

12/2025
ROGALAND FYLKESKOMMUNE

Vormedalsvegen – RFK og Karmøy kommune

GEOTEKNISK NOTAT

12/2025
ROGALAND FYLKESKOMMUNE

Vormedalsvegen – RFK og Karmøy kommune

GEOTEKNISK NOTAT

OPPDRAGSNR.

A297284

DOKUMENTNR.

A297284-RAP-RIG-001

VERSJON

01

UTGIVELSES DATO

12.12.2025

BESKRIVELSE

UTARBEIDET

SESB

KONTROLLERT

CBNI

GODKJENT

MNMU

INNHold

1	Sammendrag	7
2	Innledning	8
3	Planlagte tiltak	10
3.1	GS-veg langs Vormedalsvegen (RFK)	10
3.2	Oppgradering av VA-anlegg (KK)	10
3.3	Etablering av fortau langs Steinhaugvegen (KK)	12
4	Topografi, grunnforhold og grunnvannstand	13
4.1	Område og topografi	13
4.2	Grunnforhold og utførte grunnundersøkelser	16
4.3	Grunnvannstand og poretrykksforhold	19
5	Frostfri dybde	20
6	Seismisk påvirkning	21
7	Grunnlag for geoteknisk vurdering	22
7.1	Geotekniske oppgaver	22
7.2	Regelverk og veiledninger	22
7.3	Klassifisering av prosjektet etter regelverk	23
7.4	Sikkerhetsnivå og materialfaktorer	24
8	Naturfarer	25
8.1	Flom og skredfare	25
9	Geotekniske vurderinger	34
9.1	Graving og graveskråninger	34
9.2	Spesielle krav til oppfølging av grunnarbeider	37

10	Uttak av berg og vibrasjoner	38
10.1	Uttak av berg	38
10.2	Bergsikring	38
10.3	Vibrasjoner og sprenging	38
10.4	Spesielle krav til oppfølging av sprengingsarbeidene	39
11	Sluttkommentarer og videre arbeid	40
12	Referanser	41

1 Sammendrag

Tiltaket vurderes å ikke forverre stabiliteten i området og områdeskredfare vurderes ivaretatt i henhold til TEK17 §7.3 [4] og NVE veileder 1/2019 [13]. Deler av tiltaksområdet faller innenfor aktsomhetsområde for flom og må utredes videre iht. prosedyre 2 iht. NVE veileder 3/2022 [14].

Utførte grunnundersøkelser langs traséen viser generelt fast lagret friksjonsmasser (fyllmasser) og stedvis matjord med kort avstand til berg (ca. 0,5 – 3,5 m). Masser som skal benyttes som overdekning til GS-veg og som inneholder organisk materiale, skal masseutskiftes og erstattes med kvalitetsmasser iht. krav i N200.

Generelt forventes det at det kan etableres åpne graveskråninger på 1:1,5 ned til 3,5 m dybde. Stedvis må det vurderes midlertidige sikrings- og oppstøttingstiltak, spesielt i områder nærme eksisterende konstruksjoner og bebyggelse hvor det ikke er mulig å oppnå anbefalt graveutslag.

Enkelte partier kan kreve sprenging eller pigging for å oppnå ønsket dybde. I den forbindelse skal det utarbeides et vibrasjonsnotat som beregner grenseverdier for vibrasjoner iht. NS8141-1 for bygninger som vil bli berørt av pigge-/sprengingsarbeidene knyttet til etableringen av GS-vegen og VA-grøfter.

I områder med eksisterende støttemurer, spesielt på eiendommen Gbnr. 147/669, kreves nærmere undersøkelser da tiltaket kan medføre undergraving av eksisterende fundamenter.

Massene i planområdet må generelt behandles som svært telefarlige i området, og det må påregnes at alle grunne fundament må frostsikres.

Grunnvannstand er ikke målt i prosjektet, noe som medfører en generell usikkerhet knyttet til hvorvidt det vil bli gravet under grunnvannstands nivå i de ulike tiltakene. Behov for supplerende grunnundersøkelser må vurderes ifm. detaljprosjektering.

Det skal utføres setningsmålinger på samtlige bygg/konstruksjoner/ledningsanlegg etc. som kan bli påvirket av tiltakene i planområdet.

Alle tiltak må detaljprosjekteres med hensyn til geotekniske forhold. Dette inkluderer gang- og sykkelveg, byggegrop/grøfter samt evt. støttemurer.

2 Innledning

COWI er engasjert av Rogaland fylkeskommune (RFK) til å utføre geoteknisk vurdering for prosjektet ByP HFK Fv. 4848 Vormedalsvegen GS-veg, del 2. Prosjektet omfatter en strekning på ca. 850 m langs Vormedalsvegen, fra Røysvegen til Karinavegen, og inkluderer etablering av sykkelveg med fortau. Dette prosjektet viderefører gang- og sykkelvegprosjektet som allerede er gjennomført fra Norheim til Røysvegen, i sørlig retning.

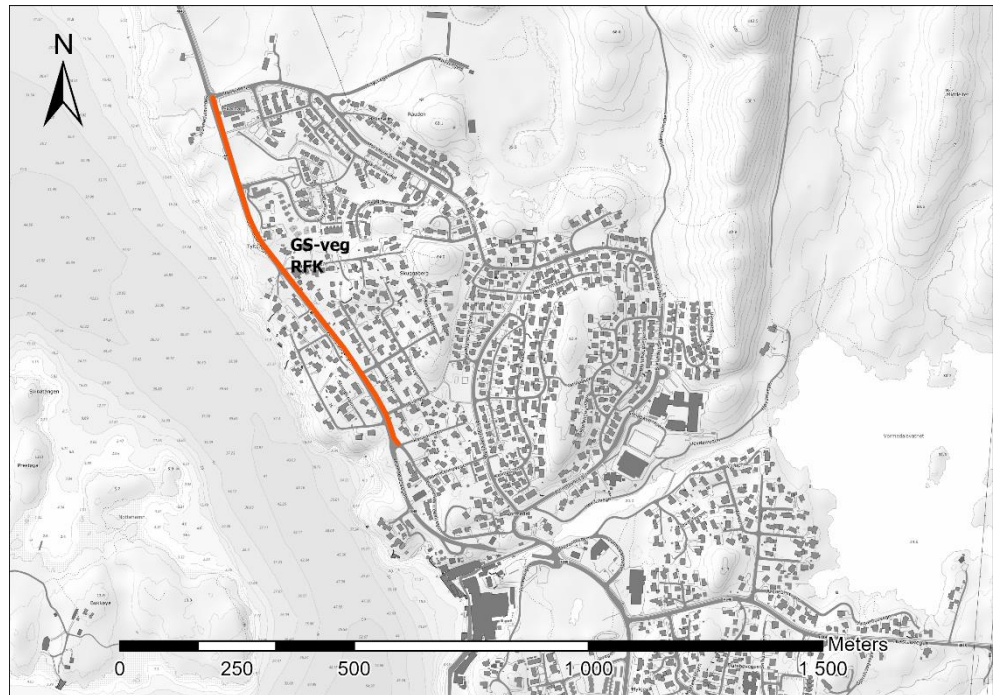
Prosjektet gjennomføres i samarbeid med Karmøy kommune (KK) som skal oppgradere det kommunale VA-anlegget blant annet ved å pumpe deler av Vormedalskloakken nordover, samt separere og skifte ut gammelt ledningsanlegg langs Vormedalsvegen.

I tillegg omfatter prosjektet etablering av fortau langs deler av Steinhaugvegen i tråd med reguleringsplanen (RL5065), samt lyssetting av gamle Vormedalsvegen, mellom Karinavegen og Steinhaugvegen (ikke omfattet av RL5065).

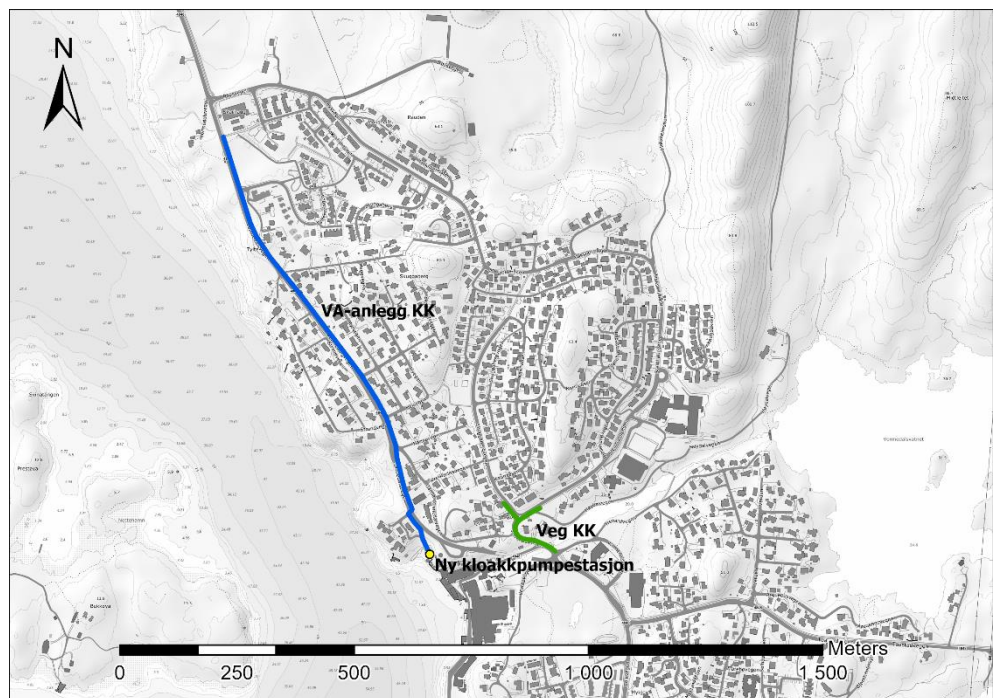
Den geotekniske vurderingen er utført i forbindelse med reguleringsplan. Dette må kontrolleres og ivaretas i senere prosjekteringsfase av ansvarlig geotekniker.

Oversikt over tiltaksområdet og de 3 nevnte tiltakene er vist under;

1. GS-veg langs deler av Vormedalsvegen, markert i rødt (RFK), se Figur 2-1.
2. Planlagt VA-trase samt etablering av ny kloakkpumpestasjon, markert i henholdsvis blått og gult (KK), se Figur 2-2.
3. Etablering av fortau samt GS-veg langs deler av Steinhaugvegen, markert i grønt (KK), se Figur 2-2.



Figur 2-1: Oversikt over tiltaksområdet. Rød markering viser planlagt GS-veg langs Vormedalsvegen.

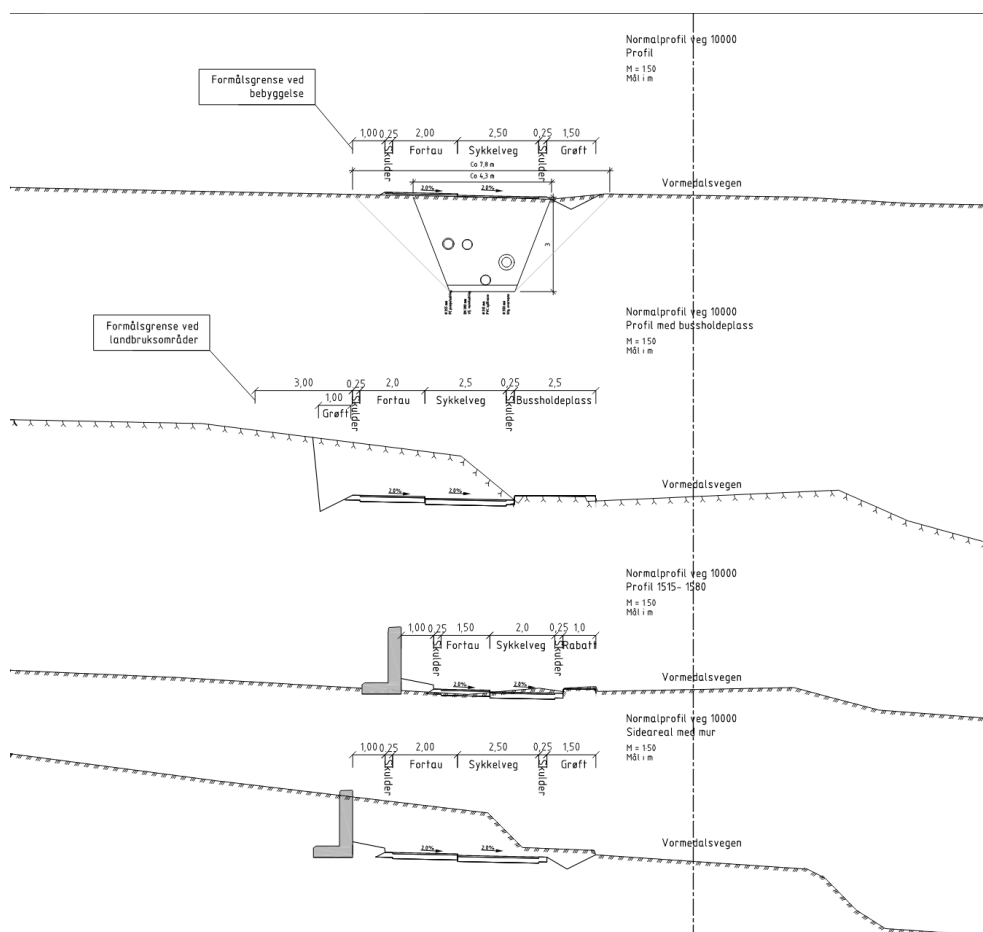


Figur 2-2: Oversikt over tiltaksområdet. Blå markering og gult punkt viser henholdsvis VA-trase og ny kloakkpumpestasjon ifm. oppgradering av VA-anlegg (KK). Grønn markering viser hvor det skal etableres fortau samt GS-veg langs Steinhaugvegen.

3 Planlagte tiltak

3.1 GS-veg langs Vormedalsvegen (RFK)

Rogaland fylkeskommune skal gjennomføre prosjektet ByP HFK Fv. 4848 Vormedalsvegen GS-veg, del 2. Prosjektet strekker seg langs Vormedalsvegen, fra Røysvegen til Karinavegen, og omfatter ca. 850 m sykkelveg med fortau på østsiden av Vormedalsvegen, se Figur 2-1. Se typisk normalprofil av GS-veg i Figur 3-1.

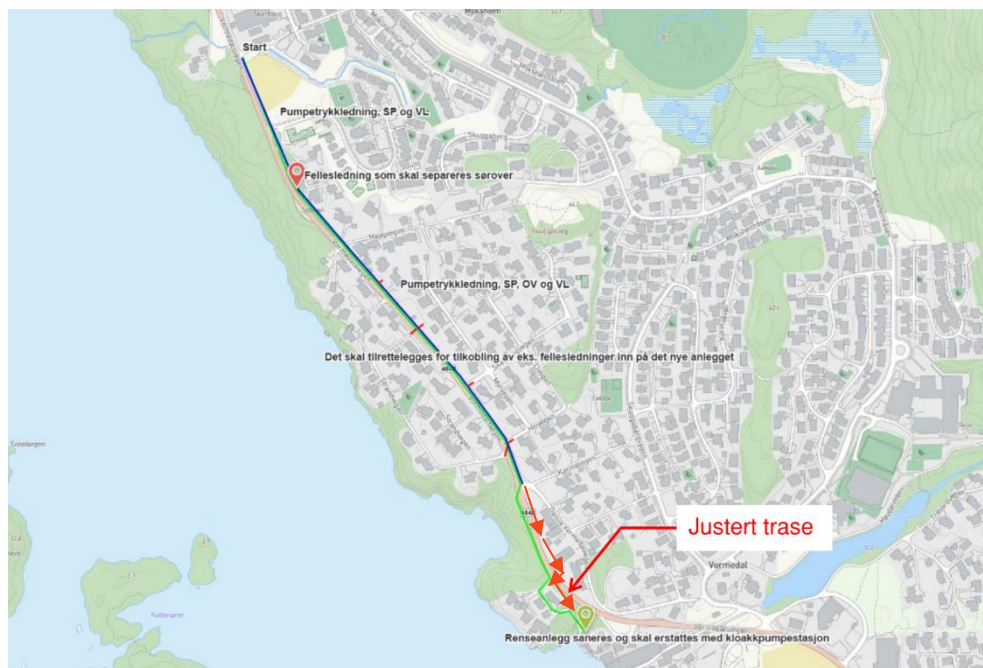


Figur 3-1: Normalprofil GS-veg Vormedalsvegen Tegning F001, datert 09.11.2015

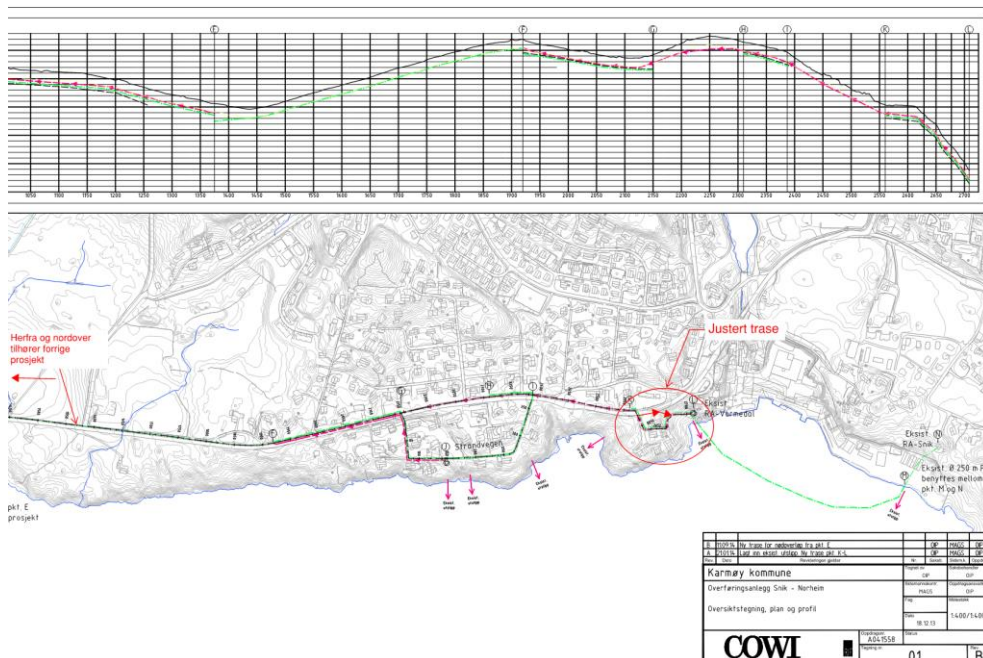
3.2 Oppgradering av VA-anlegg (KK)

Karmøy kommune skal oppgradere det kommunale VA-anlegget, som blant annet innebærer utskifting av eksisterende asbestvannledning, sanering av eksisterende renseanlegg samt etablering av kloakkpumpestasjon, separering av fellesledninger og håndtering av overvann. Figur 3-2 skisserer planlagt VA-trase og oppsummerer kort tiltakene langs denne. VA-ledningsanlegget er planlagt på østsiden av Vormedalsvegen før de krysser hovedvegen og videre ned mot eksisterende renseanlegg i Vormedalsvegen 315, som skal saneres og erstattes med den nye kloakkpumpestasjonen.

Det er planlagt at det nye VA-ledningsanlegget skal etableres på gravitybønder mellom 2,0-3,5 m under terreng langs traseen, se foreliggende plan/profiltegninger over tiltaket i Figur 3-3.



Figur 3-2: Oversiktstegning fra Karmøy kommune over tiltak knyttet til oppgradering av VA-anlegg.

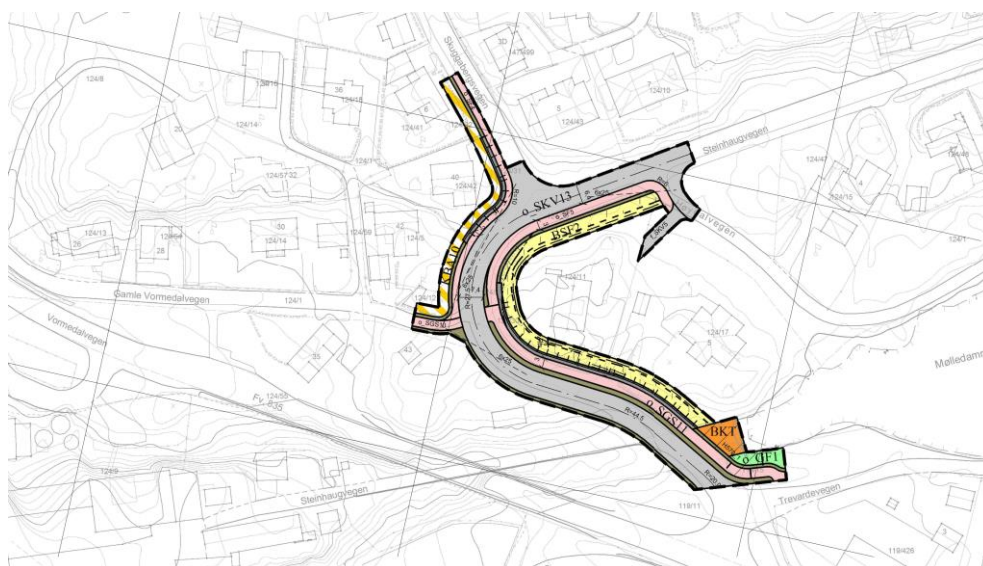


Figur 3-3: Plan- og profiltegning fra forprosjekt Tegning 01 B, datert 11.09.2014. Oppdatert med justeringer for dette prosjektet.

3.3 Etablering av fortau langs Steinhaugvegen (KK)

Prosjektet inkluderer også etablering av fortau langs deler av Steinhaugvegen i tråd med reguleringsplanen (RL5065), se Figur 3-4, samt lyssetting av gamle Vormedalsvegen, mellom Karinavegen og Steinhaugvegen (ikke omfattet av RL5065).

Etter avtale med Karmøy kommune ble det besluttet at geotekniske vurderinger ikke er nødvendige for planlagt tiltak i gamle Vormedalsvegen.

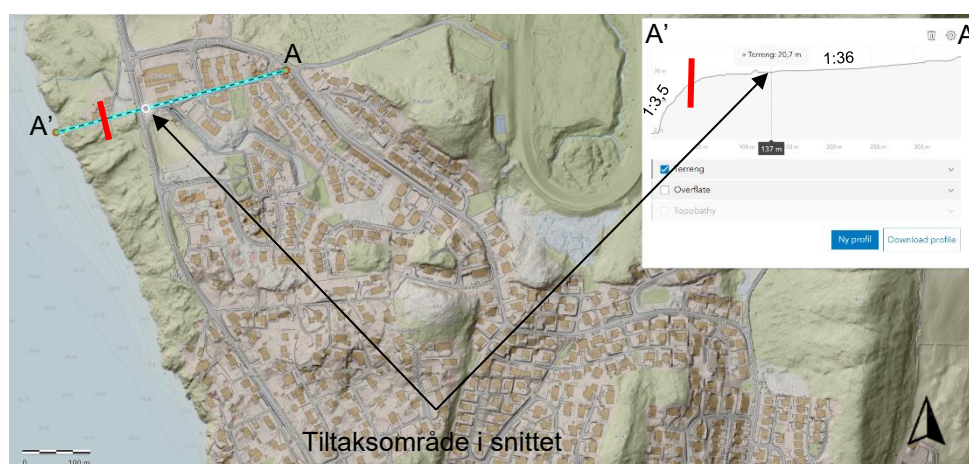


Figur 3-4: Detaljskisse fra reguleringsplan, datert 19.06.2016.

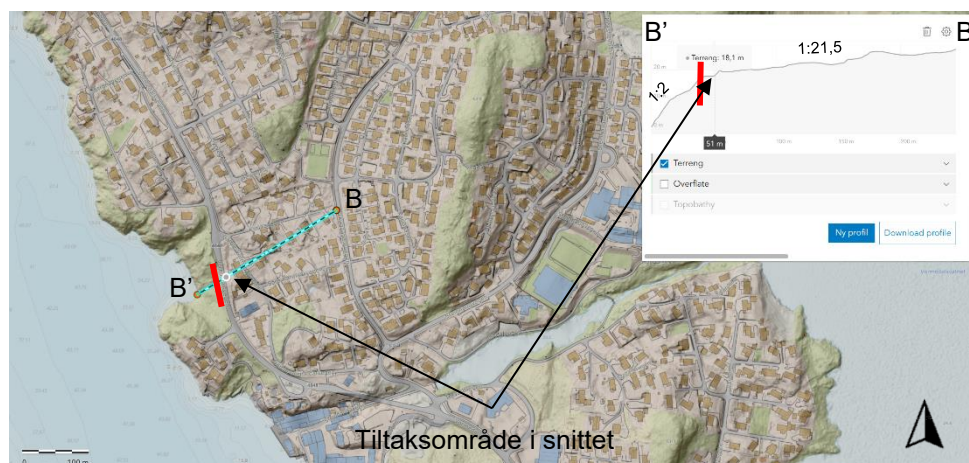
4 Topografi, grunnforhold og grunnvannstand

4.1 Område og topografi

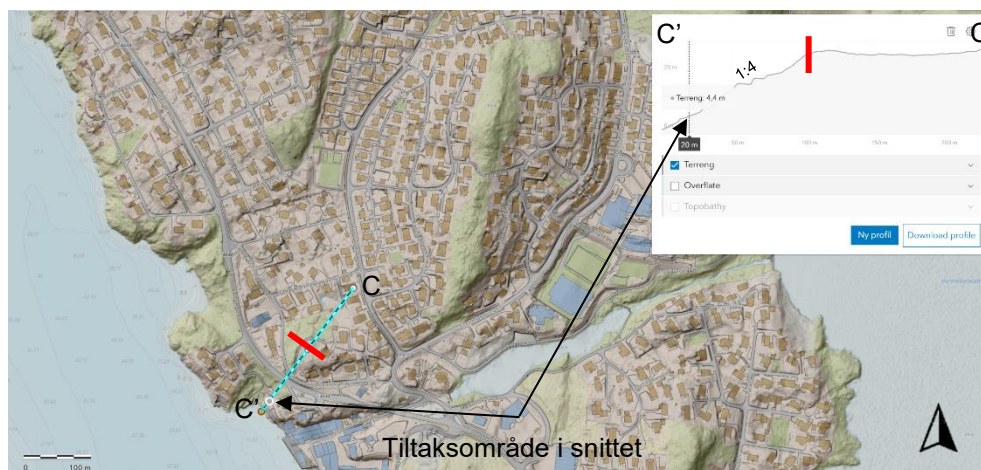
Området rundt Vormedalsvegen har en topografi som preges av varierende og kupert terreng med en tydelig stigning fra kystlinjen og opp mot Vormedalsvegen, ca. 1:3,5. Det er generelt mindre stigning videre innover mot land, ca. 1:36, men det registreres enkelte lokale høydedrag. Se oversiktskart i Figur 4-1, Figur 4-2 og Figur 4-3 som viser hvordan terrenget varierer i området.



Figur 4-1: Topografisk kart med skyggerelief [16] som illustrerer hvordan terrenget varierer i nordre del av planområdet. Figuren viser et representativt snitt gjennom terrenget og ned mot sjøen, i tillegg til helningene i kart og profil.



Figur 4-2: Topografisk kart med skyggerelief [16] som illustrerer hvordan terrenget varierer i den sørlige delen av planområdet, langs Vormedalsvegen samt Steinhaugvegen. Figuren viser et representativt snitt gjennom terrenget og ned mot sjøen, i tillegg til helningene i kart og profil.



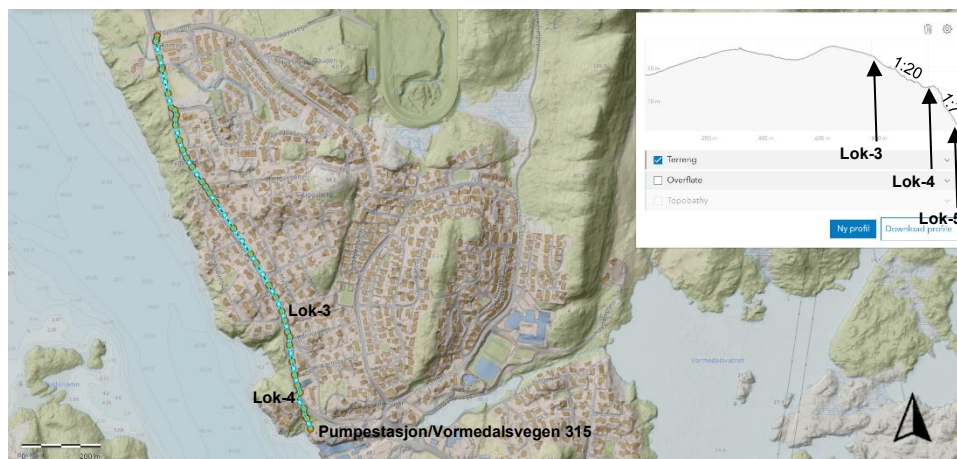
Figur 4-3: Topografisk kart med skyggerelief [16] som illustrerer hvordan terrenget varierer i den sørlige delen av planområdet, mot eksisterende renseanlegg/ny pumpestasjon. Figuren viser et representativt snitt gjennom terrenget og ned mot sjøen, i tillegg til helninger i kart og profil.

Langs Vormedalsvegen i den nordlige delen, er det generelt små variasjoner i terrenget og relativt flatt. Mot sørlig retning, fra krysset Vormedalsvegen/Røysvegen, øker terreng høyden gradvis fra ca. kote +19,0m og når to lokale toppunkt mot kryssene Vormedalsvegen/Haugvegen og Vormedalsvegen/Skarhaugvegen, som henholdsvis ligger på ca. kote +27,1m og +27,7m. Helning er ca. 1:42, se Lok-1 og Lok-2 i Figur 4-4.



Figur 4-4: Topografisk kart med skyggerelief [16] som illustrerer hvordan terrenget varierer langs Vormedalsvegen. Lok-1 og Lok-2 viser to lokale høyder langs traséen i kart og profil.

Videre i sørlig retning, fra krysset Vormedalsvegen/Heivegen på ca. kote +25,0m, faller terrenget slakt ned til Vormedalsvegen (sideveg) på ca. kote +15,0m og bratt videre ned til Vormedalsvegen 315 som ligger på ca. kote +3,7m, se Lok-3 og Lok-4 i Figur 4-5. Helning langs disse to strekningene er ca. 1:20 og 1:7. Skråning opp mot Vormedalsvegen (hovedveg), som ligger nord/nordøst for planlagt etablering av pumpestasjon, i Vormedalsvegen 315, er ca. 1:4. Fra pumpestasjon og ned mot sjøen er helningen ca. 1:3.



Figur 4-5: Topografisk kart med skyggerelief [16] som illustrerer hvordan terrenget varierer langs Vormedalsvegen. Lok-2 til Lok-4 viser hvordan terrenget faller langs traséen i kart og profil.

Langs Steinhaugvegen, fra krysset Vormedalsvegen/Steinhaugvegen ved ca. kote +21,7, observeres et jevnt fall i terrenget til et lokalt bunnpunkt ved krysset Steinhaugvegen/Steinhaugvegen på ca. kote +20,0m, se Lok-6 i Figur 4-6. Deretter stiger terrenget opp til krysset Steinhaugvegen/gamle Vormedalsvegen på omkring kote +23,0m, se Lok-7 i Figur 4-6. Helning er ca. 1:16.

Fra krysset Steinhaugvegen/Skuggabergvegen øker terreng høyden jevnt i begge retninger, langs Skuggabergvegen og Steinhaugvegen. Langs Skuggabergvegen nås et lokalt toppunkt ved krysset Skuggabergvegen/Karinaåsen, se Lok-8 i Figur 4-7. Kote høyde her er ca. +27,8m, før terrenget videre langs vegen flater ut. Videre langs Steinhaugvegen fortsetter terreng høyden å øke jevnt mot Moksheimvatnet som ligger ca. 1,0 km unna området på ca. kote +52,0m.

Det registreres generelt en del boligbebyggelse tett på planlagte tiltak langs Vormedalsvegen og Steinhaugvegen.

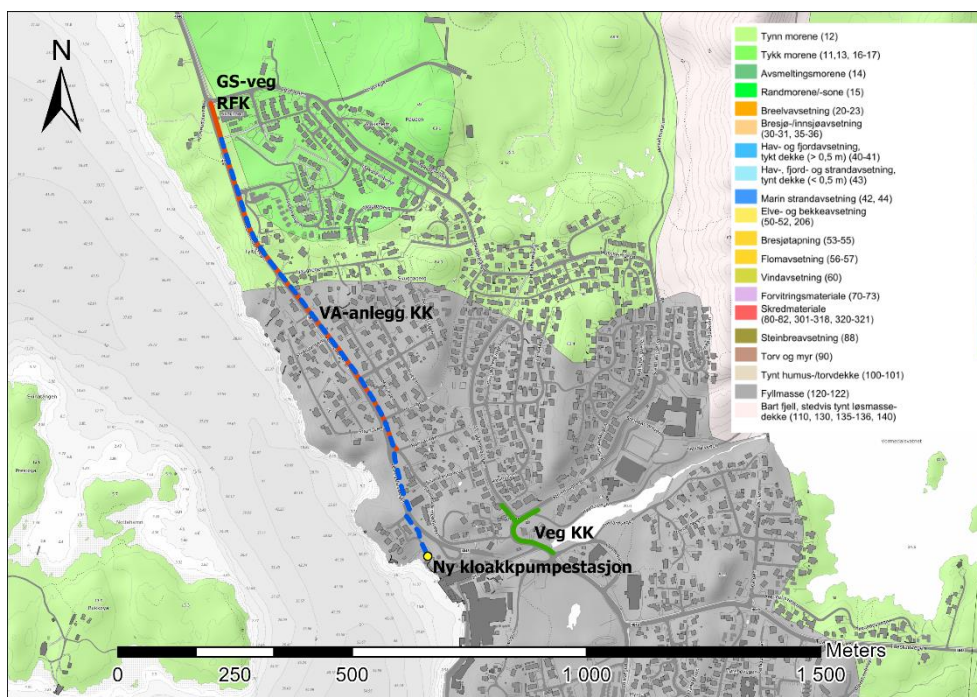




Figur 4-7: Topografisk kart med skyggerelief [16] som illustrerer hvordan terrenget varierer langs Steinhaugetvegen. Lok-7 og Lok-8 viser hvordan terrenget stiger langs traséen i kart og profil.

4.2 Grunnforhold og utførte grunnundersøkelser

Med bakgrunn i kvartærgeologiske kart (løsmassekart) vist i Figur 4-8, så oppgis grunnen i området å bestå av morenemateriale og fyllmasser. Dette kan gi en indikasjon på hva et øvre lag av løsmasser kan bestå av, men gir ingen informasjon om forholdene i større dybder.



Figur 4-8: Kvartærgeologisk kart som viser hvilke løsmasser som finnes i området [11].

I forbindelse med de aktuelle tiltakene har COWI utført grunnundersøkelser i området. Resultatene fra disse undersøkelsene er presentert i sin helhet i datarapport A298622-RAP-RIG-001 Datarapport RFK Vormedalsvegen GU [17]. Etter det

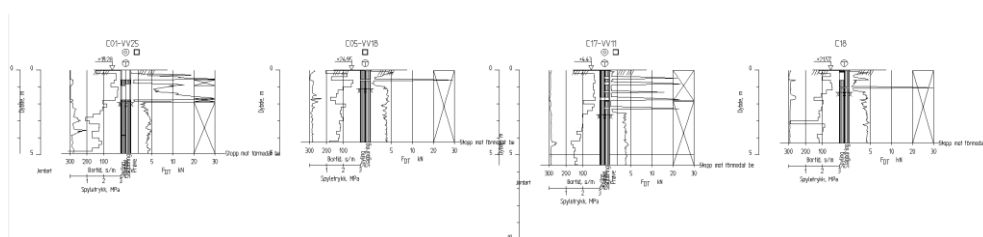
COWI kjenner til, er det ikke gjennomført andre geotekniske grunnundersøkelser i området.

I planområdet ble det utført totalt 15 totalsonderinger med bergpåvisning samt 4 prøveserier, se oversikt over plasseringer av borpunkt i Figur 4-9. Videre ble det utført 7 rutineforsøk på poseprøver, 5 kornfordelingsanalyser og 2 målinger av humusinnhold ved glødetap i geoteknisk laboratorium.



Figur 4-9: Oversikt over plasseringen av borpunkt langs traséen.

Det er registrert høy bormotstand i løsmassene og det har generelt vært nødvendig å benytte både spyling og slag for å penetrere massene ned til berg. Se utvalg av totalsonderinger langs traséen i Figur 4-10. Dette indikerer tilstedeværelse av faste løsmasselag med innslag av stein og blokk før berg blir påtruffet. Det ble også observert berg i dagen flere steder langs traséen.



Figur 4-10: Representativt utvalg av totalsonderingene som ble utført i planområdet.

Gjennomførte grunnundersøkelser viser at løsmassemektheten varierer mellom ca. 0,43 og 3,50 m i borpunktene. Generelt kan det sies at de avdekkede grunnforholdene består av fyllmasser. Løsmassene under består primært av grusig, sandig og siltig materiale med liten mektighet over berg. Det er gjennomgående spor av organisk materiale i massene ned til berg.

Det ble ikke identifisert leire i prøvematerialet og det foreligger derfor ingen indikasjon på sprøbruddmateriale/kvikkleire.

Resultater fra laboratorieundersøkelsene viser at massene fra prøvepunktene er telefarlige (telegruppe 2-4).

For nærmere beskrivelse av grunnforholdene og oversikt over berg i dagen, vises det til rapport A298622-RAP-RIG-001 Datarapport RFK Vormedalsvegen GU [17].

4.2.1 Dybde til berg

Det er generelt kort avstand til berg i planområdet. Figur 4-11 viser et utdrag fra NGUs berggrunnsdatabase [12] som illustrerer forekomsten av hovedbergarter i området. Berggrunnen består hovedsakelig av gabbro, mens et mindre område i den nordlige delen av planområdet består av grønskifer. Bergartsgensen kan være avvikende i forhold til berggrunnskartet.

Gabbro er en hard, grovkornet dypbergart som hovedsakelig består av mineralene plagioklas og pyroksen. Det er ikke foretatt laborietester av bergarten i området, men erfaringsmessig er gabbro en kompakt og hard dypbergart med høy styrke og lav porøsitet, noe som gjør den generelt vanskelig å bore i. På grunn av dens tette og harde struktur kreves det ofte mer kraft og større slitasje på utstyr under boring, samt større mengder sprengstoff ved sprengningsarbeid [20].



Figur 4-11: Berggrunnskart som angir hovedbergarter i tiltaksområdet [12]

4.2.2 Styrkeparametere

For valg av styrkeparametere som kan anvendes i geoteknisk detaljprosjektering, henvises det til Tabell 3.6.2 i håndbok V220 [2]. Basert på løsmasseprofilene i geoteknisk datarapport [17], vurderes løsmassene som homogene gjennom hele planområdet og består av grus, sand og silt med lavt organisk innhold. Under presenteres et forslag til valg av styrkeparametere, se Tabell 4-1.

Tabell 4-1: Forslag til materialparametere basert på vurderinger av løsmasseprofiler fra geoteknisk lab

Massetype	Tyngde tetthet	Friksjonsvinkel
Grus, sand, silt	18 kN/m ³	33 grader/tanφ=0,65

4.3 Grunnvannstand og poretrykksforhold

Grunnvannstand er ikke målt i prosjektet, noe som medfører en generell usikkerhet knyttet til hvorvidt det vil bli gravet under grunnvannstands nivå i de ulike tiltakene.

Grunnvannsspeilet varierer generelt etter årstidsvariasjoner og det kan dermed ikke utelukkes at det kan stå et vannspeil i løsmassene i perioder med mye nedbør og rundt vårløsning/snøsmelting.

5 Frostfri dybde

I henhold til håndbok N200 [1] skal frostsikringslaget hindre at frostnedtrengning medfører skader på veg eller andre konstruksjoner som følge av telehiv eller reduserte bæreevneegenskaper i teleløsningsperioden.

Ved fundamenter av konstruksjoner i telefarlige masser, må konstruksjonen frostsikres. Det kan enten foretas masseutskifting med velgradert stein/pukk til frostfri dybde eller isoleres ved bruk av XPS-plater.

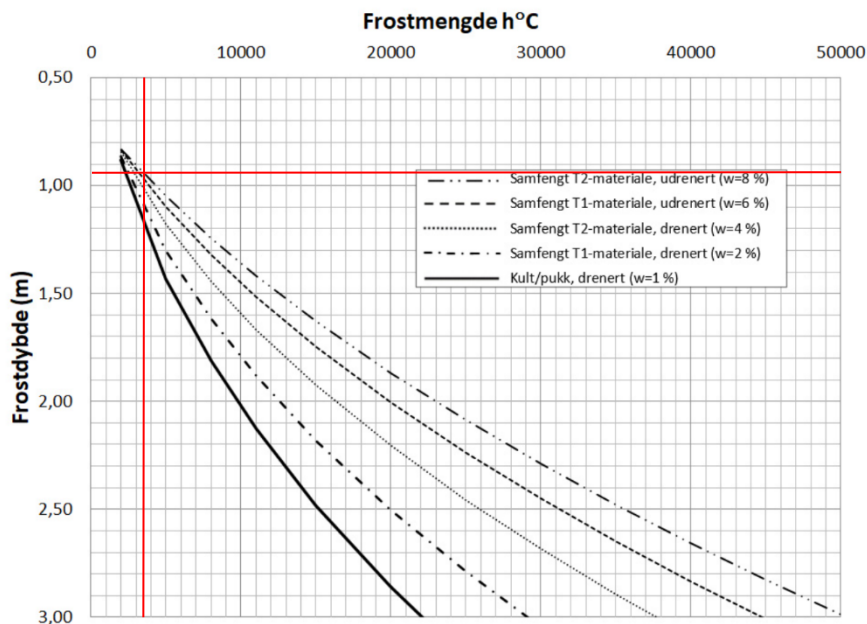
Frostfri dybde beregnes etter håndbok N200 kapittel 3.2. [1]

Følgende parameter er brukt som grunnlag for dimensjonering:

Frostmengde $F_{100} = 3463 \text{ h}^\circ\text{C}$ fra Vegvesenets kartportal over frostsone [3].

› Årsmiddeltemperatur for strekningen er $8,13^\circ\text{C}$ fra Vegvesenets kartportal for årsmiddeltemperatur [3].

Beregnet frostfridybde i området er mellom ca. 0,94 m og 1,15 m ved årsmiddeltemperatur på $8,13^\circ\text{C}$, avhengig av hvilke materialer det benyttes ved innbygging over rørledning. Se Figur 5-1.



Figur 5-1: Frostdybde ved frostsikring med kult/pukk og samfengt T1/T2-materiale, der w =anslått vanninnhold i %, ved årsmiddeltemperatur $8,13^\circ\text{C}$.

Hvis ledninger ikke etableres i frostfri dybde, skal det frostsikres med isolering.

6 Seismisk påvirkning

Den geotekniske prosjektering omhandler utgraving av eksisterende ledningstrasé, fundamentering av pumpeledninger og fellesledninger til eksisterende renseanlegg som skal saneres og erstattes med ny pumpestasjon.

For seismisk prosjektering av relevante konstruksjonsdeler er det nødvendig å gjøre vurdering av den aktuelle grunntype iht. NS-EN 1998-1:2004+A1+NA:2013+NA:2021 [9].

På bakgrunn av grunnforholdene som er karakterisert av sandig og grusig materiale med en generell kort avstand til berg, vurderes det at den aktuelle grunntypen er A, se Figur 6-1.

Tabell 3.1 – Grunntyper

Grunntype	Beskrivelse av stratigrafisk profil	Parametere		
		$v_{s,30}$ (m/s)	N_{SPT} (slag/30cm)	c_u (kPa)
A	Fjell eller fjell-liknende geologisk formasjon, medregnet høyst 5 m svakere materiale på overflaten.	> 800	–	–
B	Avleiringer av svært fast sand eller grus eller svært stiv leire, med en tykkelse på flere titalls meter, kjennetegnet ved en gradvis økning av mekaniske egenskaper med dybden.	360 – 800	> 50	> 250
C	Dype avleiringer av fast eller middels fast sand eller grus eller stiv leire med en tykkelse fra et titalls meter til flere hundre meter.	180 – 360	15 - 50	70 - 250
D	Avleiringer av løs til middels fast kohesjonsløs jord (med eller uten enkelte myke kohesjonslag) eller av hovedsakelig myk til fast kohesjonsjord.	< 180	< 15	< 70
E	En grunnprofil som består av et alluviumlag i overflaten med v_s -verdier av type C eller D og en tykkelse som varierer mellom ca. 5 m og 20 m, over et stivere materiale med $v_s > 800$ m/s.			
S_1	Avleiringer som består av eller inneholder et lag med en tykkelse på minst 10 m av bløt leire/silt med høy plastisitetsindeks ($PI > 40$) og høyt vanninnhold.	< 100 (indikativ)	–	10 - 20
S_2	Avleiringer av jord som kan gå over i flytefase (liquefaction), sensitive leirer eller annen grunnprofil som ikke er med i typene A – E eller S_1 .			

Figur 6-1: Utklipp viser Tabell NA.3.1 i Eurokode 8 [9]. Rød markering angir vurdert grunntype på bakgrunn av de utførte grunnundersøkelsene.

I henhold til NS-EN 1991-1-6:2005+NA:2008 [7] NA.4.13 Seismiske påvirkninger, kan det ses bort fra seismisk påvirkning av konstruksjoner under utførelse og midlertidige hjelpekonstruksjoner.

7 Grunnlag for geoteknisk vurdering

Følgende avsnitt inneholder generelle prosjekteringsforutsetninger for alle geotekniske vurderinger som må gjøres i forbindelse med dette prosjekt.

Hensikten er å oppsummere de viktigste geotekniske dimensjoneringsforutsetninger og myndighetskrav som er aktuelt for tiltakene som er planlagt.

Prosjektområdet er angitt i Figur 2-1 og Figur 2-2 og grunnforholdene for tiltaksområdet er beskrevet i kapittel 4.

Det samlede omfanget og tilgjengelig informasjon om grunnforholdene anses som tilstrekkelig for å gjennomføre de geotekniske vurderingene som presenteres i avsnitt 9.

7.1 Geotekniske oppgaver

Entreprenør må knytte til seg en geotekniker med nødvendig dokumentert erfaring og kompetanse. Følgende oppgaver må følges opp og detaljprosjekteres av entreprenørens ansvarlige rådgiver.

- › Lokal stabilitet av midlertidige graveskråninger ifm. etablering av GS-veg og VA-anlegg
- › Oppstøttingsløsninger for VA-ledningsanlegget
- › Evt. støttemurer

7.2 Regelverk og veiledninger

Følgende standarder og veiledninger er hensyntatt i den geotekniske vurderingen.

- › PBL: Plan og bygningsloven av 27. juni 2008 nr. 71, ref. (Kommunal- og moderniseringsdepartementet, 2008).
- › TEK 17 §7-3: Sikkerhet mot naturpåkjenning, ref. (Direktorat for Byggkvalitet, 2017).
- › SAK10: Byggesaksforskriften
- › NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016 Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner, ref. (Standard Norge, 2016).
- › NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2020: Geoteknisk prosjektering Del 1: Allmenne regler, ref. (Standard Norge, 2020).
- › NS-EN 1998-1:2004+A1:2013+NA:2021: Prosjektering av konstruksjoner for seismisk påvirkning, ref. (Standard Norge, 2021).

- › Statens Vegvesen, Vegnormal N200: Vegbygging, Statens vegvesen/Vegdirektoratet, 2024
- › Statens Vegvesen, «Håndbok V220: Geoteknikk i vegbygging,» Statens Vegvesens/Vegdirektoratet, 2025.
- › Håndbok V221: Grunnforsterkning, fyllinger og skråninger, 2012, ref. (Statens vegvesen, 2014).
- › NVE veileder nr. 1/2019: Sikkerhet mot kvikkleireskred, ref. (Norges vassdrags- og energidirektorat, NVE, 2020).
- › NVE Veileder nr. 3/2022, sikkerhet mot flom. Utredning av flomfare i reguleringsplan og byggesak (2022).

7.3 Klassifisering av prosjektet etter regelverk

Foreløpig vurderes prosjektet å havne i følgende klassifiseringer etter gjeldende regelverk. Figur 7-1 oppsummerer hvilke klasser prosjektet havner i.

Det forutsettes at geoteknisk prosjekterende utfører endelig klassifisering.

Det påpekes at det må utføres uavhengig kontroll av geoteknisk prosjektering og utførelse på grunn av valg av prosjekterings- og utførelseskontrollklasse PKK2/UKK2 iht. plan- og bygningsloven (pbl.) kapittel 24 og byggesaksforskriften (SAK10) kapittel 14 [5].

Kategori	Klassifisering	Kilde
Geoteknisk kategori	2	Eurokode 7 (Standard Norge, 2020) [8]
Konsekvens- og pålitelighetsklasse	CC2/RC2	Eurokode 0 (Standard Norge , 2016) [6]
Prosjekterings- og utførelseskontrollklasse	PKK2/ UKK2	Eurokode 0 (Standard Norge , 2016) [6]
Tiltaksklasse	2	SAK10 [5]
Tiltakskategori	K1	NVE veileder 1/2019 [13]
Seismisk grunntype	A	Eurokode 8 [9]

Tabell 7-1: Oversikt over klassifisering av prosjektet etter regelverk

7.4 Sikkerhetsnivå og materialfaktorer

For prosjektering kreves en materialfaktor på $\gamma_M = 1,40$ for totalspenningsanalyse og $\gamma_M = 1,25$ effektivspenningsanalyse, jf. NS/EN 1997-1:2004+NA:2016 [8]

Dersom det utføres midlertidige anlegg nær eksisterende veg som er i bruk må det i henhold til SVVs reglverk benyttes partialfaktor på $\gamma_M = 1,3$ i henhold til en konsekvensklasse på CC2 og seigt dilatant brudd, $\gamma_M = 1,4$ ved nøytralt brudd og $\gamma_M = 1,5$ for sprøtt brudmekanisme [1]

Konsekvensklasse	Brudmekanisme		
	Seigt, dilatant brudd	Nøytralt brudd	Sprøtt, kontraktant brudd
CC1 Mindre alvorlig	1,25	1,3	1,4
CC2 Alvorlig	1,3	1,4	1,5
CC3 Meget alvorlig	1,4	1,5	1,6

Figur 7-1: Materialfaktorer for $\gamma_{M, \text{eff}}$ ved effektivspenningsanalyser, jf. Tabell 1.4.2-1 [1]

I bruddgrensetilstand er partialfaktor for lastene $\gamma_Q = 1,35$ for trafikk og anleggslaster og $\gamma_G = 1,0$ for permanente laster i henhold til NS/EN 1990:2002+NA:2016 tabell NA.A2.4(B) [6]

8 Naturfarer

I henhold til TEK 17 [4] skal naturfarer for ethvert prosjekt ivaretas, herunder også områdestabilitet.

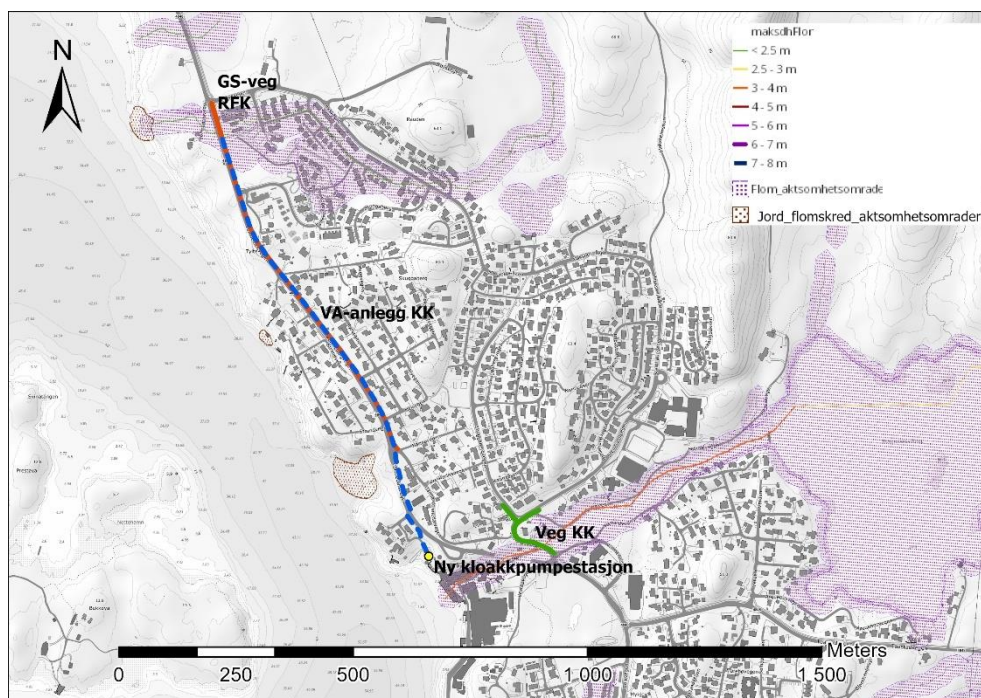
NVE sitt aktsomhetskart er kun basert på terrengdata og ikke feltobservasjoner og fanger dermed ikke opp mindre bratte kanter og løse blokker. Det kan derfor være forskjell på NVE sine aktsomhetsområder og egentlig vurderinger av faresoner basert på feltobservasjoner/befaring.

8.1 Flom og skredfare

8.1.1 Sikkerhet mot flom og skred

Det er registrert 3 aktsomhetsområder for jordskred i området, men de ligger alle utenfor tiltaksområdets avgrensning. Området vurderes dermed som klarert med tanke på fare for jordskred, se Figur 8-1.

Deler av tiltaksområdet i nord og ved Steinhaugvegen faller innenfor i aktsomhetsområde for flom, som illustrert i Figur 8-1. Prosedyre 1 iht. Tabell 4.1 i NVE veileder 3/2022 [14] er anvendt for å vurdere om det er behov for å utrede flomfaren, eller om flomfaren kan utelukkes uten en utredning fra en fagkyndig.



Figur 8-1: Oversikt over aktsomhetsområder for flom- og jordskredfare [15].

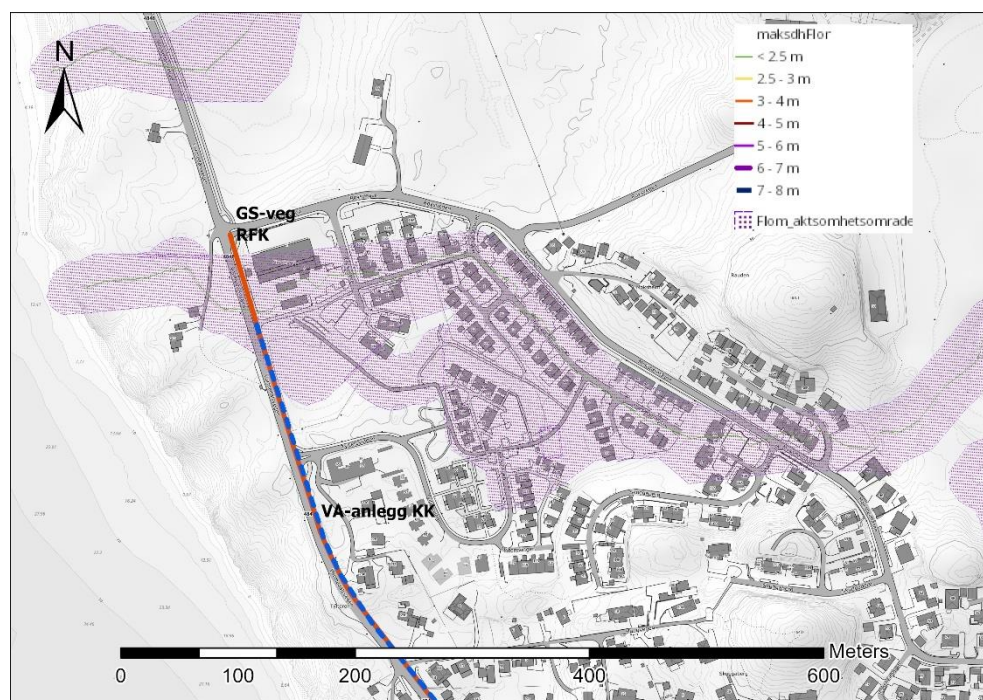
Trinn 1: Undersøk om flomfaren i tiltaksområdet er kartlagt tidligere.

Det eksisterer ingen flomsonekart som viser at det er flomfare for planlagte tiltak. Det vurderes at tiltaksområdet ikke er kartlagt.

Trinn 2: Undersøk om tiltaksområdet ligger innenfor NVEs aktsomhetskart for flom.

Planområdet ligger innenfor NVEs aktsomhetskart for flom. For tiltaket som er planlagt i den nordlige delen av planområdet, se Figur 8-2, så vurderes tiltaket å ligge innenfor aktsomhetsområdet for sideelva, men utenfor flomsone. Flomfaren for sideelva må dermed avklares.

Maksimal vannstigning for sideelva er 1,81. Høydekote for sideelva og for tiltaket i området er henholdsvis +18,0m og +20,2m. Høydeforskjellen er dermed større enn maksimal vannstigning og det vil dermed ikke være nødvendig å utrede flomfaren for denne sideelva videre. Sideelva er også lagt i rør under Vormedalsvegen med utløp vest for fylkesvegen.

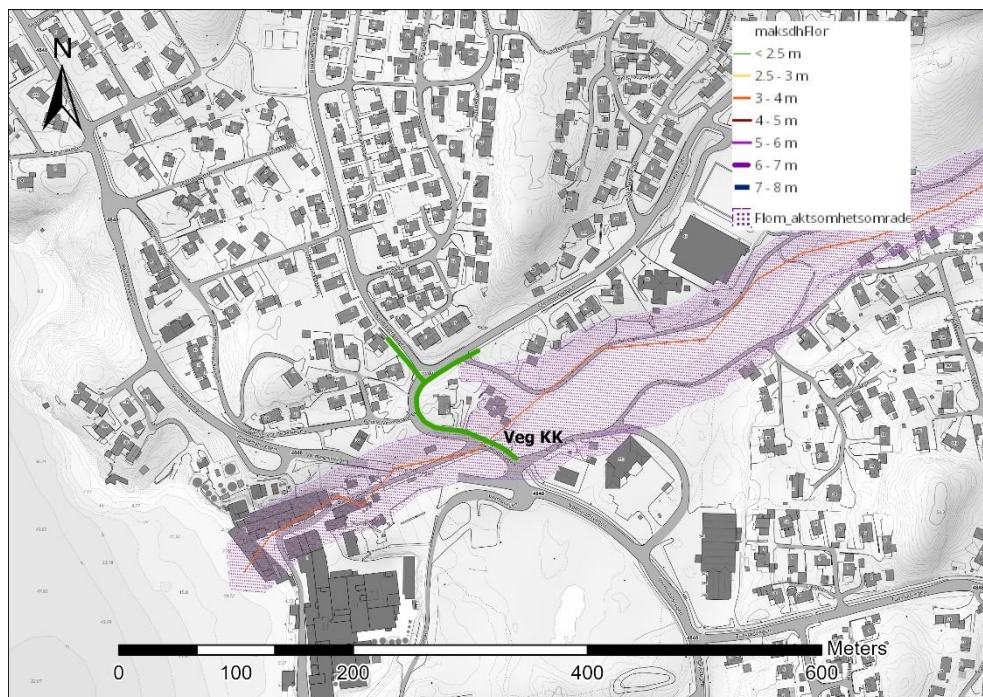


Figur 8-2: Aktsomhetskart for flom, for tiltaket som er planlagt i den nordlige delen av planområdet [15].

For

et som er planlagt i den sørlige delen av planområdet, se Figur 8-3, så vurderes tiltaket også å ligge innenfor aktsomhetsområdet for sideelva, men utenfor flomsone. Flomfaren for sideelva må dermed avklares.

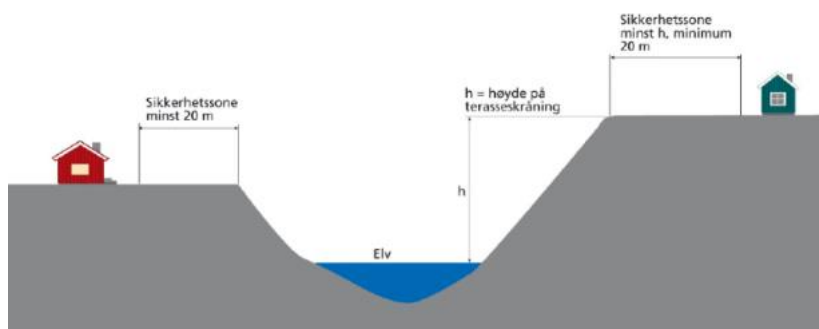
Maksimal vannstigning for sideelva er 3,3. Høydekote for sideelva og for tiltaket i området er henholdsvis +20,0m og +20,6m. Høydeforskjellen mellom sideelva og tiltaket er dermed mindre enn maksimal vannstigning og flomfaren her må derfor utredes videre av en fagkyndig person.



Figur 8-3: Aktsomhetskart for flom, for tiltaket som er planlagt i den sørlige delen av planområdet [15].

Trinn 3: Undersøk om tiltaket ligger utenfor soner for erosjon gitt i veiledningen til TEK17 § 7-2 fjerde ledd.

Tiltaket ligger innenfor sone gitt i figuren «§7-2 fjerde ledd Figur 1: Sikkerhetssone mot erosjon» [4], se Figur 8-4. Avstand mellom tiltaket i området og elva er ca. 10,0 m. Erosjonsfare kan dermed ikke utelukkes i henhold til kravene i TEK17 § 7-2 fjerde ledd.



Figur 8-4: § 7-2 fjerde ledd Figur 1: Sikkerhetssone mot erosjon [4]

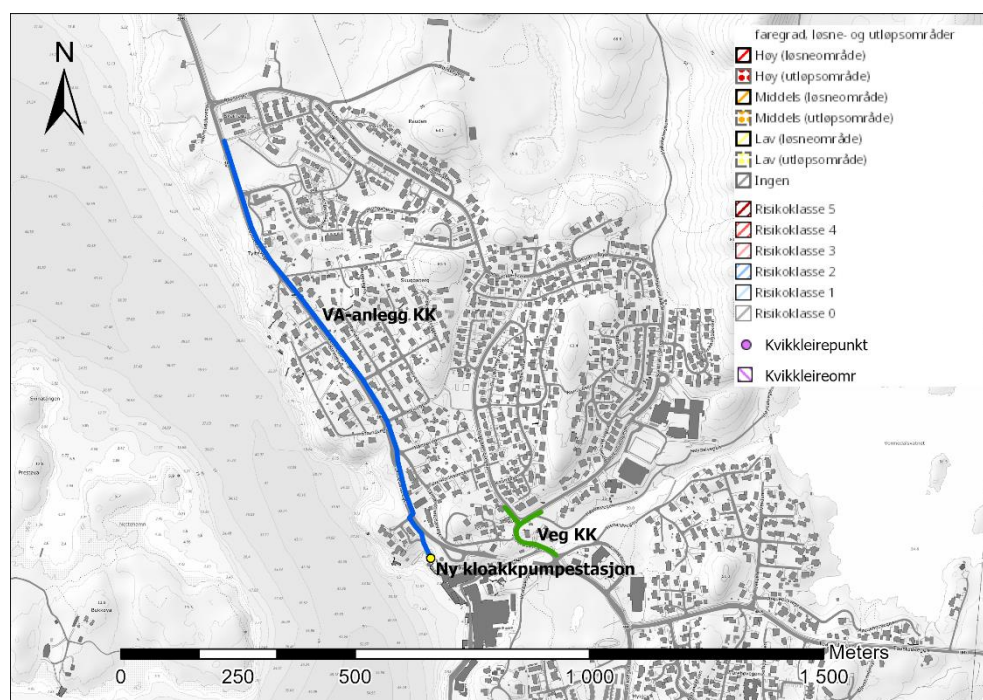
Det kan ikke utelukkes at tiltaket i den sørlige delen av planområdet kan bli utsatt for flomfare. Det anbefales derfor at en fagkyndig utfører en flomfareutredning i henhold til prosedyre 2 for sideelva.

8.1.2 Områdeskredfare

NVE veileder 1/2019 [13] angir prosedyre for utredning av områdeskredfare. Prosedyren følges for å vurdere om det er risiko for områdeskredfare i tiltaksområdet.

Steg 1: Undersøk om det finnes registrerte faresoner (kvikkleiresoner) i området.

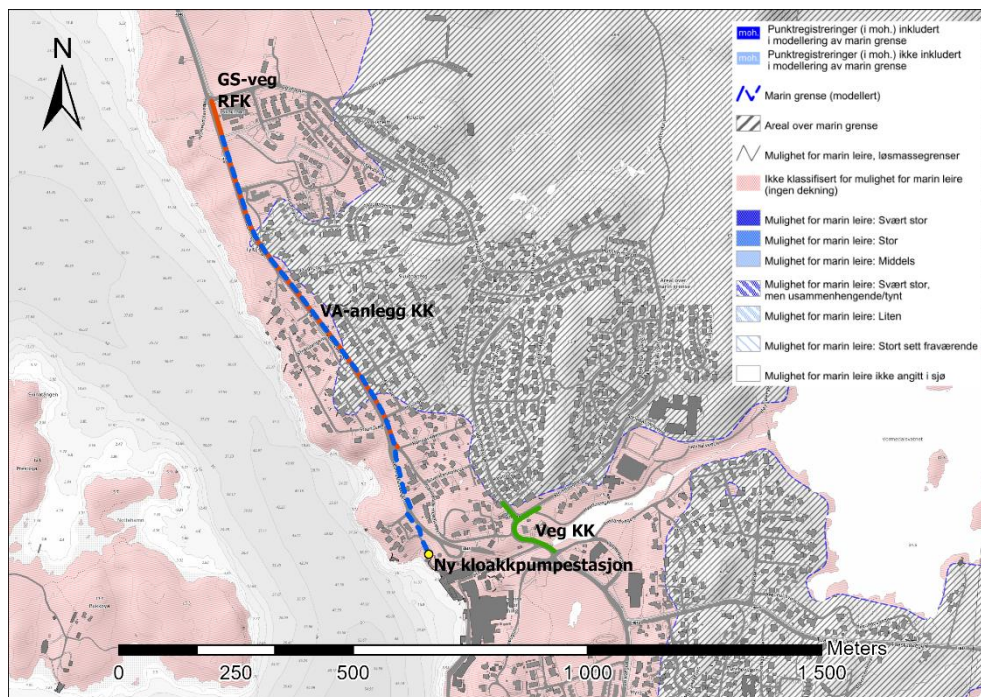
De planlagte tiltakene ligger ikke innenfor eller i nærheten av registrerte kvikkleiresoner iht. NGU [11], se Figur 8-5.



Figur 8-5: Oversiktskartet viser WMS-kartlag fra NVE atlas [15] over kartlagte kvikkleiresoner samt kvikkleirepunkt (registrert av SVV). Det viser at det ikke er registrert noen kvikkleiresoner innenfor eller i nærheten av tiltakene som er planlagt.

Steg 2: Avgrens områder med mulig marin leire.

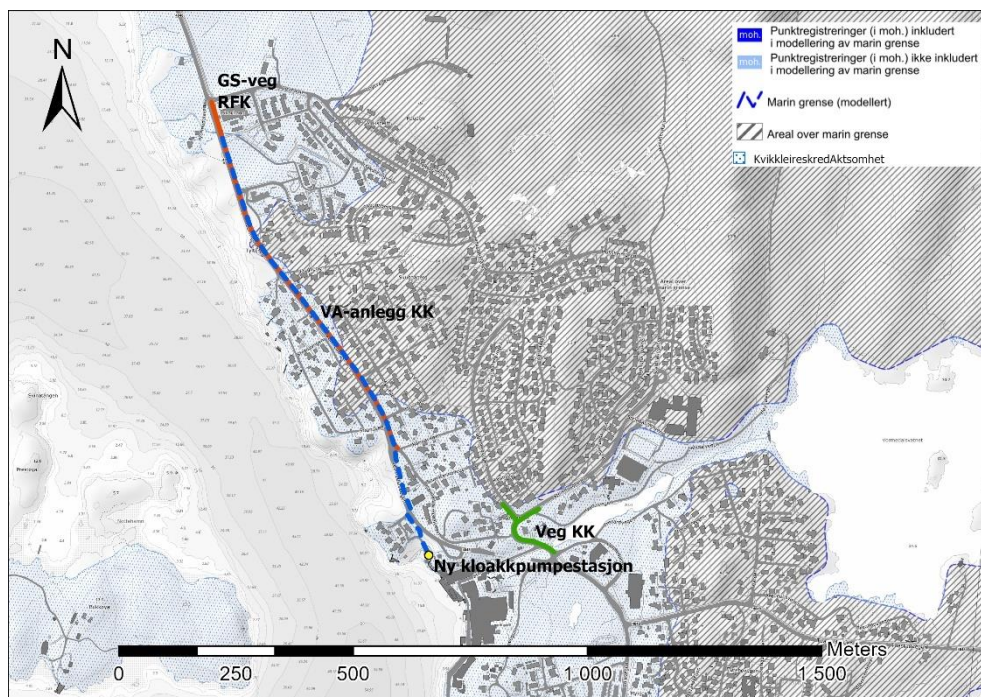
Det meste av planområdet ligger under marin grense, men definert område er ikke klassifisert for mulighet for marin leire (ingen dekning), se Figur 8-6. Følgelig fortsetter utredningen til neste steg.



Figur 8-6: Kart over marin grense og mulighet for marin leire, WMS-kartlag fra NVE atlas [15]

Steg 3: Avgrens områder med terreng som kan være utsatt for områdeskred.

Deler av planområdet ligger innenfor aktsomhetsområde for kvikkleireskred, se Figur 8-7. Tiltaket ligger dermed i et område med terreng som kan være utsatt for områdeskred. Utredningen fortsetter derfor til steg 4.



Figur 8-7: Aktsomhetskart for kvikkleireskred, WMS-kartlag fra NVE atlas [15]

Steg 4: Bestem tiltakskategori.

Tiltakene vurderes å være av begrenset størrelse, lite personopphold og ingen tilflytning av personer. Dette sammenfaller med beskrivelse av et K1 tiltak Tabell 3.2. i NVE veileder 1/2019 [13], se Figur 8-8 **Error! Reference source not found..**

Krav til sikkerhet for tiltakskategori K1 oppfylles hvis tiltaket ikke forverrer stabiliteten. Erosjon som kan utløse skred som kan ramme tiltaket må forebygges.

Hvis tiltaket forverrer stabiliteten skal det kreves absolutt sikkerhetsfaktor $F_{Cu} \geq 1,40 * f_s$ og $F_{C\phi} \geq 1,25$, hvor f_s er sprøhetsforholdet som korrigerer for sprøbruddeffekt i de udrenerte beregningene, se kapittel 5.3.3. [13].

For tiltak som ikke forverrer stabiliteten er kravet til sikkerhet $F_{Cu} \geq 1,40 * f_s$ og $F_{C\phi} \geq 1,25$. Ved lavere sikkerhet må F_{Cu} og $F_{C\phi}$ økes prosentvis iht. Tabell 3.3 og Figur 3.3, ref. [13].

Vurderinger og utarbeidelse av dokumentasjon skal gjennomføres av foretak med geoteknisk kompetanse som angitt i kapittel 3.1, ref. [13]. Utrednings- og vurderingsarbeidet må kvalitetssikres internt i foretaket.

Tiltaket plasseres i tiltakskategori K1. Utredningen fortsetter til steg 5.

Tiltaks-kategori	Type tiltak
K0	Små tiltak som medfører svært begrensede terrenginngrep. Lite personopphold. Ingen tilflytting av personer Garasjer, naust, tilbygg/påbygg til eksisterende bebyggelse, frittstående uthus, redskapsbod, landbruk- og skogsveger
K1	Tiltak av begrenset størrelse. Lite personopphold. Ingen tilflytting av personer Mindre driftsbygninger i landbruket, lagerbygg av begrenset verdi, lokale VA-anlegg, private og kommunale veger, mindre parkeringsanlegg og trafiksikkerhetstiltak (G/S-veg, midtdeler)
K2	Tiltak som kun innebærer terrengendring; utgraving, opp- og utfylling og masseflytting Massedeponier, komposteringsanlegg, bakkeplanering/nydyrking, massetak, andre massefyllinger
K3	Tiltak som medfører tilflytting av personer med inntil to boenheter, større byggverk med begrenset personopphold eller tiltak med stor verdi Bolighus/fritidsbolig med inntil to boenheter, større driftsbygninger i landbruket, lagerbygg med større verdi, mindre nærings- og industribygg, mindre utendørs publikumsanlegg, større VA-anlegg
K4	Tiltak som medfører større tilflytting/personopphold, samt tiltak som gjelder viktige samfunnsfunksjoner Bolighus/fritidsboliger med mer enn to boenheter, sykehjem, sykehus, skoler, barnehager, idrettshaller, utendørs publikumsanlegg og nærings- og industribygg

Figur 8-8: Tiltakskategori med eksempler på type tiltak [13].

Steg 5: Gjennomgang av grunnlag – identifikasjon av kritiske skråninger og mulig løснеområde.

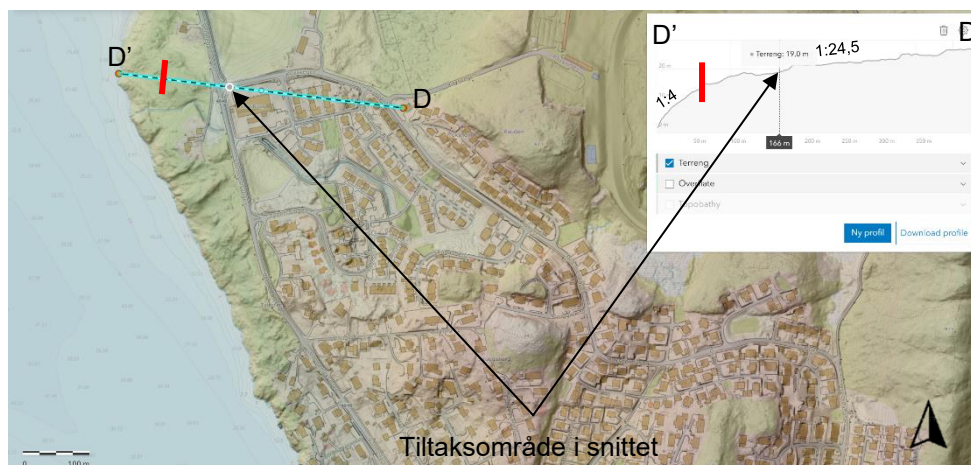
For terrengområder som kan være utsatt for områdeskred er det identifisert 3 + 2 kritiske snitt gjennom planområdet. For kritiske skråninger tas det utgangspunkt i terreng hvor:

- › Total skråningshøyde (i løsmasser) over 5,0 m, eller
- › Jevnt hellende terreng brattere enn 1:20 og høydeforskjell over 5,0 m.

Se vurderinger for hvert enkelt snitt under. Det henvises også til kapittel 4.1, se snitt i Figur 4-1, Figur 4-2 og Figur 4-3, som også er beskrevet kort under.

Snitt A-A', se Figur 4-1 – Tiltaksområdet ligger i et jevnt hellende terreng (1:36) som er slakere enn terrengkriteriet som er 1:20, der total skråningshøyde for den vurderte skråningen er under 5,0 m. Tiltaksområdet ligger imidlertid innenfor 20xskråningshøyde H, målt fra bunn av skråning/marbakke sjø for den vurderte skråningen med helning 1:3,5. Denne skråningen ligger imidlertid utenfor aktsomhetsområdet for kvikkleire. Snitt A-A' anses dermed ikke som kritisk ved utførelse av tiltaket.

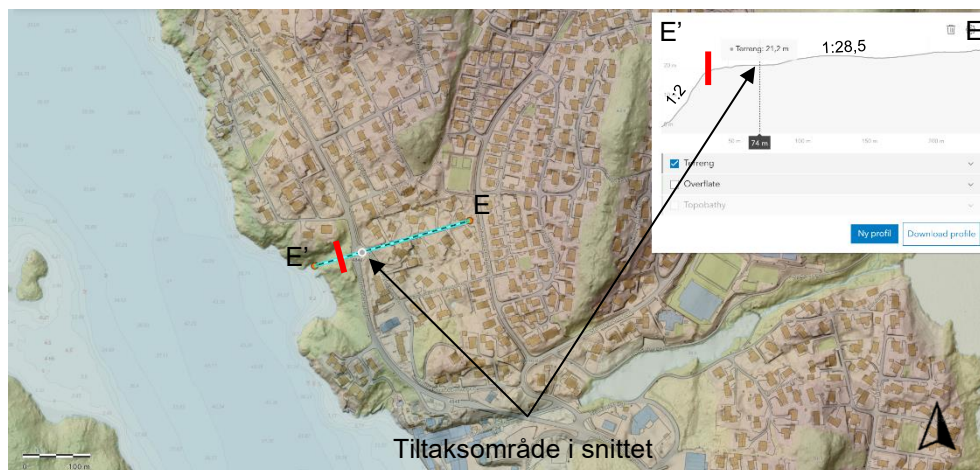
Snitt D-D', se Figur 8-9 – Skråningen befinner seg innenfor aktsomhetsområdet for kvikkleire med en totalhøyde på ca. 12,0 m. Helning er ca. 1:24,5 som er slakere enn terrengkriteriet 1:20. Skråning med helning 1:4 og høyde over 5,0 m ligger også innenfor aktsomhetsområdet for kvikkleire.



Figur 8-9: Snitt D-D' gjennom tiltaksområdet.

Snitt B-B', se Figur 4-2 – Tiltaksområdet befinner seg i et jevnt hellende terreng (1:21,5) hvilket er slakere enn det angitte terrengkriteriet på 1:20. Den totale skråningshøyden for den vurderte skråningen er ca. 8,5 m. Deretter følger en skråning med helning 1:2.

Snitt E-E', se Figur 8-10 – Skråningen ligger innenfor aktsomhetsområde for kvikkleire og er omtrent 7,0 m høy med helning ca. 1:28,5. Vurdert skråning vest for Vormedalsvegen har en høyde på ca. 18,0 m og en helning på ca. 1:2.



Figur 8-10: Snitt E-E' gjennom tiltaksområdet.

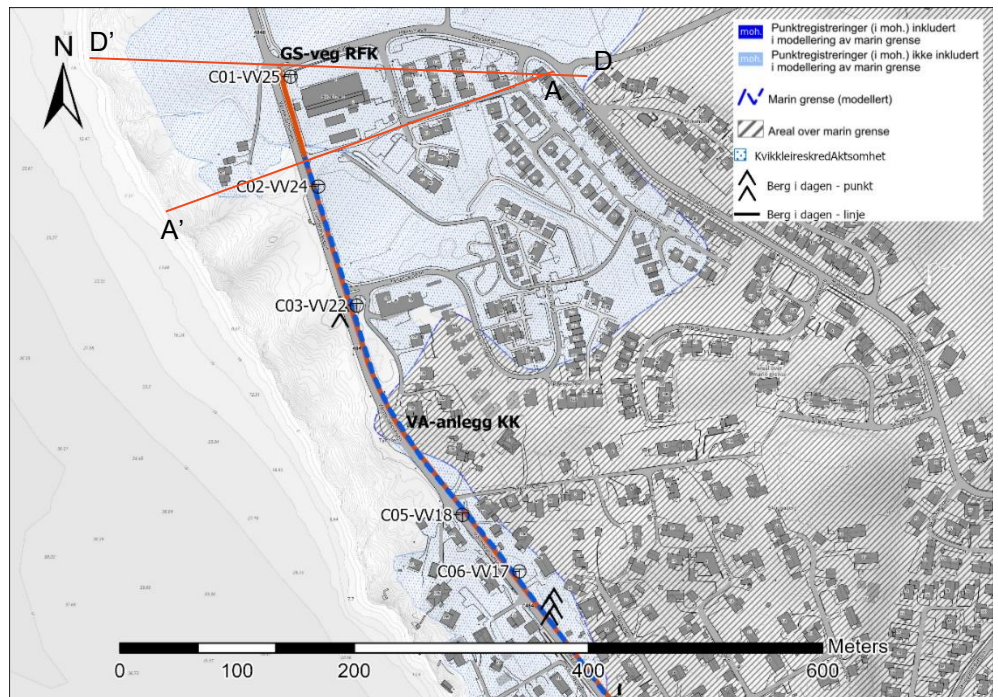
Snitt C-C', se Figur 4-3 – Tiltaksområdet ligger i et jevnt hellende terreng (1:4) hvilket er betydelig brattere enn det angitte terrengkriteriet som er 1:20. Den totale skråningshøyden for den vurderte skråningen er 25,0 m.

Kort oppsummert ligger planlagte tiltak i terreng som er innenfor et aktsomhetsområde for kvikkleire. Presenterte kritiske snitt viser at terrengkriteriene ikke kan utelukke at skråningene kan inngå i løseområdet for et skred.

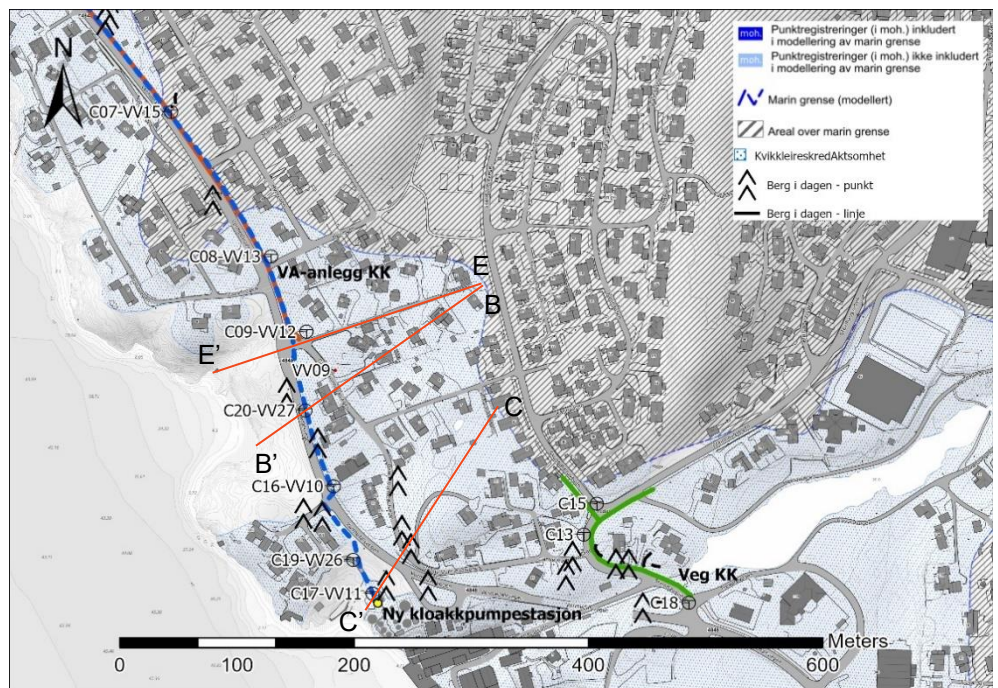
Med hensyn til de kritiske skråningene vest for Vormedalsvegen, så kan det generelt argumenteres for at utførelse av tiltaket innebærer utgraving i toppen av en skråning, noe som kan ha en avlastende og positiv effekt på stabiliteten. Tiltaket vurderes dermed å ikke forverre skråningsstabiliteten, men det påpekes at tilbakefylling må skje med masser tilnærmet samme tyngdetetthet som de opprinnelige, slik at massebalanse opprettholdes mellom endt tiltak og tidligere situasjon.

Det refereres til utførte geotekniske grunnundersøkelser som ikke har påvist tilstedeværelse av sprøbruddmateriale eller kvikkleire innenfor planområdet. Oversikt over utførte grunnundersøkelser og identifiserte kritiske snitt er presentert i Figur 8-11 og Figur 8-12. Disse figurene inkluderer også observasjoner av berg i dagen basert på data fra Google Maps Street View og feltundersøkelsene. Berg i dagen kan generelt indikere mindre løsmassemekthet i et område, noe som kan påvirke bruddmekanismen, og dermed ha en positiv effekt på områdestabiliteten. Disse observasjonene er med på å redusere sannsynligheten for forekomst av sprøbruddmateriale/kvikkleire og dermed risikoen for områdeskred i planområdet.

Basert på disse resultatene vurderes det som lite sannsynlig at sprøbruddmateriale og/eller kvikkleire vil forekomme i betydelige og sammenhengende volumer i området. Det anses dermed ikke som nødvendig med videre utredning, siden tiltak ikke forventes å forverre stabiliteten og krav til sikkerhet er oppfylt iht. tiltaksklasse K1.



Figur 8-11: Oversikt over berg i dagen fra nordlige del av tiltaksområdet. Innhentet fra Google Maps Street View og observasjoner fra feltundersøkelsene. Relevante snitt er plottet inn for å vise utstrekning.



Figur 8-12: Oversikt over berg i dagen fra sørlige del av tiltaksområdet. Innhentet fra Google Maps Street View og observasjoner fra feltundersøkelsene. Relevante snitt er plottet inn for å vise utstrekning.

9 Geotekniske vurderinger

9.1 Graving og graveskråninger

9.1.1 Vormedalsvegen

Det skal etableres sykkelveg med fortau langs eksisterende fylkesveg 4848, Vormedalsvegen. GS-vegen vil i hovedsak bli anlagt på nivå med eksisterende veg hvor størstedelen av utgravingsarbeidet vil utføres ifm. etableringen av VA-ledningsanlegg langs samme trasé.

Etablering av VA-ledningsanlegg vil medføre gravedybder mellom 1,5-3,5 m dybde iht. plan og profiltegnning fra forprosjekt (datert 11.09.2014). Grunnundersøkelser viser at det ved flere partier er grunt til berg, stedvis mindre enn nødvendig gravedybde for VA. Det kan dermed bli behov for sprenging/pigging for å oppnå den ønskede dybden på grøfteprofilen. Ingeniørgeologiske vurderinger knyttet til dette omtales nærmere i kapittel 10. Det påpekes at det i forbindelse med den geotekniske prosjekteringen må tas høyde for fundament under ledning og overutgravingstillegg på 10 % av den totale gravedybde. Dersom det skal graves til 3,0 m under terreng for å få plass til fundament og ledning, skal det prosjekteres for en utgravingsdybde på $3,0\text{ m} + 10\% = 3,3\text{ m}$. Endelig gravedybde fastlegges i forbindelse med detaljprosjektering.

Resultater fra laboratorieundersøkelsene viser at de stedlige massene har telefarlige egenskaper. Pga. betydelig variasjon i resultatene langs traséen (fra T2 – T4) anbefales det å anta at massene generelt er telefarlig. Det må dermed påregnes frostisolering av alle grunne fundamenter.

Generelt forventes det å kunne gjennomføre åpne utgravinger av stedlige masser over grunnvannstand. Grøfteskråninger kan etableres med en helning tilsvarende 1:1,5 for skrån timer opp til 2 m dybde. Tilsvarende for dypere utgraving, inntil 3,5 m, må det påregnes helning 1:1,5. Entreprenørens rådgivere må vurdere om stabiliteten til grøftene er tilfredsstillende i forhold til mellomlagring av de utgravede massene ved grøftekant eller om massene må mellomlagres lengre unna. Det forventes at Vormedalsvegen skal holdes åpen under byggeperioden, som gir trafikklast på vei nær byggegrop. Der graveskråning fører til for stort graveutslag, må det vurderes behov for avstivende konstruksjon i form av grøftekasse og/eller seksjonsvis graving med suksessiv tilbakefylling. Graveskråninger høyere enn 5 m skal vurderes særskilt. Endelig gravehelning må fastlegges i forbindelse med detaljprosjektering.

Ved etablering av byggegrop er foreliggende det flere risikofaktorer som kan forårsake setninger og deformasjoner i omkringliggende bygg og infrastruktur. Disse risikofaktorene inkluderer blant annet redusert stabilitet i grunnen og senkning av grunnvannstanden. Omfanget av risiko avhenger av ulike faktorer, slik som grunnforhold, avstand mellom planlagte og eksisterende konstruksjoner, samt tilgjengelige omkringliggende arealer.

Konstruksjoner og infrastruktur skal utformes og etableres slik at risikoen for setninger og deformasjoner hos omkringliggende bygg og infrastruktur som følge av redusert stabilitet og/eller senkning av grunnvannstanden minimeres. Dette innebærer at grunnvannstanden må tas i betraktning, og at senkning av denne ikke skal forekomme i vesentlig grad eller på en måte som kan forårsake skadelige setninger.

Basert på topologien er det sannsynlig at grunnvannet i betydelig grad dreneres mot sjøen som følge av den naturlige terrenghelningen. Ved en slik antakelse kan man forvente et grunnvannsspeil rett over berg i tørre perioder, mens det i perioder med mye nedbør trolig vil ligge høyere i terrenget.

Valgte løsninger må detaljprosjekteres, og det skal foreligge dokumentasjon som viser, gjennom beregninger, at den valgte løsningen ikke fører til senkning av grunnvannstanden under setningsømfintlige bygg og infrastruktur.

Nærliggende bebyggelse og konstruksjoner

I enkelte områder vil den nye GS-vegen og VA-anlegget ligge nær eksisterende bebyggelse. Det må derfor undersøkes om de eksisterende bygningsmassene har kjeller, og om graving kan medføre undergraving av eksisterende fundamenter.

Støttemur på eiendom Gbnr. 147/669 krever nærmere undersøkelser for å vurdere risikoen for undergraving av eksisterende fundament som følge av gravearbeidet. Det kan derfor ikke utelukkes tiltak her.

Disse forholdene må vurderes i forbindelse med detaljprosjekteringen.

Støttemurer

Langs traséen er det også identifisert flere støttemurer og leegger som tilhører tilstøtende eiendommer. Enkelte av de eksisterende støttemurene som ligger innenfor reguleringsplangrensen skal ikke reetableres som følge av vegens planlagte breddeutvidelse, mens andre skal. Se kort oppsummering og oversikt i Tabell 9-1 og Figur 9-1. Ved de aktuelle eiendommene skal støttemurer hovedsakelig reetableres av tilsvarende type og utførelse. Det vurderes at disse murene ikke har noen stabiliserende funksjon i forhold til å holde jordmasser i bakkant tilbake, men tjener utelukkende et estetisk formål.

Generelt må støttemurer detaljprosjekteres. Behov må vurderes nærmere av totalentreprenørens geotekniske rådgiver når ytterligere detaljer foreligger.

Tabell 9-1: Oversikt over tiltak knyttet til etablering av murer mot tilstøtende eiendommer

Oversikt nr.	Eiendom	Tiltak
1	Gbnr. 147/32	Ny mur tilsvarende eksisterende
2	Gbnr. 147/36	Ny mur tilpasset ny situasjon
3	Gbnr. 147/43	Ny mur tilsvarende eksisterende
4	Gbnr. 147/124	Ny leegg med port ut mot Vormedalsvegen, ved behov



Figur 9-1: Oversikt over eiendommer hvor støttemurer skal reetableres

9.1.2 Steinhaugvegen

I Steinhaugvegen skal det etableres GS-veg samt fortau langs deler av traséen. Gravebehovet her vurderes å være begrenset. Primært vil tiltaket innebære fjerning av et øvre lag bestående av fyllmasser samt friksjonsmasser som inneholder noe organisk materiale.

Stedvis er mektigheten på løsmassene mindre enn kravet til overbygning for GS-veg, som i henhold til N200 (3.2.1-2) er 1,8 m (maksimal tykkelse overbygning) og skal bestå av egnede masser for å unngå telehiv. Egnede masser er masser som oppfyller krav angitt i kapittel 4.5 i N200 [1]. Endelig gravedybde fastlegges i forbindelse med detaljprosjektering.

Laboratorieundersøkelsene viser at massene ved borpunkt C13 er telefarlige (T3) og det anbefales derfor å anta at massene langs hele traséen her er telefarlig. Frostisolering av grunne fundamenter og masseutskiftning for å fjerne organiske masser må derfor påregnes.

Det forventes at det skal graves ned til en dybde på ca. 2,0 meter under terreng. Det anbefales å opprettholde en graveskråning med helning 1:1,5 for å sikre stabiliteten i grøfteprofilen. Det legges til grunn at Steinhaugvegen skal holdes åpen for trafikk gjennom hele byggeperioden. Derfor må trafikklasten, inkludert anleggstrafikk i nærheten av grøften, vurderes grundig. Endelig definisjon av sikkerhetssoner og fastsettelse av tilfredsstillende stabilitet i forbindelse med gravearbeidet skal gjennomføres i detaljprosjektering.

Generelt langs denne traséen vil det være begrenset med areal til å gjennomføre arbeidet. Ved de aktuelle partiene må det vurderes midlertidige sikring- og

oppstøttingstiltak mot tilstøtende eiendommer. Utbygging av fortau og GS-vei kan medføre behov for pigging/sprenging, hvilket er beskrevet nærmere i eget kapittel, se kapittel 10.

Som nevnt i kapittel 9.1.1 er det knyttet risiko til at tiltaket kan forårsake setninger og deformasjoner på nærliggende bygg og infrastruktur. Tiltaket må derfor planlegges slik at eventuell påvirkning på grunnvannstand og stabilitet minimaliseres, og at skadelige setninger unngås.

Valgte løsninger må detaljprosjekteres, og det skal foreligge dokumentasjon som viser, gjennom beregninger, at den valgte løsningen ikke fører til senkning av grunnvannstanden under setningsømfintlige bygg og infrastruktur.

Støttemurer

Det er ikke planlagt reetablering av støttemurer mot tilstøtende eiendommer langs denne traséen. Ved endringer må utgravingsmetode og fundamentløsninger vurderes nærmere av totalentreprenørens geotekniske rådgiver når ytterligere detaljer foreligger, for å ivareta setnings-, stabilitet- og bæreevneproblematikk.

9.2 Spesielle krav til oppfølging av grunnarbeider

Det skal utføres setningsmålinger på samtlige bygg/konstruksjoner/ledningsanlegg etc. som kan bli påvirket av tiltaket. Det er totalentreprenørens ansvar at målinger utføres på et tilstrekkelig antall bygg og konstruksjoner og i nødvendig omfang og varighet.

For hvert bygg eller konstruksjon skal det utføres målinger på minimum 3 faste punkter (på tre hjørner av et bygg). Målingene skal ha en nøyaktighet med maksimalt avvik i vertikalplanet på ± 2 mm. Før oppstart av byggearbeidene skal det gjennomføres minimum to målinger med minimum 1 måneds mellomrom for etablering av referansenivå.

Målingene skal protokollføres på en slik måte at det er mulig å følge eventuell setningsutvikling over tid, og skal følges opp av ansvarlig prosjekterende geotekniker. På forespørsel skal protokollene gjøres tilgjengelig for byggherre, på et prosjekthovertell som byggherre får tilgang til.

Totalentreprenørens rådgivere skal fastsette akseptable grenseverdier for setninger på de ulike byggene/konstruksjonene. Det skal etableres klare rutiner for varsling til byggherre og totalentreprenørens geotekniske rådgiver, i tilfeller hvor målinger indikerer overskridelse av fastsatte grenseverdier.

10 Uttak av berg og vibrasjoner

10.1 Uttak av berg

Både pigging og sprenging kan bli aktuelle uttaksmetoder for å oppnå ønsket dybde i VA-grøftene. VA-grøften vil få en dybde på opptil 3,5 m. Generelt vil det anbefales pigging for uttak i berg opp mot 70 cm, avhengig av bergets beskaffenhet. Det bør vurderes sprenging ved inngrep i berg dypere enn 50-70 cm. Det bør utføres sømboring som sprengingsmetode da denne metoden kan benyttes nærme bygninger og verner best mulig mot skader fra vibrasjoner. Sømboring bores vanligvis med en senteravstand c/c på 200-300 mm, endelig avstand må fastsettes av ingeniørgeolog under utførelse. Det må utføres fortløpende rystelsesmålinger for å unngå skader på bygninger. Dersom grenseverdien overstiges, må det vurderes andre mer skånsomme uttaksmetoder.

10.2 Bergsikring

Det bør vurderes å sikre berget med forbolter i VA-grøftene hvor dybden til berg er over 2,0 meter for å hindre utrasing i grøften. Det kan også bli behov for forbolter hvor det er fare for at støttemurer skal rase ut. Forboltene monteres langs toppkant av planlagt VA-grøft. Lengde på forboltene må bestemmes under utførelse når endelig dybde til berg er fastsatt. Det anbefales en avstand på 1,0 m mellom forboltene, men dette må vurderes på nytt under utførelse når informasjon om bergkvaliteten er påvist. Forboltene settes 1,0 meter dypere enn traubunnen. Det bør benyttes forbolter med Ø32 mm med dobbel korrosjonsbeskyttelse for å inngå i permanent sikring. Forboltingen må vurderes av ingeniørgeolog under utførelse.

Det er også viktig at det utføres manuell rensk av grøften etter pigging/sprenging for å fjerne ustabile blokker.

Det kan bli behov for å bolte enkeltblokker i grøften. Det bør benyttes kombinasjonsbolt da denne gir umiddelbar arbeidssikring gjennom endeforankringen og permanentsikring etter gysing. Boltene bør ha dobbel korrosjonsbeskyttelse. Boltene skal forankres minimum 1,5 meter inn i fast berg. Lengden på boltene må vurderes under utførelse av en ingeniørgeolog. Merk: Arbeidssikring er entreprenøren sitt ansvar.

10.3 Vibrasjoner og sprenging

Ved etablering av GS-vegen og VA-grøftene kan det bli behov for å utføre pigging og/eller sprenging for å oppnå ønsket dybde. Det må utarbeides en egen vibrasjonsrapport som beregner grenseverdier for vibrasjoner etter NS8141-1 for bygninger som vil bli berørt av pigge-/sprengningsarbeidene [18].

Det berørte området bør besiktiges før igangsettelse av arbeidene. Omfanget av besiktigelsen skal tilpasses skadepotensialet og ses i sammenheng med bygge- og anleggsarbeidets størrelse og varighet. Besiktigelsen av eiendommene skal vanligvis utføres både utvendig og innvendig. Alle funn skal dokumenteres [19].

Ved mindre bygge- eller anleggsarbeider kan besiktigelse i mindre omfang vurderes. Eksempler på arbeider som ikke krever omfattende besiktigelse, inkluderer pigging av berg. Ved arbeider som forflytter seg, skal besiktigelsen utføres i tilstrekkelig avstand fra foran arbeidene. Det skal utarbeides en rapport fra besiktigelsen, eventuelt delrapporter fra arbeider som forflytter seg [19].

Tabell 10-1 viser anbefalte avstander for besiktigelse av byggverk og konstruksjoner basert på avstanden fra anleggsstedet.

Tabell 10-1: Anbefalt område for besiktigelse er avhengig av avstanden fra anleggsstedet, tabell 1 hentet fra NS8141-4 [19].

Situasjon	Besiktigelsesområde med avstand fra anleggssted m
Sprengning i dagen, bygninger fundamentert på berggrunn eller komprimerte steinmasser inntil 2 m	30 til 50
Sprengning i dagen, bygninger fundamentert på løsmasser	50 til 100
Sprengning i underjordsanlegg som tunneler og bergrom og ved etablering av dype byggegropar ^a	50 til 100
Alle andre anleggsarbeider i dagen som forårsaker vibrasjoner, inklusiv bygging av vei og bane ^{bc}	30 til 50
Anleggsarbeider som innebærer setningsfare på byggverk og eiendom, inklusiv vei og bane ^{abc}	100 til 200
^a Dette gjelder ved fare for grunnvannssenkning, se punkt 10 og A.2.2 Ved underjordsanlegg skal besiktigelsesområdet vurderes ut fra overdekningen.	
^b Setningsfaren skal vurderes spesielt, se punkt 8.	
^c For besiktigelse av bergrom, se punkt 5 og 10.	

10.4 Spesielle krav til oppfølging av sprengingsarbeidene

For byggefasen skal det sørges for at prosjektet har tilstrekkelig bemanning og den nødvendige bergtekniske/ingeniørgeologiske kompetansen for å håndtere de forventede utfordringene. En person med bergteknisk/ingeniørgeologisk kompetanse skal ha det faglige ansvaret for permanentsikringen, samt oppfølging ved etablering av VA-grøften og bergskjæringer med høyde over 4,0 m.

Det må utføres bygningsbesiktigelse på aktuelle byggverk før sprengning i henhold til NS8141-4 [19]. Det må forventes tett dialog med byggherre og aktuelle grunneiere/objekteiere når anleggsarbeidet foregår nær deres objekter.

Berørte bygninger må overvåkes med måleinstrumenter for å dokumentere at vibrasjonsgrensene overholdes. Det må forventes et behov for at flere måleinstrumenter benyttes, og det må påberegnes flytting av måleinstrumentene fortløpende og i takt med pigge-/sprengingsarbeidene. Det må utføres målinger på de nærmeste objektene [19].

11 Sluttkommentarer og videre arbeid

Det er generelt gode grunnforhold i området. Det er allikevel flere forhold som krever oppmerksomhet knyttet til planlagt gravearbeid i området. Grøftegraving kan generelt utføres åpen uten tiltak med graveskråning 1:1,5. Stedvis kan det være utfordringer med å overholde anbefalte graveskråninger og det må dermed planlegges sikrings- og oppstøttingstiltak for hvert enkelt tilfelle. Dette gjelder spesielt i områder der arealet blir begrenset av tilstøtende bebyggelse/konstruksjoner og avstand mot kjørevegen er kort.

Vurderingene i dette notatet baserer seg på grunnforholdene som er beskrevet i geoteknisk datarapport [17] samt de beskrivelsene som kommer frem i dette notatet. Skulle grunnforholdene under byggefase avvike fra de forutsetningene som er lagt til grunn, må geotekniker umiddelbart kontaktes for nærmere vurdering.

Stedvis er avstand til berg mindre enn nødvendig gravedybde for VA, noe som gjør at det vil bli behov for sprenging/pigging for å oppnå den ønskede dybden på grøfteprofilen.

Det må utarbeides et vibrasjonsnotat som beregner grenseverdier for vibrasjoner iht. NS8141 for bygninger som vil bli berørt av pigge-/sprengingsarbeidene i forbindelse med etablering av GS-vegen og VA-grøftene.

Forbolter og sikringsbolter anvises av prosjekterende ingeniørgeolog.

Grunnvannsmåling er ikke utført i området og det anbefales å få kontroll på hvor grunnvannsspeilet ligger. I den forbindelse bør det også vurderes om det vil være behov for supplerende grunnundersøkelser ifm. detaljprosjektering slik at dette evt. kan samkjøres.

Det skal utføres setningsmålinger på samtlige bygg/konstruksjoner/ledningsanlegg etc. som kan bli påvirket av tiltaket.

Etter innledende utredning for flomfare kan det ikke utelukkes at tiltaket i den sørlige delen av planområdet kan bli utsatt for flom. Det anbefales derfor at en fagkyndig utfører en flomfareutredning i henhold til prosedyre 2 ved Steingaugvegen.

Videre arbeid inkluderer detaljprosjektering av gravegroper/grøfter og oppstøttingsløsninger for etablering av VA-ledningsanlegget og GS-veg, samt detaljprosjektering av evt. støttemurer.

Det presiseres at det må utarbeides en geoteknisk detaljprosjekteringsrapport og prosjekteringen skal gjennomføres iht. gjeldende bestemmelser.

12 Referanser

Referanser geoteknikk

- [1] Statens Vegvesen, Vegnormal N200: Vegbygging, Statens vegvesen/Vegdirektoratet, 2024.
- [2] Statens Vegvesen, «Håndbok V220: Geoteknikk i vegbygging,» Statens Vegvesens/Vegdirektoratet, 2025.
- [3] Statens Vegvesen, kartportal 2025. [Internett]. [N200 Vegbygging](#)
- [4] Direktorat for Byggkvalitet, «TEK 17 Kapittel 7: Sikkerhet mot naturpåkjenning,» 2017.
- [5] Direktorat for byggkvalitet, Byggesaksforskriften: SAK10, 2010.
- [6] NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016: Eurokode: Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner, ref. (Standard Norge, 2016)
- [7] NS-EN 1991-1-6:2005+NA:2008: Laster på konstruksjoner - Del 1-6: Allmenne laster – Laster under utførelse, ref. (Standard Norge, 2008)
- [8] NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2020: Geoteknisk prosjektering Del 1: Allmenne regler, ref. (Standard Norge, 2020)
- [9] NS-EN 1998-1:2004+A1:2013+NA:2021: Prosjektering av konstruksjoner for seismisk påvirkning, ref. (Standard Norge, 2021)
- [10] NADAG Nasjonal database for grunnundersøkelser
- [11] NGU Nasjonal løsmassedatabase, løsmasser
- [12] NGU Nasjonal berggrunnsdatabase, berggrunn
- [13] NVE Veileder nr. 1/2019, sikkerhet mot kvikkleireskred.
- [14] NVE Veileder nr. 3/2022, sikkerhet mot flom. Utredning av flomfare i reguleringsplan og byggesak.
- [15] NVE Atlas, karttjenester over geografiske temadata, atlas.nve.no
- [16] Kartverket, «hoydedata» 2025. [Internett]. <https://hoydedata.no/LaserInnsyn2/>
- [17] A298622-RAP-RIG-001 Datarapport RFK Vormedalsvegen GU, Geotekniske grunnundersøkelser utført av COWI, 2025.
- [18] Standard Norge, 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.
- [19] Standard Norge, Norsk Standard NS8441-4:2021 - Vibrasjoner og støt - Veiledende grenseverdier for bygge- og anleggsvirksomhet, bergverk og trafikk- Del 4: Retningslinjer for besiktigelse av byggverk og eiendom før bygge- eller anleggsstart, 2021.
- [20] SINTEF, Materialdata for naturstein, typiske verdeier. 2025. [Internett] [Materialdata for naturstein](#)