

2025/06
BERGEN KOMMUNE

SANERING VANNLEDNING LARS HILLESGATE

GEOTEKNISK PROSJEKTERINGSNOTAT



2025/06
BERGEN KOMMUNE

SANERING VANNLEDNING LARS HILLESGATE

GEOTEKNISK PROSJEKTERINGSNOTAT

OPPDRAGSNR.

A273204

DOKUMENTNR.

RIG-NOT-001

VERSJON

1.0

UTGIVELSESDATO

06-06-2025

BESKRIVELSE

Geoteknisk
prosjekteringsnotat

UTARBEIDET

JOCP

KONTROLLERT

CBNI

GODKJENT

ABM

INNHold

1	Sammendrag	7
2	Introduksjon	8
3	Prosjektbeskrivelse	9
3.1	Naboforhold	9
4	Geotekniske forutsetninger	10
4.1	Terreng	10
4.2	Berggrunn	10
4.3	Løsmasser	11
4.4	Geotekniske grunnundersøkelser	13
4.5	Grunnvann	17
4.6	Materialeparametere	17
5	Prosjekteringsforutsetninger	18
5.1	Regelverk og veiledninger	18
5.2	Klassifisering av prosjektet	18
5.3	Laster	20
5.4	Sikkerhet	20
5.5	Områdestabilitet	20
5.6	Skred i bratt terreng	21
5.7	Flom og stormflo	22
5.8	Jordskjelv og seismiske krefter	22
6	Prosjektering	23
6.1	Bergoverflate	23
6.2	Oppfyll	23
6.3	Geotekniske tiltak på gropene	24
6.4	Håndtering av grunnvann	26

7	Utførelse og kontroll	27
8	Referanser	29

1 Sammendrag

I følgende notat er det gjort vurderinger for rehabilitering av en vannledning i Lars Hillesgate, Bergen. Gaten er dekket med en 23 cm betongplate bygget i 1984. Det skal anlegges nye stikk- og vannledninger samt en rekke kumgrupper.

Grunnforholdene består hovedsakelig av friksjonsmasser (stein, grus og siltig sand) med mye variasjon i lagringstetthet og med innblandet organiske materiale. Graving vil bli utført med grøftekasser.

Det skal utføres en besiktigelse og tilstandsvurdering av alle konstruksjoner (bebyggelser, støtteveger og lignende) innen oppstart på anleggsarbeidet.

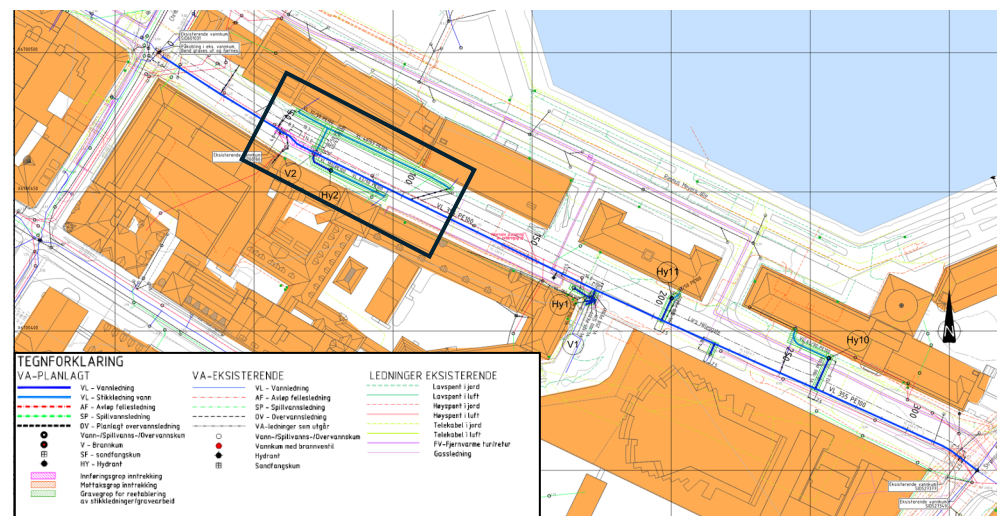
Stabilitet av master langs veien må sikres eventuelt vha. barduner eller eventuelt omlegges og heretter reetableres.

2 Introduksjon

COWI AS er engasjert av Bergen kommune for å rehabilitere av en vannledning i Lars Hillegate, Bergen. Se oversikt på Figur 2-1.

Bakgrunnen for prosjektet er at eksisterende vannledning er over 100 år gammel, og i dårlig stand med en del driftsforstyrrelser..

Det nye VA-anlegget planlegges anlagt hovedsakelig ved hjelp av inntrekking av nytt rør samt gravegrop for reetablering av ledninger. Ifb. inntrekking skal det etableres innførings- og mottaksgrop. Se lokasjon av de forskjellige gropene på Figur 2-1. Hele gaten er dekket med en 23 cm tykk betongplate bygget i 1982, se Figur 2-2.



Figur 2-1. Beliggenhet av vannledning samt grop. Kilde: RIVA, datert 15.05.2025.



Figur 2-2. Betongplate på Lars Hillegate. Bilde datert 12.04.2024. Tykkelse av platen er 23 cm. Det ble bygget i 1982.

3 Prosjektbeskrivelse

Prosjektet er på i alt ca. 330 m. Det skal anlegges nye stikk- og vannledninger samt en rekke kumgrupper. Det forventes gravedybder mellom 2,2 og 2,9 m under terreng.

Se Tabell 3-1 for oversikt over planlagte groper.

Tabell 3-1 Oversikt groper.

Grope nr.	Ca. profil nr.	Grop type
1	0	Mottaksgrop inntrekking
2	50-70	Innføringsgrop inntrekking
3	50-115	Gravegrop for reetablering av stikkledninger/gravearbeid
4	140-155	Alternativ plassering av innføringsgrop
5	170-180	Gravegrop for reetablering av stikkledninger/gravearbeid
6	205	Gravegrop for reetablering av stikkledninger/gravearbeid
7	225	Gravegrop for reetablering av stikkledninger/gravearbeid
8	250-265	Gravegrop for reetablering av stikkledninger/gravearbeid
9	320	Mottaksgrop inntrekking

3.1 Naboforhold

Det skal graves i nærheten av eksisterende bygg. De fleste bygg er i en avstand som svarer til gravedybden eller større enn gravedybden. Tilstanden av bygninger og andre konstruksjoner som for eksempel murer, lysmaster og lignende som er lokalisert mindre enn tre ganger utgravingsdybde fra grøfter, skal vurderes innen graving. Observeres begynnende skader på bygg i forbindelse med graving må grøften fylles opp og geotekniker kontaktes.

4 Geotekniske forutsetninger

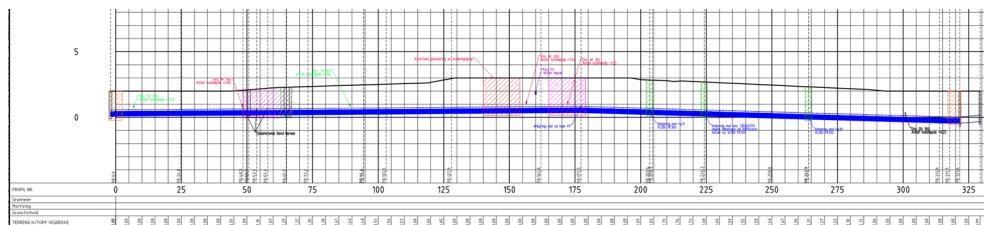
Vurdering av grunnforholdene for prosjektområdet er vurdert basert på eksisterende geotekniske grunnundersøkelser samt løsmasse- og berggrunnskart fra NGU.

4.1 Terreng

Terrenghøyde varierer mellom kote +2 til kote +3. Se Figur 4-1 og Figur 4-2. I profilintervaller 0-50 m og 290-330 m er terreng flat og kote er +2. Mellom pr. 130 m og 190 m er terreng flat og kote er +3.



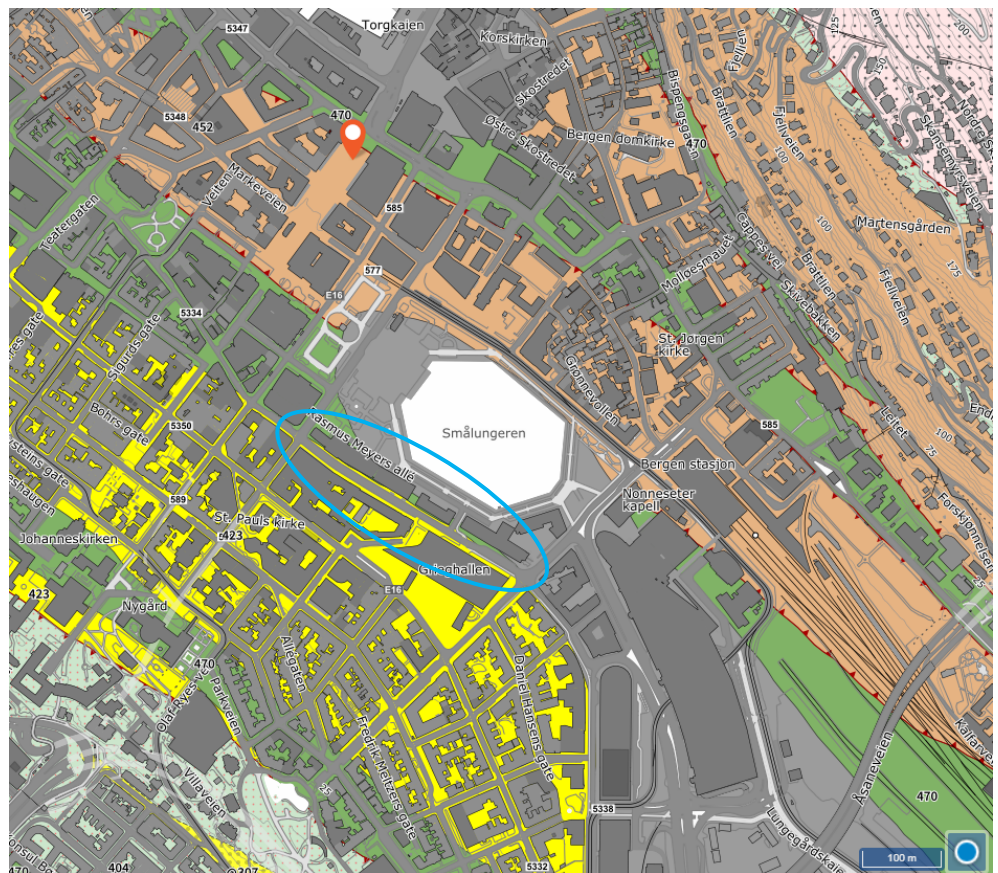
Figur 4-1 Lengdesnitt i tiltaksområdet. Kilde: hoydedata.no.



Figur 4-2 Lengdesnitt av planlagt ledningen, terrenng og gropene. Kilde: RIVA, datert 28.06.2024.

4.2 Berggrunn

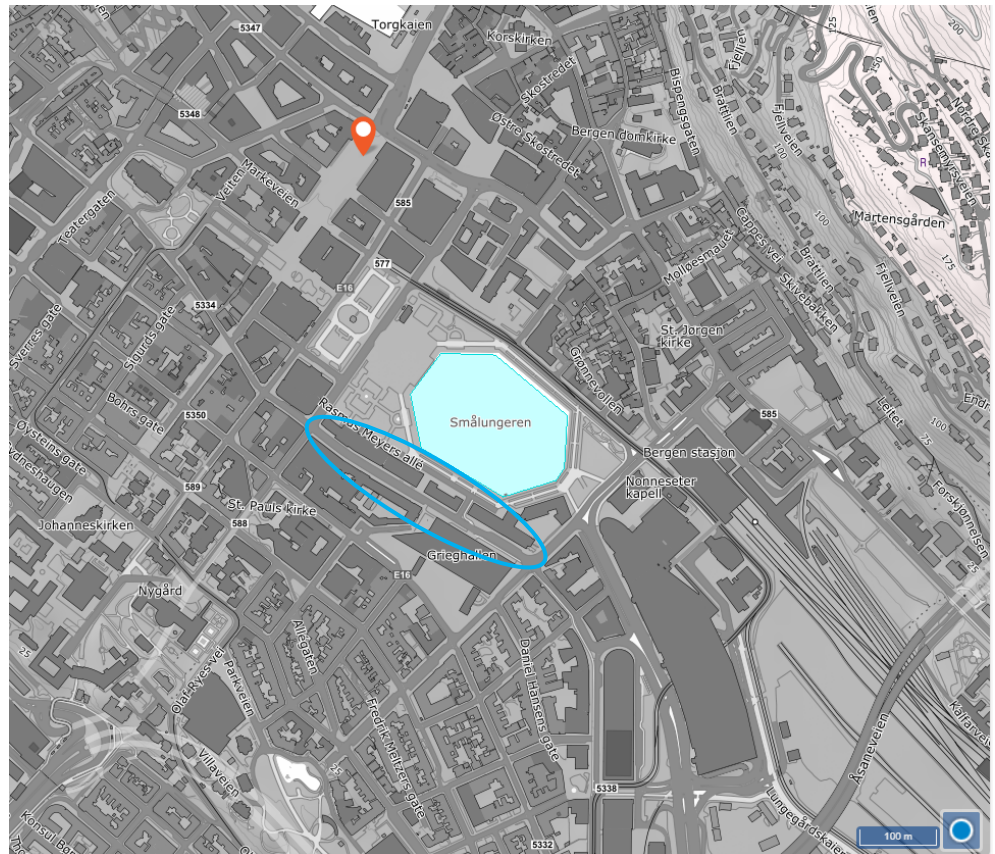
Berggrunnskart fra NGU vises i Figur 4-3. Bergartsenhet er kvartsitt, kvartsskifer og hovedbergart er kvartsitt. Rett ved tiltaksområdet, på nordøst siden, er bergartsenhet mylonittgneis, for det meste granittisk og hovedbergart er mylonitt/fyllonitt. Det er ikke berg i dagen i prosjektområdet.



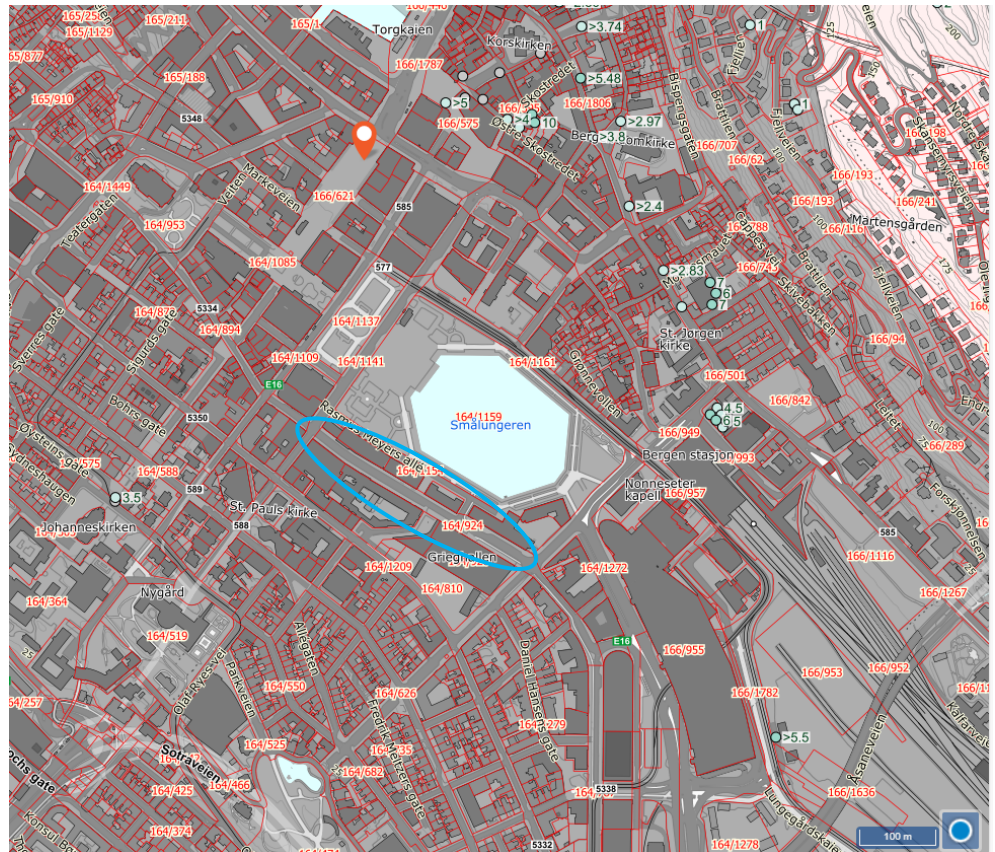
Figur 4-3 Berggrunnskart fra NGU. Blå oval angir prosjektområdet.

4.3 Løsmasser

Området ligger under den marine grensen. Løsmassekart fra NGU viser at det er fyllmasser over hele prosjektområdet, se Figur 4-4. Det er ingen boringer med dybde til berg i Granada databasen innen prosjektområdet. De nærmeste boringer i Granada databasen (mellom 100 og 500 m unna) viser berg ligger dypere enn 2,4 m under terreng, se Figur 4-5.



Figur 4-4 Løsmassekart fra NGU. Blå oval markerer prosjektområdet.

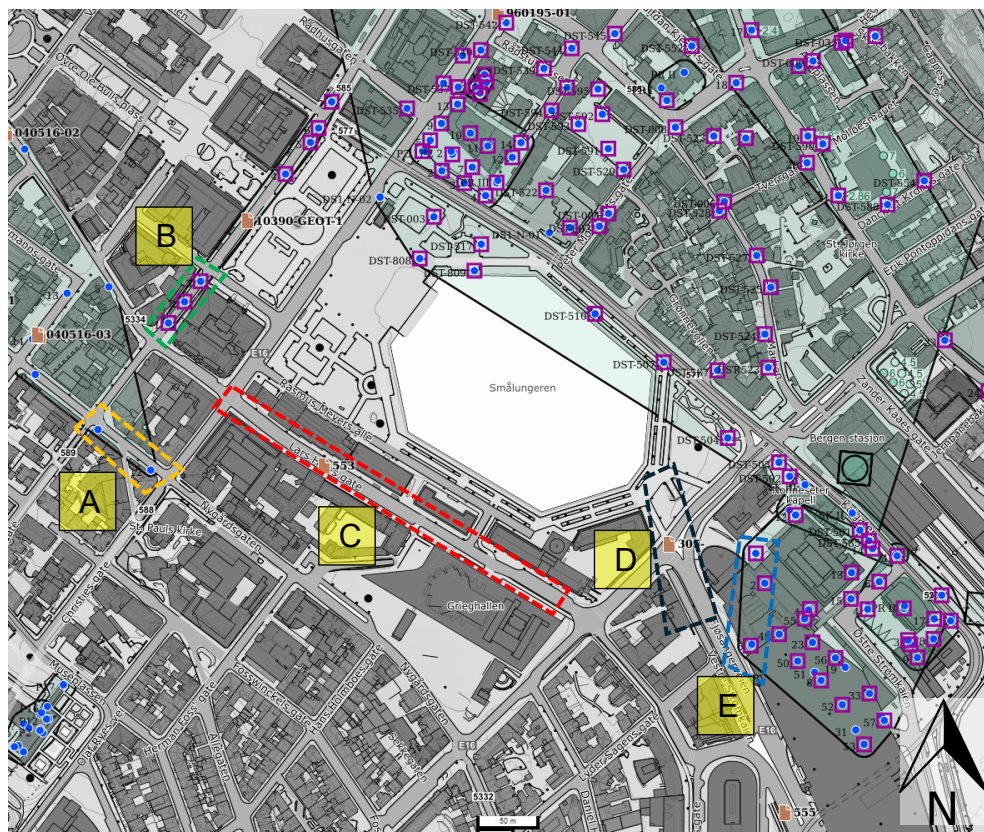


Figur 4-5 Dybde til berg fra NGUs GRANADA databasen. Blå oval markerer prosjektområdet.

4.4 Geotekniske grunnundersøkelser

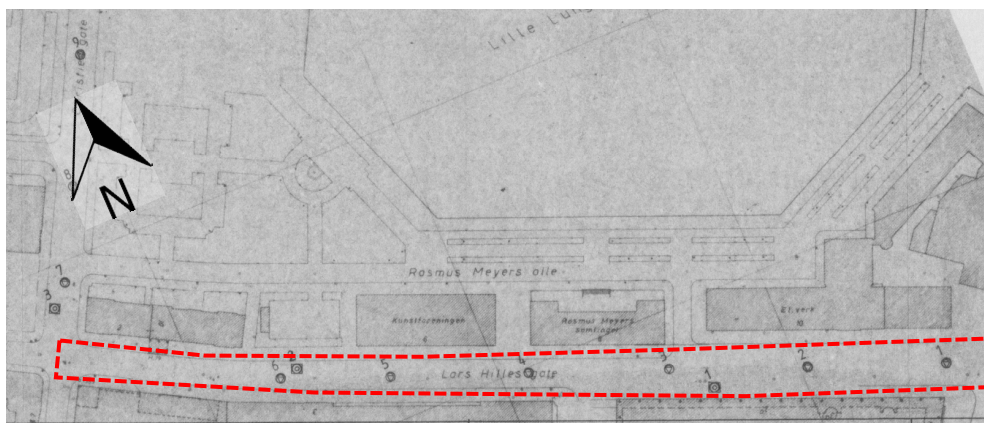
Områder med eksisterende grunnundersøkelser i NADAG databasen som anses relevante for vurderingene vises i Figur 4-6. Kildene til grunnundersøkelser er:

- A. Statens vegvesen (2004) Rapport 040516-01. Fv. 271, Håkonsgaten. Grunnundersøkingar.
- B. Statens vegvesen (2019) Rapport 10390-GEOT-1. Geoteknisk rapport E16_Olav Kyrres gate.
- C. Statens vegvesen (1982) Rapport 553. Ny overbygning Lars Hillesgt., Christies gt., Kaigt., Olav Kyrresgt.
- D. Statens vegvesen (1976) Rapport 205. Grunnundersøkelser. Fotgjengerundergang Busstasjonen-Byparken.
- E. Noteby (1988) Oppdragsnr. 36293, rapportnr. 1. Nonneseterkvartalet. Orienterende grunnundersøkelser.

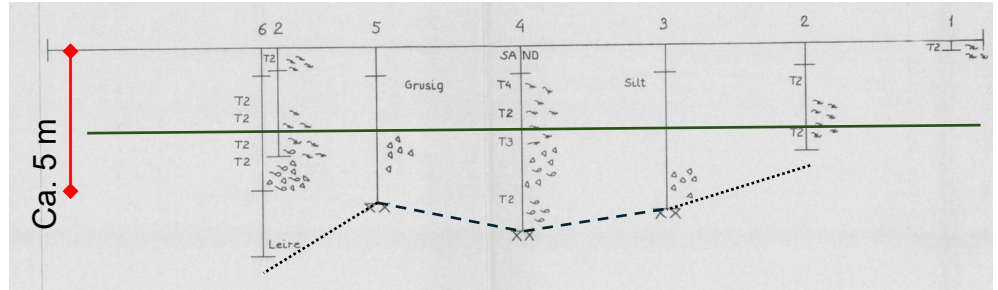


Figur 4-6 Geotekniske grunnundersøkelser i NADAG databasen. Kilde: NGU.

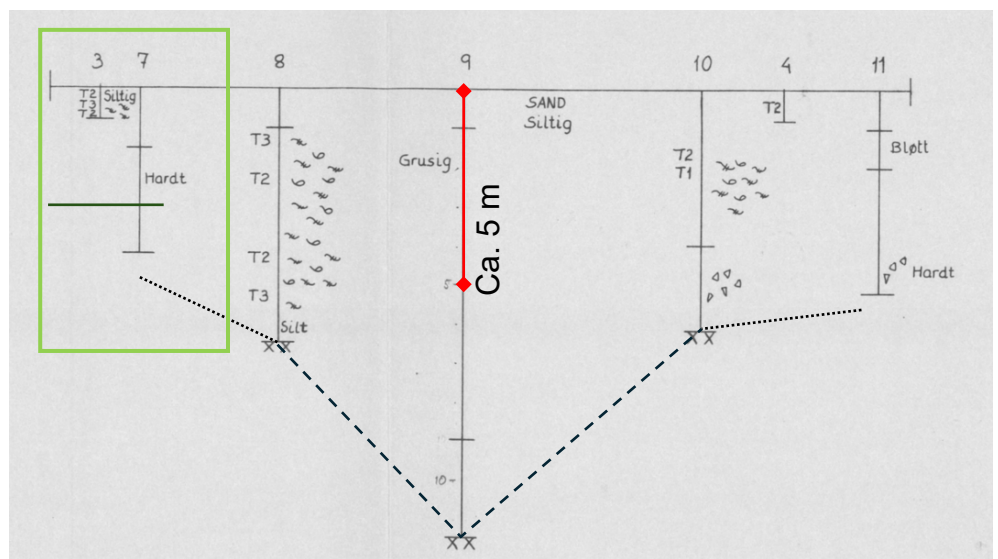
Borplan og lengdesnitt innen tiltaksområdet vises i Figur 4-7, Figur 4-8 og Figur 4-9. Løsmassene består av siltig til grusig sand, telefarlighetsgruppe T2 og T3. Prøvene viser også skjellrester og enkelte lommer med humusholdige masser. På traubunn nivå forventes det torv (humusholdige masser), silt og skjellrester. Løsmassene varier i fasthet fra løs til hard lagret. Oppsummering av grunnforhold for alle områder i Figur 4-6 vises i Tabell 4-1.



Figur 4-7. Borplan i område C (se Figur 4-6). Kilde: Statens vegvesen (1982) Rapport nr. 553.



Figur 4-8 Lengdesnitt langs Lars Hillegate. Borplan vises i Figur 4-7. Brun linje er ca. kote av grøftebunn. Kilde: Statens vegvesen (1982) Rapport nr. 553.



Figur 4-9 Lengdesnitt langs Christies gate. Borplan vises i Figur 4-7. Borpunkt 3 og 7 ligger i nærheten av kryssing med Lars Hillegate. Brun linje er ca. kote av grøftebunn. Kilde: Statens vegvesen (1982) Rapport nr. 553.

Tabell 4-1 Oppsummering av eksisterende grunnundersøkelser i prosjektområdet og omegn.

Område id i Figur 4-6 (type GU)	Lagdeling	Berg (m under terreng)	Berg kote (moh)	Kilde
A (TOT, PR)	0-1,5 m: Grusig sand (middels-høy motstand) 1,8-2,3 m: Sandig, grusig silt (lav motstand) 2,3-4,1 m: friksjonsmasser (høy motstand)	Dypere enn 3,2 m (ingen bergpåvisning)	Dypere enn +0,5 (ingen bergpåvisning)	SVV (2004)
B (TOT)	0-3,2 m: Sand, grus, stein (fyllmasser) (lav til høy motstand) 3,2-4,2: Sand/silt (middels til høy motstand) 4,2-8: morene (høy motstand)	7,38 – 8,8	-4,6 til -5,2	SVV (2019)
C (PR)	Se Figur 4-7, Figur 4-8 og Figur 4-9 og teksten i kap. 4.4.	Dypere enn ca. 5 m (ingen bergpåvisning)	Dypere enn ca. -2,0 (ingen bergpåvisning)	SVV (1982)
D (Bergkont.)	Øvre lag (2,7 m-7 m tykt): stein, sand og grus (fyllmasser). Nedre lag (2-4 m tykt): løse skjellsand og gytje (gammer sjøbunn).	6 - 11	-	SVV (1976)
E (Bergkont.)	Sand og grus.	4,6 til 8,9	-1,6 til -6,6	Noteby (1988)

4.5 Grunnvann

Grunnvannstanden og potensialnivå varierer normalt med årstider og nedbør. I prosjektområdet indikerer målingene at grunnvannsnivået varierer med flo og fjære. Grunnvannstand har blitt målt mellom kote +0,65 og +1,18, to dager i høst 1976 (område D i Figur 4-6). I området B i Figur 4-6, er det antatt at grunnvannsspeilet står på kote mellom 0 og +1 moh. I en eksisterende kum og rør var det registrert vannspeilet mellom +0,85 og +0,65 moh. Ettersom grøftebunn ligger mellom kote -0,6 og +0,1 moh kan det forventes grunnvannsspeilet opptil 1,78 m over traubunn.

4.6 Materialeparametere

Betegnelse av skjærfasthet av jordarter er hovedsakelig definert ut fra eksisterende grunnundersøkelser i området og omegn. Drenerte parametere er definert ut fra erfaringsverdier fra N-V220, se ref. [1]. Pga. stor variasjon i fasthet (fra løs/bløt til fast), settes materialeparametere forsiktig. Friksjonsvinkelen settes til 31° og attraksjonen til 0 kPa (bløt silt iht. kap. 3.6.2 i N-V220). Udrenert skjærfasthet som settes til 18 kPa (bløtte masser iht. kap. 3 i N-V220) benyttes for kontroll av bunnoppressing.

De vurderte materialeparametere ses i Tabell 4-2.

Tabell 4-2 Materialeparametere.

Jordart	Tyngdetetthett, γ/γ' [kN/m ³]	Friksjonsvinkel, φ [°]	Attraksjon, a [kPa]	Skjærfasthet, c_{ud} [kPa]
Humusholdig fyllmasser (sand, grus, silt, stein)	19/9	31	0	18

Til kapasitet av grøtekasser er det ytterligere anvendt K_0 som er funnet ut fra:

$$K_0 = 1 - \sin(\varphi)$$

5 Prosjekteringsforutsetninger

I følgende avsnitt presenteres anvendte regelverk, klassifisering av prosjektet og partialfaktorer for laster og materialparametere.

5.1 Regelverk og veiledninger

Anvendt regelverk og veiledninger er listet herunder:

- > SVV HB N200, Vegbygging (Vegnormal), 2018 (N200), ref. [2]
- > SVV HB V220, Geoteknikk i vegbygging (Veiledning), 2025 (N-V220), ref. [3]
- > NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016 Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner (Eurokode 0), ref. [4]
- > NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2020: Eurocode 7 - Geoteknisk prosjektering - Del 1: Allmenne regler, ref. [5]
- > 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, ref. [6]
- > Byggesaksforskriften (SAK10). Direktoratet for byggkvalitet, ref. [7]
- > Byggeteknisk forskrift (TEK17). Direktoratet for byggkvalitet, ref. [8]

5.2 Klassifisering av prosjektet

I de følgende avsnitt klassifiseres prosjektet i henhold til geoteknisk kategori, konsekvens- og pålitelighetsklasse, tiltaksklasse og kontrollkrav.

5.2.1 Geoteknisk kategori

Eurokode 7, ref. [5], stiller krav til prosjektering ut fra tre ulike geotekniske kategorier. Valg av kategori gjøres ut fra standardens punkt 2.1 "Krav til prosjektering". Det vurderes, at dette prosjektet kan henføres til geoteknisk kategori 2.

5.2.2 Konsekvensklasse/pålitelighetsklasse (CC/RC)

Eurokode 0, ref. [4], definerer prosjektets plassering med hensyn til konsekvensklasse og pålitelighetsklasse (CC/RC). Det vurderes, at prosjektet kan henføres til CC2/RC2.

5.2.3 Tiltaksklasse

I henhold til SAK10 kapittel 9, ref. [7], kan prosjektet henføres til tiltaksklasse 2. Denne tiltaksklassen medfører krav til uavhengig kontroll som angitt herunder i kapittel 5.2.5 og 5.2.6.

5.2.4 Kvalitetssystem

Eurokode 0 krever at ved prosjektering av konstruksjoner i pålitelighetsklasse 2, 3 og 4 skal et kvalitetssystem være tilgjengelig, og at dette systemet skal tilfredsstillе NS-EN ISO 9000-serien for konstruksjoner i pålitelighetsklasse 4. COWIs systems tilfredsstiller sistnevnte, og kravet er da ivaretatt.

5.2.5 Prosjekteringskontroll

For prosjekter i pålitelighetsklasse 2 kreves prosjekteringskontrollklasse PKK2 hvor det må utføres egenkontroll, intern systematisk kontroll og utvidet kontroll, jf. Eurokode 0, ref. [4]. Utvidet kontroll i PKK2 skal utføres av uavhengig foretak hvor det sjekkes at det har blitt utført egenkontroll og intern systematisk kontroll av det prosjekterende foretaket. Uavhengig kontroll foretas i regi av byggherre/oppgdragsgiver.

5.2.6 Utførelseskontroll

Grundet valg av pålitelighetsklasse henføres prosjektet i utførelsesfasen til kontrollklasse UKK2. For prosjekter i pålitelighetsklasse 2 kreves utførelseskontrollklasse UKK2 hvor det må utføres egenkontroll, intern systematisk kontroll og utvidet, jf. Eurokode 0, ref. [4]. Utvidet kontroll i UKK2 skal utføres av uavhengig foretak hvor det sjekkes at det har blitt utført egenkontroll og intern systematisk kontroll av det utførende foretaket. Uavhengig kontroll foretas i regi av byggherre/oppgdragsgiver.

5.2.7 Oppsummering av klassifisering

En kort oppsummering av prosjekteringsforutsetningene er listet opp herunder.

- > Geoteknisk kategori 2
- > Konsekvensklasse CC2
- > Pålitelighetsklasse 2
- > Tiltaksklasse 2
- > Prosjekteringskontrollklasse PKK2
- > Utførelseskontrollklasse UKK2

5.3 Laster

Det er regnes med en karakteristisk anleggslast på 20 kPa med mindre annet er angitt.

5.4 Sikkerhet

5.4.1 Partialfaktorer for laster

Partialfaktor for trafikklast er 1,30 (ved ugunstig påvirkning ellers 0) for dimensjoneringsmetode 3 for geotekniske konstruksjoner (sett A2), mens partialfaktor for egenlast er 1,0, jf. Eurokode 7, tabell NA.A.3, ref. [5].

Tabell 5-1 Dimensjonerende verdier for laster iht. NS-EN 1997-1 og 1990.

Vedvarende og forbigående dimensjonerende situasjon	Permanente laster		Dominerende variabel last (*)	Ikke-dominerende variable laster (*)	
	Ugunstig	Gunstig		Hovedlast (hvis aktuelt)	Andre laster
(Ligning 6.10)	$\gamma_{G,j,sup} G_{k,j,sup}$	$\gamma_{G,j,inf} G_{k,j,inf}$	$\gamma_{Q,1} Q_{k,1}$		$\gamma_{Q,i} \psi_0 Q_{k,i}$
(*) Variable laster er de som er oppført i tabell A1.1 MERKNAD γ -verdiene kan fastsettes i det nasjonale tillegget. Det anbefalte settet med verdier for γ er følgende: $\gamma_{G,j,sup} = 1,00$; $\gamma_{G,j,inf} = 1,00$; $\gamma_{Q,1} = 1,30$ hvis ugunstig (0 hvis gunstig); $\gamma_{Q,i} = 1,30$ hvis ugunstig (0 hvis gunstig).					

5.4.2 Materialfaktorer for løsmasser

SVV N200, ref. [2] skal følges ved graving i riksveier (Lars Hillegate er en del av E16 og det blir gjennomgående trafikk ila. anleggsfase). Ved graving i og langs riksveier med høy ÅDT skal det derfor brukes materialfaktorer $\gamma_{M,\phi} = \gamma_{M,c} = 1,50$ for effektivspenningsanalyser og $\gamma_{M,c} = 1,50$ for totalspenningsanalyser (tilsvarende CC3 og nøytralt brudd, se kap. 1.4 i ref. [2]).

5.5 Områdestabilitet

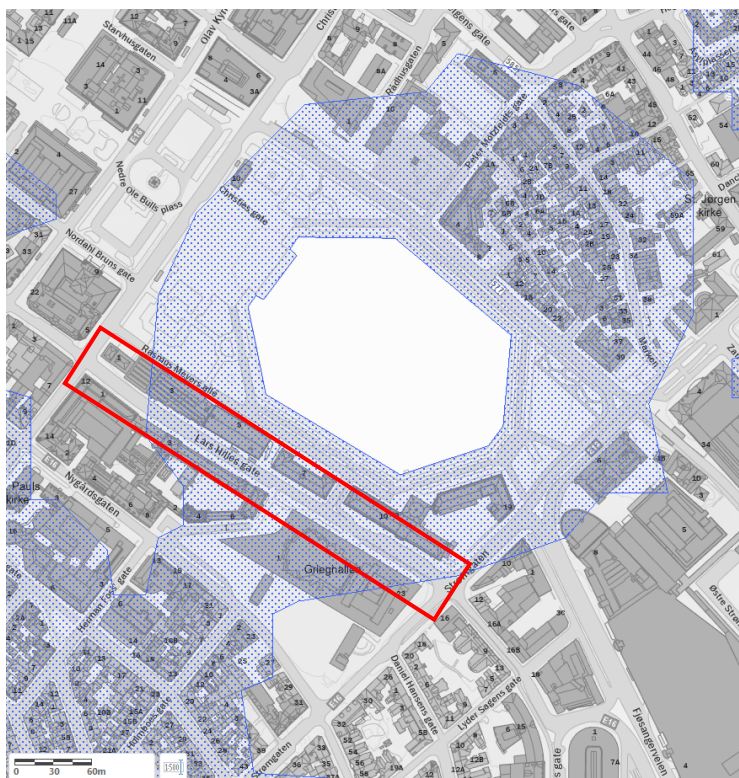
Jevnfør NVE Veilederen nr. 1/2019, ref. [9], må det gjøres en vurdering av områdestabiliteten når et prosjektområde ligger under den marine grensen og det dermed er risiko for kvikkleire/sprøbrudsmateriale. Ettersom tiltaksområdet ligger under den marine grensen, følges prosedyren iht. veilederen:

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

NVE atlas viser at det er ingen registrerte faresoner i området.

Steg 2 og 3. Avgrens områder med mulig marin leire og terreng som kan være utsatt for områdeskred.

Aktsomhetskart for kvikkleireskredfare i NVE atlas kan brukes for å følge steg 2 og 3 i prosedyren. Ettersom tiltaket ligger innenfor et aktsomhetsområde for kvikkleireskred (se Figur 5-1) må det fortsettes med prosedyren fra steg 4.



Figur 5-1. Aktsomhetskart for kvikkleireskred. Aktsomhetsområdet er blå polygoner. Tiltaksområdet vises i rødt rektangel. Kilde: NVE atlas.

Steg 4. Bestem tiltakskategori.

Selv om gropene er midlertidig, er VA-anlegg antatt stort og gaten er en del av E16 (høy ÅDT, med gjennomgående trafikk ila. anleggsfase). Derfor settes tiltakskategori til K3 iht. Tabell 3.2 i veilederen, ref. [9].

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

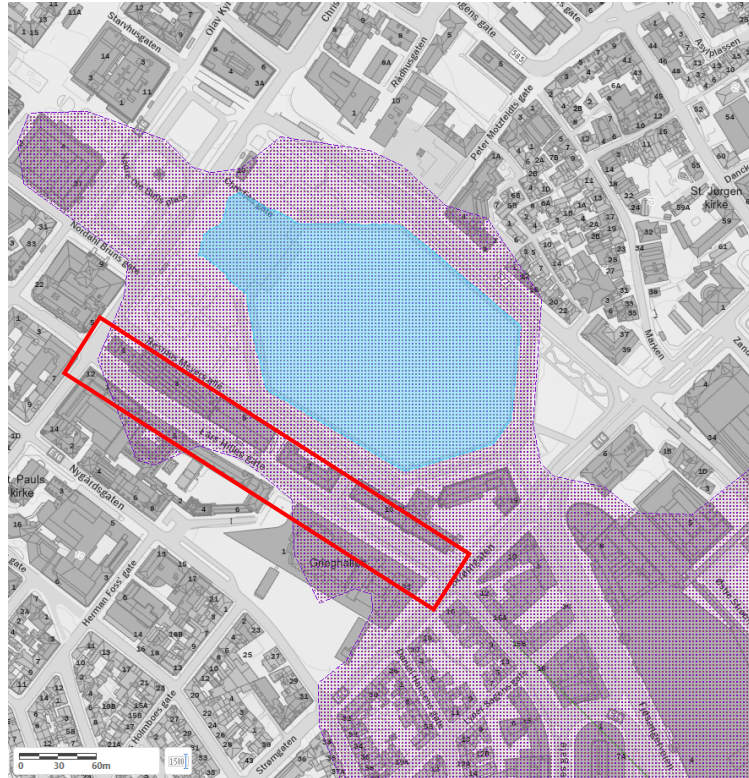
Eksisterende grunnundersøkelser i tiltaksområdet og omegn viser ikke indikasjon eller påvist sprøbrudmateriale eller kvikkleire og dermed kan dokumentere at det ikke er områdeskredfare. Sikkerhet mot kvikkleireskred er ivaretatt.

5.6 Skred i bratt terreng

Det er iht. NVE Atlas ikke tidligere registrert skredhendelser langs traseen eller i området generelt og det er ikke registrert noen faresoner for skred. Sikkerhet mot skred i bratt terreng er ivaretatt.

5.7 Flom og stormflo

Området er iht. NVE Atlas, utenfor faresone for stormflo og innen aktsomhetsområde for flom. Det er ikke registrert flomsone i området. Vurdering av flomfare er utenfor omfang av dette notatet.



Figur 5-2. Kart for flom- og stormflofare. Faresone for 1000-års stormflo er blå område. Aktsomhetskart for flom er den lilla polygonen. Tiltaksområdet vises i rødt rektangel. Kilde: NVE atlas.

5.8 Jordskjelv og seismiske krefter

Den geotekniske prosjektering omhandler midlertidig stabilitet av grøfter til VA, og i henhold til Eurokode 8, ref. [8], kan det ses bort fra seismiske krefter for midlertidige konstruksjoner dersom de ikke berører eksisterende konstruksjoner eller områdestabilitet.

6 Prosjektering

Det gis en vurdering i forhold til planlagt utførelsesmetode. Profil langs strekningen er angitt på plantegning i Figur 2-1 og lengdesnitt i Figur 4-2. Gravedybene varierer fra 2,2 m til 2,9 m under terreng, se detaljer i Tabell 3-1. De opplyste gravedybene er uten avretningslag og fundamentering.

Det vil bli anvendt graving med grøftekasse ettersom det ikke er plass til frie graveskråning da trafikken i gaten skal opprettholdes og dermed skal grøftebredden begrenses.

Grøftekassen skal være dimensjonert til jordtrykket fra de stedlige massene. Hvis den øverste meteren er gravet med fri graveskråning og grøftekasse herunder, må grøftekassen være dimensjonert for jordtrykk fra opprinnelig terreng.

Dersom det treffes berg før endelig gravedybde er oppnådd (noe som er usannsynlig ettersom alle grunnundersøkelser i tiltaksområdet og omegn viser at berg ligger dypere enn traubunn), kan det pigges eller sprenges ut fjellet for å gjøre plass.

For vurdering av bunnoppressing, se vedlegg A. Det er funnet at bunnoppressing ikke er en risiko.

For grøfter nær bygg skal det innen oppstart på graving utføres en undersøkelse av den aktuelle fundamenteringsform av byggene langs traseen. Hvis bygget er direktefundamentert på løsmasser skal det graves med seksjonsvis utgraving så hele gavlen på bygget ikke blottlegges med en gang. Ved seksjonsvis utgraving, foreslås 2 m lengde i tilfeller det er stripefundamenter. Dersom det er punktfundamenter, må det gjøres egen vurdering av geoteknikker. Det skal fylles opp igjen til overkant fundamentet innen neste seksjon kan graves ut.

6.1 Bergoverflate

Det skal noteres at bergoverflate er antatt dypere enn 5 m under terreng basert på interpolasjon mellom sonderingene og bergpåvisning i grunnundersøkelser i nærheten.

6.2 Oppfyll

I forbindelse med oppfyll av grøfter skal det sikres, at det ikke oppstår permanent drenering av området. Det anbefales å anlegge leirepropper i grøft nr. 3 (se Tabell 3-1 og plantegning i Figur 2-1, grønn grøft innen svart rektangel). Det anbefales å plassere minimum to leirepropper i trase.

Det anbefales å benytte steinmel (0-4 mm) eller lignende materialer for anleggelse av leireproppene. Massene legges i lagvis i 20 cm tykke lag og komprimeres. Leireproppene bør unngås å legges ut ifm. regnværperioder.

Komprimering utføres iht. V221 delkapittel 2.2.4.3. Humusinnhold av massene skal ikke overstige 3 %.

6.3 Geotekniske tiltak på gropene

6.3.1 Laster

Det anvendes en karakteristisk anleggslast på 20 kPa.

6.3.2 Utgravnings og oppfyllings faser

Utgravningen og oppfylling skjer over følgende faser:

- > Fase 1: Utgravning til 1,0 m under terreng.
- > Fase 2: Sette grøftekassen ned og fyll materiale på yttersiden av grøftekassen.
- > Fase 3: Grave ut 0,5 m inne i grøftekasse, presse ned grøftekassen og fortsetter inn til grøftebunnen er nået (mellom 2,2 og 2,9 under terreng, se dyber i groper i Tabell 3-1).
- > Fase 4: Ved opptrekking av grøftekassen, fyll inn 0,5 m sand, komprimere massene, trekke grøftekassen 0,5 m opp og komprimere massene under grøftekassens vegger.
- > Fase 5: Fortsette fase 4 til 1 m under terreng, hvor grøftekassen kan trekkes helt opp.

6.3.3 Resultater

Tabell 6-1 Beregnet materialfaktor mot bunnoppressing for grøftkassene.

Grope nr.	Ca. profil nr.	Grop type	Gravedybde (m)	Bredde av byggegrøp (m)	Lengde av byggegrøp (m)	Beregnet materialfaktor (krav er 1,50)
1	0	Mottaksgrop inntrekking	2,20	2,50	5,00	1,83
2	50-70	Innføringsgrop inntrekking	2,30	2,70	18,30	1,66

3	50-115	Gravegrop for reetablering av stikkledninger/gravearbeid	2,30	4,20	15,60	1,61
4	140 - 155	Alternativ plassering av innføringsgrop	2,90	1,50	14,00	1,58
5	170 - 180	Gravegrop for reetablering av stikkledninger/gravearbeid	2,90	3,90	11,00	1,50(se * under)
6	205	Gravegrop for reetablering av stikkledninger/gravearbeid	2,70	2,50	14,70	1,55
7	225	Gravegrop for reetablering av stikkledninger/gravearbeid	2,70	2,50	4,80	1,65
8	250 - 265	Gravegrop for reetablering av stikkledninger/gravearbeid	2,60	2,50	17,40	1,57
9	320	Mottaksgrop inntrekking	2,60	2,50	5,00	1,68

Merknader: * Terrenglast lik 18 kN/m² (redusert fra 20 kN/m² pga. antatt lastspredning effekt og stivhet av 23 cm tykk betongplate, se kap. 2 og Figur 2-2).

Kapasitet for grøftekasser baseres på opptredende jordtrykk. For grøftekasser med avstivningshøyde maksimalt 3,0 m, benyttes grøftekasser med dimensjonerende kapasitet $P_A = 50,4$ kPa.

$$P_A = H \cdot \gamma' \cdot K_0 \cdot \gamma_{G, \text{sup}} + q \cdot \gamma_Q \cdot K_0 = [(3,0 \text{ m} \cdot 19 \text{ kN/m}^3) \cdot (1 - \sin(31)) + 20 \text{ kPa} \cdot (1 - \sin(31))] \cdot 1,35 = 50,4 \text{ kPa}.$$

6.3.4 Setninger

Det forventes ikke setninger i forbindelse med gravearbeid i groper nr. 2 til nr. 8 så lenge grunnvannsspeil ikke senkes under kote 0 moh (dvs., ikke lavere enn registrert grunnvannsspeil). Ettersom bunnen av groper nr. 1 og 9 ligger under kote 0 moh (maks dybde i kote -0,6) blir det behov å senke grunnvannsspeilet noe i disse gropene, men dette anses å ikke være problematisk fordi de ligger midt i veikryss og ikke i nærheten av bebyggelse.

Det forutsettes at massene under og over vannledningen i utgravningene legges tilbake med anbefalt komprimering iht. NS 3458:2004: Komprimering krav og utførelse.

6.4 Håndtering av grunnvann

Det er antatt grunnvannsspeil mellom 0,6 og 1,78 m over traubunn. Ytterligere fremgår det av utførte grunnundersøkelser, at området hovedsakelig består av fyllmasser. På bakgrunn av dette vurderes det at grunnvann kan håndteres med alminnelig lensing med dykkpumpe fra pumpesump. Under traubunn nivå er det forventet en blanding av torv (humusholdige materiale), silt og skjell. Dersom det avdekkes sand og grus i traubunn, må det senkes grunnvannstand bak grøftekasser for å minimere strømming og unngå at hydraulisk grunnbrudd oppstår. I dette tilfellet, må geotekniker kontaktes for å lage egnet vurdering. Lokalt kan det bli nødvendig med suge spisser, men dette avgjøres av geoteknikker i forbindelse med utførelsen.

7 Utførelse og kontroll

I den nedenstående gis ytterligere føringer til utførelsen samt oppsummering av føringer allerede gitt i nærværende notat.

Ytterligere gis føringer for omfanget av kontroll det skal utføres ved de ulike punkter.

Oppstartsmøte med anleggsleder og relevante personer fra entreprenør

- > Gjennomgang av kontrollplan og arbeider som er av betydning for geoteknikk. Møtet dokumenteres med referat.

Besiktigelse og tilstandsvurdering

- > Det skal utføres en besiktigelse og tilstandsvurdering av byggene i området før anleggsstart. Se NS 8141-2, se ref. [10], for føringer herom. For strekningen hvor grøfter graves nær eksisterende bygg eller andre konstruksjoner skal det innen oppstart på graving utføres en undersøkelse av den aktuelle fundamenteringsform av byggene langs traseen og utføres en fotoregistrering av konstruksjonene.

Grøftekasse

- > Det må benyttes grøftekasse som er dimensjonert og godkjent til bruk for prosjekterte dybder og jordarter.
 - > Grøftekassen nedføres i forbindelse med graving.
 - > Det må sikres fullt kontakttrykk på baksiden av grøftekassene.
 - > Hvis det sjaktes ut og grøftekassen installeres nede i utsjaktningen må grøftekassen være dimensjonert for jordtrykk fra opprinnelig terreng.

Eksisterende installasjoner

- > Stabilitet av master langs veien må sikres eventuelt vha. barduner eller eventuelt omlegges og deretter reetableres.

Løsmassenes beskaffenhet

- > Løsmassenes beskaffenhet dokumenteres med bilder.

Innbygningsmasser er frostfrie

- > Frosne masser skal ikke bygges inn.

Grunnvannshåndtering

- > Håndtering av grunnvann vurderes å kan skje ved alminnelig lensing med dykkpumpe i pumpesump.
- > I forbindelse med installasjon må grunnvann overvåkes.
- > Dersom det avdekkes sand og grus i traubunn, må det senkes grunnvannstand bak grøftekasser for å minimere strømming og unngå at hydraulisk grunnbrudd oppstår. I dette tilfellet, må geotekniker kontaktes for å lage egnet vurdering.

Observasjon av avvik i grunnforhold

- > Hvis det observeres avvik i grunnforholdene i forhold til de beskrevne må geotekniker kontaktes for å vurdere nødvendige tiltak. Ved vesentlig avvik må arbeidet stoppes.

Leirepropper i grøfter

- > Ved oppfylling av grøfter skal det anlegges leirepropper på grøfte nr. 3 (se svart rektangel i plantegning i Figur 2-1). Det anbefales å benytte steinmel (0-4 mm) eller lignende materialer for anleggelse av leireproppene. Massene legges i lagvis i 20 cm tykke lag og komprimeres. Leireproppene bør unngås å legges ut ifm. regnværperioder. Komprimering utføres iht. V221 delkapittel 2.2.4.3. Humusinnhold av massene skal ikke overstige 3 %.

8 Referanser

- [1] Statens vegvesen, «N-V220: Geoteknikk i vegbygging,» 2025.
- [2] Statens vegvesen, «Vegbygning,» Vegnormal N200. Statens vegvesen, 2024.
- [3] Statens vegvesen, «Geoteknikk i vegbygging,» Håndbok N-V220. Statens vegvesen (SVV), 2025.
- [4] Standard Norge, «NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016 Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner,» Standard Norge, 2016.
- [5] Standard Norge, «NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2020 Eurokode 7 — Geoteknisk prosjektering — Del 1: Allmenne regler,» Standard Norge, 2020.
- [6] Standard Norge, «NS-EN 1998-1:2004+A1:2013+NA:2021 Prosjektering av konstruksjoner for seismisk påvirkning — Del 1: Allmenne regler, seismiske laster og regler for bygninger,» Standard Norge, 2021.
- [7] Direktoratet for byggkvalitet, «Byggesaksforskriften (SAK10),» Direktoratet for byggkvalitet, 2025.
- [8] Direktoratet for byggkvalitet, «Byggteknisk forskrift (TEK17),» Direktoratet for byggkvalitet, 2025.
- [9] NVE, «Sikkerhet mot kvikkleireskred, Vurdering av områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging i områder med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper,» Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE), Veileder nr. 1/2019, ISSN: 1501-0678, 2019.
- [10] Standard Norge, «NS 8141-2».
- [11] NIFS, «NIFS rapport 14/2014. Naturfareprosjektet: Delprosjekt Kvikkleire - En omforent anbefaling for bruk av anisotropifaktorer i prosjektering i norske leire,» Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE), Jernbaneverket, Statens vegvesen (SVV), 2014.
- [12] Standard Norge, «NS-EN 1993-1-1:2005+A1:2014+NA:2015: Prosjektering av stålkonstruksjoner – Del 1-1: Allmene regler og regler for bygninger».
- [13] Arbeidstilsynet, «Forskrift om utførelse av arbeid, bruk av arbeidsutstyr og tilhørende tekniske krav».
- [14] Bergen kommune, «Veileder: Arbeid og graving kommunal veg- og gategrunn,» Bergen kommune, 29.1.2015.
- [15] NGF, «Byggegruppveilederen,» 2019.
- [16] NGU, «Løsmasser - Nasjonal løsmassedatabase,» 2025. [Internett]. Available: http://geo.ngu.no/kart/losmasse_mobil/. [Funnet 25. okt. 2021].

Forutsetninger:

- Beregning i henhold til SVV Håndbok V220 Kapittel 10.4.1
- Stabilitet av utgraving skal kontrolleres separat
- Effekt av skrånende terreng må vurderes separat
- Udrenert skjærstyrke (c_u) settes lik en forsiktig anslått middelerverdi ned til en dybde lik $2/3B$ under utgravings bunn, med spesiell vekt på svært bløte lag innenfor en dybde på $1,5B$.

Krav:

$$\text{Oppnått materialefaktor} = \frac{N_c \cdot c_u}{\gamma \cdot z + q_k \cdot \gamma_Q - p_k \cdot \gamma_p} \geq \gamma_M$$

Karakteristiske laster:

- Last på terreng
- Trykk mot bunn av byggegrop (f.eks. vekt av vann ved vandfylt grop)

q_k	20 kN/m ²
p_k	0 kN/m ²

Terrengforhold:

- Gravedybde
- Bredde av byggegrop
- Lengde av byggegrop

Z	2,2 m
B	2,5 m
L	5 m

Karakteristiske parametre - jord:

- Udrenert skjærstyrke
- Tyngdetetthett - over bunn av utgraving

$c_{u,k}$	18 kPa
γ	19 kN/m ³

Krav til sikkerhet:

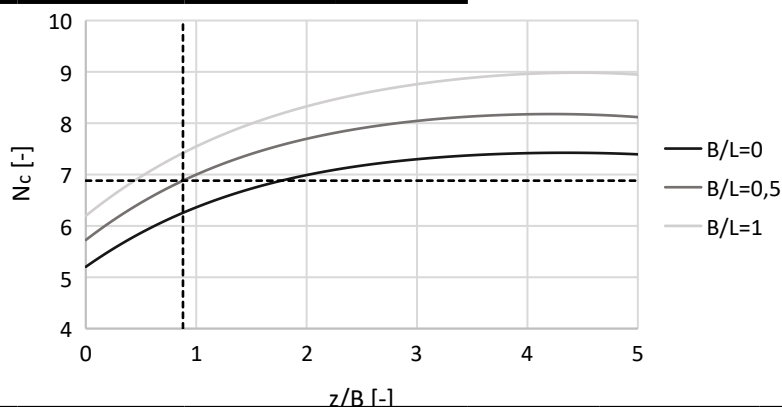
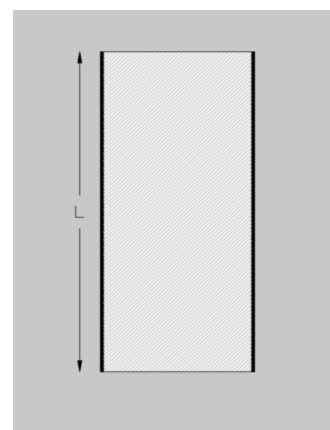
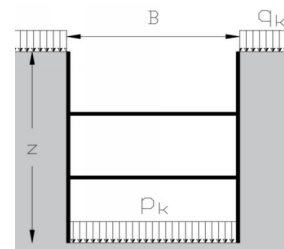
- materialefaktor
- Lastfaktor - terrengbelastning
- Lastfaktor - trykk mot bunn

γ_M	1,50
γ_Q	1,30
γ_p	1,00

Bæreevnefaktorer

- Bredde/lengdeforhold
- Dybde/breddeforhold
- Bæreevnefaktor
- Oppnått materialefaktor

B/L	0,5
Z/B	0,9
N_c	6,9
γ_M	1,83



Kontrol

- Oppnått sikkerhet (Materialefaktor)

Tilstrekkelig

Oppdrag:

Sanering vannledning Lars Hillesgate, Bergen

Beregningsidentifikasjon Ca. profil 0, Mottaksgrop inntrekking.

Lastkombination

Dato:	03.06.2025	Utarbeiter:	JOCP	Kontroll:	CBNI	Godkjent:	ABM
Oppdrag nr.:	A273204	Vedlegg nr.:	A1	Versjon	1.0	Side	1 av 9

COWI

Forutsetninger:

- Beregning i henhold til SVV Håndbok V220 Kapittel 10.4.1
- Stabilitet av utgraving skal kontrolleres separat
- Effekt av skrånende terreng må vurderes separat
- Udrenert skjærstyrke (c_u) settes lik en forsiktig anslått middelerverdi ned til en dybde lik $2/3B$ under utgravings bunn, med spesiell vekt på svært bløte lag innenfor en dybde på $1,5B$.

Krav:

$$\text{Oppnått materialefaktor} = \frac{N_c \cdot c_u}{\gamma \cdot z + q_k \cdot \gamma_Q - p_k \cdot \gamma_p} \geq \gamma_M$$

Karakteristiske laster:

- Last på terreng
- Trykk mot bunn av byggegrop (f.eks. vekt av vann ved vandfylt grop)

q_k	20 kN/m ²
p_k	0 kN/m ²

Terrengforhold:

- Gravedybde
- Bredde av byggegrop
- Lengde av byggegrop

Z	2,3 m
B	2,7 m
L	18,3 m

Karakteristiske parametre - jord:

- Udrenert skjærstyrke
- Tyngdetetthett - over bunn av utgraving

$c_{u,k}$	18 kPa
γ	19 kN/m ³

Krav til sikkerhet:

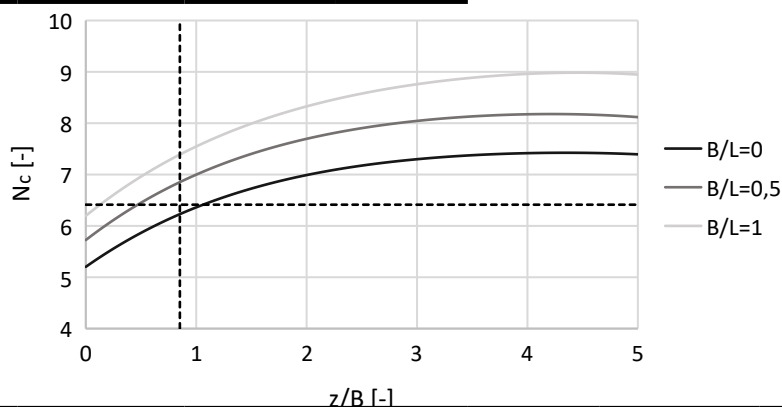
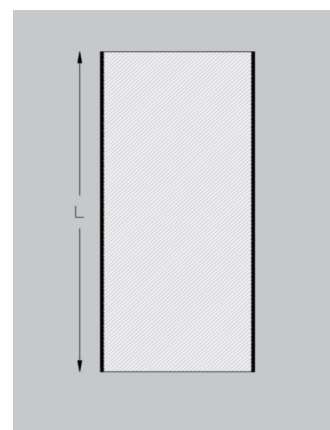
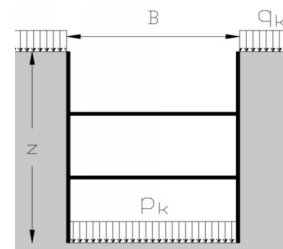
- materialefaktor
- Lastfaktor - terrengbelastning
- Lastfaktor - trykk mot bunn

γ_M	1,50
γ_Q	1,30
γ_p	1,00

Bæreevnefaktorer

- Bredde/lengdeforhold
- Dybde/breddeforhold
- Bæreevnefaktor
- Oppnått materialefaktor

B/L	0,1
Z/B	0,9
N_c	6,4
γ_M	1,66



Kontrol

- Oppnått sikkerhet (Materialefaktor)

Tilstrekkelig

Oppdrag:

Sanering vannledning Lars Hillesgate, Bergen

Beregningsidentifikasjon Ca. profil 50-70, Innføringsgrop inntrekking

Lastkombination

Dato:	03.06.2025	Utarbeiter:	JOCP	Kontroll:	CBNI	Godkjent:	ABM
Oppdrag nr.:	A273204	Vedlegg nr.:	A2	Versjon	1.0	Side	2 av 9

COWI

Forutsetninger:

- Beregning i henhold til SVV Håndbok V220 Kapittel 10.4.1
- Stabilitet av utgraving skal kontrolleres separat
- Effekt av skrånende terreng må vurderes separat
- Udrenert skjærstyrke (c_u) settes lik en forsiktig anslått middelvei ned til en dybde lik $2/3B$ under utgravings bunn, med spesiell vekt på svært bløte lag innenfor en dybde på $1,5B$.

Krav:

$$\text{Oppnått materialefaktor} = \frac{N_c \cdot c_u}{\gamma \cdot z + q_k \cdot \gamma_Q - p_k \cdot \gamma_p} \geq \gamma_M$$

Karakteristiske laster:

- Last på terreng
- Trykk mot bunn av byggegrop (f.eks. vekt av vann ved vandfylt grop)

q_k	20 kN/m ²
p_k	0 kN/m ²

Terrengforhold:

- Gravedybde
- Bredde av byggegrop
- Lengde av byggegrop

Z	2,3 m
B	4,2 m
L	15,6 m

Karakteristiske parametre - jord:

- Udrenert skjærstyrke
- Tyngdetetthet - over bunn av utgraving

$c_{u,k}$	18 kPa
γ	19 kN/m ³

Krav til sikkerhet:

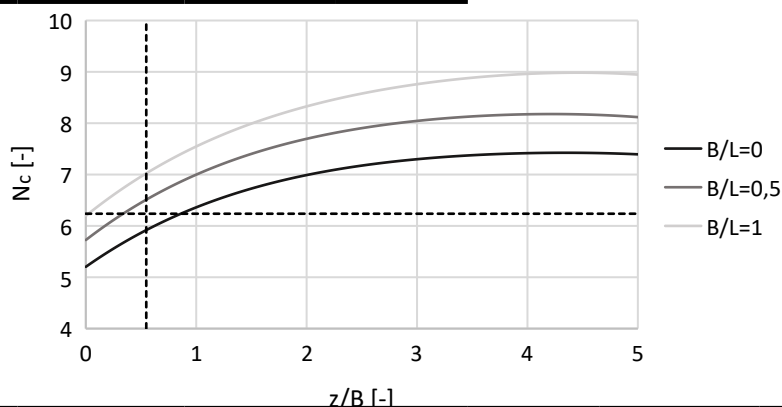
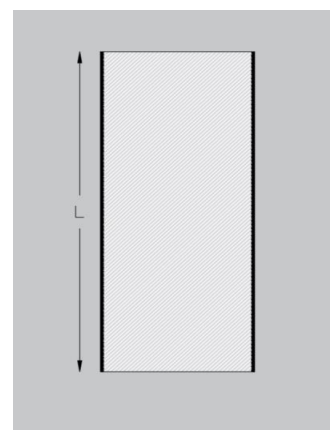
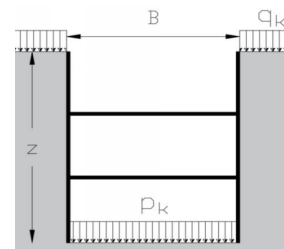
- materialefaktor
- Lastfaktor - terrengbelastning
- Lastfaktor - trykk mot bunn

γ_M	1,50
γ_Q	1,30
γ_p	1,00

Bæreevnefaktorer

- Bredde/lengdeforhold
- Dybde/breddeforhold
- Bæreevnefaktor
- Oppnått materialefaktor

B/L	0,3
Z/B	0,5
N_c	6,2
γ_M	1,61



Kontrol

- Oppnått sikkerhet (Materialefaktor)

Tilstrekkelig

Oppdrag:

Sanering vannledning Lars Hillesgate, Bergen

Beregningsidentifikasjon Ca. profil 50-115, Gravegrop for reetablering av stikkledninger/gravearbeid

Lastkombination

Dato: 03.06.2025	Utarbeiter: JOCP	Kontroll: CBNI	Godkjent: ABM
Oppdrag nr.: A273204	Vedlegg nr.: A3	Versjon 1.0	Side 3 av 9

COWI

Forutsetninger:

- Beregning i henhold til SVV Håndbok V220 Kapittel 10.4.1
- Stabilitet av utgraving skal kontrolleres separat
- Effekt av skrånende terreng må vurderes separat
- Udrenert skjærstyrke (c_u) settes lik en forsiktig anslått middelvei ned til en dybde lik $2/3B$ under utgravings bunn, med spesiell vekt på svært bløte lag innenfor en dybde på $1,5B$.

Krav:

$$\text{Oppnått materialefaktor} = \frac{N_c \cdot c_u}{\gamma \cdot z + q_k \cdot \gamma_Q - p_k \cdot \gamma_p} \geq \gamma_M$$

Karakteristiske laster:

- Last på terreng
- Trykk mot bunn av byggegrop (f.eks. vekt av vann ved vandfylt grop)

q_k	20 kN/m ²
p_k	0 kN/m ²

Terrengforhold:

- Gravedybde
- Bredde av byggegrop
- Lengde av byggegrop

Z	2,9 m
B	1,5 m
L	14 m

Karakteristiske parametre - jord:

- Udrenert skjærstyrke
- Tyngdetetthett - over bunn av utgraving

$c_{u,k}$	18 kPa
γ	19 kN/m ³

Krav til sikkerhet:

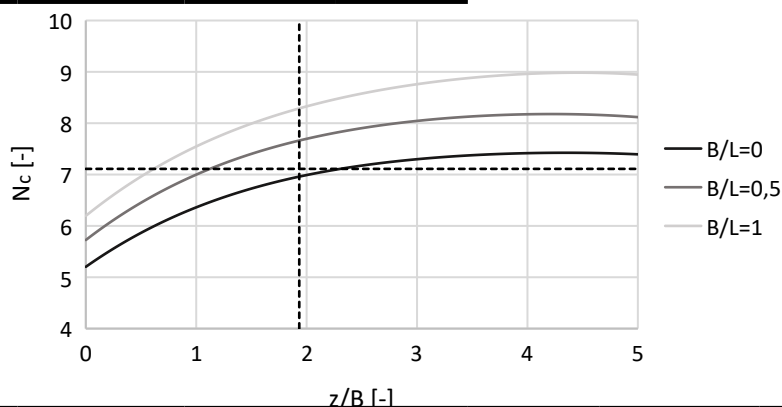
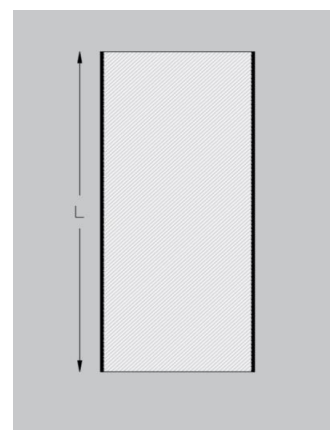
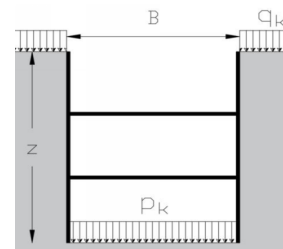
- materialefaktor
- Lastfaktor - terrengbelastning
- Lastfaktor - trykk mot bunn

γ_M	1,50
γ_Q	1,30
γ_p	1,00

Bæreevnefaktorer

- Bredde/lengdeforhold
- Dybde/breddeforhold
- Bæreevnefaktor
- Oppnått materialefaktor

B/L	0,1
Z/B	1,9
N_c	7,1
γ_M	1,58



Kontrol

- Oppnått sikkerhet (Materialefaktor)

Tilstrekkelig

Oppdrag:

Sanering vannledning Lars Hillesgate, Bergen

Beregningsidentifikasjon Ca. profil 140-155, Alternativ plassering av innføringsgrop

Lastkombination

Dato: 03.06.2025	Utarbeiter: JOCP	Kontroll: CBNI	Godkjent: ABM
Oppdrag nr.: A273204	Vedlegg nr.: A4	Versjon 1.0	Side 4 av 9

COWI

- Forutsetninger:**
- Beregning i henhold til SVV Håndbok V220 Kapittel 10.4.1
 - Stabilitet av utgraving skal kontrolleres separat
 - Effekt av skrånende terreng må vurderes separat
 - Udrenert skjærstyrke (c_u) settes lik en forsiktig anslått middelerverdi ned til en dybde lik $2/3B$ under utgravings bunn, med spesiell vekt på svært bløte lag innenfor en dybde på $1,5B$.

Krav:

$$\text{Oppnått materialefaktor} = \frac{N_c \cdot c_u}{\gamma \cdot z + q_k \cdot \gamma_Q - p_k \cdot \gamma_p} \geq \gamma_M$$

Karakteristiske laster:

- Last på terreng
- Trykk mot bunn av byggegrop (f.eks. vekt av vann ved vandfylt grop)

q_k	18 kN/m ²
p_k	0 kN/m ²

Terrengforhold:

- Gravedybde
- Bredde av byggegrop
- Lengde av byggegrop

Z	2,9 m
B	3,9 m
L	11 m

Karakteristiske parametre - jord:

- Udrenert skjærstyrke
- Tyngdetetthett - over bunn av utgraving

$c_{u,k}$	18 kPa
γ	19 kN/m ³

Krav til sikkerhet:

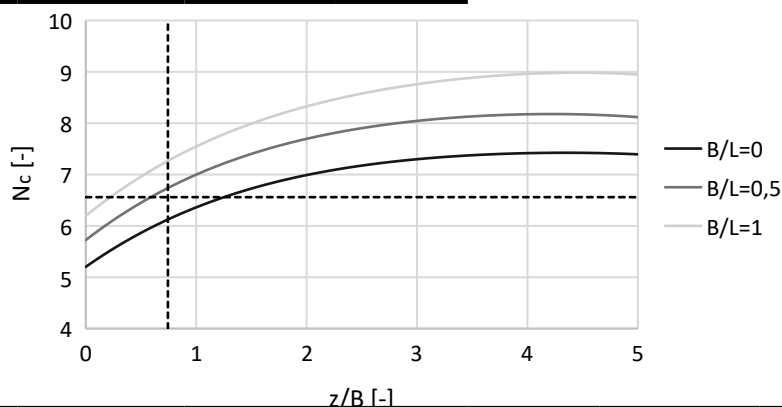
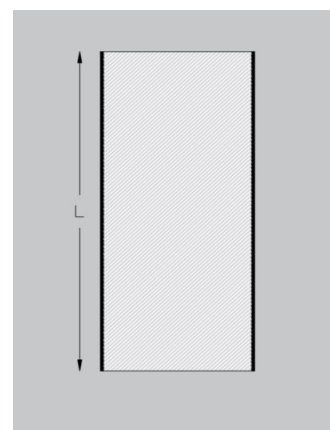
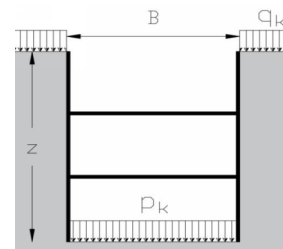
- materialefaktor
- Lastfaktor - terrengbelastning
- Lastfaktor - trykk mot bunn

γ_M	1,50
γ_Q	1,30
γ_p	1,00

Bæreevnemotorer

- Bredde/lengdeforhold
- Dybde/breddeforhold
- Bæreevnemotor
- Oppnått materialefaktor

B/L	0,4
Z/B	0,7
N_c	6,6
γ_M	1,50

**Kontrol**

- Oppnått sikkerhet (Materialefaktor)

Tilstrekkelig

Oppdrag:**Sanering vannledning Lars Hillesgate, Bergen**

Beregningsidentifikasjon Ca. profil 170-180, Gravegrop for reetablering av stikkledninger/gravearbeid

Lastkombination

Dato: 03.06.2025	Utarbeiter: JOCP	Kontroll: CBNI	Godkjent: ABM
Oppdrag nr.: A273204	Vedlegg nr.: A5	Versjon 1.0	Side 5 av 9

COWI

- Forutsetninger:**
- Beregning i henhold til SVV Håndbok V220 Kapittel 10.4.1
 - Stabilitet av utgraving skal kontrolleres separat
 - Effekt av skrånende terreng må vurderes separat
 - Udrenert skjærstyrke (c_u) settes lik en forsiktig anslått middelerdi ned til en dybde lik $2/3B$ under utgravings bunn, med spesiell vekt på svært bløte lag innenfor en dybde på $1,5B$.

Krav:

$$\text{Oppnått materialefaktor} = \frac{N_c \cdot c_u}{\gamma \cdot z + q_k \cdot \gamma_Q - p_k \cdot \gamma_p} \geq \gamma_M$$

Karakteristiske laster:

- Last på terreng
- Trykk mot bunn av byggegrop (f.eks. vekt av vann ved vandfylt grop)

q_k	20 kN/m ²
p_k	0 kN/m ²

Terrengforhold:

- Gravedybde
- Bredde av byggegrop
- Lengde av byggegrop

Z	2,7 m
B	2,5 m
L	14,7 m

Karakteristiske parametre - jord:

- Udrenert skjærstyrke
- Tyngdetetthett - over bunn av utgraving

$c_{u,k}$	18 kPa
γ	19 kN/m ³

Krav til sikkerhet:

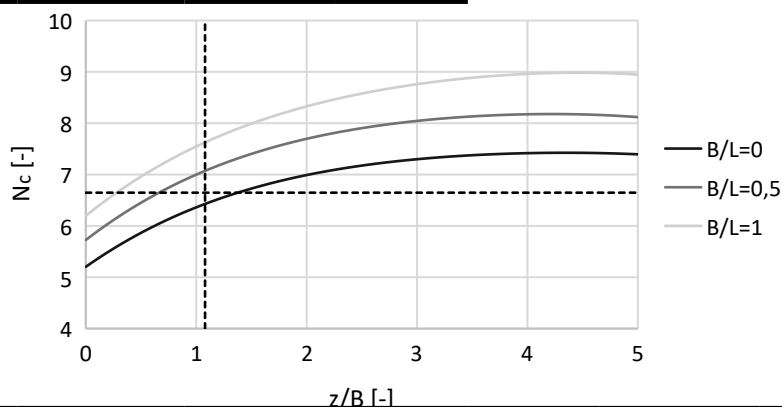
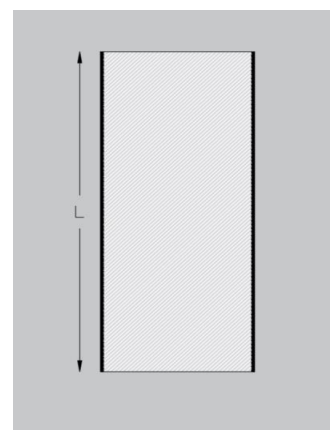
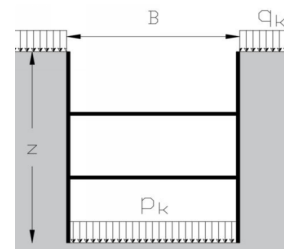
- materialefaktor
- Lastfaktor - terrengbelastning
- Lastfaktor - trykk mot bunn

γ_M	1,50
γ_Q	1,30
γ_p	1,00

Bæreevnefaktorer

- Bredde/lengdeforhold
- Dybde/breddeforhold
- Bæreevnefaktor
- Oppnått materialefaktor

B/L	0,2
Z/B	1,1
N_c	6,6
γ_M	1,55

**Kontrol**

- Oppnått sikkerhet (Materialefaktor)

Tilstrekkelig

Oppdrag:**Sanering vannledning Lars Hillesgate, Bergen**

Beregningsidentifikasjon Ca. profil 205, Gravegrop for reetablering av stikkledninger/gravearbeid

Lastkombination

Dato:	03.06.2025	Utarbeiter:	JOCP	Kontroll:	CBNI	Godkjent:	ABM
Oppdrag nr.:	A273204	Vedlegg nr.:	A6	Versjon	1.0	Side	6 av 9

COWI

Forutsetninger:

- Beregning i henhold til SVV Håndbok V220 Kapittel 10.4.1
- Stabilitet av utgraving skal kontrolleres separat
- Effekt av skrånende terreng må vurderes separat
- Udrenert skjærstyrke (c_u) settes lik en forsiktig anslått middsverdi ned til en dybde lik $2/3B$ under utgravings bunn, med spesiell vekt på svært bløte lag innenfor en dybde på $1,5B$.

Krav:

$$\text{Oppnått materialefaktor} = \frac{N_c \cdot c_u}{\gamma \cdot z + q_k \cdot \gamma_Q - p_k \cdot \gamma_p} \geq \gamma_M$$

Karakteristiske laster:

- Last på terreng
- Trykk mot bunn av byggegrop (f.eks. vekt av vann ved vandfylt grop)

q_k	20 kN/m ²
p_k	0 kN/m ²

Terrengforhold:

- Gravedybde
- Bredde av byggegrop
- Lengde av byggegrop

Z	2,7 m
B	2,5 m
L	4,8 m

Karakteristiske parametre - jord:

- Udrenert skjærstyrke
- Tyngdetetthett - over bunn av utgraving

$c_{u,k}$	18 kPa
γ	19 kN/m ³

Krav til sikkerhet:

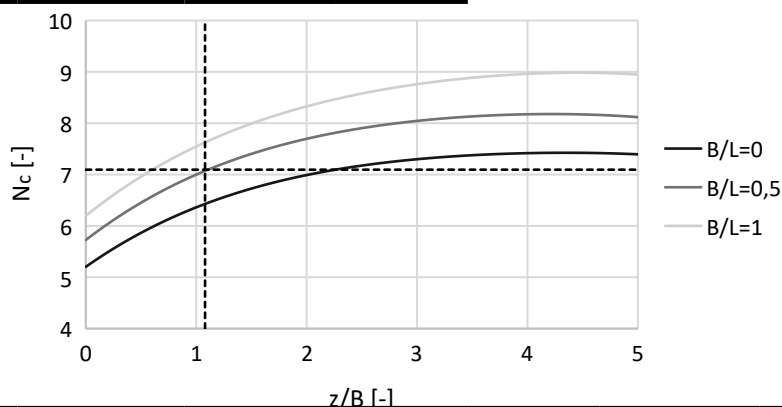
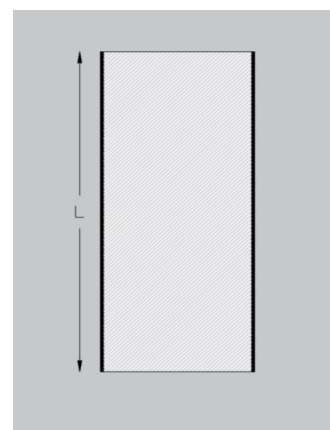
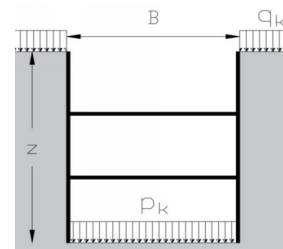
- materialefaktor
- Lastfaktor - terrengbelastning
- Lastfaktor - trykk mot bunn

γ_M	1,50
γ_Q	1,30
γ_p	1,00

Bæreevnefaktorer

- Bredde/lengdeforhold
- Dybde/breddeforhold
- Bæreevnefaktor
- Oppnått materialefaktor

B/L	0,5
Z/B	1,1
N_c	7,1
γ_M	1,65



Kontrol

- Oppnått sikkerhet (Materialefaktor)

Tilstrekkelig

Oppdrag:

Sanering vannledning Lars Hillesgate, Bergen

Beregningsidentifikasjon Ca. profil 225, Gravegrop for reetablering av stikkledninger/gravearbeid

Lastkombination

Dato: 03.06.2025	Utarbeiter: JOCP	Kontroll: CBNI	Godkjent: ABM
Oppdrag nr.: A273204	Vedlegg nr.: A7	Versjon 1.0	Side 7 av 9

COWI

- Forutsetninger:**
- Beregning i henhold til SVV Håndbok V220 Kapittel 10.4.1
 - Stabilitet av utgraving skal kontrolleres separat
 - Effekt av skrånende terreng må vurderes separat
 - Udrenert skjærstyrke (c_u) settes lik en forsiktig anslått middelerverdi ned til en dybde lik $2/3B$ under utgravings bunn, med spesiell vekt på svært bløte lag innenfor en dybde på $1,5B$.

Krav:

$$\text{Oppnått materialefaktor} = \frac{N_c \cdot c_u}{\gamma \cdot z + q_k \cdot \gamma_Q - p_k \cdot \gamma_p} \geq \gamma_M$$

Karakteristiske laster:

- Last på terreng
- Trykk mot bunn av byggegrop (f.eks. vekt av vann ved vandfylt grop)

q_k	20 kN/m ²
p_k	0 kN/m ²

Terrengforhold:

- Gravedybde
- Bredde av byggegrop
- Lengde av byggegrop

Z	2,6 m
B	2,5 m
L	17,4 m

Karakteristiske parametre - jord:

- Udrenert skjærstyrke
- Tyngdetetthett - over bunn av utgraving

$c_{u,k}$	18 kPa
γ	19 kN/m ³

Krav til sikkerhet:

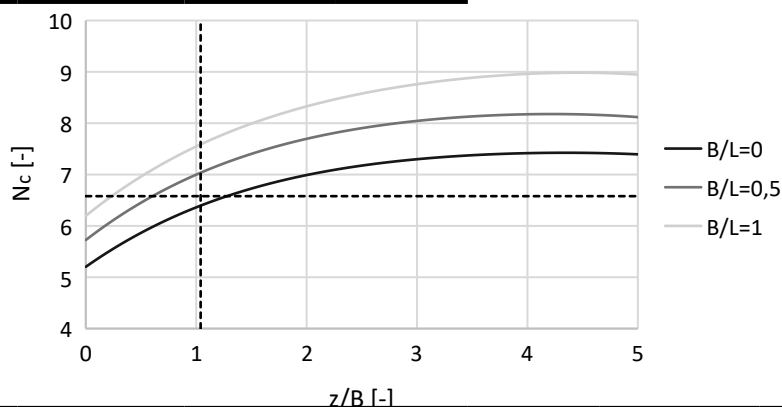
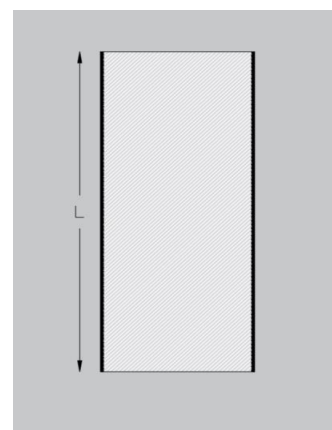
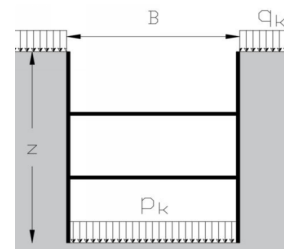
- materialefaktor
- Lastfaktor - terrengbelastning
- Lastfaktor - trykk mot bunn

γ_M	1,50
γ_Q	1,30
γ_p	1,00

Bæreevnefaktorer

- Bredde/lengdeforhold
- Dybde/breddeforhold
- Bæreevnefaktor
- Oppnått materialefaktor

B/L	0,1
Z/B	1,0
N_c	6,6
γ_M	1,57

**Kontrol**

- Oppnått sikkerhet (Materialefaktor)

Tilstrekkelig

Oppdrag:**Sanering vannledning Lars Hillesgate, Bergen**

Beregningsidentifikasjon Ca. profil 250-265, Gravegrop for reetablering av stikkledninger/gravearbeid

Lastkombination

Dato: 03.06.2025	Utarbeiter: JOCP	Kontroll: CBNI	Godkjent: ABM
Oppdrag nr.: A273204	Vedlegg nr.: A8	Versjon 1.0	Side 8 av 9

COWI

Forutsetninger:

- Beregning i henhold til SVV Håndbok V220 Kapittel 10.4.1
- Stabilitet av utgraving skal kontrolleres separat
- Effekt av skrånende terreng må vurderes separat
- Udrenert skjærstyrke (c_u) settes lik en forsiktig anslått middelvei ned til en dybde lik $2/3B$ under utgravingens bunn, med spesiell vekt på svært bløte lag innenfor en dybde på $1,5B$.

Krav:

$$\text{Oppnått materialefaktor} = \frac{N_c \cdot c_u}{\gamma \cdot z + q_k \cdot \gamma_Q - p_k \cdot \gamma_p} \geq \gamma_M$$

Karakteristiske laster:

- Last på terreng
- Trykk mot bunn av byggegrop (f.eks. vekt av vann ved vandfylt grop)

q_k	20 kN/m ²
p_k	0 kN/m ²

Terrengforhold:

- Gravedybde
- Bredde av byggegrop
- Lengde av byggegrop

Z	2,6 m
B	2,5 m
L	5 m

Karakteristiske parametre - jord:

- Udrenert skjærstyrke
- Tyngdetetthett - over bunn av utgraving

$c_{u,k}$	18 kPa
γ	19 kN/m ³

Krav til sikkerhet:

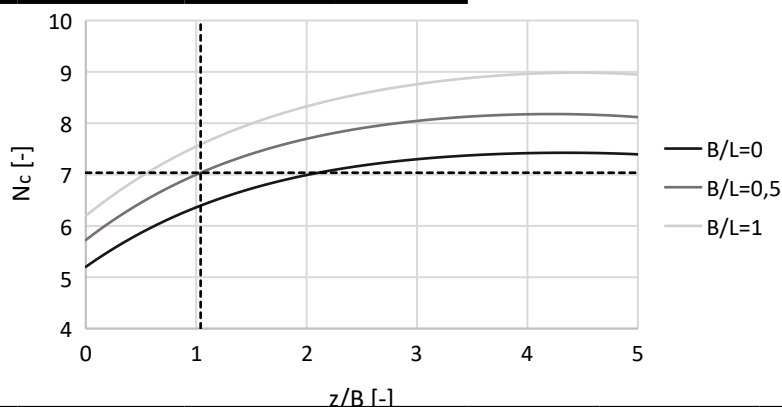
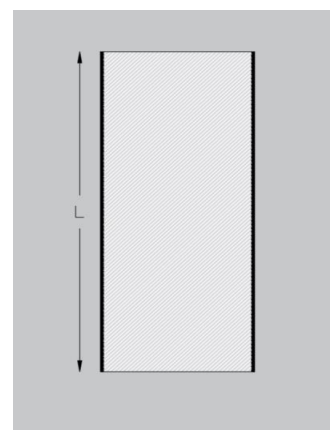
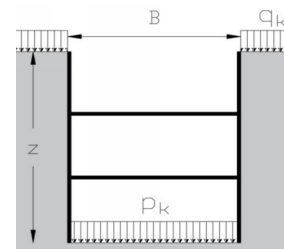
- materialefaktor
- Lastfaktor - terrengbelastning
- Lastfaktor - trykk mot bunn

γ_M	1,50
γ_Q	1,30
γ_p	1,00

Bæreevnefaktorer

- Bredde/lengdeforhold
- Dybde/breddeforhold
- Bæreevnefaktor
- Oppnått materialefaktor

B/L	0,5
Z/B	1,0
N_c	7,0
γ_M	1,68



Kontrol

- Oppnått sikkerhet (Materialefaktor)

Tilstrekkelig

Oppdrag:

Sanering vannledning Lars Hillesgate, Bergen

Beregningsidentifikasjon Ca. profil 320, Mottaksgrop inntrekking.

Lastkombination

Dato:	03.06.2025	Utarbeiter:	JOCP	Kontroll:	CBNI	Godkjent:	ABM
Oppdrag nr.:	A273204	Vedlegg nr.:	A9	Versjon	1.0	Side	9 av 9

COWI