

Rapport 10250481 RIG_R02_A00

Geotekniske vurderingsrapport



| | |
|------------------------|---|
| Sweco Norge AS | Organisasjonsnr. 967032271 |
| Prosjekt | Tokkevegen, Skien |
| Prosjektnummer | 10250481 |
| Kunde | Skien Kommune, vann- og avløpsetaten |
| Dato | 23.01.2026 |
| Dokumentnummer: | RIG_R02 |
| Rev.: | 00 |

Revisjonshistorikk

| Rev | Dato | Beskrivelse av endringen | Utarbeidet av | Kontrollert av |
|-----|------------|--------------------------|---------------|----------------|
| A00 | 23.01.2026 | Første utgave | NO1G4F | NO1G4T |
| | | | | |
| | | | | |

Sammendrag

Sweco Norge AS er engasjert av Skien kommune for å utføre en geoteknisk vurdering i forbindelse med etablering av nye vann- og spillvannsledninger i grøfter langs Tokkevegen og Thor Bunkholts veg i Skien kommune. Denne vurderingsrapporten tar for seg gjeldende regelverk og forskrifter, redegjørelse av grunnforhold, geotekniske kategorier og klasser samt en innledende vurdering av geotekniske problemstillinger og eventuelle spesielle utfordringer.

Grunnundersøkelsen innenfor tiltaksområdet indikerer at grunnforholdene består hovedsakelig av silt og sand. Sprøbruddmaterialer ble avdekket i nærheten, men ikke på tiltaksområdet. Tiltaksområdet ligger ikke innenfor en mulig fareområdet med tanke på områdestabilitet.

Det anbefales å bruke grøftekasser for å sikre på tilfredsstillende lokalstabilitet. Arbeidet må utføres seksjonsvis, og ulike områder kan ha forskjellige krav. Det er behov for detaljprosjektering for å opprettholde tilgjengelighet i området under anleggsfasen, sikre sikkerheten og unngå skade på nærliggende bygninger, konstruksjoner, kabler og annen infrastruktur. Det må også vurderes utgraving, mellomlagring og gjenbruk av stedlige masser, overvåkning av vann og setninger, samt håndtering av støy, støv og vibrasjoner.

Rapporteringsstatus

- ☒ Endelig
- ☐ Oversendelse for kommentar
- ☐ Utkast

| | |
|---|---------------------------------------|
| Utarbeidet av: Richard Turner | Sign.: |
| Kontrollert av: Andrews Omari | Sign.: |
| Prosjektleder: Richard Turner | Prosjekteier: Skien Kommune |

Innholdsfortegnelse

| | |
|---|----|
| Sammendrag | 2 |
| Rapporteringsstatus..... | 2 |
| 1 Innledning | 4 |
| 1.1 Bakgrunn | 4 |
| 1.2 Planlagt tiltak | 5 |
| 2 Grunnlag | 5 |
| 2.1 Grunnundersøkelser | 8 |
| 2.1.1 Tidligere grunnundersøkelser | 8 |
| 2.1.2 Utførte grunnundersøkelser | 10 |
| 2.2 Terreng og grunnforhold | 10 |
| 3 Geoteknisk prosjekteringsforutsetninger | 11 |
| 3.1 Regelverk og standard | 11 |
| 3.2 Geoteknisk kategori | 12 |
| 3.3 Konsekvens-/pålitelighetsklasse (CC/RC) | 12 |
| 3.4 Krav til kontroll..... | 12 |
| 3.5 Tiltaksklasse i henhold til Plan- og Bygningsloven | 12 |
| 3.6 Kvalitetssystem | 12 |
| 3.7 TEK 17 § 7, Sikkerhet mot naturpåkjenninger | 13 |
| 3.8 TEK 17 § 10, Konstruksjonssikkerhet | 13 |
| 3.9 Seismisk grunntype | 13 |
| 4 Områdestabilitetsvurdering | 14 |
| 4.1 Steg 1-3: Aktsomhetsområde for kvikkleireskred..... | 14 |
| 4.2 Steg 4: Tiltakskategori..... | 14 |
| 4.3 Steg 5: Gjennomgang av grunnlag - identifikasjon av kritiske skråninger og mulig løseområde | 15 |
| 4.4 Steg 6 og 7: Befaring og grunnundersøkelser | 15 |
| 4.5 Konklusjon..... | 15 |
| 5 Geotekniske problemstillinger | 15 |
| 5.1 Gjenbruk av løsmasser | 15 |
| 5.2 Lokalstabilitet..... | 16 |
| 5.2.1 Grøftkasser | 16 |
| 5.2.2 Laster og geotekniske parametere | 16 |
| 5.2.3 Jordtrykk | 17 |
| 5.2.4 Generelt | 17 |
| 5.3 Drenering/vannhåndtering..... | 17 |
| 5.4 Setninger | 18 |
| 5.5 Frost/telesikre..... | 18 |
| 5.6 Bærekraft..... | 18 |
| 5.7 Kabler og infrastruktur | 18 |
| 6 Konklusjon og detaljprosjektering..... | 18 |
| 7 Referanser..... | 19 |

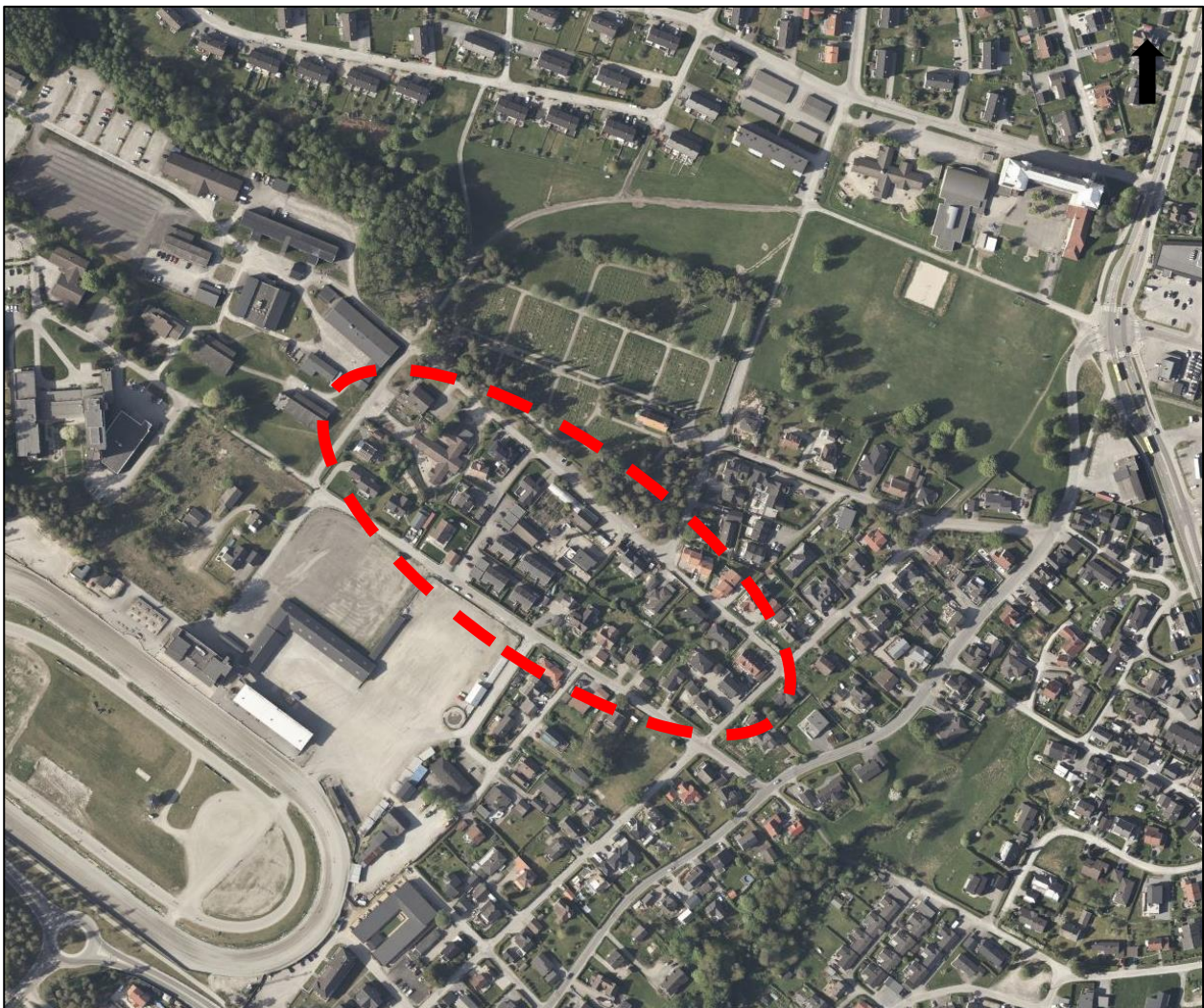
1 Innledning

1.1 Bakgrunn

Sweco Norge AS er engasjert av Skien kommune som rådgivende ingeniør innenfor fagfeltet geoteknikk. Det er ønsket en geoteknisk vurdering i forbindelse med etablering av nye vann- og spillvannsledninger i grøfter langs Tokkevegen og Thor Bunkholts veg i Skien kommune, se Figur 1.1.

Denne vurderingsrapporten tar for seg gjeldende regelverk og forskrifter, redegjørelse av grunnforhold, geotekniske kategorier og klasser samt en innledende vurdering av geotekniske problemstillinger, eventuelle spesielle utfordringer og forslag til løsninger som kan ha betydning for videre detaljprosjektering.

I tillegg til denne rapporten er det utarbeidet en datarapport som oppsummerer resultatene fra den tilhørende geotekniske grunnundersøkelsen som ble utført i november 2025, ref. [1].



Figur 1.1: Oversiktskart over tiltaksområde (rød markering) og omgivelsene rundt, ref. [2]

1.2 Planlagt tiltak

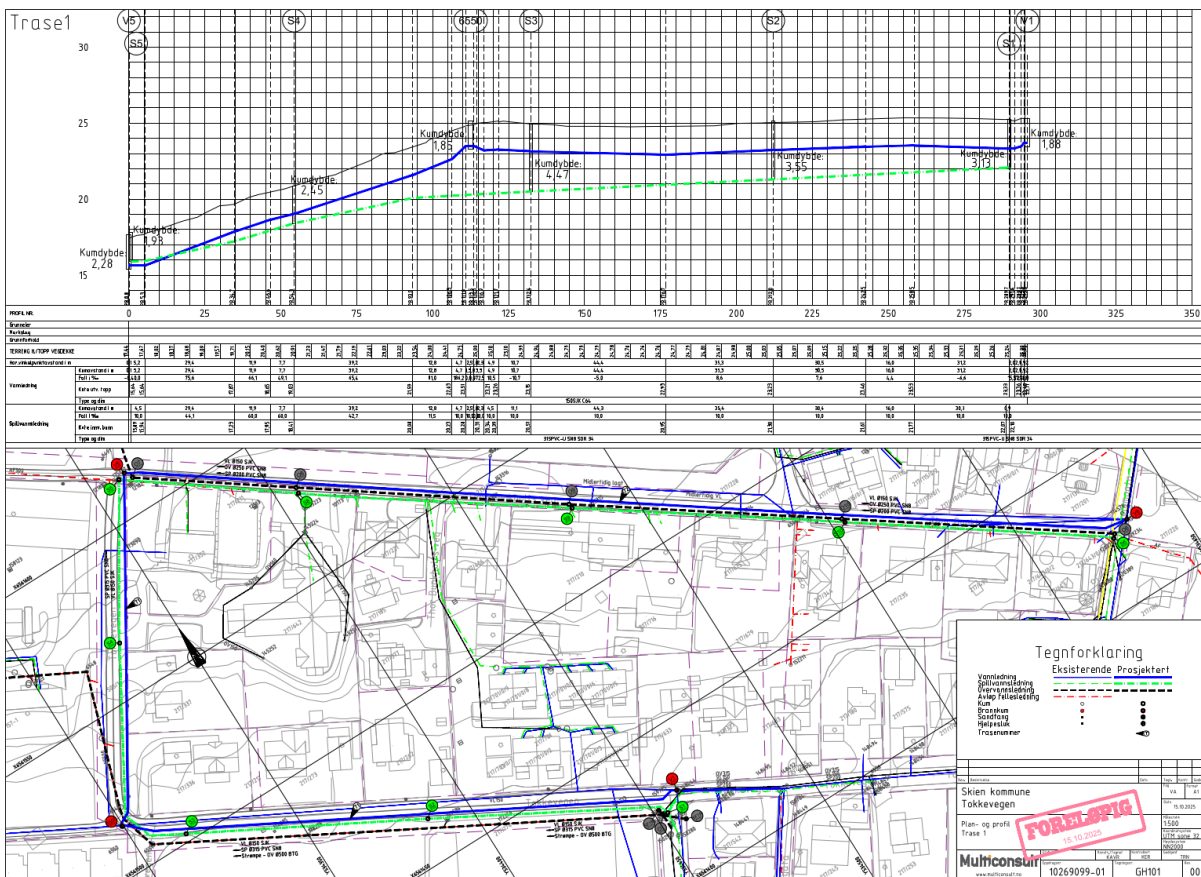
Prosjektet innebærer etablering av nye vann- og spillvannsledninger i grøfter med dybder mellom 2 og 5 meter. Tiltaksområdet strekker seg ca. 650 meter langs Tokkevegen 6-20 og Thor Bunkholts veg 1-27 i Skien kommune.

Målet med oppgaven er å sikre stabilitet, setninger og bæreevne av grunnforholdene for å støtte oppføring av infrastrukturelle forbedringer. Prosjektet er i en innledende fase hvor det primært fokuseres på innledende vurdering av eventuelle utfordringer. Denne rapporten inneholder derfor geoteknisk tolkning og forslag til grunnparametere, samt vurdering av områdestabilitet og geotekniske problemstillinger.

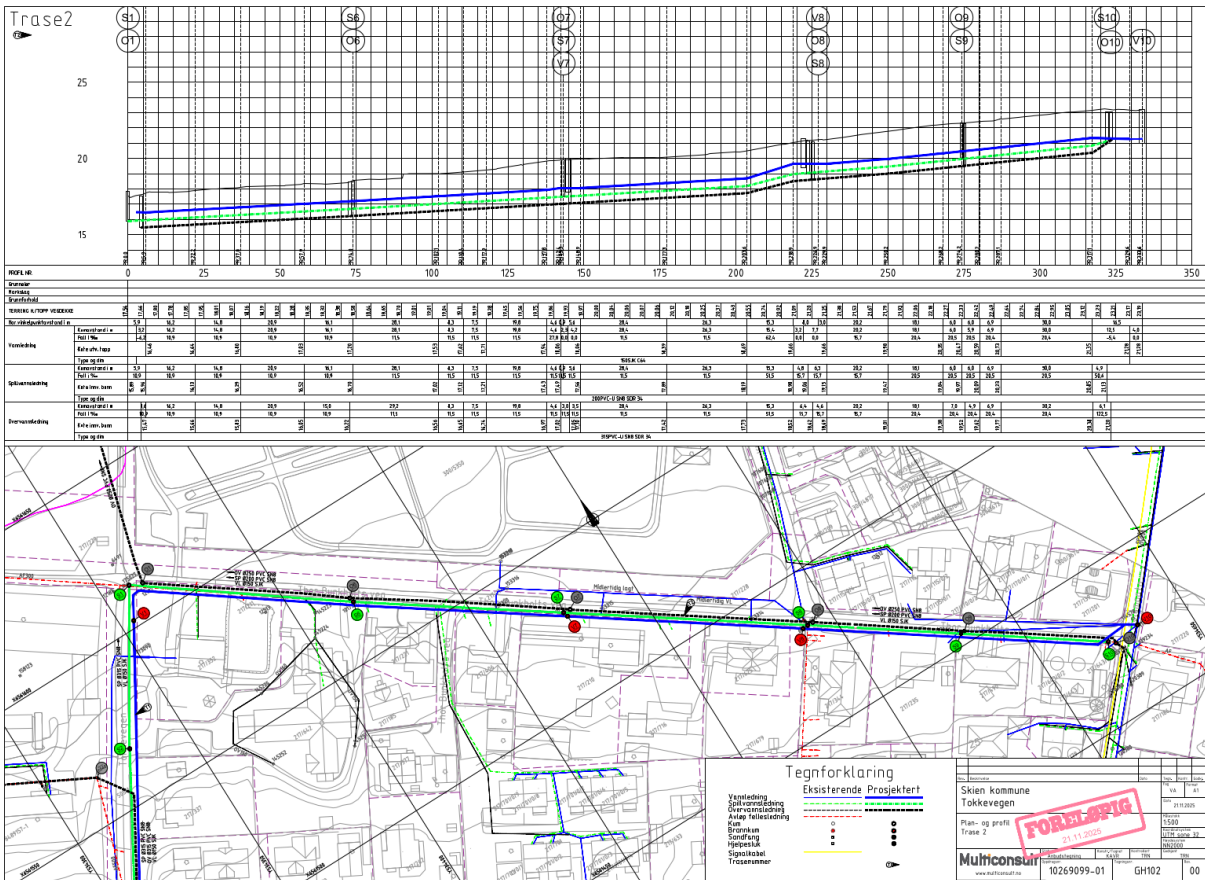
Det vil være behov for geoteknisk detaljprosjektering i en senere fase som inkluderer beregninger og arbeidstegninger for flere ulike seksjoner langs tiltaksområdet, samt en kontrollplan for utførelsen. Det benyttes en entreprisform basert på NS 8402 standard for rådgivning og prosjektering.

2 Grunnlag

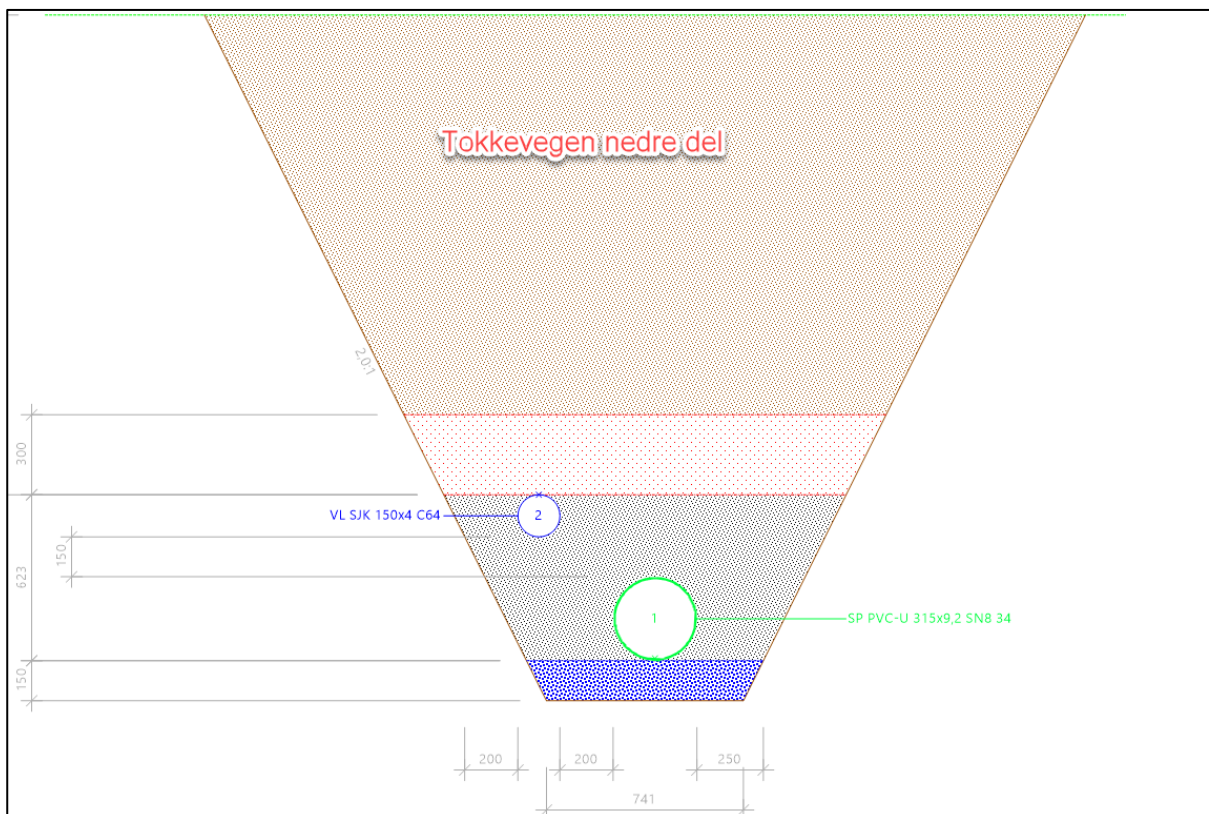
Prosjektet for etablering av VA-traseen langs Tokkevegen og Thor Bunkholts veg i Skien kommune bygger på flere grunnlag. Multiconsult har utarbeidet flere planer og profiltegninger på vegne av Skien kommune, som vist i utklippene i Figur 2.1 - Figur 2.3. De foreløpige tegningene viser at grøftedybden varierer mellom 2 og 5 meter og bredden av grøftebunnen er i det minste mellom 0,74 og 1,25 meter.



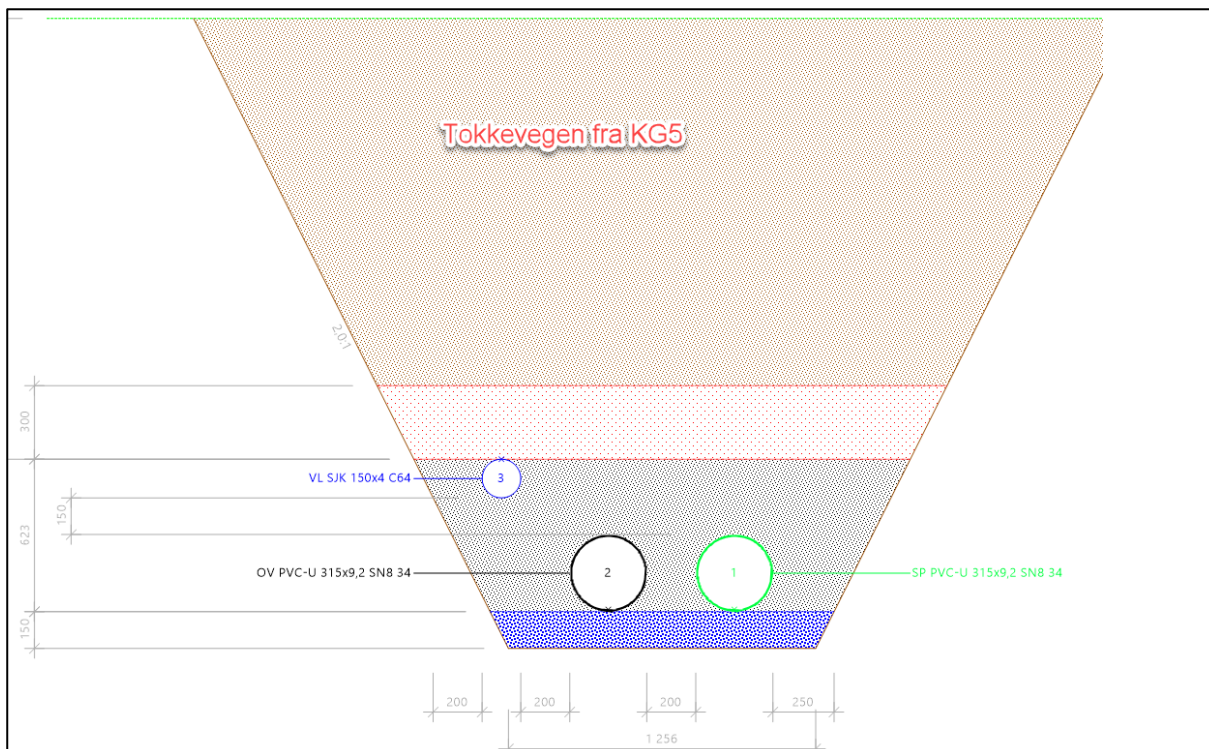
Figur 2.1: Trase 1 - situasjonskart og profil (Tokkevegen) langs planlagte grøfter, tegninger utarbeidet av Multiconsult og tilsendt fra Skien kommune.



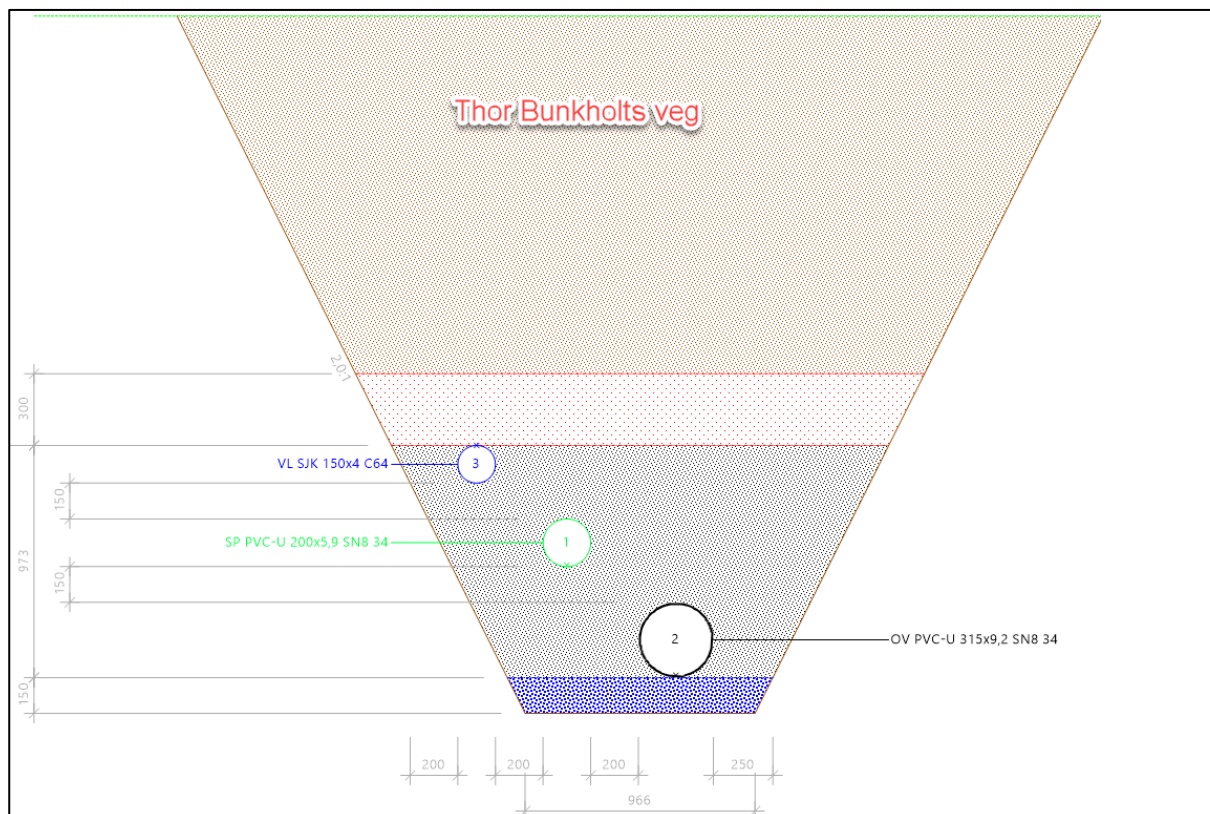
Figur 2.2: Trase 2 - situasjonskart og profil (Thor Bunkholts veg) langs planlagte grøfter, tegninger utarbeidet av Multiconsult og tilsendt fra Skien kommune.



Figur 2.3: Profil gjennom den planlagte grøften på Tokkevegen sørøst-delen, utarbeidet av Multiconsult, tilsendt fra Skien kommune.



Figur 2.4: Profil gjennom den planlagte grøften på Tokkevegen nordvest-delen, utarbeidet av Multiconsult, tilsendt fra Skien kommune.



Figur 2.5: Profil gjennom den planlagte grøften på Thor Bunkholts veg sørøst-delen, utarbeidet av Multiconsult, tilsendt fra Skien kommune.

2.1 Grunnundersøkelser

For å lage en tilstrekkelig oversikt over grunnen og terrenget for geoteknisk prosjektering, har tidligere grunnundersøkelser i og omkring tiltaksområdet ble vurdert som er oppsummert i kap. 2.1.1. I tillegg ble det utført en geoteknisk grunnundersøkelse tilhørende til dette tiltaket i november 2025 som er oppsummert i kap. 2.1.2.

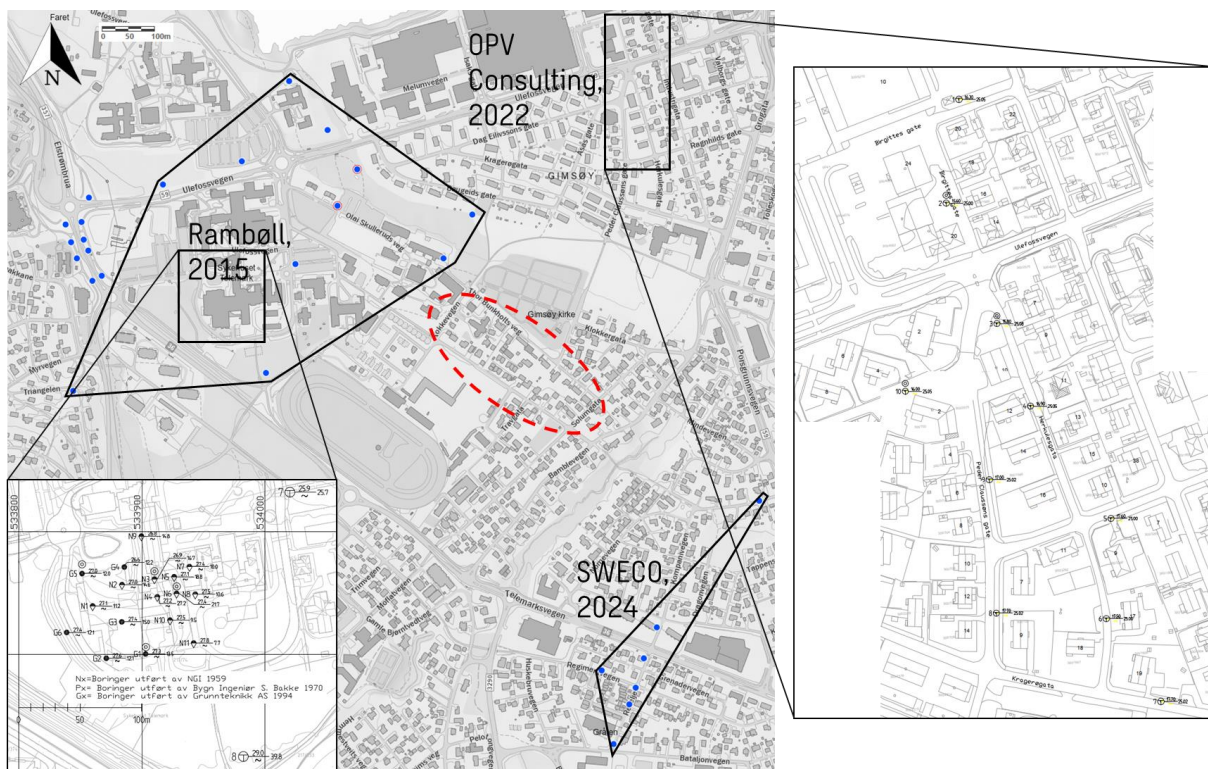
2.1.1 Tidligere grunnundersøkelser

De tidligere undersøkelsene omfatter både historiske og nyere data og består av feltsonderinger, prøvetaking og laboratorieanalyser utført av ulike fagmiljøer over flere år i nærheten av tiltaksområdet. Ingen av undersøkelsene var innenfor tiltaksområdet for dette prosjektet. Datagrunnlaget gir en samlet beskrivelse av løsmassene, grunnvannsforhold og eventuelle forekomster av sprøbruddmateriale. Resultatene fra de gjennomførte undersøkelsene er oppsummert i etterfølgende avsnitt og presentert i Tabell 2.1, plassering er vist i figur 2.6.

Tabell 2.1: Oversikt over tidligere grunnundersøkelser

| Beskrivelse | Dokument nr. | Dato | Utarbeidet av | Område |
|--|----------------------|------------|----------------|---|
| Geoteknisk datarapport - VA anlegg Skien | 10241476-RIG_R01-A01 | 15.03.2024 | Sweco Norge AS | Regimentvegen / Nomevegen - VA anlegg - Skien |

| Beskrivelse | Dokument nr. | Dato | Utarbeidet av | Område |
|---|------------------------------|------------|--|--|
| Datarapport Herkulesgata - geotekniske undersøkelser | 22012003 | 27.09.2022 | Verkís / OPV Consulting, GeoStrøm AS | Gimsøy / Herkulesgata - VA- prosjekt |
| Grunnundersøkelser - Sykehuset Telemark | 1350009812, Rapport nr. 1 | 01.07.2015 | Rambøll Norge AS | Sykehuset Telemark - Skien |



Figur 2.6: Oversikt over utførte grunnundersøkelser rundt tiltaksområdet (som er markert i rødt).

Sweco Norge AS – VA anlegg Skien (2024)

Sweco Norge AS utførte i mars 2024 geotekniske grunnundersøkelser for Skien kommune, ref. [3], i forbindelse med planlagt VA-anlegg. Undersøkelsene omfattet totalsonderinger, CPTU-sonderinger, opptak av pose- og sylinderprøver, samt installasjon av hydrauliske poretrykksmålere. Løsmassene i området består hovedsakelig av leire, silt og sand, med enkelte partier av mer siltige masser. Det ble ikke avdekket sprøbruddmateriale i noen av punktene, og bergoverflaten ble ikke påvist innen sonderingsdybden, som var rundt 25 meter. Grunnvannstanden ble ikke avlest under grunnundersøkelsen.

OPV Consulting – Herkulesgata VA (2022)

OPV Consulting gjennomførte i perioden juni til august 2022 omfattende geotekniske undersøkelser langs Birgittes gate, Peder Claussøns gate, Dag Eilivssons gate og Herkulesgata, ref. [4], i forbindelse med planlagt VA-anlegg. Feltarbeidet bestod av totalsonderinger, CPTU-sonderinger og opptak av poseprøver. Området ligger i elveavsetninger dominert av sand, grus og stein, men sonderingene viste også forekomster av siltig leire, sand og siltig sand. Det ble lokalt påvist kvikkleire eller sprøbruddmateriale, blant annet i borepunkt 2 på 16–17 meters dyp og i borepunkt 3 på 2–3 og 14–15 meter, som ligger i norddelen

av tiltaksområdet. Grunnvannstanden ble målt til omtrent 8 til 11 meter under terreng (kote +5,1 til +8,2 moh). Berg ble ikke påtruffet innen 25 meters dybde.

Rambøll Norge AS – Sykehuset Telemark (2015)

Rambøll Norge AS utførte i juni 2015 geotekniske grunnundersøkelser for Sykehuset Telemark, ref. [6], i forbindelse med kvikkleireutredning i området som ble bedt om av NVE som en del av en ny reguleringsplan for tomten. Undersøkelsene bestod av totalsonderinger, CPTU-sonderinger, opptak av poseprøver og sylinderprøver, samt installasjon av hydrauliske piezometere. Det ble ikke påvist berg innen 20–40 meters dybde, og området har betydelig mektighet av løsmasser dominert av silt, sand og leire, med lokalt innslag av torv nær overflaten. Flere av leirelagene ble klassifisert som sprøbruddmateriale mellom 7,5 og 12,5 meter under terreng, basert på laboratorieforsøk og sonderingsdata. Borpunktene ble påvist sprøbruddmateriale er vist i blått og rødt i figur 2.4. Poretrykksmålingene indikerte svakt poreovertrykk på større dyp.

2.1.2 Utførte grunnundersøkelser

Romerike Grunnboring AS har, i samarbeid med Sweco, utført geotekniske grunnundersøkelser i det aktuelle tiltaksområdet i november 2025. Det ble gjennomført totalt 13 stk. totalsonderinger, 3 stk. trykksunderinger, samt opptak av poseprøver og sylinderprøver, pluss installasjon av 3 stk. hydrauliske piezometere. Grunnundersøkelsen ble oppsummert på egen datarapport, ref. [1].

Tre av de borpunktene (SW-05, SW-06 og SW-13) ligger utenfor tiltaksområdet. Undersøkelsene i SW-05 og SW-06 ble utført etter ønske fra prosjekteier i forbindelse med en mulig fremtidig forlengelse av prosjektet. SW-13 ble utført for å vurdere grunnforholdene i bunnen av en kritisk skråning med hensyn til områdestabiliteten.

Totalsonderingene ble utført ned til mellom ca. 15 og 20 meter under terreng uten at berg ble påtruffet og avdekker forhold som hovedsakelig består av masser med middels til stor sonderingsmotstand.

Resultatene fra laboratorieundersøkelser utført av Romerike Geolab AS viser at grunnforholdene består hovedsakelig av silt og sand. Ingen sprøbruddmaterialer ble avdekket på tiltaksområdet, kun i borpunkt SW-06 mellom 13,1 og 15,5 meter, beskrevet som sandig silt, leirig silt og sandig siltig leire som ligger uten tiltaksområdet.

Grunnforholdene i tiltaksområdet er kartlagt i flere borpunkter og viser at løsmassene består hovedsakelig av siltig sand og sandig leirig silt og overgang til sand i dypere nivåer. Laboratorieundersøkelsene viser vanninnhold mellom 16-24%, med bare et punkt med 6% vanninnhold. Resultatene viser varierende telefarlighet i massene, med påviste telefarlighetsklasser T1, T2 og T4, avhengig av jordart og dybde.

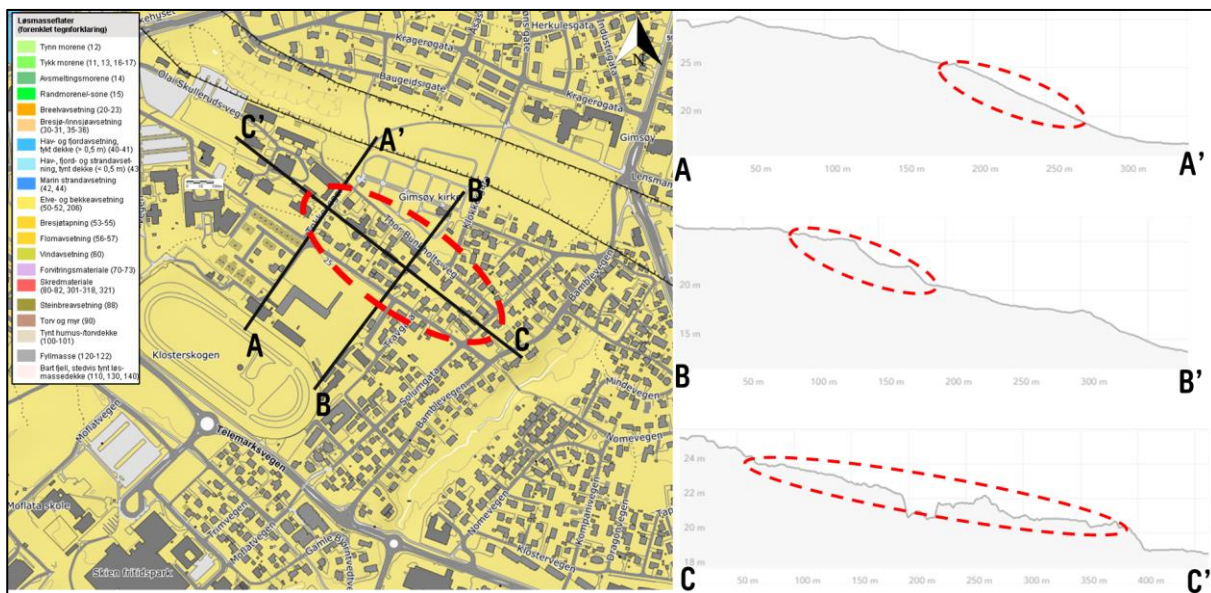
Grunnvannstanden ble avlest i borpunktene SW-03 og SW-10 mellom 2,18 og 3,46 meter under terreng (kote +15,16 til +22,91).

2.2 Terreng og grunnforhold

Tiltaksområdet er et boligområde langs Tokkevegen og Thor Bunkholts veg i Skien. Figur 2.7 viser kvartærgeologisk kart fra NGU sin løsmassedatabase, ref. [7] og høydeprofiler, ref. [8].

Terrengen varierer mellom kote +16 og +26 og i større skala svakt hellende ned mot nordøst og sørøst. Snitt og profil AA' viser terreng som skråner ned mot nordøst (helning > 1:20) samt snitt og profil BB' ned mot vest (helning > 1:20). I vest-øst-retningen, snitt og profil CC', er helningen også større enn 1:20.

Det er kartlagt elve- og bekkeavsetning (fluvial avsetning) på og rundt tiltaksområdet. Som nevnt tidligere, er grunnforholdene kartlagt som faste masser av fyllmasser, i de øverste lagene, underlagret av sand og siltig sand i de øvre naturlige lagene, med overgang til siltig leire og leirige masser i større dybder. Ifølge Berggrunnsdatabasen, ref. [9], består hovedbergarten av leirskifer, og bergartsenhetene inkluderer alunskifer, sandstein og konglomerat.



Figur 2.7: Kartutsnitt fra NGU løsmassedatabase, ref. [7] samt høydeprofiler fra Høydedata, ref. [8]. Tiltaksområde er markert i rødt. NB: kraftig forsterket høydeskala.

Tiltaksområdet befinner seg i aktsomhetsområde for kvikkleire og under marin grense og må derfor vurderes for skredfare i henhold til krav i TEK17 §7-3 Sikkerhet mot skred. Vurdering utredes i kap. 4 i henhold til NVE veileder 1/2019, ref. [10].

3 Geoteknisk prosjekteringsforutsetninger

3.1 Regelverk og standard

- 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:2025 (Eurokode 7 Geoteknisk prosjektering - Del 1: Allmenne regler)
- 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)
- NS-EN 1998-5:2004+NA:2014 (Eurokode 8 Prosjektering av konstruksjoner for seismisk påvirkning - Del 5: Fundamenter, støttekonstruksjoner og geotekniske forhold)
- Byggeteknisk 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
- Statens vegvesen (SVV), Vegnormal N200 Vegbygging, 2024
- Statens vegvesen, Veiledning V220 Geoteknikk i vegbygging, 2025
- Statens vegvesen, Håndbok V221 Grunnforsterkning, fyllinger og skråninger, 2014
- Norsk Geoteknisk Forening (NGF), Byggegrupsveiledningen 2019
- Norges vassdrags- og energidirektorat, Veileder nr. 1-2019 Sikkerhet mot kvikkleireskred, 2020.

3.2 Geoteknisk kategori

NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2020 stiller krav til prosjektering ut fra tre ulike geotekniske kategorier. Valg av kategori gjøres ut fra standardens punkt 2.1 "Krav til prosjektering".

Eurokode 7-1 stiller krav til omfanget av prosjektering basert på geoteknisk kategori, bestemt ut fra standardens punkt 2.1. Dette tiltaket faller under geoteknisk kategori 2.

I dette prosjektet er geoteknisk kategori satt til 2 fordi det er ingen risiko for områdestabiliteten, grunnforholdene er kjent, og utgravingen er til en moderat dybde (2-5 meter).

3.3 Konsekvens-/pålitelighetsklasse (CC/RC)

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

Tiltaket gjelder etablering av nye vann- og spillvannsledninger i grøfter med dybder 2–5 m, hvor konsekvensene ved svikt vurderes som begrensede. Konsekvensene ved lokal svikt vurderes som begrensede og i hovedsak knyttet til setningsskader, mulig grøftkollaps under utførelse og driftsforstyrrelser. Tiltaket innebærer ikke konstruksjoner med stor samfunnsmessig betydning eller omfattende fare for tap av liv ved brudd.

Grunnundersøkelsene viser løsmasser uten sprøbruddmaterialer. Laboratorieprøver viser at løsmassene består av sand og siltig sand i øvre lag, underlaget av siltig leire og leirige masser i tiltaksområdet. Berg ble ikke påtruffet. Grunnforholdene vurderes som oversiktlige, med lav risiko og moderate usikkerheter. For geoteknisk prosjektering av prosjektet velges følgende konsekvens-/pålitelighetsklasse CC/RC 2.

3.4 Krav til kontroll

NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016 gir føringer for krav til omfang av prosjekteringskontroll og utførelseskontroll avhengig av pålitelighetsklasse. Dette innebærer i henhold til tabell NA.A1 (902) og NA.A1 (903) at det for prosjekterings- og utførelseskontroll av geotekniske arbeider kan forutsettes en prosjekteringskontrollklasse PKK2 og en utførelseskontrollklasse UKK2 for grøftarbeidene.

3.5 Tiltaksklasse i henhold til Plan- og Bygningsloven

SAK10 §9-3 stiller krav om at tiltak skal inndeles i tiltaksklasser basert på kompleksitet, vanskelighetsgrad og mulige konsekvenser ved feil og mangler. Tiltaket, som inkluderer konvensjonell grøftegraving og eventuell sprengning av grøft inntil 5 meters dybde, settes til tiltaksklasse 2.

Tiltaksklasse 2 omfatter, uavhengig av funksjon og fagområde, tiltak eller oppgaver av:

- Liten kompleksitet og vanskelighetsgrad, der mangler eller feil fører til middels til store konsekvenser for helse, miljø og sikkerhet.
- Middels kompleksitet og vanskelighetsgrad, men der mangler eller feil kan føre til små til middels konsekvenser for helse, miljø og sikkerhet.

Behov for uavhengig kontroll skal vurderes på detaljprosjektering. Det vurderes at det ikke er behov for uavhengig kontroll i henhold til SAK og utvidet kontroll i henhold til Eurokode 0 på dette stadiet.

3.6 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 tilfredsstillende NS-EN ISO 9000-serien for konstruksjoner i pålitelighetsklasse 4. Swecos kvalitetssystem tilfredsstiller sistnevnte, og kravet er derfor ivarettatt for alle pålitelighetsklasser.

3.7 TEK 17 § 7, 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, stormflo og skred).

Flom og stormflo

TEK17 § 7-2 angir krav til sikkerhet mot flom og stormflo. Flom omfatter oversvømmelser som følge av økt vannføring eller oppdemming i elver, bekker og vann, mens stormflo gjelder forhøyede vannstander langs kysten.

Tiltaksområdet ligger ikke nær kyst eller lavtliggende marint område, og det foreligger derfor ingen risiko for stormflo.

Ifølge NVE Atlas, ref. [11], er det ingen kartlagte faresoner for flom innenfor tiltaksområdet, men utgravingen vil foregå i store deler innenfor aktsomhetsområde for flom. Det er normalt tilstrekkelig å opplyse at tiltaket ligger innenfor et aktsomhetsområde for flom, så lenge tiltaket ikke er spesielt sårbart, og konsekvensene ved en flomhendelse vurderes som begrensede. For tiltak som kun innebærer midlertidige inngrep, som grøftarbeid for VA-ledninger, og hvor håndtering ved flom i praksis betyr midlertidig stans i arbeidet, er det normalt ikke behov for ytterligere flomfaglig utredning utover å beskrive forholdet i prosjekteringen.

Skred i bratt terreng

TEK17 § 7-3 angir krav til sikkerhet mot skred i bratt terreng, inkludert skred i fast fjell, løsmasser og snø.

NVE Atlas og kartlagt «Skred i bratt terreng», ref. [11], viser ingen registrerte aktsomhetsområder eller utredede faresoner for steinsprang, steinskred, jordskred, flomskred, snøskred eller sørpeskred innenfor tiltaksområdet.

3.8 TEK 17 § 10, Konstruksjonssikkerhet

TEK 17 § 10.2 angir at:

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

Veiledningen til TEK 17 angir videre at:

Kravene i forskriften er oppfylt dersom metoder og utførelse følger Norsk Standard. En korrekt bruk av prosjekteringsstandardene gir samlet det sikkerhetsnivået som forskriften krever.

Da det legges til grunn en prosjektering basert på Eurokodene (NS-EN), som angitt i punkt 2.1, vil TEK 17 § 10 være ivarettatt.

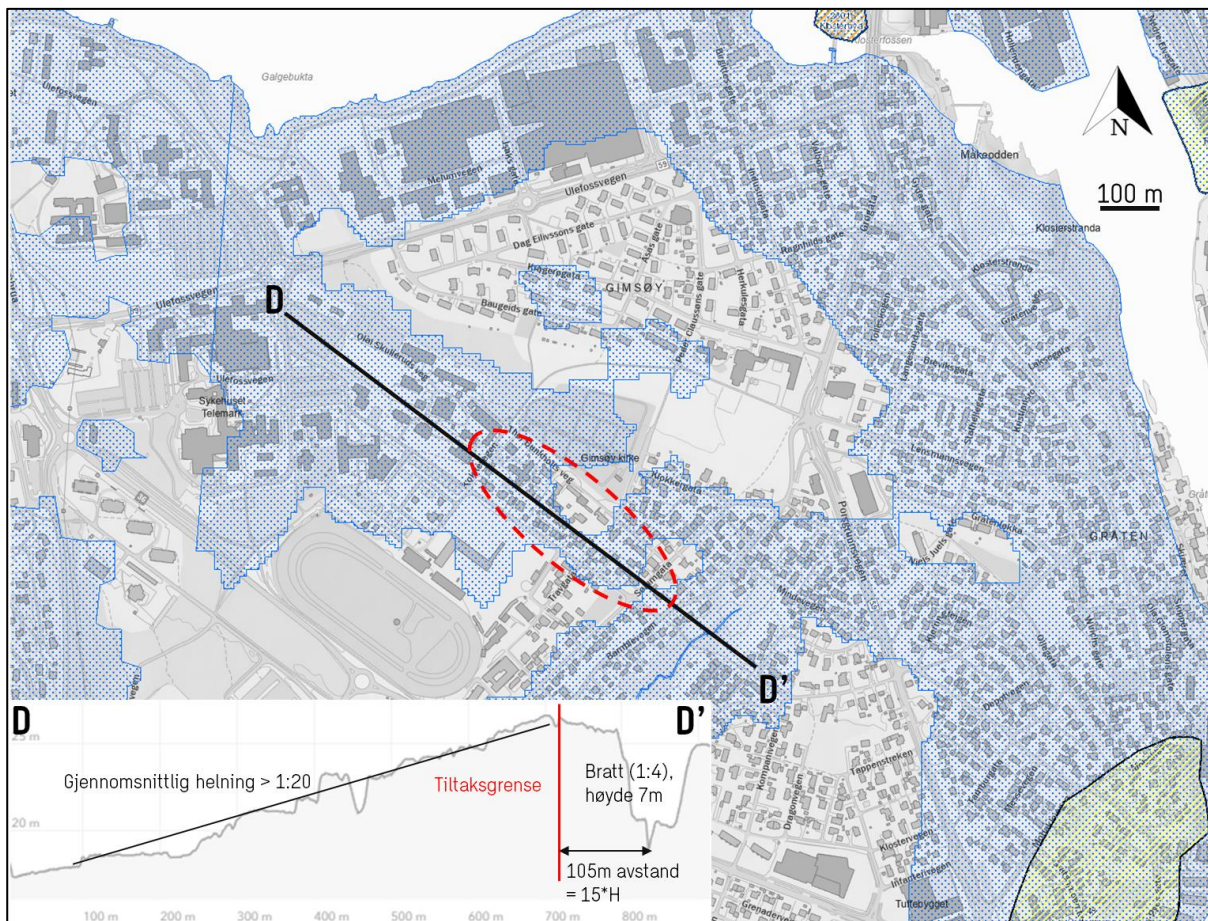
3.9 Seismisk grunntype

NS-EN 1998 gir regler for prosjektering av konstruksjoner for seismiske laster. Grunntype er valgt i henhold til tabell NA.3.1 i NS-EN 1998-1:2004+A1:2013+NA:2021. Avstanden ned til berg i området er stor og ikke påvist innenfor utførte grunnundersøkelser. Grunnmassene består hovedsakelig av sand, silt og leire med varierende lagdeling:

- Grunntype C

4 Områdestabilitetsvurdering

Tiltaksområdet ligger under marin grense og skal derfor vurderes i henhold til TEK17 § 7-3. Risiko for områdeskred er vurdert etter NVE Veileder 1/2019 «Sikkerhet mot kvikkleireskred», ref. [10]. Veilederen beskriver en trinnvis prosedyre for vurdering av områdeskredfare, men prosessen kan avsluttes tidligere dersom tilgjengelig informasjon gir grunnlag for å konkludere at fare ikke foreligger.



Figur 4.1: Utklipp av NVEs aktsomhetskart for kvikkleireskred (blått) med kartlagte kvikkleirefaresoner markert i gult og oransje, ref. [11]. Tiltaksområdet er markert i rødt.

4.1 Steg 1-3: Aktsomhetsområde for kvikkleireskred

Store deler av tiltaksområdet ligger innenfor et aktsomhetsområde for kvikkleireskred (Figur 4.1). Det er ikke registrert kvikkleirefaresoner i tiltaksområdet, de nærmeste kartlagte kvikkleireområdene ligger ca. 700 meter mot sørøst og 800 meter mot nordøst.

4.2 Steg 4: Tiltakskategori

Tiltaket plasseres i tiltakskategori K1, da det omfatter et lokalt VA-anlegg med begrensede terrenginngrep innenfor et avgrenset område. Kravet til sikkerhet anses oppfylt så lenge tiltaket ikke forverrer områdestabiliteten.

Eventuell erosjon som kan påvirke stabiliteten eller utløse skred som kan ramme tiltaket, må forebygges.

4.3 Steg 5: Gjennomgang av grunnlag - identifikasjon av kritiske skråninger og mulig løsneområde

Terrenget i tiltaksområdet er generelt svakt hellende med en gjennomsnittlig helning på om lag 1:20, se Figur 2.7. Basert på terrengvurderinger ligger tiltaket ikke innenfor et aktsomhetsområde for kvikkleireskred. Det er identifisert en kritisk skråning ned mot en 7 meter høy skråning mot sørøst for tiltaksområdet med en helning på 1:4, se profil DD' i Figur 4.1. Avstanden fra tiltaket til skråningstoppen er ca. 105 meter.

I henhold til NVE kvikkleireveilederen, ref. [10], vurderes som et potensielt løsneområde dersom det ligger innenfor en horisontal avstand lik $L = 15 \times H$ fra skråningen. Siden tiltaksområdet ligger på grensen av denne avstanden, anses det å være innenfor et potensielt løsneområde.

4.4 Steg 6 og 7: Befaring og grunnundersøkelser

Det er utført befaring i forbindelse med grunnundersøkelsen. Det er ingen elver/bekker i nærheten som kan bidra til erosjon. Det ble ikke observert berg i dagen rundt tiltaksområdet.

Det foreligger omfattende grunnundersøkelser i og rundt tiltaksområdet fra flere aktører (Sweco, OPV Consulting, Rambøll). Undersøkelsene omfatter totalsonderinger, trykksonderinger, poretrykksmålninger og laboratorieanalyser av opptatte prøver. Berg ble ikke påtruffet i noen av de gjennomførte sonderingene, og mektigheten av løsmasser er betydelig. Laboratorieundersøkelsene viser at grunnforholdene innenfor tiltaksområdet består av fyllmasser over sand, siltig sand og siltig leire, uten påvist sprøbrudd- eller kvikkmateriale. Slike materialer er derimot registrert i borpunkt SW-06, som ligger utenfor tiltaksområdet. Med tanke på den kritiske skråningen ble det utført et borpunkt på toppen (SW-12) og et borpunkt på bunnen (SW-13) av skråningen. I borpunkt SW-12 viser totalsonderingen middels til høy sonderingsmotstand og laboratorieundersøkelser av opptatte prøver klassifiseres løsmasser som sandig leirig silt. I borpunkt SW-13 viser totalsonderingen og trykksonderingen lav til høy sonderingsmotstand og laboratorieundersøkelser av opptatte prøver klassifiseres løsmasser som siltig sand. Det er dermed vurdert at det ikke er sprøbruddmateriale i området.

4.5 Konklusjon

Basert på terrengforhold og dokumenterte grunnundersøkelser vurderes det ikke å foreligge forhold som tilsier sprøbruddmateriale i tiltaksområdet eller mulig løsnefare innenfor tiltaksområdet. Basert på terrengforhold ligger ikke tiltaksområdet i et mulig utløpsområde. Utredningen kan dermed avsluttes i steg 7, og sikkerheten mot områdeskred anses ivaretatt i henhold til NVE Veileder 1/2019, ref. [10]. Utredning av områdestabilitet kvalitetssikres gjennom etablerte interne kvalitetssikringsrutiner hos Sweco. På bakgrunn av tiltakets omfang og kompleksitet vurderes det at det ikke er behov for uavhengig kvalitetssikring for dette K1-tiltaket [10].

5 Geotekniske problemstillinger

5.1 Gjenbruk av løsmasser

Løsmassene er vurdert som tilfredsstillende for å motstå påvirkninger fra både konstruksjonen og omgivelsene og kan derfor gjenbrukes innenfor tiltaket, forutsatt at massene tilfredsstiller miljøkrav.

Rørledninger, kummer og andre strukturer må plasseres på et avrettingslag av komprimerte, drenerte, telesikre materiale, for eksempel sprengstein av god kvalitet. Da må løsmassene fjernes som en forberedelse til etablering av tiltaket og tilbakefylling må gjøres etter installering av tiltaket.

Mellomlagring av masser etter utgraving skal være nødvendig. Kommunen skal stille med mulige riggsoner/lagringsplasser innenfor prosjektområdet. Mellomlagring av masser må ta hensyn til lokalstabilitet, se kap. 5.2.

Entreprenøren er ansvarlig for god materialhåndtering, sortering og egnede tekniske egenskaper etter komprimering. Fyllinger skal bli komprimeres lagvis, iht. gjeldende krav (for eksempel i NS3458:2004), slik at det har egnede tekniske egenskaper etter komprimering. Komprimering av sandige masser kunne involvere vibrasjonsutstyr som kan påvirke nærliggende boligområder og må vurderes. Det kunne være behov for overvåkning, måling og begrenset arbeidstid knyttet til vibrasjoner.

Noen eventuelle avvik fra de forutsatte grunnforholdene og prinsippene som er brukt i prosjekteringen, skal rapporteres umiddelbart.

5.2 Lokalstabilitet

Tiltaksområdet vurderes som egnet for gjennomføring av tiltaket og grunnforholdene vurderes ikke å gi spesielle utfordringer for lokalstabilitet. Grunnundersøkelsene (kap. 2.1) viser at bergnivået ligger betydelig dypere enn den planlagte gravedybden på 1,85-4,47 meter, da berg ikke er påtruffet etter omtrent 20 meter med sonderinger. Arbeidene vil derfor foregå i de øvre løsmassene og i praksis innenfor de første om lag 5 meterne.

5.2.1 Grøftekasser

Det kommer til å kreve at det opprettholdes tilgjengelighet til boligene i området under anlegget. Veiene er kun omtrent mellom 5-8 meter bredde med private hager langs begge sider. Det anbefales å benytte gröftkasser derfor for å sikre stabiliteten under utgraving uten behov for midlertidige skråninger. Grøftekassene må dimensjoneres for jordtrykk i henhold til tabell 5.2.

Under utgraving kan skråninger etableres med en graveskråning på 1:1,5 (h:l) i faste masser. For kortvarige arbeider (under ett døgn) kan en brattere skråning på 1:1 vurderes, eventuelt etter nærmere avklaring med geotekniker. Nær gröftebunnen bør gröftekassen senkes ned i underliggende masser så langt det lar seg gjøre. Dette kan være mer krevende i faste eller grovkornede friksjonsmasser.

Jordtrykket vil kunne reduseres betydelig dersom trafikklast nær gröftekanten kan fjernes, for eksempel ved midlertidig stenging av vei eller ved å etablere tilstrekkelig avstand mellom kjørefelt og gröft. Masselagring skal plasseres minst i en avstand tilsvarende utgravingsdybden og vekk fra grøftene. Om det er behov for masselagring i nærheten av grøftene, må geoteknikeren kontaktes.

Etter at gröftekassen er plassert, fylles det tilbake med pukk eller tilsvarende materiale langs utsiden for å sikre god kontakt mellom kassen og massene. Oppfylling mellom gröftekasse og eventuell graveskråning avsluttes ca. 0,5 m under toppen av gröftekassen.

5.2.2 Laster og geotekniske parametere

For jordtrykksberegninger er det, i henhold til SVV rundskriv 07/2015 - trafikklast i Handbok N400, ref. [12], benyttet en jevnt fordelt karakteristisk last $q_k = 5$ kPa og en boggiekvivalentlast på $q_{Qk} = 25$ kPa. Dette tilsvarer en dimensjonerende last på henholdsvis 6,5 kPa og 32,5 kPa med lastfaktor på 1,3. Dette vil ta høyde for trafikk på vei eller maskiner ved gröft under utgraving.

Valgte geotekniske parametere er basert på erfaringsverdier, ref. [13], og resultater fra grunnundersøkelser, ref. [3], som presentert i Tabell 5.1.

Tabell 5.1: Geotekniske parametere

| Lag | Tyngdetetthet, γ | Friksjonsvinkel, ϕ | Attraksjon, a | Drenert skjærstyrke, c_u |
|---------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------|----------------------------|
| | kN/m ³ | ° | kPa | kPa |
| Fyllmasser | 19,0 | 38 | 0 - 5 | |
| Siltig, leirig sand | 17,0 | 33 | 0 - 5 | |
| Sandig silt | 18,0 | 31 | 0 - 5 | 20 - 50 |

5.2.3 Jordtrykk

Som nevnt anbefales bruk av grøftkasser. Det er derfor utført jordtrykksberegninger for dybder mellom 1 og 5 meter, ettersom det også kan være behov for grøftkasser ved mindre utgravingsdybder. Jordtrykket er beregnet med jordtrykkskoeffisient (K_0) av 0,5, med konservative forutsetninger for grunnforholdene, horisontalt terreng bak grøftkassene, og det er benyttet parametere for sandig silt i beregningene.

Tabell 5.2: Beregnet jordtrykk (σ_{max}) i hviletrykktilstand på grøftkassene

| Dybde | Jordtrykkskoeffisient, K_0 | Jordart | Jordtrykk (hviletrykk), σ |
|-------|------------------------------|-------------|----------------------------------|
| m | - | - | kPa |
| 1,0 | 0,5 | Sandig silt | 24,7 |
| 1,5 | 0,5 | Sandig silt | 29,6 |
| 2,0 | 0,5 | Sandig silt | 34,4 |
| 2,5 | 0,5 | Sandig silt | 39,3 |
| 3,0 | 0,5 | Sandig silt | 44,1 |
| 3,5 | 0,5 | Sandig silt | 48,9 |
| 4,0 | 0,5 | Sandig silt | 53,8 |
| 4,5 | 0,5 | Sandig silt | 58,7 |
| 5,0 | 0,5 | Sandig silt | 63,5 |

5.2.4 Generelt

Personell skal ikke oppholde seg i grøfter som ikke er avstivet, med mindre det er tilstrekkelig plass til å etablere frie og slake graveskråninger. Ved bruk av grøftkasser skal produsentens monterings- og brukerinstruks følges. Dokumentasjon på grøftkassenes kapasitet skal forelegges byggherre og være tilgjengelig ved eventuell kontroll fra geotekniker.

Entreprenøren er ansvarlig for å velge grøftkasser som er dimensjonert for aktuelt jordtrykk. Lokal stabilitet anses tilfredsstillende når disse retningslinjene følges. Dersom det blir behov for dypere utgraving i løsmasser, skal geotekniker vurdere om ytterligere tiltak eller tilpasninger av graveprosedyren er nødvendige.

5.3 Drenering/vannhåndtering

Grunnvannstanden ble avlest i borpunktene SW-03 og SW-10 mellom 2,18 og 3,46 meter under terreng (kote +15,16 til +22,91). Vanninnslag må forventes i utgravingene, avhengig av vær- og sesongforhold. I områder med fast og tett leire ned til traubunn forventes det lite eller ingen innstrømming, mens friksjonsmasser kan gi økt risiko for vanninnslag.

Grunnvannssituasjonen skal overvåkes under utgraving, ettersom større innstrømming kan påvirke stabiliteten og føre til skader på utstyr og personell. Dersom betydelig vanninnslag oppstår, spesielt på grunn av løsmassenes permeable egenskaper. Arbeidene må stanses og nødvendige tiltak iverksettes for å sikre grøften. Aktuelle tiltak omfatter pumping og/eller etablering av midlertidige brønner.

Grunnarbeidene kan føre til endring/senkning av den lokale grunnvannstanden. Det kan være konsekvenser for nærliggende strukturer, bygninger og infrastruktur, se kap. 5.4 om setninger.

I tillegg må overvann overvåkes og kontrolleres, ettersom betydelig innstrømming av overvann kan også påvirke stabiliteten og skade utstyr. Vinterstid er det behov for å sørge for god snørydding.

Dette må vurderes som en del av detaljprosjektering og overvåkes gjennom grunnarbeidene.

5.4 Setninger

Utgravinger i forbindelse med VA-arbeider kan medføre lokale setninger som følge av endrede spenningsforhold, grunnvannsystemet, og midlertidig tap av sidestøtte i grøfter. I området består de øvre lagene av fyllmasser over sand og siltig sand, der setningsrisikoen hovedsakelig er knyttet til påvirkning av de finkornige massene.

For å redusere risikoen skal grøfter sikres, gjenfylling utføres lagvis med tilstrekkelig komprimering.

Det er anbefalt at en plan for overvåkning av setninger, som involverer nødvendig kontroll og måling av setninger i nærheten, er inkludert som en del av detaljprosjektering.

5.5 Frost/telesikre

I laboratorieundersøkelsene er telefarlighet vurdert i henhold til Statens vegvesen håndbok N200, ref. [14]. Resultatene viser varierende telefarlighet i massene, med påviste telefarlighetsklasser T1, T2 og T4, avhengig av jordart og dybde. Dette innebærer at både lite og meget telefarlige masser forekommer innenfor undersøkelsesområdet. Telefarlige masser må erstattes med telesikre masser rundt rør, kum og andre infrastruktur. Vinterstid må frostdybden vurderes og er det behov for å sørge å være aktuelt med spesielle frostsikringsløsninger.

5.6 Bærekraft

Det anbefales at prosjektet gjennomføres med et tydelig bærekraftsfokus, der løsninger som reduserer ressursbruk, transport og inngrep i omgivelsene prioriteres. Det bør tilstrebes størst mulig gjenbruk av stedlige masser og utstyr der grunnforhold og utførelse tillater dette, for å begrense behovet for massetransport og deponi. Videre anbefales bruk av åpen grøft der forholdene ligger til rette for det, da dette kan redusere materialbruk og klimaavtrykk sammenlignet med mer omfattende støttekonstruksjoner. Håndtering av vann, støy, vibrasjoner og støv bør planlegges slik at belastningen på nærliggende boligområder begrenses, samtidig som prosjektet bidrar til forbedret vannkvalitet og en mer robust kommunal infrastruktur.

5.7 Kabler og infrastruktur

Det er flere kjent kabler, rør, ledninger og andre infrastrukturer i grunnen som påvirket plasseringen av grunnundersøkelsen og vil påvirke grunnarbeidene. Disse må ivaretas av detaljprosjektering, spesielt på grunn av det begrensede arbeidsområdet.

6 Konklusjon og detaljprosjektering

Sweco Norge AS er engasjert av Skien kommune som rådgivende ingeniør for å utføre en geoteknisk vurdering i forbindelse med etablering av nye vann- og spillvannsledninger i grøfter langs Tokkevegen og Thor Bunkholts veg i Skien kommune. Tiltaket strekker seg ca. 650 meter lang, planlagte grøftedybden varierer mellom 2 og 5 meter og bredden av grøftebunnen skal være i det minste mellom 0,74 og 1,25 meter.

Grunnundersøkelsen innenfor tiltaksområdet indikerer at grunnforholdene består hovedsakelig av silt og sand. Sprøbruddmaterialer ble avdekket i nærheten, men ikke på tiltaksområdet. Basert på terrengforhold og dokumenterte grunnundersøkelser vurderes det ikke å foreligge innenfor en mulig fareområdet med tanke på områdestabilitet.

Denne rapporten gir innledende anbefalinger rundt utførelsen for å bistå kommunen og entreprenøren med planlegging. Det anbefales å bruke grøftekasser for å sikre på tilfredsstillende lokalstabilitet. Der grøftekasser anvendes, må disse tåle et jordtrykk avhengig av dybden til utgraving på minimum 34,4 kPa (2 meter) – 63,5 kPa (5 meter).

Det er behov for detaljprosjektering for å opprettholde tilgjengelighet i området under anleggsfasen, sikre sikkerheten og unngå skade på nærliggende bygninger, konstruksjoner, kabler og annen infrastruktur. Arbeidet må utføres seksjonsvis, og ulike områder kan ha forskjellige krav. Det må blant annet vurderes utgraving, mellomlagring og gjenbruk av stedlige masser, overvåkning av vann og setninger, samt håndtering av støy, støv og vibrasjoner. Detaljprosjekteringen skal inkludere en oversikt av geotekniske aspekter som entreprenøren må inkludere i deres kontrollsystem.

7 Referanser

- [1] Sweco Norge AS, «Rapport 10250481 RIG_R01_A01, Datarapport,» 2026.
- [2] Kartverket, «Norgeskart,» 2025. [Internett]. Tilgjengelig: <https://norgeskart.no/>. [Funnet desember 2025].
- [3] Sweco Norge AS, «Datarapport – Grunnundersøkelser, VA anlegg Skien, dokumentnr. 10241476-RIG_R01-A01, Skien kommune,» 2024.
- [4] Verkis / OPV Consulting, «Datarapport – Herkulesgata, Skien kommune, prosjektnr. 22012003, med feltundersøkelser utført av GeoStrøm AS,» 2022.
- [5] Geoteknikk AS, «Geoteknisk notat – Prosjekteringsforutsetninger, Sikring av grøfter med spunt, Birgittes gate – Herkulesgata, rapportnr. RIG.1, Skien kommune,» 2023.
- [6] Rambøll Norge AS, «Datarapport fra grunnundersøkelse – Sykehuset Telemark HF, oppdrag nr. 1350009812, rapport nr. 1,» 2015.
- [7] NGU, «Løsmasser - Nasjonal løsmassedatabase,» 2025. [Internett]. Tilgjengelig: https://geo.ngu.no/kart/losmasse_mobil/. [Funnet desember 2025].
- [8] Kartverket, «Høydedata,» 2025. [Internett]. Tilgjengelig: <https://hoydedata.no/LaserInnsyn2/>. [Funnet desember 2025].
- [9] NGU, «Berggrunnsdatabase - Nasjonale berggrunnsdatabasen,» 2025. [Internett]. Tilgjengelig: https://geo.ngu.no/kart/berggrunn_mobil/. [Funnet desember 2025].
- [10] NVE, «Sikkerhet mot kvikkleireskred 1/2019,» 2019.
- [11] NVE, «NVE Atlas,» 2025. [Internett]. Tilgjengelig: <https://atlas.nve.no/Html5Viewer/index.html?viewer=nveatlas#>. [Funnet desember 2025].
- [12] Statens vegvesen, «Trafikklast i håndbok N400 Bruprosjektering,» 2026.
- [13] Statens vegvesen, «Håndbok v220, Geoteknikk i vegbygging,» 2025.
- [14] Statens vegvesen, «Håndbok N200: Vegbygging,» 2024.