



# Oslo

## Områdestabilitet Bestum

### Kontroll av vurderinger av områdestabilitet iht. NVE 1/2019

Dok.nr.: VI-U-000-RL-0026

Revisjon: 02G



Oslo Kommune – Fornebubanen	Dok. Nr.: VI-U-000-RL-0026
<b>Områdestabilitet Bestum</b> <b>Kontroll av vurderinger av områdestabilitet iht. NVE 1/2019</b>	Revisjon: 02G
	Dato: 01.03.2023
	Side: 2 av 11

Dokumentet er utarbeidet av



Rev.	Dato	Utgitt for	Utarbeidet av	Kontrollert av	Godkjent av
02G	01.03.2023	Godkjenning	Solveig Kristin Sigurdardottir	Johann Örn Fridsteinsson	Johann Örn Fridsteinsson
01G	16.12.2022	Godkjenning	Solveig Kristin Sigurdardottir	Johann Örn Fridsteinsson	Johann Örn Fridsteinsson

Oslo Kommune – Fornebuibanen	Dok. Nr.: VI-U-000-RL-0026
<b>Områdestabilitet Bestum</b> <b>Kontroll av vurderinger av områdestabilitet iht. NVE 1/2019</b>	Revisjon: 02G
	Dato: 01.03.2023
	Side: 3 av 11

## Innhold:

<b>1.</b>	<b>INNLEDNING .....</b>	<b>4</b>
<b>1.1</b>	<b>Hensikt .....</b>	<b>4</b>
<b>1.2</b>	<b>Sammendrag .....</b>	<b>4</b>
<b>2.</b>	<b>ENDRINGSLOGG .....</b>	<b>4</b>
<b>3.</b>	<b>GENERELT .....</b>	<b>4</b>
<b>3.1</b>	<b>Krav om utførelse av uavhengig kontroll .....</b>	<b>4</b>
<b>3.2</b>	<b>Kontrollmetode og veileder .....</b>	<b>5</b>
<b>3.3</b>	<b>Oversikt over mottatt dokumentasjon.....</b>	<b>5</b>
<b>3.4</b>	<b>Grunnforhold og topografi.....</b>	<b>5</b>
<b>4.</b>	<b>KVALITETSSIKRING .....</b>	<b>7</b>
<b>4.1</b>	<b>Valg av tiltakskategori .....</b>	<b>7</b>
<b>4.2</b>	<b>Regelverk og krav .....</b>	<b>7</b>
<b>4.3</b>	<b>Grunnlag – identifikasjon av kritiske skrån timer og potensielt lø sneområde .....</b>	<b>7</b>
<b>4.4</b>	<b>Befaring .....</b>	<b>8</b>
<b>4.5</b>	<b>Grunnundersøkelser .....</b>	<b>8</b>
<b>4.6</b>	<b>Aktuelle skredmekanismer og avgrensning av faresone .....</b>	<b>8</b>
<b>4.7</b>	<b>Klassifisering av faresone.....</b>	<b>8</b>
<b>4.8</b>	<b>Kritiske snitt og materialparametere .....</b>	<b>8</b>
<b>4.9</b>	<b>Vurdering av stabilitetsanalyse.....</b>	<b>8</b>
<b>4.10</b>	<b>Stabiliserende tiltak.....</b>	<b>8</b>
<b>5.</b>	<b>OPPSUMMERING .....</b>	<b>9</b>

Oslo Kommune – Fornebubanen	Dok. Nr.: VI-U-000-RL-0026
<b>Områdestabilitet Bestum</b> <b>Kontroll av vurderinger av områdestabilitet iht. NVE 1/2019</b>	Revisjon: 02G
	Dato: 01.03.2023
	Side: 4 av 11

## 1. INNLEDNING

### 1.1 Hensikt

Verkís er engasjert av Oslo Kommune som uavhengig kontrollerende for prosjektering innenfor fagområdet geoteknikk for prosjektet Fornebubanen. Kontrollarbeidet omfatter uavhengig kontroll iht. plan og bygningsloven, utvidet kontroll i henhold til Eurocode 0 (NS-EN 1990 + NA) samt uavhengig kontroll av områdestabilitet iht. NVE-veileder 1/2019 Sikkerhet mot kvikkleireskred.

Foreliggende rapport omfatter uavhengig kontroll av vurderinger av områdestabilitet iht. NVE-veileder 1/2019 Sikkerhet mot kvikkleireskred ved Bestum.

### 1.2 Sammendrag

Verkís har utført uavhengig kontroll i Byggherrens regi av vurderinger av områdestabilitet for Bestum. Kontrollen er utført iht. NVE-veileder 1/2019 Sikkerhet mot kvikkleireskred for NVE Tiltakskategori K4.

Verkís er enig med prosjekterende sin konklusjon at selv om det finnes kvikkleire i området er stabilitet tilfredsstillende, gitt at det er mulig å sikre at poretrykket ikke øker pga. planlagte arbeider.

## 2. ENDRINGSLOGG

Rev.	Rev.dato	Kapittel/side	Beskrivelse av endring
01G	16.12.2022		Første utgave
02G	01.03.2023		Svar på kommentarer fra PGF og status på kontroll

## 3. GENERELT

Kontrollen omfatter kontroll av de utførte vurderinger av områdestabilitet og fare for kvikkleireskred i prosjektområdet. Hensikten med kontrollen er å kvalitetssikre vurderingene som er gjort for å sikre områdestabilitet etter NVEs veileder 1/2019.

### 3.1 Krav om utførelse av uavhengig kontroll

I henhold til NVE's-veileder 1/2019 skal det utføres uavhengig kontroll av vurderinger av områdestabilitet.

Områdestabilitet for Bestum er plassert i NVE's Tiltakskategori K4.

Oslo Kommune – Fornebubanen	Dok. Nr.: VI-U-000-RL-0026
<b>Områdestabilitet Bestum</b> <b>Kontroll av vurderinger av områdestabilitet iht. NVE 1/2019</b>	Revisjon: 02G
	Dato: 01.03.2023
	Side: 5 av 11

### 3.2 Kontrollmetode og veileder

Utredningene og kontroll er utført etter NVEs veileder 1/2019 / og TEK 17. NVE's Ekstern rapport 9/2020 og NIFS Rapport nr. 14-2016 «Metode for vurdering av løsne- og utløpsområder for områdeskred» er også brukt som et grunnlag for kontroll.

### 3.3 Oversikt over mottatt dokumentasjon

Vurderingene av områdestabilitet er utført av PGF, også referert til som prosjekterende.

Tabell 1 viser mottatte dokumenter som er gjennomgått i denne kontrollen.

Tabell 1. Kontrollerte dokumenter

Dokument nr.	Dokument	Dato	Revisjon	Mottatt
PF-U-721-EC-0001	Design basis – Prosjektering av byggegrupp	12.02.2021	05G	24.02.2021
PF-U-721-RB-0062	Områdestabilitet - Bestum	20.01.2023	02G	14.02.2023
PF-U-721-RB-0011	Geoteknisk datarapport Del 1 – Majorstua-Skøyen	06.05.2020	01G	06.05.2020

### 3.4 Grunnforhold og topografi

Løsmassekart fra NGU viser at området består av hav-, fjord- og marin strandavsetninger samt forvittringsmateriale se Figur 1. Det bemerkes at kartet gir kun informasjon om de øverste løsmassene i området.

Det er utført en del grunnundersøkelser i området, både eldre undersøkelser fra PBE (1966, 1969, 1972 og 1973), totalsonderinger, trykksondering og vingebor utført 2013 og 2014 samt totalsondering og prøveserier utført 2019. I tillegg elektriske piezometere i 2019.

Undersøkelser viser varierende dybde til berg på 5 til 20 meter. Grunnen består av et topplag av fyllmasser eller tørrskorpeleire over leire. Sprøbruddmateriale finnes i noe steder på dybde minimum 4,5 m. Noe steder er det antatt å være morene over berg.

Sør for jernbanen er terrenget for det meste flatt men nord for jernbanen heller terrenget ned mot togfyllingen. I tillegg er terrenget hellende både øst og vest ned mot Mærradalsbekken.

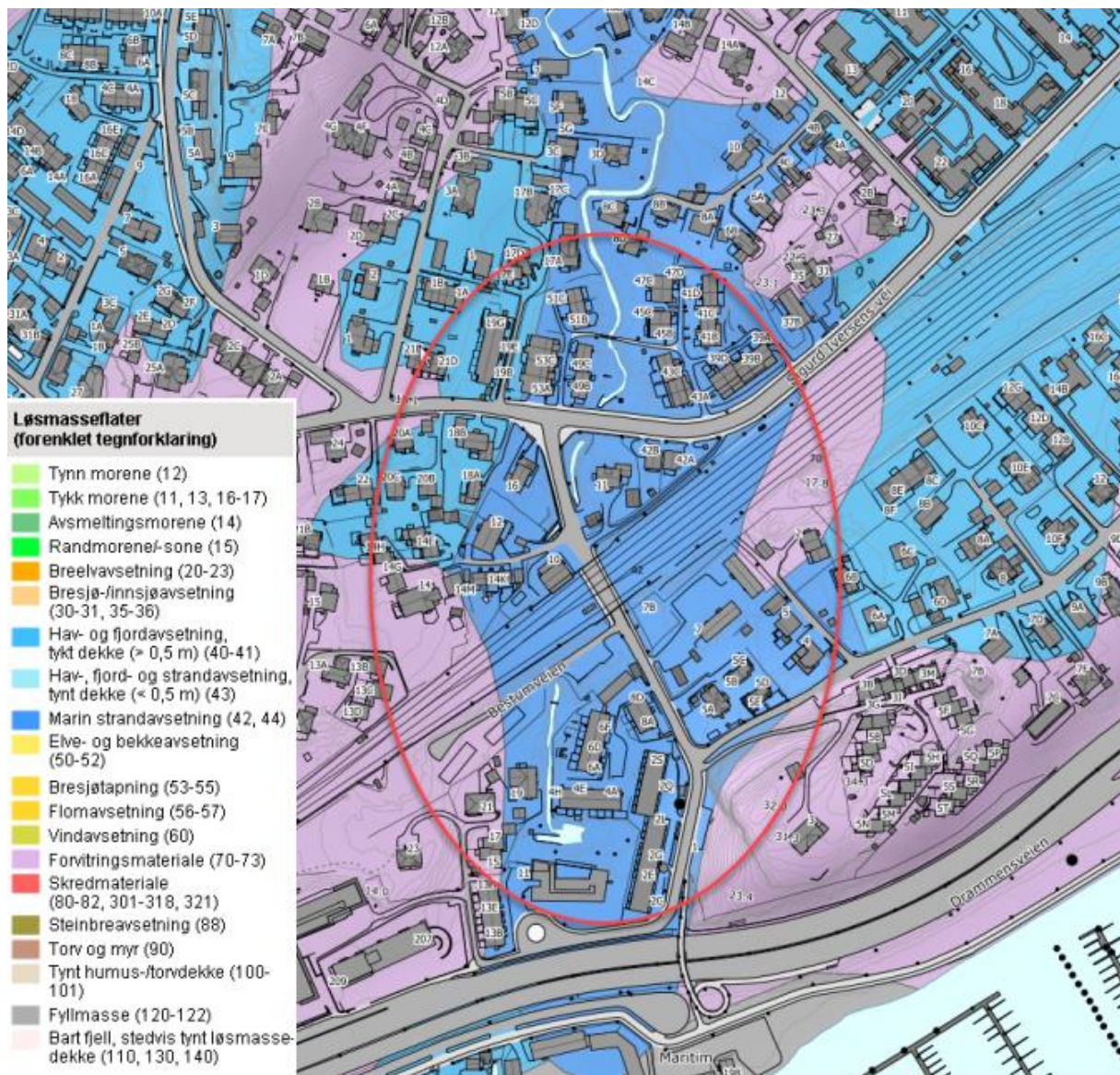
**Områdestabilitet Bestum**

Revisjon: 02G

**Kontroll av vurderinger av områdestabilitet iht. NVE 1/2019**

Dato: 01.03.2023

Side: 6 av 11



Figur 1. Kvartærgeologisk kart fra NGU. Området er vist med rød ellipse (hentet fra PF-U-721-RB-0062-01G)

**Områdestabilitet Bestum**

Revisjon: 02G

**Kontroll av vurderinger av områdestabilitet iht. NVE 1/2019**

Dato: 01.03.2023

Side: 7 av 11

#### 4. KVALITETSSIKRING

##### 4.1 Valg av tiltakskategori

Prosjekterende har valgt tiltakskategori K4 i henhold til Tabell 5.2 i NVEs veileder 1/2019. I henhold til Tabell 3.2 i NVEs veileder 1/2019 er type tiltak for tiltakskategori 4 «Tiltak som medfører større tilflytting/personopphold, samt tiltak som gjelder viktige samfunnsfunksjoner». Verkis vurderer at dette er riktig kategori.

##### 4.2 Regelverk og krav

Prosjekterende har beskrevet relevante regelverk og krav til vurdering av områdestabilitet.

##### 4.3 Grunnlag – identifikasjon av kritiske skråninger og potensielt løснеområde

Prosjekterende følger kriterier i NVEs veileder 1/2019 ved identifisering av kritiske skråninger og potensielt løснеområder. Ti forskjellige snitt, A til J er vurdert, se Figur 2.

Skråningen i snitt E er mer enn 100 m fra tunnel og dermed ikke vurdert videre. Snitt D og F utelukkes på grunn av terrenghelning mindre enn 1:15. Andre snitt kan ikke utelukkes på grunn av helning eller skråningshøyde og er sett nærmere på.



Figur 2.  
01G)

Plassering av snitt og grunnundersøkelser, (Figur 8-4 hentet fra PF-U-721-RB-0062-

Oslo Kommune – Fornebubanen	Dok. Nr.: VI-U-000-RL-0026
<b>Områdestabilitet Bestum</b> <b>Kontroll av vurderinger av områdestabilitet iht. NVE 1/2019</b>	Revisjon: 02G
	Dato: 01.03.2023
	Side: 8 av 11

#### 4.4 Befaring

Prosjekterende har utført befaring i området i september 2022, og har kartlagt berg i dagen sammen med sjekk for erosjon fra bekk. Litt erosjon kunne ses med synlige røtter på trær.

#### 4.5 Grunnundersøkelser

Det er utført totalsonderinger, prøveserier samt piezometerforsøk i området. Det finnes også antall undersøkelser fra tidligere prosjekter som gir informasjon om grunnforhold.

#### 4.6 Aktuelle skredmekanismer og avgrensning av faresone

Aktuell skredmekanismer og avgrensning av faresone er utført for alle snitt som ikke kunne utelukkes i kapitel 4.3. Snitt A kan utelukkes på grunn av det er grunt til berg. Snitt H er ikke vurdert nærmere siden det er relativt nærme snitt J. J er vurdert mer kritisk for det har mindre overdekning og større skråningshøyde enn snitt H. Retrogressiv skred utelukkes for alle snitt på grunn av andel sprøbruddsmateriale over mest kritiske glideflate  $b/D < 40\%$ .

#### 4.7 Klassifisering av faresone

Klassifisering av faresone er utført i henhold til metode fra kapitel 4 i NVE's Eksternt rapport 9/2020 (som fremgår av NVE's veiledning 1/2019) for valg av faregrad, konsekvensklasse og risikoklasse.

#### 4.8 Kritiske snitt og materialparametere

Fem snitt er vurdert for stabilitetsanalyse. Jordparametere er basert på resultater fra prøveserier. Verkis er enig i tolkning av jordparametere og anser at tolkingen er basert på tilgjengelig informasjon.

#### 4.9 Vurdering av stabilitetsanalyse

Det er utført stabilitetsberegninger, både udrenert og drenert for snitt, B, C, G, I og J.

Prosjekterende vurderer stabilitet er tilfredsstillende. Tidligere kommentarer til stabilitetsberegningene ble listet opp i Tabell 3 og ble besvart i ny revisjon.

#### 4.10 Stabiliserende tiltak

Prosjekterende vurderer ikke behov for stabiliserende tiltak. Verkis er enig, gitt at det er mulig å sikre at poretrykket ikke øker pga. planlagte arbeider.



Oslo Kommune – Fornebubanen	Dok. Nr.: VI-U-000-RL-0026
<b>Områdestabilitet Bestum</b> <b>Kontroll av vurderinger av områdestabilitet iht. NVE 1/2019</b>	Revisjon: 02G
	Dato: 01.03.2023
	Side: 9 av 11

## 5. OPPSUMMERING

Oppsummering av kommentar som prosjekterende bør ta hensyn til ses i Tabell 3.

Svar på kommentar og eller endringer i prosjekteringsgrunnlaget blir skrevet direkte inn i tabellen med ulik farge og merket med dato for aktuell revisjon.

16.12.2022	Verkis kommentar
<i>17.01.2023</i>	<i>PGF svar til kommentar, lagt inn av Verkis</i>

### Status på kommentarer

1. Merknad som den prosjekterende bes ta stilling til.
2. Anbefales godkjent under forutsetning av at merknader innarbeides ved neste revisjon.
3. Anbefales ikke godkjent. Materialet må revideres i henhold til innspill i denne rapporten før godkjenning kan vurderes på nytt.

Når kommentarer anses som tilstrekkelig besvart/innarbeidet i grunnlaget skal det brukes overstrykning av status, se et eksempel i Tabell 2.

*Tabell 2 Eksempel av tilstrekkelig besvart kommentar.*

Referanse	Merknad	Status
2.3.3	I Prosesskode 84.4 står det at SV-Standard skal være i samsvar med MF40. <i>Svar: Rapporten er oppdatert.</i>	<del>±</del> ok

*Tabell 3 Oppsummering av kommentar*

Nr.	Referanse	Kommentar	Status
1	PF-U-721-RB-0062-01G Kapittel 8.1.10	Det ville vært bedre å angi kravene til stabilitetsberegninger på forhånd for å kunne forstå hvilke krav må oppfylles.  <i>Svar: Vi inkluderer krav i starten av kapittel 8.1.10 i neste revisjon av rapporten</i>	<del>±</del> OK

Oslo Kommune – Fornebubanen	Dok. Nr.: VI-U-000-RL-0026
<b>Områdestabilitet Bestum</b> <b>Kontroll av vurderinger av områdestabilitet iht. NVE 1/2019</b>	Revisjon: 02G
	Dato: 01.03.2023
	Side: 10 av 11

2	PF-U-721-RB-0062-01G Kapittel 8.1.10.2	<p>Tabell 8-6 viser friksjonvinkel brukt i beregninger for fyllmasser/tørreskorpe som 38°. Tabell 8-5 viser friksjonvinkel 38° for fyllmasser og 30° for tørreskorpe. Hvorfor velges 38° for både materiale her? Blir det konservativt nok?</p> <p><i>Svar: Dette var gjort som en forenkling, da bruddsirkelen i all hovedsak gikk gjennom materialet med togfylling og lite i materialet tørreskorpe. Dette blir oppdatert i neste revisjon av rapporten i rapporten med to ulike lag et for togfylling og et for tørreskorpe. Beregningene er utført og sikkerhetsfaktor endret seg fra 1,28 til 1,27 og fra 1,34 til 1,33 for henholdsvis udrenert og drenert beregning.</i></p>	<p>2 OK</p>
3	PF-U-721-RB-0062-01G Kapittel 8.1.11	<p>Stabilitetsberegninger er vurdert tilfredsstillende med utgangspunkt i at tunneldrivingen vil ikke påvirker skråningen. Er det mulig å sikre at det blir slik? Spesielt rett over tunnel. Finnes noen referanser til undersøkelser eller andre prosjekter hvor det er vist at poretrykk i sprøbruddsmateriale ikke økes med bruk av forsiktig driving og injisering?</p> <p><i>Svar: Det finnes så vidt PGF er bekjent lite erfaringer og referanser på at forsiktig driving og injisering ikke øker poretrykk.</i></p> <p><i>Det finnes imidlertid heller ikke noen erfaring/referanser på at det har vært problemer i forbindelse med å drive tunnel under kvikkleire, og at dette skal ha utløst skred. Dette er forøvrig ingen garanti for at det ikke kan skje i fremtiden.</i></p> <p><i>Per januar 2023 har ikke poretrykksmålerne i prosjektet logget ofte nok til at man har sett noe påvirkning på poretrykk av injeksjon eller tunneldriving, heller ikke i områder hvor det har vært utført normal injeksjon og tunneldriving. For å forsøke å skaffe erfaring på om tunneldriving og injisering påvirker poretrykket er det nå iverksatt en prosess for å få poretrykksmålere til å logge oftere i områdene hvor det i dag sprenges tunnel på Fornebubanen.</i></p> <p><i>Prossedyrer må tilpasses etterhvert som man nærmere seg faresonene og får erfaring med evt.</i></p>	<p>2 OK</p>

Oslo Kommune – Fornebubanen	Dok. Nr.: VI-U-000-RL-0026
<b>Områdestabilitet Bestum</b> <b>Kontroll av vurderinger av områdestabilitet iht. NVE 1/2019</b>	Revisjon: 02G
	Dato: 01.03.2023
	Side: 11 av 11

		<p><i>respons på poretrykksmålerne for å unngå økt poretrykk når tunnelen drives forbi.</i></p> <p><i>PGF skal utarbeide en oversikt/tabell over ulike tiltak som må iverksettes dersom man får økning i poretrykk, avhengig av størrelsen på poretrykksøkningen. Dette skal inkluderes i dokumentet PF-U-721-RB-0069 Tunneldriving under faresoner kvikkleire – Rutine for oppfølging. Denne rapporten er under utarbeidelse.</i></p>	
4	PF-U-721-RB-0062-01G Kapitel 8.1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Referanse til figur 8-32 på side 39 er feil («Figur 8-33 og Figur 8-33» men bør være «Figur 8-32 og Figur 8-33»)</li> <li>• Skrivefeil er i tabell 8-3 på side 46 hvor poengttall for «Toglinje, bruk» er sett til 3 men burde være 6.</li> <li>• Skrivefeil i tabell 8-12 og 8-13 på sider 56 og 57. Bør være «Tørrskorpe» istedenfor «Fyllmasser»</li> </ul> <p><i>Svar: Oppdateres i neste revisjon av rapporten.</i></p>	± OK

Prosjekterende har fulgt NVE's veileder 1/2019 for vurdering av områdestabilitet.

Verkis er enig med prosjekterende sin konklusjon at selv om det finnes kvikkleire i området er stabilitet tilfredsstillende, gitt at det er mulig å sikre at poretrykket ikke øker pga. planlagte arbeider.