

GEOTEKNISK NOTAT			 AFRY ÅF PÖYRY		
Oppdrag: UKS Sandmoen bussdepot			Vår ref.: MV	Side: 1 av 8	
Oppdragsgiver: Trøndelag fylkeskommune			Rev: 00	Dato: 14.10.24	
Prosjekt nr.: D0198086			Dokumentnummer: D0198086-RIG-N-01		
Saksbehandler: Margareta Viklund					
Til: Ole Petter Vimo, opv@dmr.as Kopi: Anne Cathrine Nessmo, annes@trondelagfylke.no					
02	01.11.24	Supplerende grunnlag	MV	KHE	IUH
01	30.10.24	Revidert områdestabilitetsvurdering	MV	KHE	IUH
00	14.10.24	Uavhengig kvalitetssikring iht. NVE 1/2019	MV	KHE	IUH
REV.	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet av	Kontrollert av	Godkjent av

Sammendrag

AFRY Norway AS (AFRY) er engasjert av Trøndelag fylkeskommune for å utføre uavhengig kvalitetssikring (UKS) av utredning av områdeskredfare iht. NVEs veileder 1/2019 [1].

Utredningen er utført av DMR Miljø og Geoteknikk AS (DMR) som en del av geoteknisk vurdering for forprosjekt og detaljregulering i forbindelse med utbygging av bussdepoet på Sandmoen i Trondheim.

Foreliggende notat omhandler uavhengig kvalitetssikring utført av AFRY iht. NVE 1/2019 [1]. Andre vurderinger og anbefalinger som er utført av DMR i forbindelse med geoteknisk prosjektering for prosjektet er ikke en del av denne kvalitetssikringen.

~~Utført kvalitetssikring har avdekket avvik (åpne kommentarer) som må svares ut før AFRY kan anbefale at utredningen godkjennes.~~

~~Rev.01: Det er fortsatt 2 åpne avvik som AFRY ønskes besvart før stabilitetsutredningen kan godkjennes.~~

Rev.02. Åpne avvik er lukket og rapporten kan godkjennes.

INNHOLDSFORTEGNELSE

Sammendrag	1
1. Innledning	3
2. Grunnlag	3
3. Kompetanse.....	3
4. Kommentarer og avvik	4
5. Sluttkommentar	9
6. Referanser.....	9

1. Innledning

AFRY Norway AS (AFRY) er engasjert av Trøndelag fylkeskommune for å utføre uavhengig kvalitetssikring (UKS) av utredning av områdeskredfare iht. NVEs veileder 1/2019 [1].

Utredningen er utført av DMR Miljø og Geoteknikk AS (DMR) som en del av geoteknisk vurdering for forprosjekt og detaljregulering i forbindelse med utbygging av bussdepotet på Sandmoen i Trondheim.

Foreliggende notat omhandler uavhengig kvalitetssikring utført av AFRY iht. NVE 1/2019 [1]. Andre vurderinger og anbefalinger som er utført av DMR i forbindelse med geoteknisk prosjektering for prosjektet er ikke en del av denne kvalitetssikringen.

Endringer i rev.01 er skrevet i rød tekst.

Endringer i rev.02 er skrevet i blå tekst.

2. Grunnlag

Dokumenter som er forelagt AFRY for uavhengig kvalitetssikring vises i Tabell 1.

Tabell 1: Tilgjengelige dokumenter for uavhengig kvalitetssikring

Ref.	Dato	Rapportnavn	Utarbeidet av	Innhold
[2]	13.09.24	GEORAP01 – Geoteknisk rapport nr.1	DMR	Geoteknisk datarapport
[3]	26.09.24	GEORAP02 – Geoteknisk rapport nr.2	DMR	Geoteknisk vurdering for detaljregulering og forprosjekt
[4]	26.09.24	GEOSJK RAP Områdeskredfare	DMR	Sjekkliste, rapport for utredning av områdeskredfare
[5]	26.09.24	GEOSJK NGF, 11 Områdestabilitet og fyllinger	DMR	Sjekkliste, NGF – Områdestabilitet og fyllinger

3. Kompetanse

I NVEs kvikkleireveileder 1/2019 kapittel 3.1 er det gitt krav til geoteknisk kompetanse i forbindelse med utredning av områdestabilitet og uavhengig kvalitetssikring iht. NVE 1/2019.

- Fagansvarlig med formell kompetanse innen fagområdet geoteknikk
- Dokumentert erfaring fra utredning iht. NVEs veileder «Sikkerhet mot kvikkleireskred»
- Dokumentert erfaring fra prosjektering av tiltak i områder med sprøbruddmateriale i grunnen

4. Kommentarer og avvik

Kommentarer gis i tabellen under. Følgende koder benyttes for status:

Å = Åpen kommentarstatus
 TI = Til informasjon
 L = lukket kommentarstatus

Det utbes tilsvar på kommentarer som er kodet med «Åpen», og eventuelt revisjon av dokumentasjonen, før endelig anbefaling for godkjenning gis fra AFRY. Ved adekvat tilsvar og/eller ved mottak av revidert dokumentasjon vil kommentarstatus «Lukket» bli satt på kommentaren.

For kommentarer som er kodet med «Til informasjon» så anbefales oppretting og/eller utbedring/utdyping/forbedring, men det som kommenteres har ikke betydning for om utredningen vurderes som tilstrekkelig iht. de krav som stilles i NVEs veileder 1/2019.

Det ble avholdt et oppstarts-/statusmøte med DMR 17 september 2024.

Tabell 2: Kommentarer fra uavhengig kvalitetssikring iht. NVE 1/2019 [1]

Kommentar/ avvik nr.	Beskrivelse	Kommentar fra AFRY	Status
1 – Krav til geoteknisk kompetanse			
1.1	Fagansvarlig må ha formell kompetanse innen geoteknikk, samt dokumentert erfaring	CV for saksbehandler og sidemannskontrollør hos DMR er oversendt. Tilsendte CV:er viser ikke prosjekter som dokumenterer erfaring med prosjektering og utredning iht. NVE veileder 1/2019 i områder med kvikkleire/sprøbruddmateriale. Åpen kommentar: AFRY ønsker at CV viser prosjekter som dokumenterer erfaring med prosjektering og utredning i kvikkleire/sprøbruddmateriale. Rev.01: CV som viser referanseprosjekter som dokumenterer erfaring med prosjektering i kvikkleireområder er oversendt på epost 23.10.24. Kommentar lukkes.	ÅL
1.2	Kollegakontroll må utføres og dokumenteres.	Egenkontroll og kollegakontroll er utført, signert og dokumentert. AFRY har ingen kommentar.	L
2 – Tiltakskategori			
2.1	Korrekt tiltakskategori	Tiltaket innebærer et garasjebygg for bussdepot i 2 etasjer samt et servicebygg i en etasje. Det er valgt tiltakskategori K4 for tiltaket. AFRY er enige med valget og har ingen kommentar.	L
3 – Soneutredning			
3.1	Gjennomgang av grunnlag – identifikasjon av kritiske skråninger og mulig løснеområde	Tiltaket berører 2 eksisterende kvikkleiresoner. Sikkerhet for kritiske og beregnede skråninger fra tidligere utredning fra Rambøll er dokumentert tilfredsstillende da det er bekreftet utført motfylling i bekkeravinen. Multiconsult har tidligere utført områdestabilitetsvurdering på den aktuelle eiendommen basert på den gamle KL-veilederen 7/2014. Det fremgår ikke hvorvidt uavhengig kvalitetssikring	ÅL

		er utført og godkjent. Kritiske og beregnede skråninger fra Multiconsult sin vurdering er ikke vist eller kommentert i rapporten. Det er identifisert 3 kritiske skråninger som dekker relevante skråninger i sonen. Åpen kommentar: • AFRY ønsker dokumentasjon på at uavhengig kvalitetssikring av tidligere utført områdestabilitetsutredning er utført og godkjent, se også pkt. 3.6. • AFRY ønsker at tidligere beregningsnitt fra Multiconsult sin utredning vises og kommenteres i rapporten. Hvorfor er de ikke brukt i denne vurdering? Se også pkt. 3.6. Rev.01: Revidert rapport viser Multiconsults beregningsnitt for tidligere utbygging av bussdepoets fase II, vest for aktuelt tiltak (fase III). Beregnet profil A ligner på Multiconsults profil 1-1, men nye beregninger er utført basert på de nye grunnundersøkelsene utført i 2024. Multiconsults utredning er basert på tidligere NVE-veileder 7/2014 og uavhengig kvalitetssikring av utredningen er ikke utført. Kommentar lukkes.	
3.2	Befaring	Det er ikke utført befaring. Ut fra flyfoto og bilder fra grunnboreere er det ikke observert bekker eller elver som kan føre til erosjon. Kommentar til informasjon: Feltobservasjoner utgjør en viktig del av grunnlaget for områdevurderinger. Befaringer kan ha flere formål, blant annet å innhente kunnskap om lokale forhold og kartlegge erosjonsforhold som kan utløse skred. AFRY mener at befaring for å innhente informasjon om lokale forhold og vurdere kritiske snitt burde vært utført. For vurdering av erosjon, se pkt.5.2.	TI
3.3	Gjennomfør grunnundersøkelser	Grunnundersøkelser er utført tidligere i flere omganger for tidligere nevnte stabilitetsutredninger. For prosjektet er det utført supplerende grunnundersøkelser i to omganger. AFRY har ingen kommentar. Grunnundersøkelser anses som tilstrekkelige for områdevurderingen.	L
3.4	Vurder aktuelle skredmekanismer og avgrens løse- og utløpsområder	Det er vurdert at det ikke er grunnlag for å endre eksisterende faresoner. Skredmekanisme er vurdert i profil C, men ikke for profil A og B. Åpen kommentar: Mangler vurdering av skredmekanisme for profil A og B. Kommentar til informasjon: AFRY er enig i vurdert skredmekanisme for profil C, men vurdering/beregning av b/D kunne vært vist i vedlegg B3.1 for å dokumentere vurderingen. Rev.01: Skredmekanisme i profil A er vurdert til rotasjonsskred. I profil B ligger sprøbruddsmateriale dypt slik at kritiske glideflater ikke går ned i sprøbruddsmateriale. Kommentar til informasjon: Vurdering av b/D er ikke vist på stabilitetsberegning/tegning, men AFRY er enig i at skredmekanisme bør være rotasjonsskred.	ÅTI

3.5	Klassifiser faresoner	Hensikten med rapporten er ikke å gjøre en fullstendig soneutredning, men å dokumentere at den planlagte utbyggingen kan gjennomføres med tilstrekkelig sikkerhet mot kvikkleireskred. Det er vurdert at det ikke er grunnlag for å endre eksisterende faresoner. Kommentar til informasjon: Det kunne med fordel fremgå at vurderingen angående at det ikke er nok grunnlag for å endre eksisterende faresoner, også gjelder faregraden.	TI
3.6	Dokumentasjon/tegninger/figurer	Kommentar til informasjon: Tiltak og historikk er godt beskrevet i kap.3.1. Beskrivelsen kunne med fordel vært supplert med noen bilder og flyfoto for å visualisere endringer som er gjort over tid Åpen kommentar: Det refereres til tidligere utført områdestabilitetsvurdering av MC, rapport 10202855-RIG-RAP-002. Den er utført iht tidligere veileder 7/2014. Er det utført UKS, og er den godkjent? Rev.01: Multiconsults utredning er basert på tidligere NVE-veileder 7/2014 og uavhengig kvalitetssikring av utredningen er ikke utført, se også pkt 3.1. Åpen kommentar lukkes.	ÅTI
4 – Stabilitetsberegninger			
4.1	Stabilitetsberegninger for dokumentert sikkerhet iht. krav i TEK17	Stabilitetsberegninger er utført i 2 profiler; A og B. Beregninger er utført for total- og effektivspenningssituasjon. Sirkulærsylindriske glideflater er vist. Sammensatte glideflater er sjekket der det er vurdert til å være relevant. Beregninger er utført for dagens situasjon for begge profil. For profil B er det utført beregning for anleggsfase som innebærer nedplanering til ca kote +137 for fundamentering av garasje. For profil A er det utført beregninger for ulike tiltak for fundamentering (forbelastning, lettfylling, innskrenking). Beskrivelse av de ulike tiltakene vises i kap. 8. Åpne kommentarer: • AFRY ønsker at tidligere beregningssnitt fra Multiconsult sin utredning vises og kommenteres i rapporten, se pkt 3.1. • Tiltak er ikke beskrevet i beregningskapitlet. Det ønskes en beskrivelse av tiltakene, enten med henvisning til kap. 8, eller så legges kapitel med beregninger etter vurdering av de ulike fundamenteringsalternativene, slik at det tydelig fremgår hvilke tiltak som er anbefalt for fundamentering, og hva som ligger til grunn for stabilitetsberegningene. • For å gjøre det tydelig hva som er tiltak, og hvor tenkt garasjebygg er plassert ift tiltak, ønskes det at avgrensningen på garasjebygget legges inn på relevante beregninger. Rev.01. Revidert rapport viser Multiconsults beregningssnitt for tidligere utbygging av bussdepoets fase II. Beregnet profil A ligner på Multiconsults profil 1-1, men nye beregninger er utført basert på de nye grunnundersøkelsene utført i 2024.	ÅL

		I revidert rapport henvises det til kap. 8 for beskrivelse av tiltak Avgrensning av planlagte bygg er vist på reviderte beregninger/tegninger. Kommentar lukkes.	
4.2	Lagdeling	Lagdeling er tolket fra utførte sonderinger og opptatte prøveserier. Lagdelingen i beregningsprofiler virker fornuftig. Kommentar til informasjon: I beregninger kan det se ut som om motfyllingen i bekkeravinen (profil A) består av tørrskorpe. Parametere er riktige, og det forstås fra tabell 6.1 at det laget er tørrskorpe/fyllmasse, så det har ingen betydning for resultatet.	TI
4.3	Skjærstyrke og valgte parametere	Parametere er vurdert ut fra laboratorieforsøk og tolkede CPTU-sonderinger. I tillegg er det benyttet erfaringsverdier fra SVV V220. Anisotropi er vurdert iht vanlig praksis (NIFS rapport 14/2014). Tolkning av cuA fra CPTU er vist på Nkt- og N_{Au}-basis samt med SHANSEP-tolkning. Kommentar til informasjon: Konservatisme er benyttet i vurderinger av parametere. Blant annet et torvlaget blandet med grus og leire, hvilket kan gi at friksjonsvinkel kunne vært noe høyere enn brukt. C=5 kPa er brukt i beregning vedlegg B2.1 hvilket an sees å være noe høyt. Det vurderes dog ha liten betydning på resultatet da sikkerhetsfaktoren er godt over krav. Åpen kommentar: AFRY mener at tolkning på Nke-basis bør vises i CPTU-tolkningene i vedlegg A, da den ofte har bedre statistisk sammenheng enn tolkning på Nkt-basis og derved bør legges større vekt på ved bestemmelse av designprofil cuA. Rev.01: DMR har i epost 23.10.24 kommentert at tolkning av cuA på Nke-basis er lik eller høyere enn brukt designprofil i stabilitetsberegninger. Rapport er ikke revidert med nye tolkninger. AFRY ønsker at rapporten revideres med nye CPTU-tolkninger for å dokumentere utførte tolkninger og vurderinger. Kommentar fortsatt åpen. Rev.02: Det er tilsendt på epost 30.10.24 reviderte CPTU-tolkninger med tolkning på Nke-basis lagt inn. Brukt designprofil i stabilitetsberegninger vurderes fornuftig også ift. tolkning på Nke-basis. Kommentar lukkes.	ÅL
4.4	Laster	Last fra tiltaket er ikke lagt inn da bygget forutsettes fundamentert på friksjonspeler. AFRY har ingen kommentar.	L
4.5	Poretrykksforhold	Grunnvannstand er lagt 2 m under terreng med en hydrostatisk fordeling med dybden. Dette vurderes å være konservativt tolket fra utført poretrykksmåling. AFRY har ingen kommentar.	L
5 – Krav til sikkerhet			
5.1	Krav til sikkerhet	Krav til sikkerhet er beskrevet i kap. 5.1. Resultater fra beregninger vises i Tabell 6.2. Det fremgår ikke hvorvidt tiltak (utgraving, ferdig bygg, setningsreducerende tiltak) forverrer stabiliteten, og hvilken sikkerhetsfaktor som kreves for respektive tiltak. Åpen kommentar: AFRY ønsker at det skal fremgå hvilke krav til sikkerhet som gjelder for respektive tiltak, og hvorvidt sikkerheten er tilstrekkelig for respektive tiltak.	ÅL

		Rev.01: Kap. 6.5 i revidert rapport beskriver krav og tilstrekkelig sikkerhet for respektive beregningsprofil. Kommentar lukkes.	
5.2	Erosjon	Sikkerhetskrav for tiltakskategori K4 inkluderer at erosjon som kan utøse skred som kan ramme tiltaket må forebygges. Det er ikke utført befaring for å kartlegge erosjon. Ut fra flyfoto og bilder fra grunnborere er det ikke observert bekker eller elver som kan føre til erosjon. Åpen kommentar: Bekkedalen i profil A er sikret i 2016. AFRY mener at det sikrede bekkedalen bør befares for å kartlegge tilstand selv om sikring er gjort relativt nylig. Se også pkt. 3.2. Rev.01: Iht epost fra DMR 23.10.24 har grunnborere vært på stedet og tatt bilder. Revidert rapport inneholder ikke dokumentasjon eller bilder fra befart område/bekkedalen som bekrefter at det ikke er fare for erosjon. Kommentar fortsatt åpen. Rev.02: Bilder fra befaring i bekkedalen er tilsendt på epost 30.10.24. Bilder viser at bekkedalen er bevokst med trær og busker. Det er ingen tegn til erosjon. Kommentar lukkes.	ÅL
5.3	Topografiske endringer og/eller bruk av lette masser, eventuelt grunnforsterkning	Ny garasje for bussdepot vill innebære både oppfylling og graving til kote +137 for ulike deler av tomte. Fylling vil innebære setninger i størrelsesorden 25-30 cm. Som setningsreduserende tiltak er det foreslått forbelastning og lettfylling. Åpen kommentar: Foreslåtte tiltak vil forverre stabiliteten. AFRY ønsker at det tydelig fremgår i tekst, hvilke sikkerhetskrav som da gjelder, og hvorvidt sikkerheten er tilstrekkelig for respektive tiltak, se pkt 5.1. Rev.01: Kap. 6.5 i revidert rapport beskriver hvorvidt tiltak innebærer forverring eller forbedring i respektive profil. Tiltak med bussdepot (Sandmoen III) anbefales pelefunderes og vil derfor ikke forverre stabiliteten. Kommentar lukkes.	ÅL
5.4	Skråninger utenfor influensområdet til tiltaket	Profil C er vurdert å ligge utenfor influensområdet. Det er ikke gjort stabilitetsberegning i profil C, kun en vurdering hvorvidt tiltaket ligger i et løseområde for profil C. Skredmekanismen i profil C vurderes å være rotasjonsskred og tiltaket vurderes ligge utenfor løseområde (5*H). Kommentar til informasjon: Se kommentar og dokumentasjon av skredmekanisme i pkt. 3.4.	TI
6 – Bygge- og sikringstiltak i faresoner			
6.1	Behov for sikringstiltak	Det er ikke behov for sikringstiltak som følge av utilstrekkelig stabilitet/områdestabilitet. Foreslåtte tiltak er setningsreduserende for bygningen. AFRY har ingen kommentar.	L
7 – Innmelding og arkivering			
7.1	Grunnundersøkelser meldes inn til NADAG	Utførte grunnundersøkelser bør meldes inn til NADAG. Kommentar til informasjon: Utførte grunnundersøkelser for prosjektet ligger ikke i NADAG, det anbefales at de legges inn.	TI
7.2	Nye faresoner meldes inn gjennom NVEs innmeldingsløsning	Det er ikke anbefalt nye soner eller endring i eksisterende soner.	IR

5. Sluttkommentar

Utredningen av områdeskredfare for utbygging av bussdepotet på Sandmoen er utført iht. NVE 1/2019 [1].

~~Utført kvalitetssikring har avdekket avvik (åpne kommentarer) som må svares ut før AFRY kan anbefale at utredningen godkjennes.~~

~~Rev.01: Det er fortsatt 2 åpne avvik som AFRY ønskes besvart før stabilitetsutredningen kan godkjennes.~~

Rev.02. Åpne avvik er lukket og rapporten kan godkjennes.

6. Referanser

- [1] NVE, «NVE Veileder 1/2019 - Sikkerhet mot kvikkleireskred». desember 2020.
- [2] DMR, «Sandmoen bussdepot. Geoteknisk datarapport», GEORAP1 - Geoteknisk rapport nr.1 rev.0, sept 2024.
- [3] DMR, «Sandmoen bussdepot. Geoteknisk vurdering for detaljregulering og forprosjekt», GEORAP2 - Geoteknisk rapport nr.2 rev.0, sept 2024.
- [4] DMR, «Sandmoen bussdepot. Geoteknisk vurdering for detaljregulering og forprosjekt», GEOSJK RAP - Sjekkliste, rapport for utredning av områdeskredfare
- [5] DMR, «Sandmoen bussdepot. Geoteknisk vurdering for detaljregulering og forprosjekt», GEOSJK NGF - Sjekkliste iht NGF, områdestabilitet og fyllinger