

10247101-N02-RIG Geoteknisk vurdering av områdestabilitet og andre geotekniske vurderinger, reservevann Kragerø kommune

Prosjekt:	Kragerø kommune - forprosjekt reservevann	Prosjektnr.:	10247101
Kunde:	Kragerø Kommune	Prosjektleder:	Inger Line Hamre
Utarbeidet av:	Thone Louise Frydenlund Mattis Falck	Dato:	05.06.2025
Kontrollert av:	Jure Kokosin 05.06.2025	Godkjent av:	Inger Line Hamre 05.06.2025
Dokumentnr.:	10247101_N02_RIG	Rev.:	01

Revisjonshistorikk

Rev	Dato	Beskrivelse av endringen	Utarbeidet av	Kontrollert av	Godkjent av
00	05.06.2025	Original	NO1F9K	NOJURE	NOINHA
01	05.12.2025	Utredning av områdestabilitet og andre geotekniske vurderinger for vannverk tomter	NOMAFa	NOJURE	NOINHA

1 Innledning

Kragerø kommune har engasjert Sweco Norge AS til å utføre en geoteknisk områdestabilitetsvurdering for traseer og tomter i forbindelse med etablering av ledningsnett for reservevannforsyning. Traseen for ledningsnettet starter ved Fossetangen og følger den nedlagte jernbanetraseen frem til Breitungene, hvor ledningen legges i vannet og krysser land noen få meter før den føres videre i Tyvann. Planlagt trasé er med mulige tomter for pumpe- og vannverk og er vist i figur 1. I denne forbindelsen er det også utført innledende geotekniske vurderinger for vannverk på foreslåtte lokasjoner. for å kontrollere gjennomførbarheten av tiltakene.

Tiltaket berører områder som ligger under marin grense med fare for marin leire, og vurdering av områdestabilitet gjennomføres i henhold til NVE Veileder 1/2019, som angir minimumskrav for slike vurderinger. Det er innledningsvis gjort områdestabilitetsvurdering for foreslåtte plasseringer av vannverk; 2 ved Farsjø/Fossetangen og 2 ved Tveitereid. Resterende vurderinger innarbeides fortløpende som revisjoner av dette dokumentet.



Figur 1. Oversikt over tiltaket. Foretrukket trasé markert med grønt, alternativ trasé markert med gult og mulige tomter markert med sort firkant. Foreslåtte plasseringer av vannverk ved Farsjø/Fossetangen og ved Tveitereid er merket med røde ringer.

1.1 Aktuelle steg i prosedyren

Utredningen skal bekrefte eller avkrefte fare for områdeskred for planområdet. Prosedyre for utredning er oppgitt i NVE Veileder 1/2019 kap.3.2, tabell 3.1 [1] og oppsummert i tabell 1. Punktene 1-7 er utdypet og begrunnet i dette notatet.

Tabell 1: Prosedyre for utredning av områdeskredfare iht. NVE veileder 1/2019 [1]

Punkt	Overskrift	Kommentar
1	Undersøk om det finnes registrerte faresoner (kvikkleiresoner) i området	Det er iht. NVE faresonekart ikke registrert kvikkleiresoner i området. For utdypende vurdering henvises det til kapittel 4.1
2	Avgrens området med mulig marin leire	Område ligger under marin grense. Stedvis innenfor aktsomhetsområde for kvikkleireskred. For utdypende vurdering henvises det til kapittel 4.2
3	Avgrens områder med terreng som kan være utsatt for områdeskred	Tiltaket ligger i terreng som er innenfor et aktsomhetsområde som kan være utsatt for områdeskred. For utdypende vurdering henvises det til kapittel 4.3.
4	Bestem tiltakskategori	Vannledning: K3 etter veiledende eksempel «Større VA-anlegg». Kraftverk og pumpestasjon: K3 etter veiledende eksempel «industribygg». For utdypende vurdering henvises det til kapittel 4.4.
5	Gjennomgang av grunnlag – identifikasjon av kritiske skråninger og mulig løснеområdet	Gjennomgått, og deler av planområdet ligger innenfor aktsomhetsområde L=15H. For utdypende vurdering henvises det til kapittel 4.5.
6	Befaring	Befaring gjennomført, se eget befaringsnotat henvist til i kapittel 4.6.
7	Gjennomføre grunnundersøkelser	Er gjennomført for foreslått plassering av vannverk. Ikke påvist sprøbruddsmateriale. Resterende undersøkelser pågår p.d.d.
8	Vurdere aktuelle skredmekanismer og avgrense løśnie- og utløpsområder	Vurderes etter grunnundersøkelser er utført. Foreløpig ikke vurdert.
9	Klassifisere faresoner	Vurderes etter grunnundersøkelser er utført. Foreløpig ikke vurdert.
10	Dokumenter tilfredsstillende sikkerhet	Vurderes etter grunnundersøkelser er utført. Foreløpig ikke vurdert.
11	Meld inn faresoner og grunnundersøkelser	Vurderes etter grunnundersøkelser er utført. Foreløpig ikke vurdert.

2 Regelverk og krav

Tabell 2 oppsummerer valgte sikkerhetsprinsipper for planlagt utbygging. En utfyllende begrunnelse for klassifisering av prosjektet er gitt i Vedlegg 1.

Tabell 2. Oppsummering av valgte sikkerhetsprinsipper for tiltaket.

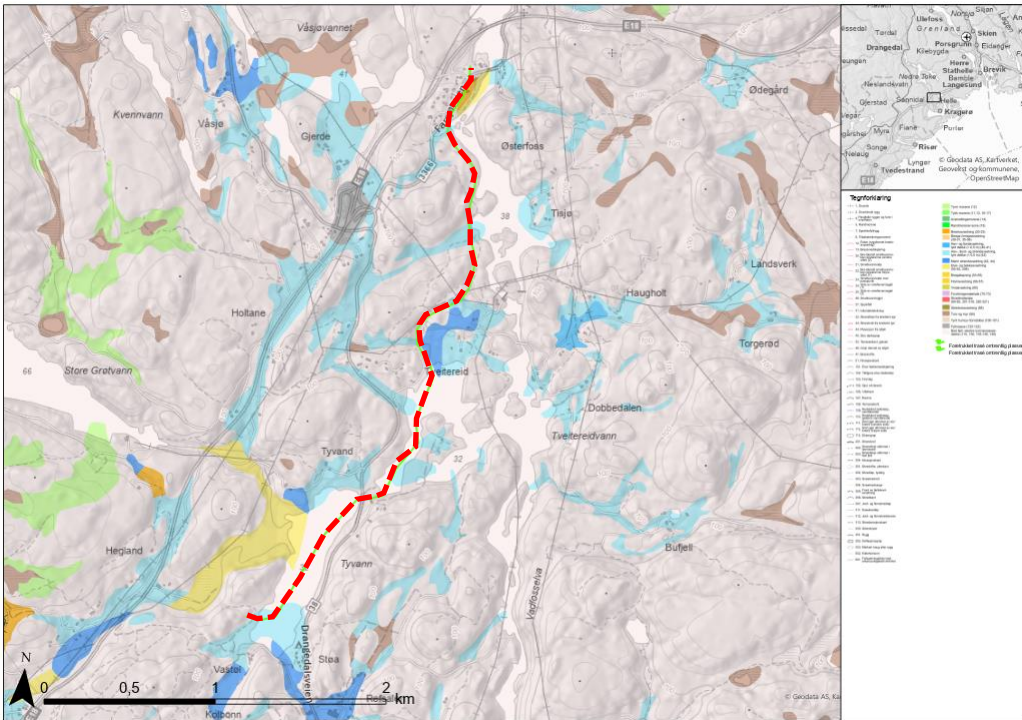
Sikkerhetsprinsipper	Tiltaket	Referanse til regelverk
Sikkerhetsklasse for flom og stormflo	1	TEK17 [2]
Geoteknisk kategori	2	Eurokode 7 [3]
Konsekvens og pålitelighetsklasse (CC/RC)	2	Eurokode 0 [4]
Prosjekterings- og utførelseskontroll (PKK/UKK)	2	Eurokode 0 [4]
Tiltaksklasse	2	SAK10 [5]
Tiltakskategori	3	NVE Veileder 1/2019
Dimensjonerende brukstid	50	

3 Grunnforhold

3.1 Topografi og grunnforhold

Traséen strekker seg omtrent 4 km fra Farsjø, ved Fossetangen til Vasdøl og er planlagt å legges i den eksisterende nedlagte jernbanetraséen i området.

Kvartærgeologisk kart, i figur 2, viser at traseen går igjennom områder bestående i hovedsak av bart fjell. Enkelte deler av traséen går igjennom områder med breelvavsetning, hav-, fjord- og strandavsetning, usammenhengende eller tynt dekke over berggrunnen og marin strandavsetning, sammenhengende dekke.



Figur 2: Utsnitt fra NGUs kvartærgeologiske kart med tiltaksområdet markert. Sjekket 29.04.2025. Kartkilde: NGUs WMS-tjenester.

3.2 Berg

Det ble gjort registrering av berg i dagen under befaring 08.05.2025, utdypet i befaringsnotat 10247101_N01_RIG, [7]. Registreringer av berg i dagen er markert i kart og vist i vedlegg 2.

3.3 Grunnlag

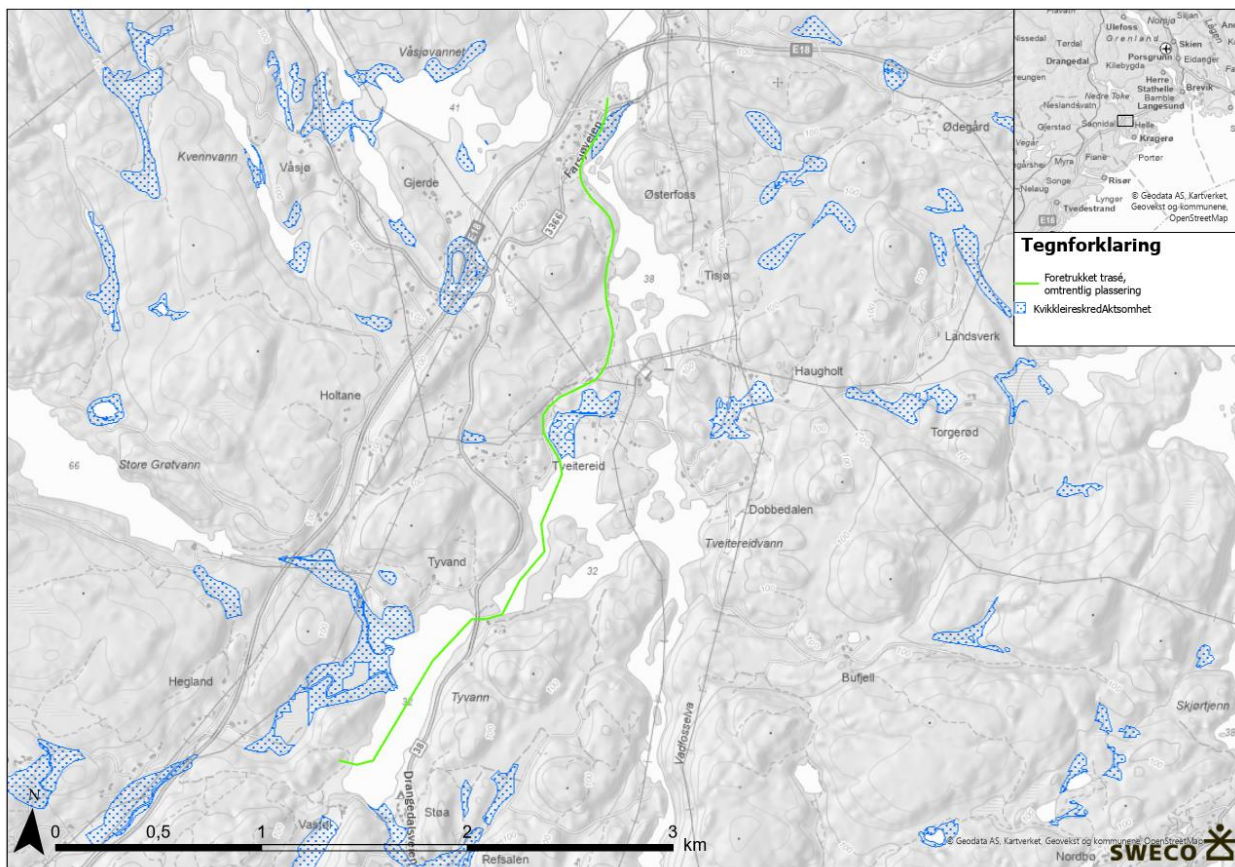
Følgende ligger til grunn for vurderingen:

- COWI AS. *Datarapport grunnundersøkelser, E18 Tvedestrand – Bamble Detaljreguleringsplan*. Dokument/rapport nr. NV38E18TB-GTK-RAP-0002, (2021).
- Sweco AS. *Befaringsnotat Kragerø reservevannledning og tomter for vannverk og pumpestasjon*. Dokument/rapport nr.10247101_N01_RIG, (2025).
- NGUs kvartærgeologiske kart og informasjon og marin grense, hentet som WMS-lag i ArcGIS.
- Aktsomhetskart og kartlagte faresoner for kvikkleireskred NVE Atlas (WMS).
- Høydedata og terrengmodeller fra Høydedata.no.

4 Utredning av områdeskredfare

4.1 Undersøk om det finnes registrerte faresoner (kvikkleiresoner) i området.

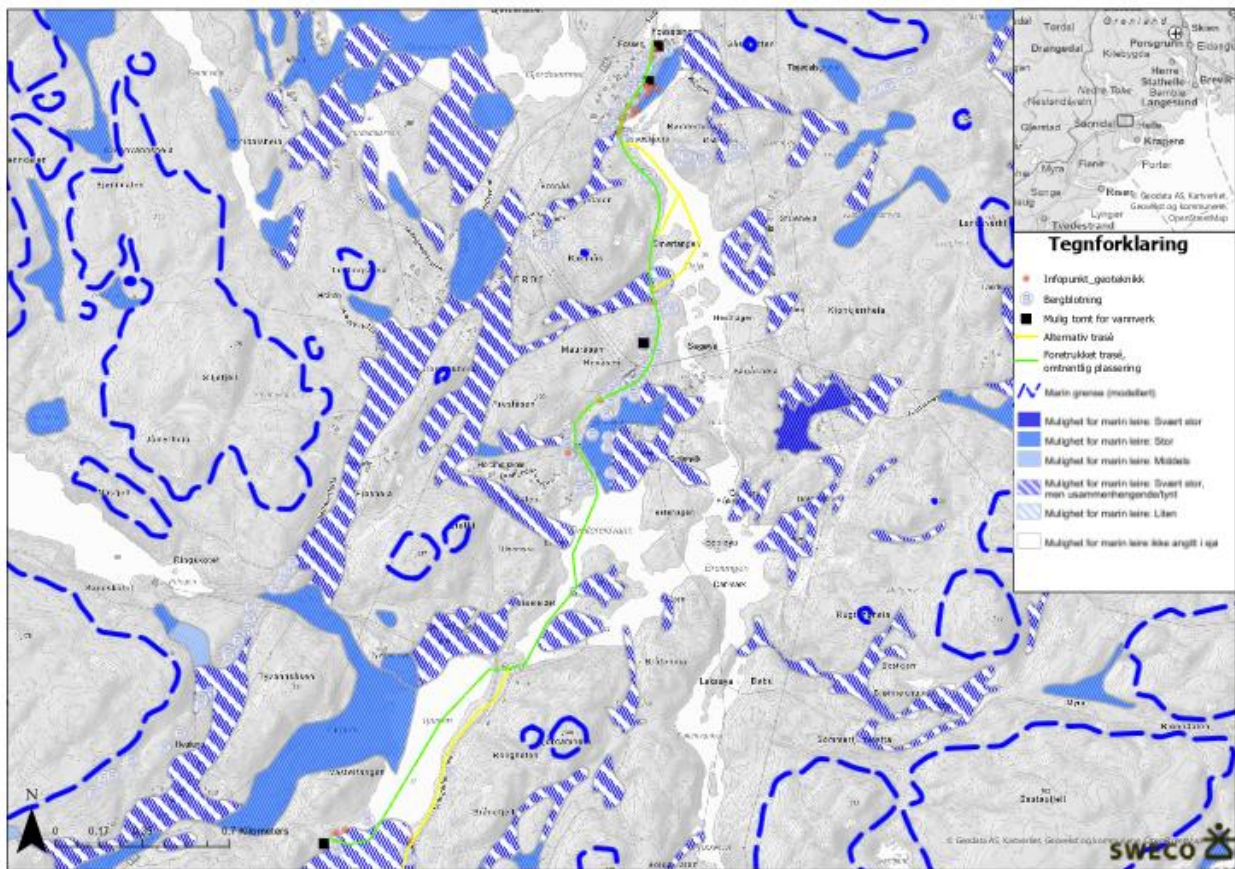
Det er ikke registrert kvikkleiresoner i området, men enkelte delområder av tiltaket ligger innenfor aktsomhetsområder for kvikkleireskred, jf. NVE Atlas, figur 3.



Figur 3 Utsnitt fra NGUs kart med marin grense og mulighet for marin leire med tiltaksområdet markert med rødt. Sjekket 03.06.2025. Kartkilde: NGUs WMS-tjenester.

4.2 Avgrens området med mulighet for marin leire

I henhold til NGUs kart med marin grense ligger tiltaksområdet ligger i sin helhet under marin grense. Stedvis med middels til stor mulighet for marin leire, og svært stor mulighet for marin leire, men usammenhengende/tynt dekke over berggrunn, se figur 4.



Figur 4 Utsnitt fra NGUs kart med marin grense og mulighet for marin leire med fortrukket trasévalg markert med grønt. Sjekket 03.06.2025. Kartkilde: NGUs WMS-tjenester.

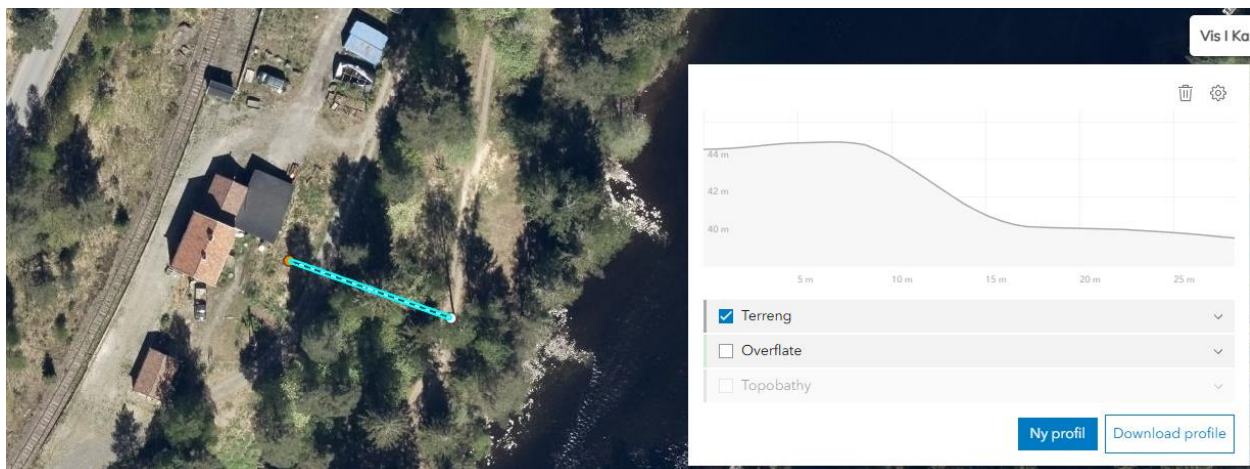
4.3 Avgrens områder med terreng som kan være utsatt for områdeskred

- Terreng som kan inngå i løseområde for et skred:
 - Total skråningshøyde (i løsmasser) over 5 meter, eller
 - Jevnt hellende terreng brattere enn 1:20 og høydeforskjell over 5 meter
 - Aktivhetsområder ligger innenfor 20 x skråningshøyden, målt fra bunn av skråning.
- Terreng som kan inngå i utløpsområdet for et skred
 - 3 x lengden til løseområdets lengde. Løseområdet er enten eksisterende faresone eller et aktivhetsområde, eller
 - Utløpssonen som allerede er kartlagt.

Herunder følger en vurdering av aktuelle områder med terreng som kan være utsatt for områdeskred:

4.3.1 Tomt for vannverk nord ved Fossetangen

Tomten ved stasjonsbygget på Farsjø ligger i aktivhetsområde med middels til stor fare for marin leire. Øst for bygget skråner terrenget ned mot en traktorveg ved elva. Skråningshøyde er hentet fra høydeprofil fra høydedata.no, og måles til ca. H = 5 meter, over en distanse på rundt 15. meter. Hvor jernbanelinjen ligger på ca. kote 44,9 og traktorvegen på kote 39,9, figur 5. Det er i tillegg vurdert plassering av vannkraftverk ved Fossetangen, men befinner seg utenfor aktivhetsområde for kvikkleireskred.



Figur 5: Høydeprofil ved Farsjø, hvor $H = 5$ meter. Hentet fra hoyedata.no 03.06.2025.

4.3.2 Trasé ved Tveitereid veien og Tveitereidvann

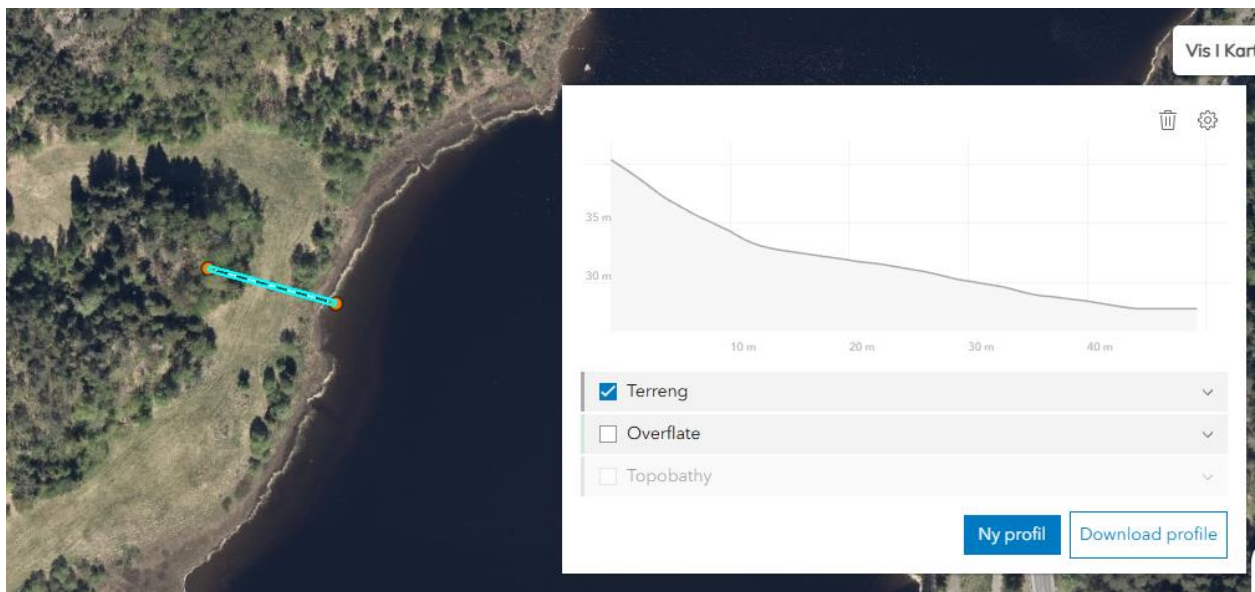
Like før Tveitereidvann er traséen planlagt å legges ned fra jernbanesporet mot Tveitereidveien. Traséen ligger i nærheten til aktsomhetssone for kvikkleireskred med stor mulighet for marin leire. Skråningshøyde er hentet fra høydeprofil fra hoyedata.no, og måles til ca. $H = 6,5$ meter, over en distanse på ca. 30 meter. Hvor jernbanelinjen ligger på ca. kote 39,3 og bilvegen på kote 32,8, figur 6.



Figur 6: Høydeprofil ved Tveitereid, hvor $H = 6,5$ meter. Hentet fra hoyedata.no 03.06.2025.

4.3.3 Landtak ved Tyvann, foretrukket trasé.

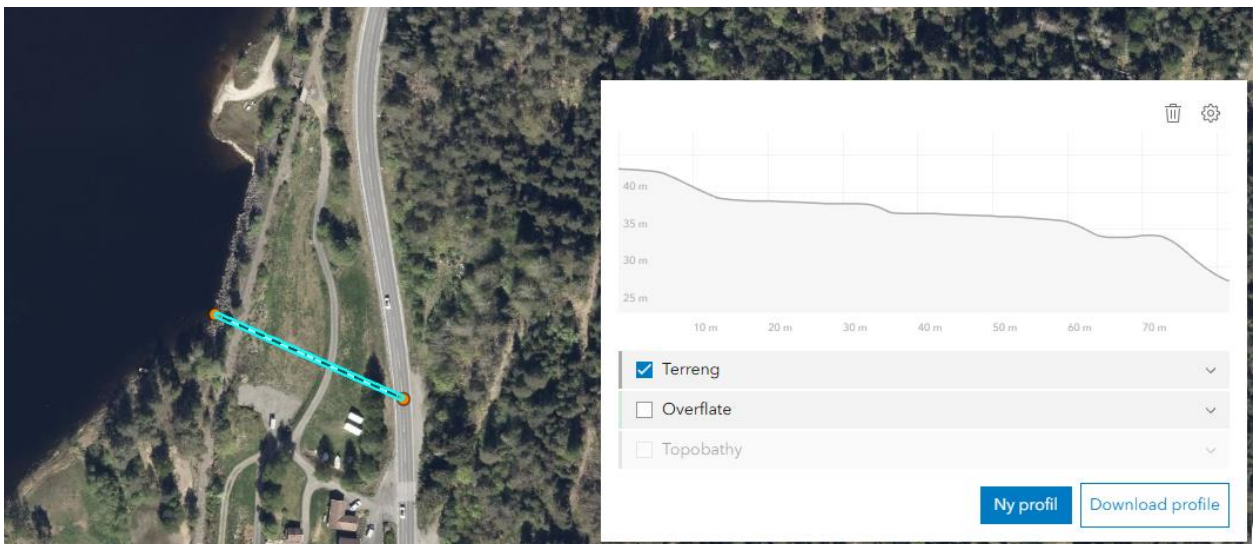
For landtak ved Tyvann i foretrukket trasé, er det en skråningshøyde på ca. $H = 5$ meter fra bergblotning til vannlinje, en distanse på ca. 40 meter. Hvor kote ved bergblotning er ca. kote 32,8 og kote ved vannlinjen er kote 27,8, figur 7.



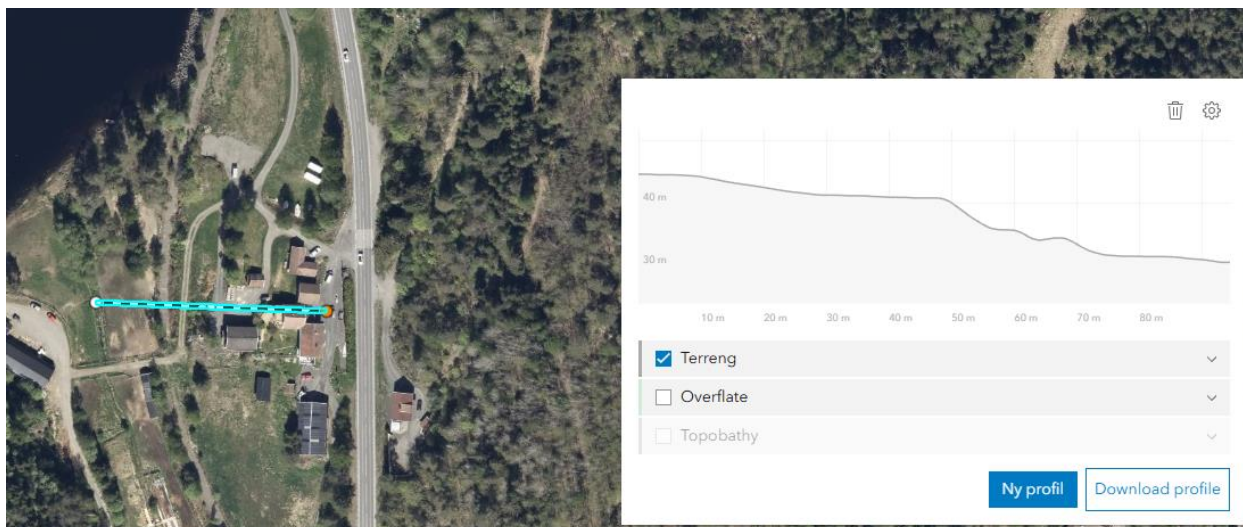
Figur 7: Høydeprofil ved Tveitereid, hvor $H = 5$ meter. Hentet fra hoyedata.no 03.06.2025.

4.3.4 Landtak ved Tyvann, alternativ trasé.

For alternativ trasé i området rundt Støa, er det iht. høydedata.no flere kritiske skråninger over forskjellige distanser. Disse kan ha variasjoner mellom $H = 6$ og 10 meter. Det er tatt ut to representative høydeprofiler over en større distanse. For disse varierer skråningshøyden mellom ca. $H = 14$ og 14,7 meter med distanse på henholdsvis 75 og 90 meter.



Figur 8: Høydeprofil ved Tyvann, hvor $H = 14,7$ meter. Hentet fra høydedata.no 03.06.2025.



Figur 9 Høydeprofil ved Tyvann, hvor H = 14 meter. Hentet fra hoydedata.no 03.06.2025

4.4 Bestem tiltakskategori

NVEs veileder 1/2019 [3] definerer fire tiltakskategorier, K1 – K4. Krav til sikkerhetsnivå, vurderinger, beregninger og kontroller avhenger av tiltakskategori og områdets faregradsklasse. Tiltaket medfører legging av ny vannledning og oppføring av tomt for vannverk og pumpestasjon.

Vannledning plasseres i **tiltakskategori K3**, etter veiledende eksempel «større VA-anlegg». **For tiltakskategori K3 stilles det krav om at faresoner som kan berøre tiltaket må avgrenses og utredes for områdeskredfare.**

Vannverk og pumpestasjon plasseres i **tiltakskategori K3**, etter veiledende eksempel «større VA-anlegg». **For tiltakskategori K3 stilles det krav om at faresoner som kan berøre tiltaket må avgrenses og utredes for områdeskredfare.**

4.5 Gjennomgang av grunnlag – identifikasjon av kritiske skråninger og mulig løснеområde.

For å identifisere eventuelle terrengpartier som kan være utsatt for områdeskred, er tilgjengelig kartgrunnlag og topografiske data gjennomgått i tråd med retningslinjene i NVE veileder 1/2019. Følgende informasjonskilder er benyttet:

- NGUs kvartærgeologiske kart (WMS-lag i ArcGIS)
- Kartlagte aktsomhetsområder fra NVE Atlas
- Høydedata og terrengmodeller fra hoydedata.no
- Befaring utført 08.05.2025 (Sweco AS)

Kritiske skråninger er vurdert etter NVE veileder 1/2019, der mulig løśnieområde defineres som $L=15H$, hvor H er skråningshøyde. For utvalgte delområder er dette beregnet og sammenstilt i Tabell 3.

Tabell 3: Tabell over mulig løśnieområder for hver lokasjon.

Lokasjon	Skråningshøyde H [m]	Løśnieområde $L = 15 \times H$ [m]	Kommentar
Farsjø	5	75	Skråning i breelvavsetning med oppfylte masser; går ned til elv. Berg i dagen øst for jernbane, men ikke ved elva.
Tveitereid	6,5	97,5	Strandavsetning og bløte områder; skråning går ned til veg, deretter flater terrenget ut mot sumpområde og vann. Berg i dagen stedvis.

Tyvann (foretrukket landtak)	14,7	220,5	Marine avsetninger <0,5 m. Berg i dagen ved landtak, men gresslette mot vann.
Tyvann (alternativ trasé)	5	75	Kombinasjon av marine og strandavsetninger. Ikke observert berg i dagen mot vannet.

Samlet viser grunnlaget at flere av skråningene har mulige løsneområder som strekker seg ned i vann eller elv. Løsmassetypene gir ikke grunnlag for å utelukke forekomst av sprøbruddmateriale uten videre undersøkelser.

4.5.1 Vurdering av behov for grunnundersøkelser

I områdene ved Farsjø, Tveitereid og Tyvann er det identifisert terreng med skråningshøyde over 5 meter og helning brattere en 1:20, i eller nær aktsomhetsområder for kvikkleireskred. I alle tre tilfeller fortsetter terrenget ut mot vann eller elv, og undervannsprofilen må derfor tas med i vurderingen av mulig løsneområde, jf. NVE Veileder 1/2019.

Kvartærgeologisk kart og feltobservasjoner tyder på at grunnforholdene i hovedsak består av berg i dagen, breelvvavsetninger, strand- og marine avsetninger med begrenset mektighet. Det er likevel ikke mulig å utelukke forekomst av sprøbruddmateriale uten supplerende grunnundersøkelser.

Det er derfor planlagt og dimensjonert for grunnundersøkelser i alle de nevnte områdene, i forbindelse med geoteknisk utredning av vannledningstrasé og aktuelle tomter.

4.6 Befaring

Befaring ble utført 08.05.2025 av geotekniker Elin Marie Peersen Ringvoll og Thone Louise Frydenlund. Det henvises til eget befaringsnotat med dokumentnr. 10247101_N01_RIG, [7].

4.7 Grunnundersøkelser

Det ble påstartet grunnundersøkelser i oktober, 2025. I første omgang ble området ved Farsjø Stasjon og Fossetangen undersøkt. Det ble ikke påvist sprøbruddsmasser, hverken ved Farsjø eller Fossetangen. Kornfordelingsanalysene indikerer grusig, sandige masser. Ved Fossetangen ble det i tillegg påvist betydelig mengde flis. Grunnundersøkelsene pågår p.d.d .

5 Geoteknisk vurdering

5.1 Områdestabilitet for vannverk

Sweco Norge AS har gjennomført en vurdering av områdestabilitet basert på tilgjengelig kartgrunnlag, høydedata og befaring 08.05.2025. Det er ikke registrert kvikkleiresoner i området, men enkelte delområder har skråninger med høydeforskjell > 5 meter og ligger i eller nær aktsomhetsområder.

Grunnforholdene består hovedsakelig av breelv-, strand- og marine avsetninger med begrenset mektighet, samt berg i dagen flere steder.

I første omgang er områdestabiliteten vurdert ved mulige plasseringer for vannverk. Mulige plasseringer er ved Fossetangen, Farsjø stasjon og Tveitereid. Ved Fossetangen og Farsjø er det ikke påvist sprøbruddmateriale. Deler av tiltent areal på Fossetangen består i tillegg av berg. Ved Tveitereid befinner alternativene seg på berg. For foreslåtte plasseringer av vannverk er det dermed ikke fare for områdeskred og disse områdene vurderes å være klarert iht. NVEs veileder 1/2019.

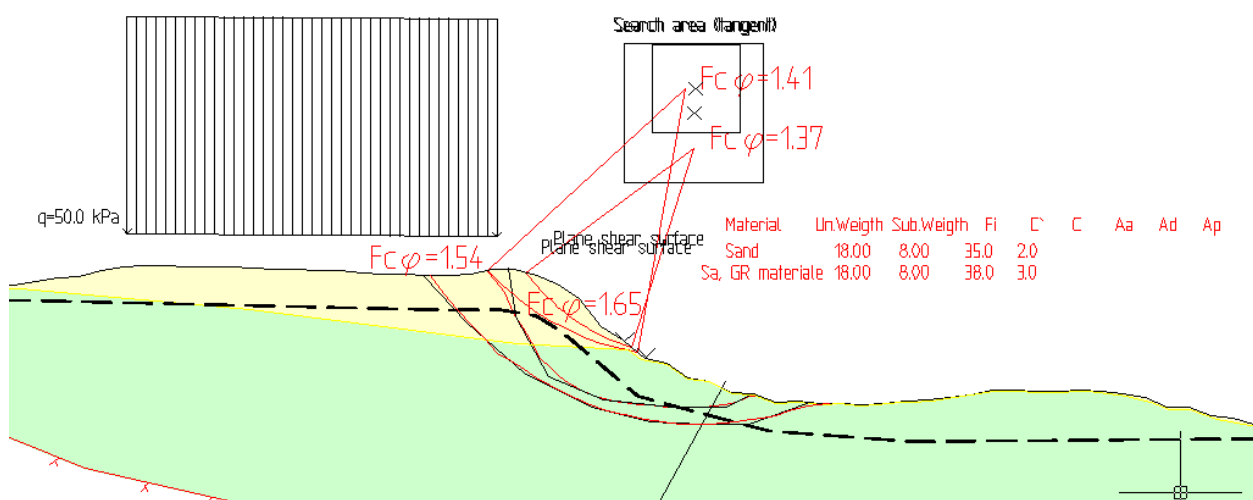
Det er vurdert at det ikke er behov for uavhengig kvalitetssikring etter NVEs veileder 1/2019 for vannverk lokasjoner, siden vi har i utredningen entydig dokumentert at tiltaket ikke kan bli berørt av områdeskred.

5.2 Geoteknisk vurdering av lokasjoner for vannverk

5.2.1 Farsjø Stasjon

Ved Farsjø stasjon er det påvist sandig, grusige masser med innslag av stein og blokker. Massene fremstår noe løsere lagret i de øverste 2-3 meterene. Derunder består massene av hard pakket sandig grusig materiale med hyppig stein/blokk forekomst. Dybde til berg er ca. mellom 5 og 14 m. Grunnvannet ble av borleder anslått til å være på 1,5 meter på plataet.

Fra stabilitetsberegninger er det vist at et simulert bygg med 50 kPa i last ikke får lavere sikkerhetsfaktor enn $F=1,37$, se figur nedenfor. Dette er betydelig større enn kravet angitt i NS-EN 1997.



Figur 10. Stabilitetsberegning med en last som simulerer ca. 4-5 etasjes bygg eller 4-5 m høy vanntank.

Overlagsberegninger anslår en bæreevne på 250-350 kPa for overlagingstykkelser på min. 0,5 m. Massene ansees ikke som setningsømfintlige, men bygget må sjekkes mot eventuelle differensielle setninger ved konsentrerte laster. Ved for store differensielle setninger må tiltakene som masseutskifting med lette masser eller fundamentering på hel plate vurderes. Vi vurderer at direktefundamentering er en gjennomførbar løsning.

5.2.2 Fossetangen

Ved Fossetangen er det steinholdige masser i de øvre 2-3 meter. Derunder er det påvist flisholdige masser ned til 6 meter. Det organiske innholdet i massene, med diameter <2mm, ligger mellom 6 og 30%. Dybde til berg er ca. 5-8 m ved boringene i området. Tiltent areal for administrasjon- og teknisk befinner seg på berg.

For de delene av planlagt areal som skal fundamenteres over løsmasser må det masseutskiftes ned til berg for å forhindre setningsskader. Bæreevne på komprimert sprengstein over berg anslås til å være ca. 500 kPa for overlagingstykkelser på min. 0,5 m. Det kan eventuelt benyttes betongplate og peler. Det anbefales å utføre supplerende grunnundersøkelser i neste fase dersom det velges å gå videre med dette alternativet, for å avdekke bergdybder ved tiltaket og beskaffenhet av løsmasser.

5.2.3 Tveitereid

Ved Tveitereid så ligger begge alternativene på berg og bæreevnen er styrt av tillatt bæreevne på berg, som er vanligvis godt over 2 MPa. Dersom det etableres en sprengsteinplate over berg, vil bæreevnen være ca 500 kPa. Ved etablering av byggegrop må det involveres ingeniørgeolog for å vurdere nødvendig bergsikring.

For det vestligste alternative ved Tveitereid befinner administrasjonsbygget seg på antatt siltig, leirige masser. Det anbefales å utføre supplerende grunnundersøkelser i neste fase dersom man velger å gå videre med dette alternativet.

6 Konklusjon

Befaring og kartgrunnlag viser i hovedsak stabile forhold med berg i dagen eller tynt løsmassedekke langs med traséen for reservevannsledning. Undersøkelser ved Fossetangen/Farsjø avdekket noe større løsmassetykkelser, men nokså harde masser uten sprøbruddsmaterialer. Det ble derimot avdekket et tykkere lag av organiske masser ved Fossetangen.

Områdestabiliteten er klarert etter NVE`s veileder 1/2019 for samtlige plasseringer av vannverk.

Tenkt plassering for bygg ved Farsjø viser tilstrekkelig stabilitet ved overslagsberegninger nær skråning. Det vil være mulig å fundamenterer byggene direkte. Ved Fossetangen er det indikert fundamentering på berg og delvis på løsmassedekke. Der hvor bygget havner på løsmassedekke må det renskes ned til berg og masseutskiftes før bygget direktefundamenteres. Det kan alternativt benyttes peler.

Ved Tveitereid ligger begge alternativene på berg. Bygget er mulig å fundamenterer direkte på berg eller på sprengsteinpute over berg. For administrasjonsbygget til det ene alternativet må det i neste fase utføres supplerende grunnundersøkelser.

7 Referanser

- [1] NVE, Veileder 1/2019 "Sikkerhet mot kvikkleireskred", 2019.
- [2] Direktoratet for byggkvalitet, *Byggteknisk forskrift (TEK17)*, 2019.
- [3] Standard Norge, *Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering. Del 1: Almenne regler. NS-EN 1997-1:2004+A1_2013+NA:2016*, 2004.
- [4] Standard Norge, *Eurokode 0: Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner. NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016*, 2016.
- [5] Direktoratet for byggkvalitet, *Byggesaksforskriften (SAK10)*, 2021.
- [6] Standard Norge, *Eurokode 8: Prosjektering av konstruksjoner for seismisk påvirkning. Del1: Allmenneregler, seismiske laster og regler for bygninger NS-EN 1998-1:2004+A1:2013+NA:2021*, 2004.
- [7] Sweco Norge AS, «Befaringsnotat Kragerø reservevannledning og tomter for vannverk og pumpestasjon.,» 2025.

8 Vedlegg

Vedlegg 1 Prosjektforutsetninger

Vedlegg 1: Prosjekteringsforutsetninger

Relevante regelverk for prosjektet

TEK17 § 7-1 - § 7-3 stiller krav til sikkerhet mot flom, stormflo og skred. For skred skal følgende mekanismer undersøkes: skred i fast fjell (fjellskred og steinsprang), i løsmasser (jordskred, flomskred og kvikkleireskred) og i snø (løssnøskred, flakskred og sørpeskred).

Gjeldende regelverk og prosjekteringsstandarder legges til grunn for den geotekniske prosjekteringen:

- 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: Allmenne regler)
- Hvis relevant: NS-EN 1993-5:2007+NA:2010 (Eurokode 3 Prosjektering av stålkonstruksjoner - Del 5: Peler og spunt)
- NS-EN 1998-1:2004+A1:2013+NA:2021 (Eurokode 8 Prosjektering av konstruksjoner for seismisk påvirkning - Del 1: Allmenne regler, seismiske laster og regler for bygninger)
- Hvis relevant: NS-EN 1998-5:2004+NA:2014 (Eurokode 8 Prosjektering av konstruksjoner for seismisk påvirkning - Del 5: Fundamenter, støttekonstruksjoner og geotekniske forhold)
- Hvis relevant: 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
- Hvis relevant: NS3458:2004 Komprimering – Krav og utførelse
- Byggteknisk forskrift (TEK 17)
- Byggesaksforskriften (SAK 10)

I tillegg, i den grad de er relevante, benyttes følgende veiledninger og håndbøker:

- Veiledning til TEK 17
- Veiledning til SAK 10
- Hvis relevant: Statens vegvesen (SVV), Håndbok N200 Vegbygging, 2024
- Hvis relevant: Statens vegvesen, Håndbok V220 Geoteknikk i vegbygging, 2025
- Hvis relevant: Statens vegvesen, Håndbok V221 Grunnforsterkning, fyllinger og skråninger, 2014
- Hvis relevant: Norsk Geoteknisk Forening (NGF), Byggegrupsveiledningen 2019
- Hvis relevant: Statens vegvesen, rapport nr. 604 Jordskjelvdessign i Statens vegvesen, 2017.
- Hvis relevant: Norges vassdrags- og energidirektorat, Veileder nr. 1-2019 Sikkerhet mot kvikkleireskred, 2020.
- Hvis relevant: RIF-veiledere

Tabell 4. Oppsummering av valgte sikkerhetsprinsipper for tiltaket.

Sikkerhetsprinsipper	Tiltaket	Referanse til regelverk
Sikkerhetsklasse flom og stormflo	1	TEK17 [2]
Geoteknisk kategori	2	Eurokode 7 [3]
Konsekvens- og pålitelighetsklasse (CC/RC)	2	Eurokode 0 [4]
Prosjekterings- og utførelseskontroll (PKK/UKK)	2	Eurokode 0 [4]
Tiltaksklasse	2	SAK10 [5]
Dimensjonerende brukstid	50?	

Sikkerhet mot naturpåkjenninger

I henhold til TEK 17 §7 skal byggverk plasseres, prosjekteres og utføres slik at det oppnås tilfredsstillende sikkerhet mot skade eller vesentlig ulempe fra naturpåkjenninger (flom, storflom og skred) [6].

Ifølge NVEs karttjenester (NVE Atlas), ligger planområdet innenfor en aktsomhetssone for flom. Det foreligger imidlertid ingen registrert flomsone. Tiltaket omfatter i hovedsak nedgravde vannledninger og tilhørende mindre installasjoner (pumpe- og vannverksanlegg) uten varig opphold for personer. På bakgrunn av dette vurderes tiltaket å tilhøre sikkerhetsklasse 1 for flom, jf. TEK17 § 7-2.

Det er identifisert to aktsomhetssoner for kvikkleireskred langs eller i nærheten til traséen, henholdsvis ved Farsjø og Tveitereid. Det er imidlertid ikke registrert faresoner (kvikkleiresoner) i området.

Konstruksjonssikkerhet

I henhold til TEK 17 § 10 vil forskriftens minstekrav til personlig og materiell sikkerhet være oppfylt dersom det benyttes metoder og utførelse etter Norsk Standard (altså Eurokoder med tilhørende nasjonale tillegg). Da det legges til grunn en prosjektering basert på Eurokodene som angitt i punkt 4.1, vil TEK 17 § 10 være ivarettatt.

Kvalitetssystem

Eurokode 0 [5] krever at ved prosjektering av konstruksjoner i pålitelighetsklasse 2, 3 og 4 skal et kvalitetssystem være tilgjengelig, og at dette systemet skal tilfredsstillende NS-EN ISO 9000-serien for konstruksjoner i pålitelighetsklasse 4. Swecos kvalitetssystem tilfredsstiller sistnevnte, og kravet er derfor ivarettatt for alle pålitelighetsklasser.

Geoteknisk kategori

Eurokode 7 stiller krav til prosjektering av geotekniske konstruksjoner. Kravene til geoteknisk prosjektering deles i tre geotekniske kategorier, 1 - 3, og geoteknisk konstruksjon klassifiseres etter geoteknisk kategori (se kapittel 2.1 i Eurokode 7 [3]).

Tiltaket omfatter både nedgravd vannledning og byggverk for vannverk og pumpestasjon. Begge tiltak vurderes å falle innenfor **geoteknisk kategori 2**, som omfatter konvensjonelle konstruksjonstyper og fundamenteringsmetoder uten unormale risikoer eller vanskelige grunnforhold. For vannledningen vises det til arbeider som *fyllinger*, *jordarbeider* og *utgravninger*. For vannverk og pumpestasjon er *såle-* og *platefundamentering* aktuelle løsninger i tråd med kategori 2, [3].

Konsekvens- og pålitelighetsklasse (CC/RC)

Eurokode 0 definerer byggverks plassering med hensyn til konsekvensklasse og pålitelighetsklasse (CC/RC). Konsekvensklasser er behandlet i standardens tillegg B i tabell B1 (informativt), mens veiledende eksempler på klassifisering av byggverk i pålitelighetsklasser er vist i nasjonalt tillegg NA (informativt), tabell NA.A1 (901) [4].

Pålitelighetsklasse er vurdert etter Tabell NA.A1(901), og begge tiltak er plassert i **konsekvens- og pålitelighetsklasse (CC/RC) 2**, som samsvarer med veiledende eksempler som *kontor- og forretningsbygg, skole, institusjoner, boligbygg og installasjoner for kritisk infrastruktur*.

Tiltaksklasse iht. Plan og Bygningsloven

I henhold til SAK 10 §9-3 og §9-4 vurderes både vannledningen og byggverkene for vannverk og pumpestasjon plassert i **tiltaksklasse 2** for fagområdet geoteknikk [5].

Prosjekterings- og utførelseskontroll

Eurokode 0 gir videre føringer til krav til omfang av prosjekteringskontroll og utførelseskontroll avhengig av pålitelighetsklasse. I henhold til tabell NA.A1(902) og NA.A1(903) i Eurokode 0 settes prosjekteringskontroll og utførelseskontroll av geotekniske arbeider til kontrollklasse **PKK2 og UKK2** [4].

Dette innebærer at det skal gjennomføres:

- egenkontroll
- intern systematisk kontroll (sidemannskontroll)
- og utvidet kontroll, hvor det bekreftes at de foregående kontrollene er dokumentert

Tiltaksklasse 2 medfører krav om uavhengig systemkontroll av geoteknisk prosjektering og utførelse. Dette dokumentet inngår som underlag i kontroll av geoteknisk prosjektering.

Dimensjonerende brukstid

Fundamentering og bærende konstruksjoner skal ha en dimensjonerende brukstid på **50 år**. Kommunen kan sette strengere krav. Dette må bestemmes i detaljprosjekteringsfasen.

Seismisk dimensjonering

Bygninger blir klassifisert i fire seismiske klasser (I – IV) avhengig av konsekvensene et sammenbrudd har. Grunntype skal velges i henhold til tabell NA.3.1 i Eurokode 8 [6]. Avstanden ned til berg i området varierer mellom 0 – 4,6 m, og massene består av tørrskorpeleire over bløtere lag av silt og leire. Etter Eurokode 8 vurderes det at planområdet ligger i **Grunntype A** med følgende beskrivelse av stratigrafisk profil: «Fjell eller fjell-liknende geologisk formasjon, medregnet høyst 5 m svakere materiale på overflaten.». **Det er antatt at mer enn 75% av konstruksjonen står på fjell og resten på masseutskiftet løsmasser og at konstruksjonen er fundamentert på såle- og platefundament.**

Tiltaket er plassert i **seismisk klasse II** ifølge Eurokode 8 (Tabell NA.4(902), etter et veiledende eksempel «Kontor, forretningsbygg og boligbygg». **Seismisk faktor $\gamma_I = 1,0$** ifølge Eurokode 8 (Tabell NA.4(901) og NA.4(902).

Spissverdien for berggrunnens akselerasjon for Kristiansand er $a_{gR} = 0,35 \text{ m/s}^2$ (Tabell NA.3.2(905)).

Grunnens dimensjonerende akselerasjon er:

$$a_g \cdot S = \gamma_I \cdot a_{gR} \cdot S = 1,0 \cdot 0,35 \cdot 1,0 \text{ m/s}^2 = 0,35 \text{ m/s}^2$$

Grunnens dimensjonerende akselerasjon er mindre enn utelatelseskriteriet for lav seismisitet $a_g \cdot S \leq 0,50 \text{ m/s}^2$. **Det stilles derfor ikke krav om dimensjonering for jordskjelv.**

Vedlegg 2: Oversiktskart med kartlagt berg i dagen.

Kartkilde: NGUs WMS-tjenester

