdering av områdestabilitet ihht. NVE 1_2019	19.12.2025

10260219-01-RIG-NOT-003	Detaljprosjektering av utgraving for VA ved Valevegen/Hysstadvika	13.02.2026
10260219-01-RIG-NOT-004	Geoteknisk detaljprosjektering av utgraving for VA ved Rusti og Ekro	27.11.2025
10260219-02-RIG-RAP-001	Datarapport – Geotekniske grunnundersøkelser	04.12.2024



Figur 4-3. Utklipp fra borplan som viser de aktuelle grunnundersøkelsene. Lilla = Påvist sprøbrudd/kvikkleire, oransje = mulig sprøbrudd, grå = ikke påvist sprøbrudd. Figuren er hentet fra geoteknisk notat 10260219-01-RIG-NOT-002.

5 Sprengningsarbeider og aktuelle tiltak

5.1 Generelt

Generelt på anlegget kan det sprenges med vanlig kontur med senteravstand c/c 0,7 m og forsetning like 0,7 m til nærmeste rast. Kronediameter og bormønster må tilpasses stedlige forhold. Boreavvik langs kontur skal reduseres i størst mulig grad, og det anbefales å logge borehull før lading for å ha kontroll på eventuelle boreavvik.

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 vaier 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.

Ved etablering av eventuelle bergskjæringer i prosjektet skal disse sprenges ut med vinkel 10:1 for å gi gode forutsetninger for stabilitet.

Entreprenør skal være godkjent i angitt tiltaksklasse og skal fremlegge godkjent SHA-plan.

5.1.1 Sømboring

For å begrense rystelser i VA-grøfter kan det bli aktuelt med sømboring. Generelt gir grøftesprenging større rystelser enn ved normal kontursprenging. Ved eventuell sømboring skal det bores enkel søm, og en benytter hullavstand 150-200 mm med minimum hulldiameter på 76 mm. Det bores ned til planlagt grunnivå i grøfter. Ved ytterligere problemer med grenseverdier kan en benytte dobbel søm med opprømming.

5.2 PSS1

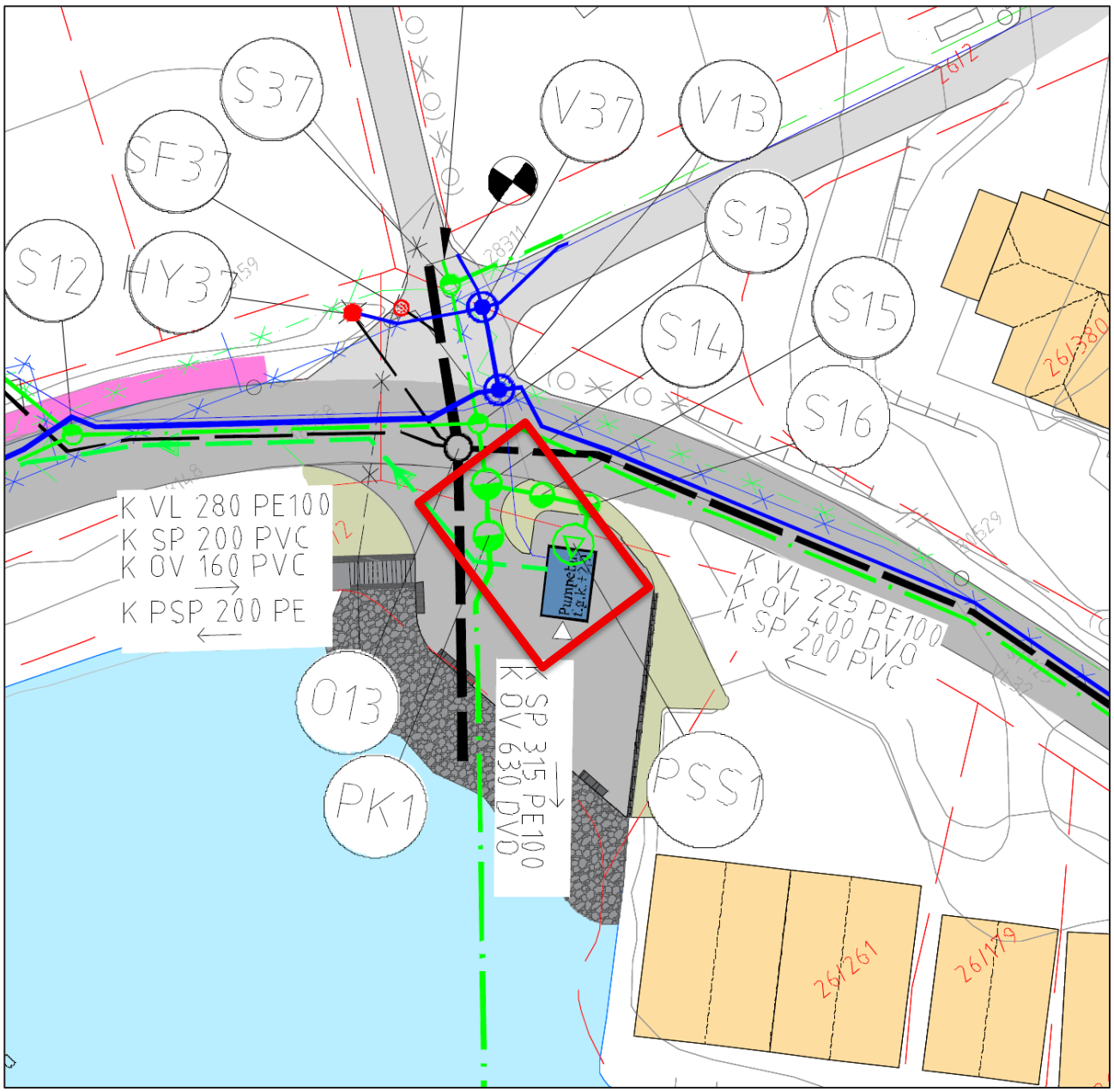
Det kan være utfordrende og potensielt kostnadsdrivende å etablere byggegrop til pumpestasjonen (PSS1) og tilknyttende infrastruktur. Dette med bakgrunn i utsprenging av byggegrop under havnivå, sammen med rørføring/grøft ut i sjø, som kan skape problemer med inntrenging av sjøvann under anleggsarbeidene. Fundament til PSS1 skal etableres på ca. kote -2,0. Avstand til sjø er ca. 5 m. Forutsetning for at en skal ha kontroll på grunnvann/inntrenging av sjøvann er at byggegropen etableres i berg. Omfang av berg og kotehøyde på eksisterende bergnivå rundt planlagt byggegrop er noe uvisst.

Det anbefales at det utføres en prøvegraving rundt området for byggegrop til PSS1, før oppstart, for å avdekke at byggegropen kan etableres uten åpne kanaler for sjøvann inn i gropen. Videre antas det på dagens grunnlag at byggegropen kan sprenges ut ca. som skissert i Figur 5-1. Basert på bergarten og sprekkesammenstillingen forventes det lite vanninntrengning. Det må påberegnes at byggegrop må lenses med pumpe.

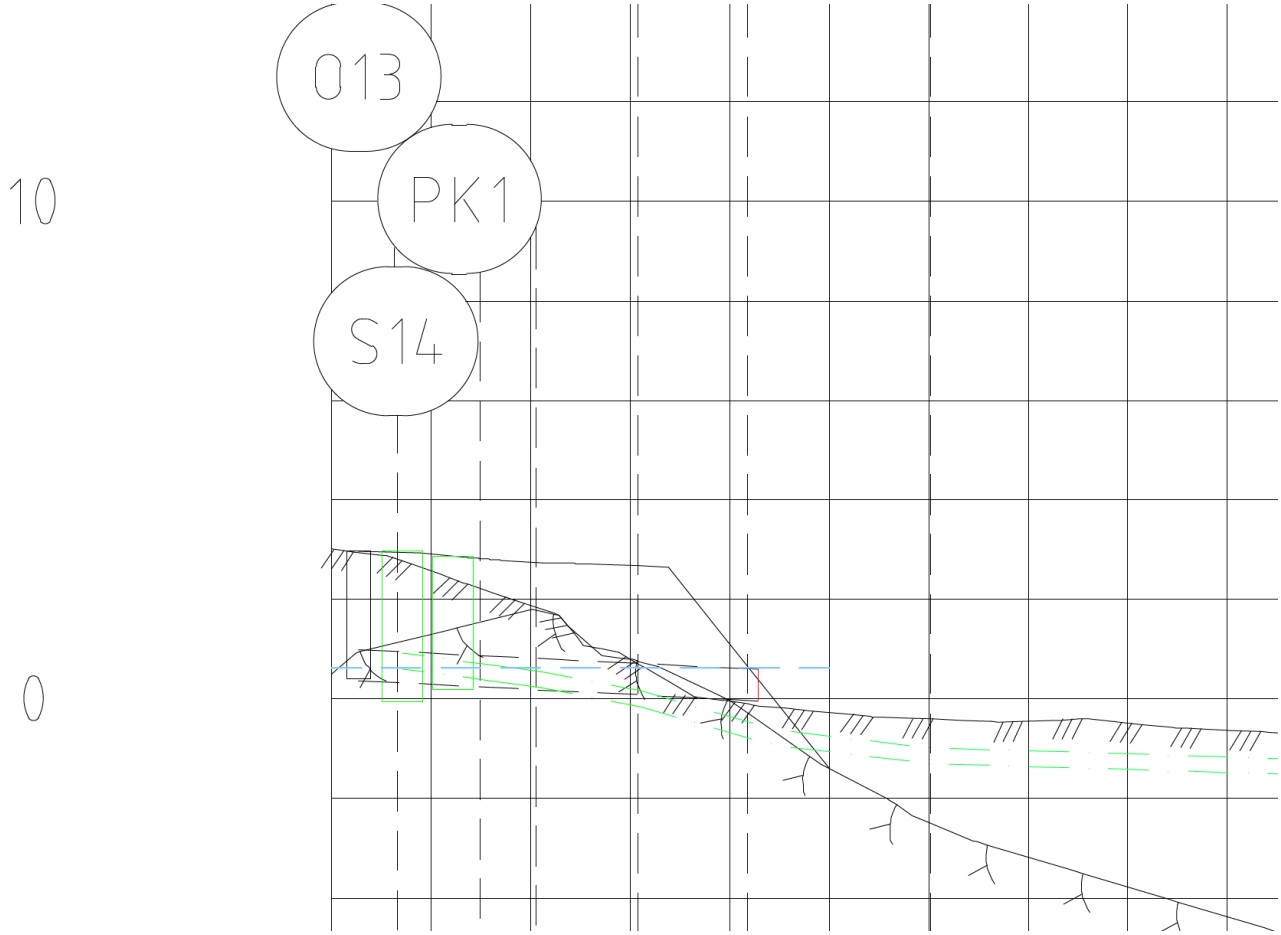
Ved problemer med inntrenging av vann i byggegrop bør det benyttes tettetiltak. Dette kan være i form av tettebarrierer som til dels fyllinger, sandsekker, membran etc. Ved ytterligere problematikk med vanninnsig gjennom sprekker i berget kan det benyttes injeksjon. Figur 5-2 viser profil med høyeste astronomiske sjøvann. Som profilet viser, vil spillvannsledning og overvannsledning potensielt ligge under havnivå ved innkoblingspunkt i kummene ved høy springflo. Det er derfor viktig at entreprenør følger en arbeidsmetodikk som unngår at en får ukontrollert inntrenging av sjøvann. Videre kan det blir aktuelt å ha arbeidsstopp ved perioder med høy springflo, og heller pumpe ut byggegrop.

For etablering av grøft ut i sjø for PK1 og O13 (Figur 5-2), vil en få utfordringer knyttet til uttak av fjell under vann. Ettersom det er påvist kvikkleire i området, og at grunnforholdene i sjøen utenfor PSS1 ikke er kartlagt i detalj bør en unngå sprenging under vann. Det anbefales å benytte skånsomme metoder som f.eks. hydraulisk splitting. Dette vil også være hensiktsmessig da pigging vil være vanskelig å utføre i fjæra/under havnivå.

Avstand til kartlagt kvikkleire/sprøbruddmateriale er begrenset og ca. avstand til nærmeste borepunkt for påvist kvikkleire er på ca. 10-15 m. Videre er det flere punkter nord og vest for pumpestasjonen som har påvist mulig kvikkleire/sprøbruddmateriale. Entreprenør skal hensynta gitte grenseverdier for rystelser i områder med påvist/mulig påvist kvikkleire. Grenseverdier er omtalt i kapittel 6.2. Det kan bli aktuelt å gjøre avbøtende tiltak for sprenging/uttak av berg i området.



Figur 5-1. Utsnitt fra plantegning GH001. Utsnittet viser oversikt over PSS1 med tilhørende kummer O13, PK1, S14, S15 og S16, samt overvanns- og spillvannsledning ut i sjø. Rød firkant viser skissert byggegrop.



Figur 5-2. Profil av sjøledninger i Hystadvikjo. Blå stiplet linje viser høyeste astronomiske sjøvann.

5.3 PSS2

Etablering av PSS2 i umiddelbar nærhet av trafokiosk vil være utfordrende i forhold til grenseverdier for rystelser. Grenseverdi for rystelser til trafokiosken er i utgangspunktet satt til 20 mm/s for sprenging og 6 mm/s for pigging. Verdiene er satt så lave på grunn av sensitivt utstyr innad i trafokiosk. Dette er verdier som er vanskelig å opprettholde ved normal anleggsgjennomføring med en avstand på 6-10 m mellom pumpestasjon og trafokiosk. Videre er avstanden så kort at sprenging, i verste fall, kan føre til deformasjon av bergmassen slik at en får direkte oppløft av trafokiosken.

Med bakgrunn i risikoen for trafokiosken anbefales det å benytte alternative metoder for uttak av berg som beskrevet i kapitelene under.

5.3.1 Hydraulisk splitting

Ved utfordringer med vibrasjoner rundt utsprenging av grop til pumpestasjon kan det benyttes hydraulisk splitting. Metoden forårsaker ingen rystelser utenom boring og kan utføres uten å hensynta sensitive konstruksjoner, men kan være tid- og kostnadsdrivende. Fremgangsmetoden går ut på å bore hull så tett man kan, for så å dele/splitte opp berget mellom borehullene ved hjelp av en hydraulisk kile.

6 Sprengingsinduserte vibrasjoner

Det er beregnet grenseverdier for rystelser iht. NS8141 både for byggverk og hensynet til påvist/mulig påvist kvikkleire og sprøbruddmaterialet. Grunnlaget for beregningene er henholdsvis vist til i kapittel 6.1 og 6.2. Grenseverdiene og avstander tar utgangspunkt i etablerte boliger og garasjer. Eksiterende murer o.l. langs VA-traséene skal også hensyntas ved vibrasjonsarbeider.

6.1 NS8141-1:2022 grenseverdi for vibrasjoner mot byggverk

Grenseverdi for toppverdi av frekvensveid vibrasjon i vertikal retning ved sprenging/pigging nært byggverk er bestemt på grunnlag av NS 8141-1:2022 – Vibrasjoner og støt.

Standarden fastsetter en metode for å bestemme veiledende grenseverdier for vibrasjoner i byggverk på grunn av grunnarbeider slik som sprenging, peling, spunting, graving, komprimering, anleggstrafikk, o.l. I tillegg fastsetter standarden hvordan vibrasjoner kan måles.

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

$$v = v0 * \ Fg * Fb * Fm * Ff * Fd * Fk$$

Der:

v0 = er den ukorrigerte toppverdien av vertikal svingehastighet, i mm/s, og fastsatt til 20 mm/s.

Fg = er en grunnforholdsfaktor som tar hensyn til grunnforholdene der byggverket står.

Fb = er en byggverksfaktor som er avhengig av type, utforming og tilstand av byggverk.

Fm = er en material- og bygningsdetaljfaktor som tar hensyn til hovedmaterialet i relasjon til grunnforholdene.

Ff = er en fundamenteringsfaktor som er avhengig av hvordan byggverket er fundamentert i relasjon til grunnforholdene.

Fd = er en avstandsfaktor som tar hensyns til avstanden mellom vibrasjonskilden og målepunktet.

Fk = er en kildefaktor som tar hensyn til egenskaper ved vibrasjonskilden.

Rystelsesgrensene for generell bygningsmasse på området er fastsatt på bakgrunn av følgende faktorer; **Grunnforholdsfaktor (2)** - antatt fundamentering på fylling med komprimert sprengstein > 2 m over berg, **Byggverksfaktor (1,2)** - antatt industri- og kontorbygg, **Material- og bygningsfaktor (1,2)** – antatt armert betong, stål og tre, **Fundamenteringsfaktor (0,8)** – antatt fundamentering på løsmasser, **Avstandsfaktor (1)** – avstand til bygg fra vibrasjonskilde ligger mellom 10m og 100 m, **Kildefaktor (1 og 0,3)** – Kildefaktor for sprenging er 1 og 0,3 for pigging. Eventuelt mer spesifisert bakgrunn av verdier er beskrevet i delkapittel 6.3-6.4.

Rystelsesgrensene kan justeres etter gjennomførte besiktigelser. De aktuelle nabobyggene og konstruksjoner er foreløpig ikke ferdig besiktiget, og baserer seg på en screening fra google street view, og dermed vil faktorene som blir brukt for bygningsmassen være noe usikre. Vurderingene tar ikke hensyn til eventuelt sårbart utstyr som er i byggene. Endelige rystelsesgrenser anbefales av den grunn å bli endelig fastsatt etter at forhåndsbesiktigelse av omkringliggende bebyggelse er utført.

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

6.1.1 Trafokiosk

Grenseverdier for rystelser mot trafokiosk settes som regel på 20 mm/s for sprenging, og 6 mm/s for pigging som en faktor på 0,3 av 20 mm/s. Grenseverdien er en standard og er ikke avhengig av avstand, type byggverk, grunnforhold etc. Dette med bakgrunn i det sensitive utstyret innad i trafokiosken. Det vises til eksempel i NFF's sin Håndbok NR. 7 og tidligere erfaringstall.

6.2 NS8141-3:2025, grenseverdi for rystelser iht. områdeskred og setninger

Det er utført beregning av grenseverdier for rystelser for å hensynta skred i kvikkleire og andre sprøbruddmaterialer. Beregning av grenseverdi beregnes etter formel 1 i NS8141-3:2025 (Standard Norge, 2025).

Formelen benyttet for beregning er vist i Figur 6-1.

$$v = v_0 \cdot 0,9 \cdot F_k \cdot F_p \cdot F_s \cdot \frac{V_s}{V_{s,ref}} \cdot \left(1 + \frac{I_p}{I_{p,ref}}\right) \quad (1)$$

der

v_0	er den ukorrigerte toppverdien av svingehastighet, angitt i millimeter per sekund, og fastsatt til 10 mm/s;
F_k	er kildefaktoren som tar hensyn til egenskaper ved vibrasjonskilden, se 6.6;
F_p	er målepunktsfaktoren som tar hensyn til plassering av målepunkt, se 6.7;
F_s	er skråningens sikkerhetsfaktor. Den laveste av den udrenerte (F_{cu}) og den drenerte sikkerhetsfaktoren ($F_{c\varphi}$) skal benyttes i formelen;
V_s	er skjærbølgehastigheten i sprøbruddmaterialet, angitt i meter per sekund;
$V_{s,ref}$	er referanseverdien for skjærbølgehastighet, angitt i meter per sekund, og fastsatt til 100 m/s;
I_p	er plastisitetsindeksen, angitt i prosent;
$I_{p,ref}$	er referanseverdien for plastisitetsindeksen, angitt i prosent, og fastsatt til 10 %.

Figur 6-1. Formel og parametere benyttet for beregning av grenseverdi.

Fastsatte grenseverdier for rystelser er vist i Tabell 6-1. Grenseverdi er beregnet i forhold til om skråningen har utløp på land eller i sjø. Bestemmelse av hvor de ulike grenseverdiene er gjeldende avgjøres i samråd med geotekniker og måletekniker.

Tabell 6-1. Beregnede grenseverdier for rystelser med hensyn til kvikkleire/sprøbruddmateriale i forbindelse med grunnarbeider langs Valevegen.

Vibrasjonskilde	Grenseverdi utløp på land (mm/s)	Grenseverdi utløp i sjø (mm/s)
Sprenging	25,8	19,4
Anleggsvirksomhet, spunting med fallodd m.m.	12,9	9,7
Spunting ved vibrering, og pigging m.m.	7,7	5,8

6.3 Sprenging nært byggverk

Enkelte konstruksjoner/byggverk i prosjektområdet anses som å ligge nær sprengingskilden. NS8141 gir at en sprenging anses å være nær når korteste avstand mellom salvehull og grunnmur/fundament/stive konstruksjoner er mindre enn 10 m. Konsekvenser av nær sprenging kan forårsake direkte deformasjon på konstruksjonen. Dette gjelder spesielt hvis oppsprekking og slepper i berget er ugunstig orientert slik at sprenggasser følger letteste vei langs sprekkeplan og til konstruksjon. Deformasjonen kan påføre byggverket/konstruksjoner betydelige skader. Denne skademekanismen vil ikke fanges opp med vertikal vibrasjonsmåling, men vil heller i større grad fanges opp ved horisontale målinger. Det skal derfor etableres triaksiale vibrasjonsmålere for disse konstruksjonene hvis relevant.

Ved nær sprenging skal det foretas en grundig vurdering av slepper og oppsprekking av berget som må utføres når berget er avdekket for løsmasser. Det anbefales at geolog tilkalles for vurdering når dette er utført.

6.4 Plassering av rystelsesmålere

6.4.1 NS8141-3:2025

Gjennomføring og plassering av rystelsesmålere skal til enhver tid hensynta NS8141-3:2025. Målepunkt skal velges i samråd mellom måleteknikere og geoteknikere. Utvalgte og viktige utdrag fra standarden er vist under. Listen er ikke uttømmende, og målinger kan være situasjonsbetinget:

- Grunnprinsipp for målingene er at de skal utføres der avstanden fra vibrasjonskilde til forekomst av sprøbruddmateriale er kortest.
- Det skal måles i minst tre målepunkter som plasseres i området med sprøbruddmaterialer. Målepunktene skal være minst 5 m fra hverandre slik at variasjoner i svingehastighet i området registreres.
- I hvert målepunkt skal vibrasjonene måles treakset.
- To av måleretningene skal være horisontale og en vertikal.
- Ved anleggsvirksomhet på vei ved siden av sprøbruddmaterialet skal minst en av målepunktene plasseres der horisontalavstand mellom vibrasjonskilde og sprøbruddmaterialet er kortest.
- Ved anleggsvirksomhet over sprøbruddmaterialet skal horisontalavstanden mellom målepunktene og vibrasjonskilden ikke være større enn antatt dybde fra terrengoverflate og ned til sprøbruddmaterialet.

Målere skal plasseres under et eventuelt telelag eller løst topplag av torv, matjord eller lignende. Toppen av giveren skal være minst 10 cm under terrengoverflaten, ikke medregnet et eventuelt telelag eller løst topplag.

6.4.2 NS8141-1:2022

For å ha kontroll på sprengningsinduserte vibrasjoner bør rystelsesmålere plasseres ut på grunnmur ved utvalgte boliger og konstruksjoner i nær omkrets til sprengingslokalitet. Rystelsesmålere plasseres i hovedsak på nabobygg og konstruksjoner nærmere enn 30-50 m på berg 50-100 m i løsmasser fra planlagte sprengningsarbeider. Vibrasjoner i tilknytning til sprengningsarbeidene skal overvåkes i henhold til NS 8141:2022 gjennom hele anleggsperioden.

På grunn av stort prosjektområde og flere berørte 3.parter er lokasjon plassering av rystelsesmålere og grenseverdier delt inn i underkapitler. Anbefalt grenseverdier og plassering av rystelsesmålere i forbindelse med sprengningsarbeidene er vist i tabeller og figurer under. Hvordan entreprenør ønsker å løse oppsett av rystelsesmålere og antall bør avklares i planlegging av anleggsgjennomføringen. Målere kan flyttes på etter hvert som anleggslokasjon endres.

Rusti

Grunnforholdsfaktor (2,5) - Det antas at all bebyggelse i Rusti er fundamentert på grunnforhold som enten er fast berg, eller fylling med komprimert sprengstein < 2m over berg.

Byggfaktor (1) – Basert på observasjoner er det bare observert boligbygg/garasje o.l. Det er ikke observert spesielt følsomme bygg eller tunge industribygg i området.

Materialfaktor (1,2) – Det antas at konstruksjonene består av armert betong, stål eller tre. Det kan hende at enkelte ringmurer i området består av ringmurblokker, uarmert betong eller teglstein. Dette bør undersøkes ved besiktigelse, og eventuelt oppdateres.

Fundamenteringsfaktor (1) – Det antas at bygninger/konstruksjoner er fundamentert på berg eller fyllinger med komprimert sprengstein < 2 m over berg.

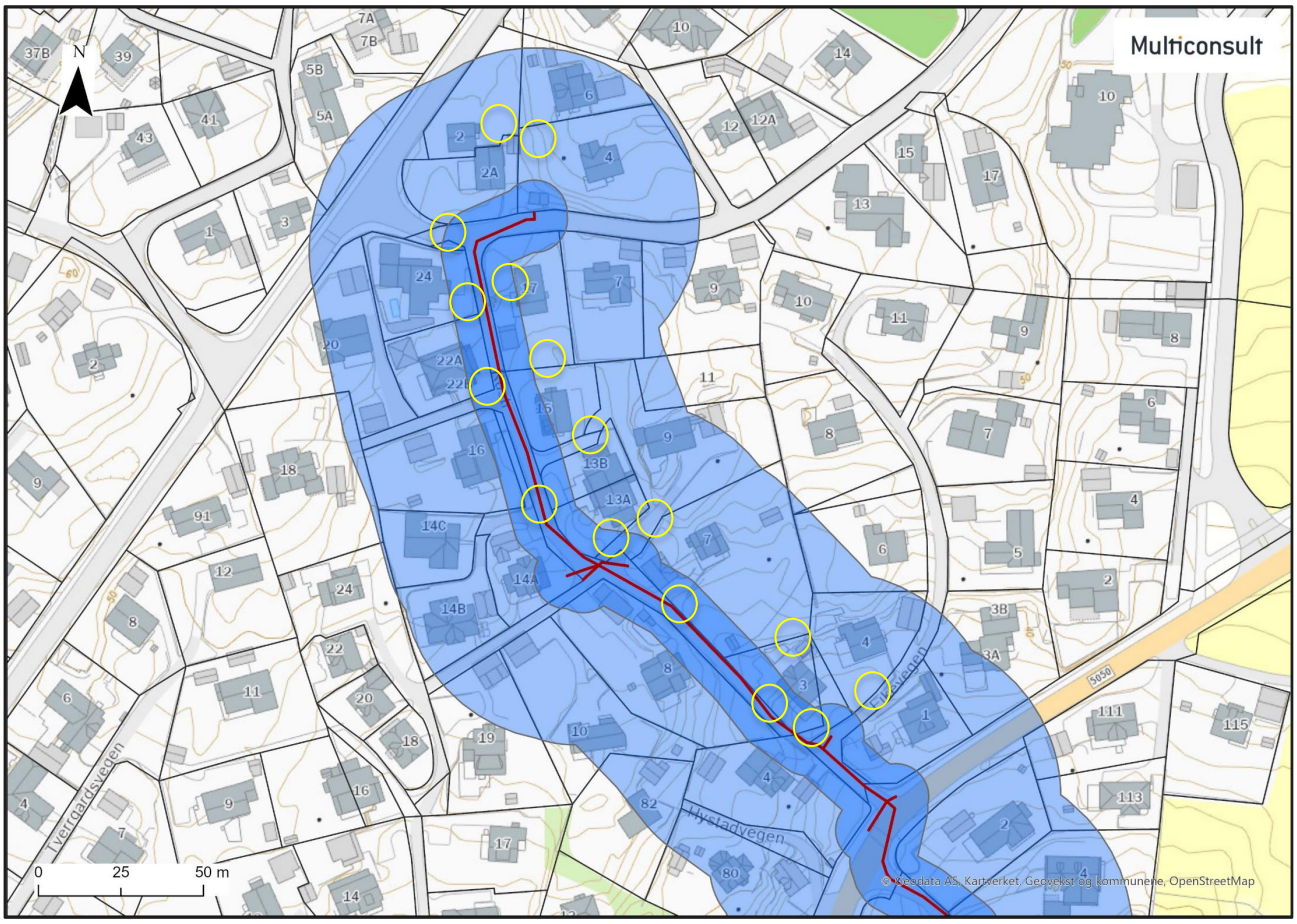
Avstandsfaktor (1-1,35) – Avhengig av avstand mellom vibrasjonskilde og konstruksjon. Enkelte konstruksjoner/byggverk er målt til å være så nærme som 2,5 m unna vibrasjonskilde, derav avstandsfaktor på 1,35.

Tabell 6-2 og Figur 6-2 viser beregnede grenseverdi for rystelser for byggverk/konstruksjon samt lokasjon av konstruksjoner for Rusti og Rustungvegen

Tabell 6-2. Viser relevante bygg/konstruksjoner med beregnede grenseverdier for rystelser med sprenging og pigging, samt type rystelsesmåler.

Gnr./Bnr.	Adresse	Type konstruksjon/bygg	Rystelsesgrense (mm/s), sprenging/pigging	Rystelsesmåler
26/534	Rustungvegen 2A	Bolig	60/18	Ja, 1 stk.
26/192	Rustungvegen 4	Bolig	60/18	Ja, 1 stk.
26/784	Rusti 24	Bolig	63/19	Ja, Triaksial
26/783	Rusti 22A og B	Bolig	69/21	Ja, Triaksial
26/365	Rusti 17	Bolig/garasje	81/24	Ja, Triaksial
26/535	Rusti 16	Bolig	69/21	Ja, Triaksial
26/665	Rusti 15	Bolig	60/18	Ja, 1 stk.
26/779 og 761	Rusti 13 A og B	Bolig	60/18	Ja, 1 stk.
26/112	Rusti 14A	Bolig/garasje	69/21	Ja, Triaksial
26/117	Rusti 8	Bolig/garasje	72/22	Ja, Triaksial
26/83	Rusti 7	Bolig/garasje	81/24	Ja, Triaksial

26/76	Rusti 3	Bolig	66/20	Ja, Triaksial
26/73	Rusti 4	Bolig/garasje	60/18	Ja, 1 stk.
26/290	Rusti 1	Bolig/garasje	66/20	Ja/ Triaksial



Figur 6-2. Viser VA-anlegg i Rusti med buffersone på henholdsvis 10 og 50 m fra trasé. Gule ringer markerer relevant og foreløpig vurderte konstruksjoner/byggverk for montering av rystelsesmålere.

Ekro

Grunnforholdsfaktor (2 – 1,3) – Basert på grunnundersøkelser i Ekro er det påvist en dybde på 1-3 m til fast fjell. En antar at konstruksjoner i Ekro 1-11B er plassert på fylling > 2 m over berg (2). Ved Ekro 12-14 er det påvist at det er større dyp til fast fjell, samt med innslag av kvikkleire enkelte steder. En legger her til grunn siltig leire/leire (1,3).

Byggfaktor (1 – 0,7) – Basert på observasjoner er det bare observert boligbygg/garasje o.l. (1). Ekro 12 har påviste setningsskader og er kategorisert som spesielt følsomt bygg (0,7).

Materialfaktor (1,2) – Det antas at konstruksjonene består av armert betong, stål eller tre. Det kan hende at enkelte ringmurer i området består av ringmurblokker, uarmert betong eller teglstein. Dette bør undersøkes ved besiktigelse, og eventuelt oppdateres.

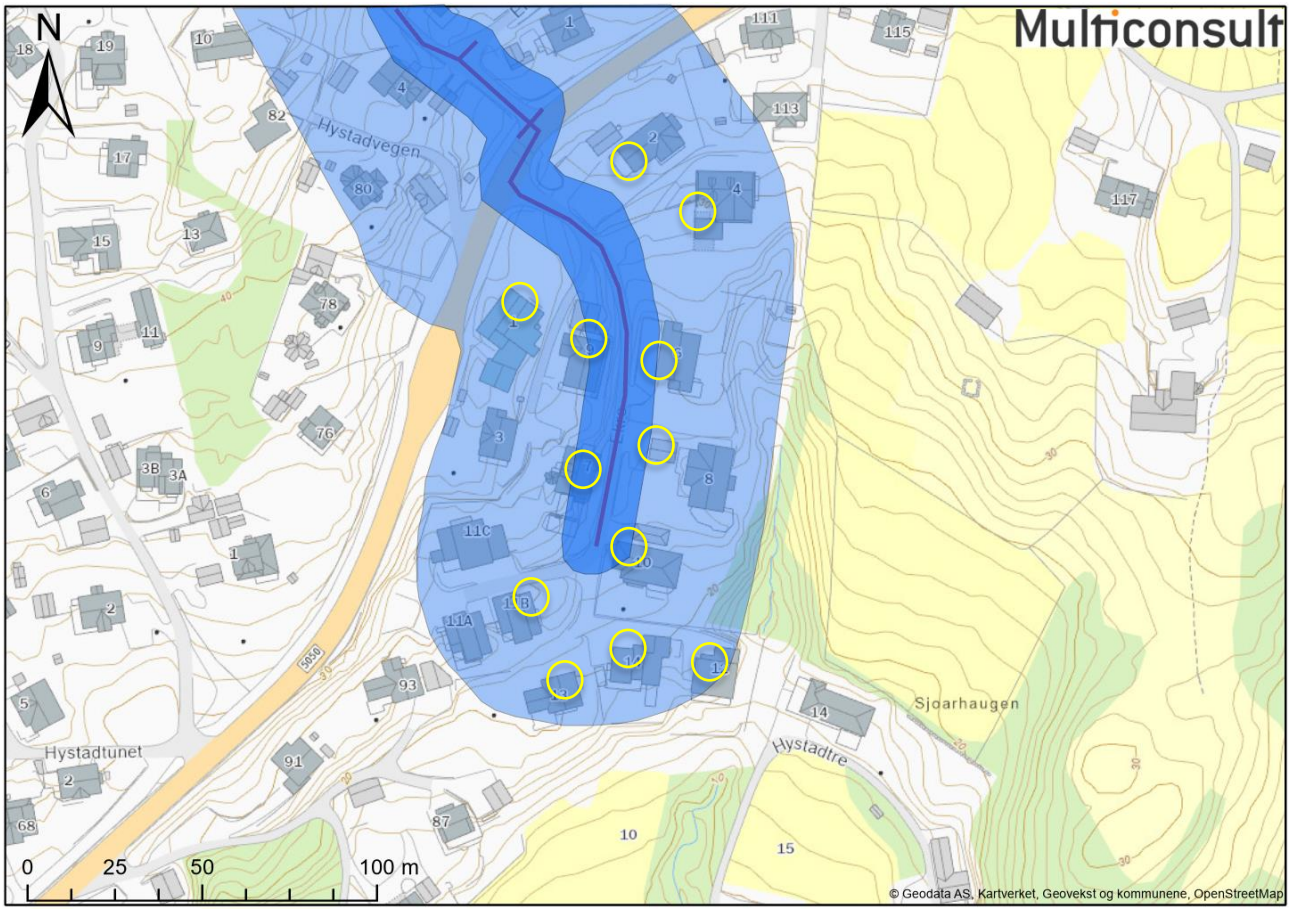
Fundamenteringsfaktor (0,8) – Det antas at bygninger/konstruksjoner er fundamentert løsmasser > 2 m over berg.

Avstandsfaktor (1-1,3) – Avhengig av avstand mellom vibrasjonskilde og konstruksjon. Enkelte konstruksjoner/byggverk er målt til å være så nærme som 4 m unna vibrasjonskilde, derav avstandsfaktor på 1,3.

Tabell 6-3 og Figur 6-3 viser beregnede grenseverdi for rystelser for byggverk/konstruksjon samt lokasjon av konstruksjoner for Ekro.

Tabell 6-3. Viser relevante bygg/konstruksjoner med beregnede grenseverdier for rystelser med sprenging og pigging, samt type rystelsesmåler.

Gnr./Bnr.	Adresse	Type konstruksjon/bygg	Rystelsesgrense sprenging/pigging	Rystelsesmåler
26/454	Ekro 2	Bolig/garasje	38/11	Ja, 1 stk.
26/378	Ekro 1	Bolig	38/11	Ja, 1 stk
26/562	Ekro 9	Bolig/garasje	42/12	Ja, Triaksialt
26/456	Ekro 6	Bolig	42/12	Ja, Triaksialt
26/648	Ekro 7	Bolig	44/13	Ja, Triaksialt
26/449	Ekro 8	Bolig/garasje	40/12	Ja, Triaksialt
26/452	Ekro 10	Bolig/garasje	46/14	Ja, Triaksialt
26/286	Ekro 11B	Bolig	38/11	Ja, 1 stk.
26/439	Ekro 13	Bolig	25/8	Ja, 1 stk.
26/364	Ekro 14	Bolig	25/8	Ja, 1 stk.
26/774	Ekro 12	Bolig	19/6	Ja, Triaksialt
26/466	Ekro 4	Bolig	38/11	Ja, 1 stk.



Figur 6-3. Viser VA-anlegg i Ekro med buffersone på henholdsvis 10 og 50 m fra trasé. Gule ringer markerer relevant og foreløpig vurderte konstruksjoner/byggverk for montering av rystelsesmålere.

Valevegen vest

Grunnforholdsfaktor (2,5 – 1,3) – Basert på grunnundersøkelser i Valevegen vest er det antatt at Sjukehusvegen 1 og 3, Hystadvegen 41C-44 og vestlig deler av Valevegn er 1-2,5 m til fast fjell. En antar at konstrukjoner i dette området plassert på fylling < 2 m over berg (2,5). I valevegen langs Hystadvika er det påvist dyp løsmassedybder og stedvis kvikkleire. Det er her antatt at grunnforhold består av leire, grus, sand og silt (1,3)

Byggfaktor (1) – Basert på observasjoner er det bare observert boligbygg/garsje o.l (1). Det er ikke observert spesielt følsomme bygninger.

Materialfaktor (1,2) – Det antas at konstruksjonene består av armert betong, stål eller tre. Det kan hende at enkelte ringmurer i området består av ringmurblokker, uarmert betong eller teglstein. Dette bør undersøkes ved besiktigelse, og eventuelt oppdateres.

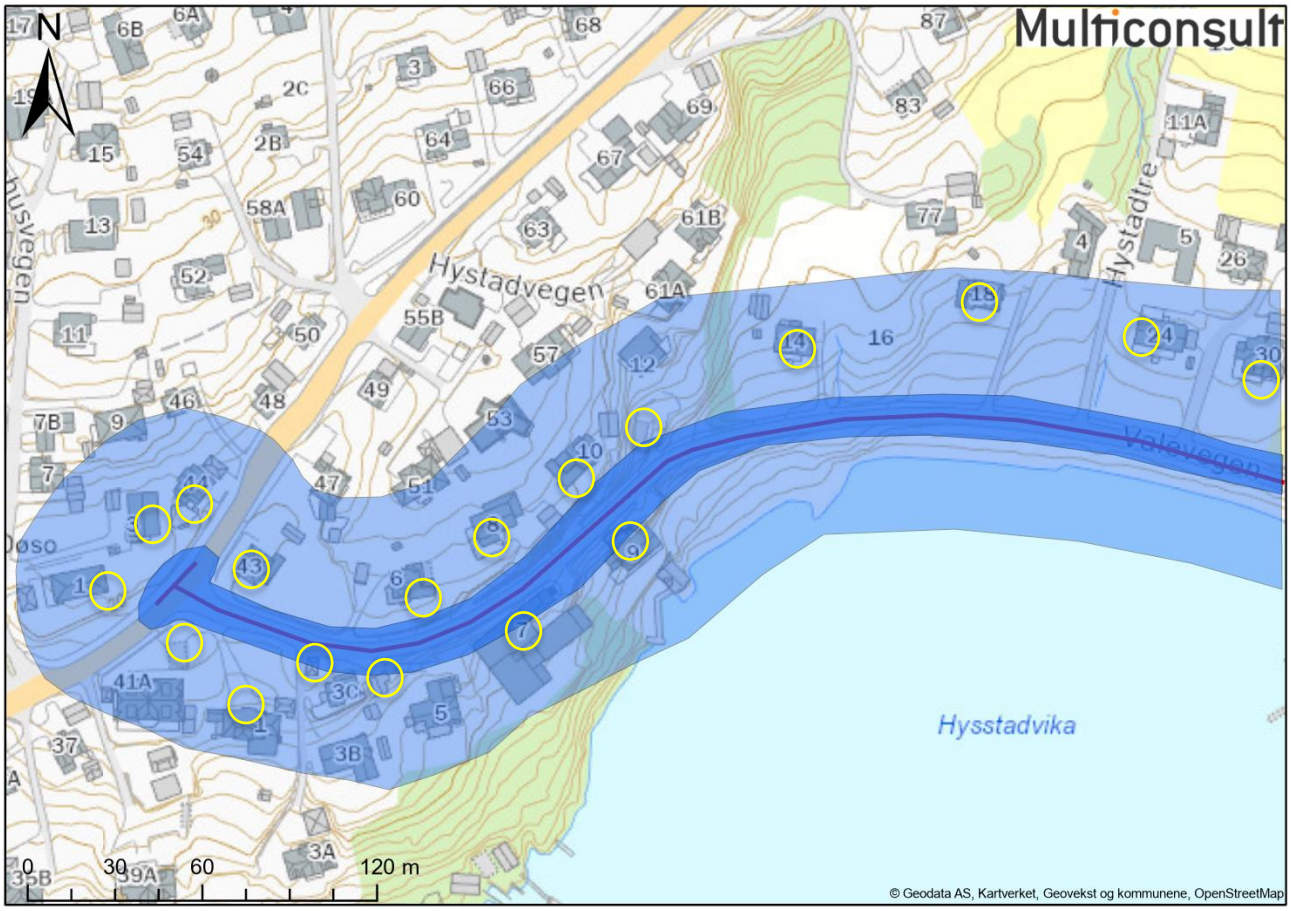
Fundamenteringsfaktor (1- 0,8) – Det antas at bygninger/konstruksjoner er fundamentert på komprimerte løsmasser < 2 m over berg, eller løsmasser.

Avstandsfaktor (1-1,1) – Avhengig av avstand mellom vibrasjonskilde og konstruksjon. Enkelte konstruksjoner/byggverk er målt til å være så nærme som 6 m unna vibrasjonskilde, derav avstandsfaktor på 1,1.

Tabell 6-4 og Figur 6-4 viser beregnede grenseverdi for rystelser for byggverk/konstruksjon samt lokasjon av konstruksjoner for Sjukehusvegen, Hystadvegen og Valevegen.

Tabell 6-4. Viser relevante bygg/konstruksjoner med beregnede grenseverdier for rystelser med sprenging og pigging, samt type rystelsesmåler.

Gnr./Bnr.	Adresse	Type konstruksjon/bygg	Rystelsesgrense sprenging/pigging	Rystelsesmåler
27/650	Sjukehusvegen 1	Bolig	60/18	Ja, 1 stk.
27/664	Sjukehusvegen 3	Bolig	60/18	Ja, 1 stk.
26/13	Hystadvegen 44	Bolig	60/18	Ja, 1 stk.
26/139	Hystadvegen 43	Bolig	60/18	Ja, 1 stk.
27/91	Hystadvegen 41C	Bolig	60/18	Ja, 1 stk.
26/98	Valevegen 1	Bolig/garasje	60/18	Ja, 1 stk.
26/127	Valvegen 3C	Bolig/garasje	66/20	Ja, triaksialt
26/131	Valevegen 6	Bolig	60/18	Ja, 1 stk.
26/128	Valevegen 5	Bolig/garasje	60/18	Ja, 1 stk.
26/129	Valevegen 7	Boligblokk	66/20	Ja, triaksialt
26/132	Valevegen 8	Bolig/garasje	63/19	Ja, triaksialt
26/130	Valevegen 10	Bolig	60/18	Ja, 1 stk.
26/137	Valevegen 9	Bolig/garasje	66/20	Ja, triaksialt
26/236	Valevegen 12	Bolig/garasje	38/11	Ja, 1 stk.
26/9	Valevegen 14	Bolig	60/18	Ja, 1 stk.
26/150	Valevegen 18	Bolig	25/8	Ja, 1 stk.
26/368	Valevegen 24	Bolig	25/8	Ja, 1 stk.
26/281	Valevegen 30	Bolig	25/8	Ja, 1 stk.



Figur 6-4. Viser VA-anlegg i vestlig deler av Valevegen med buffersone på henholdsvis 10 og 50 m fra trasé. Gule ringer markerer relevant og foreløpig vurderte konstruksjoner/byggverk for montering av rystelsesmålere.

Valevegen sør

Grunnforholdsfaktor (2,5 – 1,3) – Basert på grunnundersøkelser i Valevegen er det antatt at Hystadtre 24 og Valevegen 34, samt gnr./bnr. 26/261, 179 og 807 står på leire/sand/siltig leire. (1,3). En antar at resterende konstruksjoner/bygninger i Valevegen sør stå på komprimerte masser < 2m over berg eller >2 m over berg.

Byggfaktor (1) – Basert på observasjoner er det bare observert boligbygg/garasje o.l. (1). Det er ikke observert spesielt følsomme bygninger. Enkelte naust er av eldre karakter og bør vurderes ved besiktigelse om de er under kategorien spesielt følsomme bygninger.

Materialfaktor (1,2) – Det antas at konstruksjonene består av armert betong, stål eller tre. Det kan hende at enkelte ringmurer i området består av ringmurblokker, uarmert betong eller teglstein. Dette bør undersøkes ved besiktigelse, og eventuelt oppdateres.

Fundamenteringsfaktor (1- 0,8) – Det antas at bygninger/konstruksjoner er fundamentert på komprimerte løsmasser < 2 m over berg, eller løsmasser.

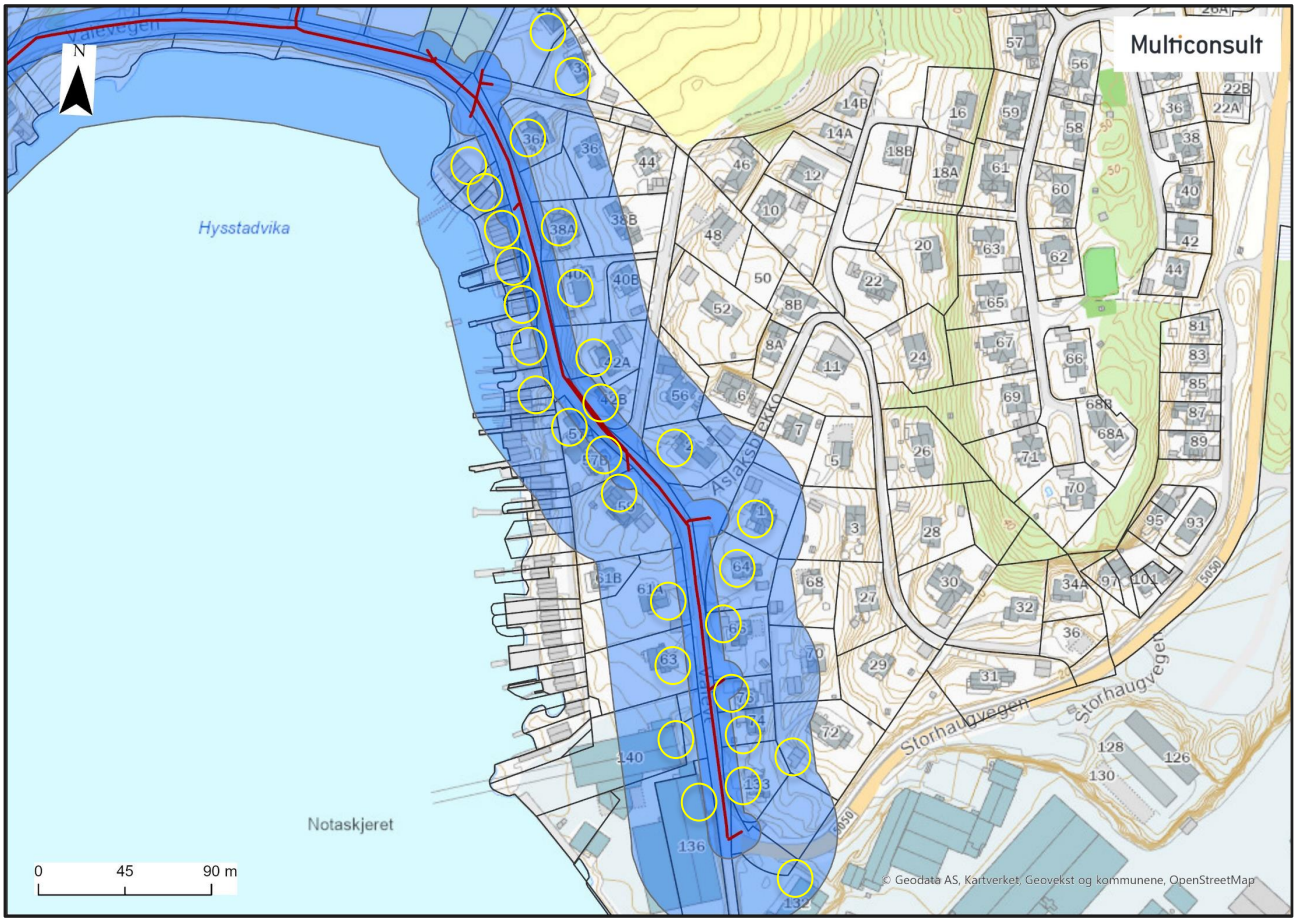
Avstandsfaktor (1-1,1) – Avhengig av avstand mellom vibrasjonskilde og konstruksjon. Enkelte konstruksjoner/byggverk er målt til å være så nærme som 6 m unna vibrasjonskilde, derav avstandsfaktor på 1,1.

Tabell 6-5 og Figur 6-5 viser beregnede grenseverdi for rystelser for byggverk/konstruksjon samt lokasjon av konstruksjoner for Hystadtre, Valevegen, Aslakbrekko og Storhaugvegen samt naust langs sjø.

Tabell 6-5. Viser relevante bygg/konstruksjoner med beregnede grenseverdier for rystelser med sprenging og pigging, samt type rystelsesmåler.

Gnr./Bnr.	Adresse	Type konstruksjon/bygg	Rystelsesgrense sprenging/pigging	Rystelsesmåler
26/219	Hystadtre 24	Bolig	25/8	Ja, 1 stk.
26/220	Valevegen 34	Bolig	25/8	Ja, 1 stk.
26/380	Valevegen 36A	Bolig	60/18	Ja, 1 stk.
26/261		Naust	25/8	Ja, 1 stk.
26/179		Naust	25/8	Ja, 1 stk.
26/179		Naust	25/8	Ja, 1 stk.
26/659		Naust	38/11	Ja, 1 stk.
26/262	Valevegen 38 A	Bolig/garasje	60/18	Ja, 1 stk.
26/264	Valevegen 40 A	Bolig/garasje	60/18	Ja, 1 stk.
26/451		Naust	60/18	Ja, 1 stk.
26/88		Naust	60/18	Ja, 1 stk.
26/421		Naust	60/18	Ja, 1 stk.
26/304		Naust	60/18	Ja, 1 stk.
26/180	Valevegen 42 A	Bolig	60/18	Ja, 1 stk.
26/814		Naust	60/18	Ja, 1 stk.
26/651		Naust	60/18	Ja, 1 stk.
26/298		Naust	60/18	Ja, 1 stk.
26/221	Valevegen 57 A og B	Bolig	60/18	Ja, 1 stk.
26/810	Valevegen 42 B	Bolig	60/18	Ja, 1 stk.
26/181	Aslaksbrekko 2	Bolig	60/18	Ja, 1 stk.
26/215	Valevegen 59	Bolig	60/18	Ja, 1 stk.
26/214	Valevegen 61 A	Bolig/garasje	60/18	Ja, 1 stk.
26/185	Valevegen 64	Bolig	60/18	Ja, 1 stk.
26/186	Valevegen 66	Bolig/garasje	60/18	Ja, 1 stk.
26/217	Aslaksbrekko 1	Bolig	60/18	Ja, 1 stk.
26/738	Valevegen 76	Bolig	60/18	Ja, 1 stk.
26/182	Valevegen 74	Bolig	60/18	Ja, 1 stk.
26/55	Storhaugvegen 140	Industribygg	46/14	Ja, 1 stk.
26/382	Storhaugvegen 136	Industribygg	46/14	Ja, 1 stk.

26/382	Storhaugvegen 134	Industribygg	46/14	Ja, 1 stk.
26/207	Storhaugvegen 133	Bolig	60/18	Ja, 1 stk.
26/200	Valevegen 72	Bolig	60/18	Ja, 1 stk.
26/135		Trafokiosk	20/6	Ja, Triaksialt
26/33	Storhaugvegen 132	Industribygg	46/14	Ja, 1 stk.



Figur 6-5. Viser VA-anlegg i sørlig del av Valevegen med buffersone på henholdsvis 10 og 50 m fra trasé. Gule ringer markerer relevant og foreløpig vurderte konstruksjoner/byggverk for montering av rystelsesmålere.

Eikevegen

Grunnforholdsfaktor (2,5) – Det er ikke gjennomført grunnundersøkelser i Eikevegen og det antas at all bebyggelse langs Eikevegen er fundamentert på grunnforhold som enten er fast berg, eller fylling med komprimert sprengstein < 2m over berg. Hvis annet fremkommer etter besiktigelse, skal grenseverdier revideres.

Byggfaktor (1) – Basert på observasjoner er det bare observert boligbygg/garsje o.l. Det er ikke observert spesielt følsomme bygg eller tunge industribygg i området.

Materialfaktor (1,2) – Det antas at konstruksjonene består av armert betong, stål eller tre. Det kan hende at enkelte ringmurer i området består av ringmurblokker, uarmert betong eller teglstein. Dette bør undersøkes ved besiktigelse, og eventuelt oppdateres.

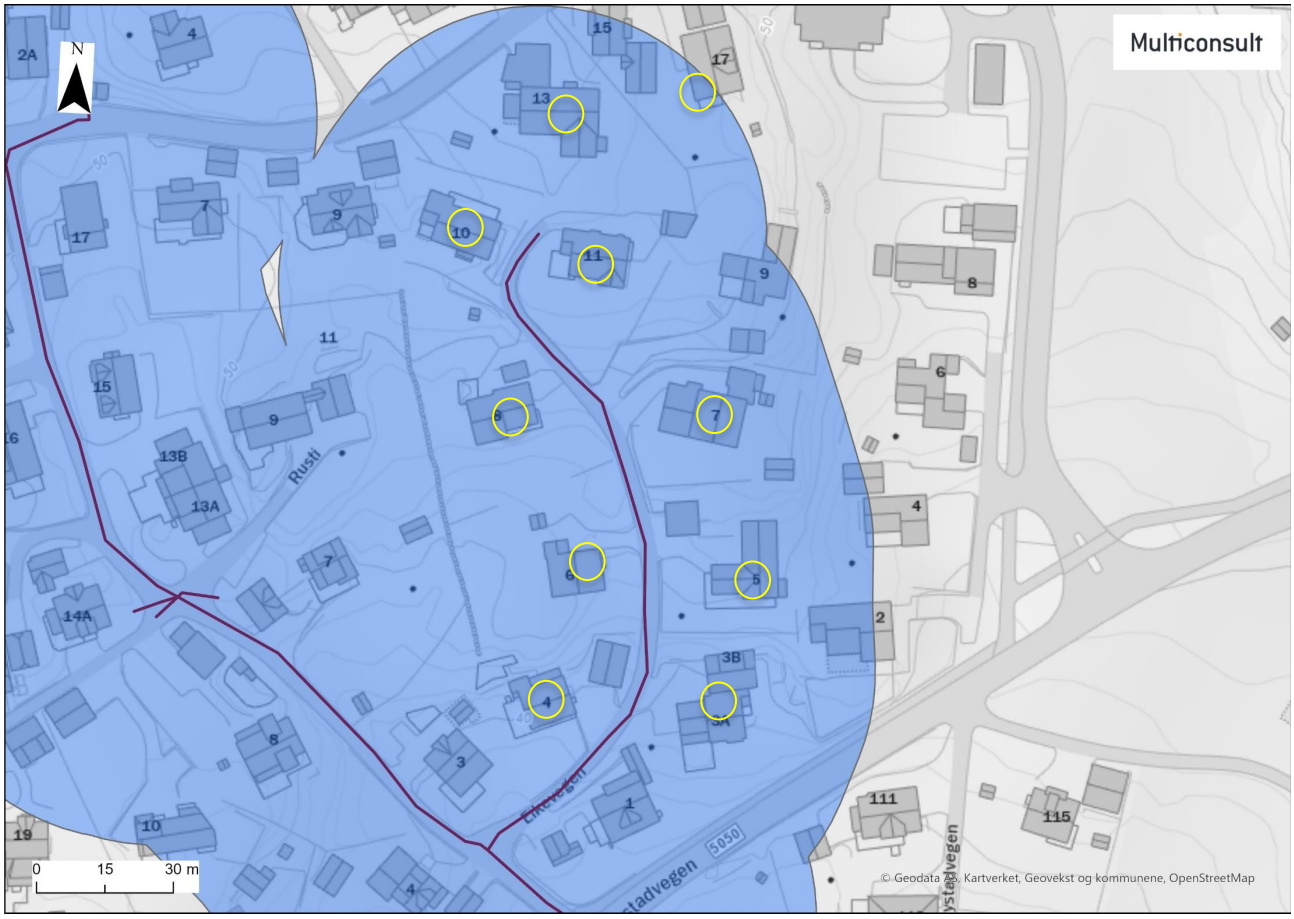
Fundamenteringsfaktor (1) – Det antas at bygninger/konstruksjoner er fundamentert på berg eller fyllinger med komprimert sprengstein < 2 m over berg.

Avstandsfaktor (1-1,35) – Avhengig av avstand mellom vibrasjonskilde og konstruksjon. Enkelte konstruksjoner/byggverk er målt til å være så nærme som 2,5 m unna vibrasjonskilde, derav avstandsfaktor på 1,35.

Tabell 6-6 og Figur 6-6 viser beregnede grenseverdi for rystelser for byggverk/konstruksjon samt lokasjon av konstruksjoner for Eikevegen.

Tabell 6-6. Viser relevante bygg/konstruksjoner med beregnede grenseverdier for rystelser med sprenging og pigging, samt type rystelsesmåler.

Gnr./Bnr.	Adresse	Type konstruksjon/bygg	Rystelsesgrense sprenging/pigging	Rystelsesmåler
26/277	Eikevegen 4	Bolig, garasje	66/20	Ja, triaksialt
26/359	Eikevegen 3A/3B	Bolig	66/20	Ja, triaksialt
26/272	Eikevegen 5	Bolig, garasje	63/20	Ja, triaksialt
26/268	Eikevegen 6	Bolig	60/18	Ja, 1 stk.
26/271	Eikevegen 7	Bolig	60/18	Ja, 1 stk.
26/285	Eikevegen 8	Bolig, garasje	75/22	Ja, triaksialt
26/270	Eikevegen 11	Bolig	75/22	Ja, triaksialt
26/297	Eikevegen 10	Bolig	75/22	Ja, triaksialt
26/328	Rustungvegen 13	Bolig, garasje	60/18	Ja, 1 stk.
26/538	Rustungvegen 17	Bolig	60/18	Ja, 1 stk.



Figur 6-6. Viser skissert VA-anlegg i Eikevegen sammen med relevante bygg for installering av rystelsesmålere.

6.5 Tilstandsregistrering

Det bør gjennomføres utvendig og innvendig besiktigelse (digital videofilming) av bygg og konstruksjoner før oppstart av anleggsarbeidene. Ifølge standarden (NS 8141:2022) anbefales det at omkringliggende byggverk fundamentert på berg i en radius på 30-50 m fra sprengingsstedet besiktiges. For byggverk fundamentert på løsmasser er denne radiusen 50-100 m. 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/USB-stick.

Som tidligere nevnt kan rystelsesgrenser oppdateres hvis det fremkommer ny informasjon fra besiktigelsen som tilsier at forholdene ikke er som først antatt.

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 grunnmurene til enkelte av de aktuelle byggene får påmontert rystelsesmåler som overvåker og registrerer alle rystelser fra sprengningsarbeidet.

6.6 Hensyn til omgivelsene og 3. part

Allmenheten skal påføres minst mulig ulempe i anleggsperioden. Grunnarbeidene skal gjennomføres slik at skader på tilstøtende infrastruktur, konstruksjoner og nabobebyggelser unngås. Ved sprenging 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 avfyring 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 3. part og omkringliggende bebyggelse. God kommunikasjon mot 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 posteplan 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 og i overkant av tilstøtende naboeiendommer og fotballbane vurderes som de største risikoene i forbindelse med grunnarbeidene. Entreprenør skal utføre SJA for planlagte grunnarbeider slik at man forhindrer personskader og materielle skader på 3. part. 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. 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.

7 Risikovurdering

Det henvises til vedlegg A for overordnet risikovurdering av sprengningsarbeidene som skal utføres. Listen er ikke uttømmende. Entreprenør er ansvarlig for å vurdere om det er andre faktorer som bør inkluderes for å ivareta sikkerhet, helse og miljø på anlegget. Entreprenør skal gjennomføre detaljerte risikovurderinger med hensyn til SHA og ytre miljø i anleggsfasen.

8 Referanseliste

Standard Norge. (2022). *Vibrasjoner og støt - Veiledende grenseverdier for bygge- og anleggsvirksomhet, bergverk og trafikk, del 1: Virkning av vibrasjoner og luftrykkstøt på byggverk, inkludert tunneler og bergrom (NS 8141-1:2022).*

Standard Norge. (2025). *NS 8141-3:2025 Vibrasjoner og støt.*