

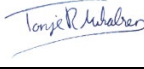
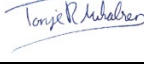
Drammen. Ingvald Ludvigsens gate 21



Geoteknisk Notat

1218-RIG-N-03-01_Vurdering av områdestabilitet

Geoteknisk notat

Drammen. Ingvald Ludvigsens gate 21	Dokumentnr.: 1218-RIG-N-03-01
Seltor AS	Dato: 13.11.2024
v/ Jan Asbjørn Vada	Antall sider: 2 av 27
Utarbeidet og egenkontroll utført av: Tonje Roås Mikalsen Dato: 13.11.2024	
Kontrollert av: Jonas Hjelme Dato: 13.11.2024	
Godkjent av: Tonje Roås Mikalsen Dato: 13.11.2024	

Rev. Nr.	Dato	Bakgrunn	Utført av	Kontrollert av	Godkjent av
01	13.11.2024	Revidert erosjonsscore til «noe», oppdatert kap. 6.1 ang. poretrykk	TRM	JH	TRM
00	14.08.2024	Første utgave	TRM	JH	TRM

Sammendrag

GeoKonsept AS er engasjert av Seltor AS for å utføre en vurdering av områdestabilitet i forbindelse med etablering av næringsbygg i Ingvald Ludvigsens gate 21, Drammen kommune.

Utredning av områdestabilitet har ført til en utvidelse av faresone 490 Drammen Travbane, og score for faregrad og konsekvens er beregnet på nytt.

- Faregrad: Høy (38)
- Konsekvensklasse: Meget alvorlig (33)
- Risikoklasse: Risikoklasse 5 (5464)

Utførte stabilitetsberegninger viser lav beregningsmessig sikkerhet. Det vurderes som nødvendig å utføre sikringstiltak. Mulige sikringstiltak er etablering av motfylling i Drammenselva, eller etablering av en kalksementvegg på tiltaksområdet for å sikre egen tomt ved et ev. skred. Prosjektet har gått videre med sistnevnte.

Vurderinger fremgår av notatet.

Innholdsfortegnelse

1.	<i>Innledning</i>	4
2.	<i>Planer</i>	4
3.	<i>Topografi og grunnforhold</i>	4
4.	<i>Regelverk og krav</i>	7
4.1.	Myndighetskrav	7
5.	<i>Vurdering av områdestabilitet</i>	8
5.1.	Undersøk om det finnes registrerte faresoner i området.....	9
5.2.	Avgrens områder med marin leire.....	9
5.3.	Avgrens områder med terreng som kan være utsatt for områdeskred.....	9
5.4.	Bestem tiltakskategori	10
5.5.	Gjennomgang av grunnlag – identifikasjon av kritiske skråninger og mulig løsneområde 12	
5.6.	Befaring	14
5.7.	Gjennomfør grunnundersøkelser	15
5.8.	Vurder aktuelle skredmekanismer og avgrens løsne- og utløpsområder.....	15
5.9.	Klassifiser faresoner.....	17
5.10.	Dokumenter tilfredsstillende sikkerhet	19
5.11.	Meld inn faresoner og grunnundersøkelser	20
6.	<i>Stabilitetsberegning</i>	20
6.1.	Parametere.....	20
6.2.	Beregninger	24
7.	<i>Kontroll</i>	24
8.	<i>Konklusjon</i>	25
9.	<i>Referanser</i>	26

Tegninger

1218	-200	Oversiktskart	1:1250
	- 201	Utvidelse av faresone 490 Drammen Travbane	NA
	- 202 – 205	Opptegning av snitt	1:750
	- 206 - 208	Stabilitetsberegninger	1:750
	-501	Oversikt KC-plan	1:400

Vedlegg

1.	Klassifisering av faresone 490 Drammen Travbane	1 side
2.	Se havnivå – Kartverket	2 sider

1. Innledning

GeoKonsept AS er engasjert av Seltor AS for å utføre en vurdering av områdestabilitet i forbindelse med etablering av næringsbygg i Ingvald Ludvigssens gate 21 i Drammen kommune (gnr./bnr. 117/309, 117/819).

Kontaktperson for oppdraget er Jan Asbjørn Vada.

Vurderinger vedrørende områdestabiliteten fremgår av notatet.

2. Planer

I Ingvald Ludvigssens gate 21 er det planlagt å etablere et næringsbygg over to etasjer. Bygget er planlagt pelefundamentert til faste masser. Figur 2-1 viser utklipp fra prosjektets tilbudsmodell i 3D.



Figur 2-1 Utklipp fra prosjektets tilbudsmodell.

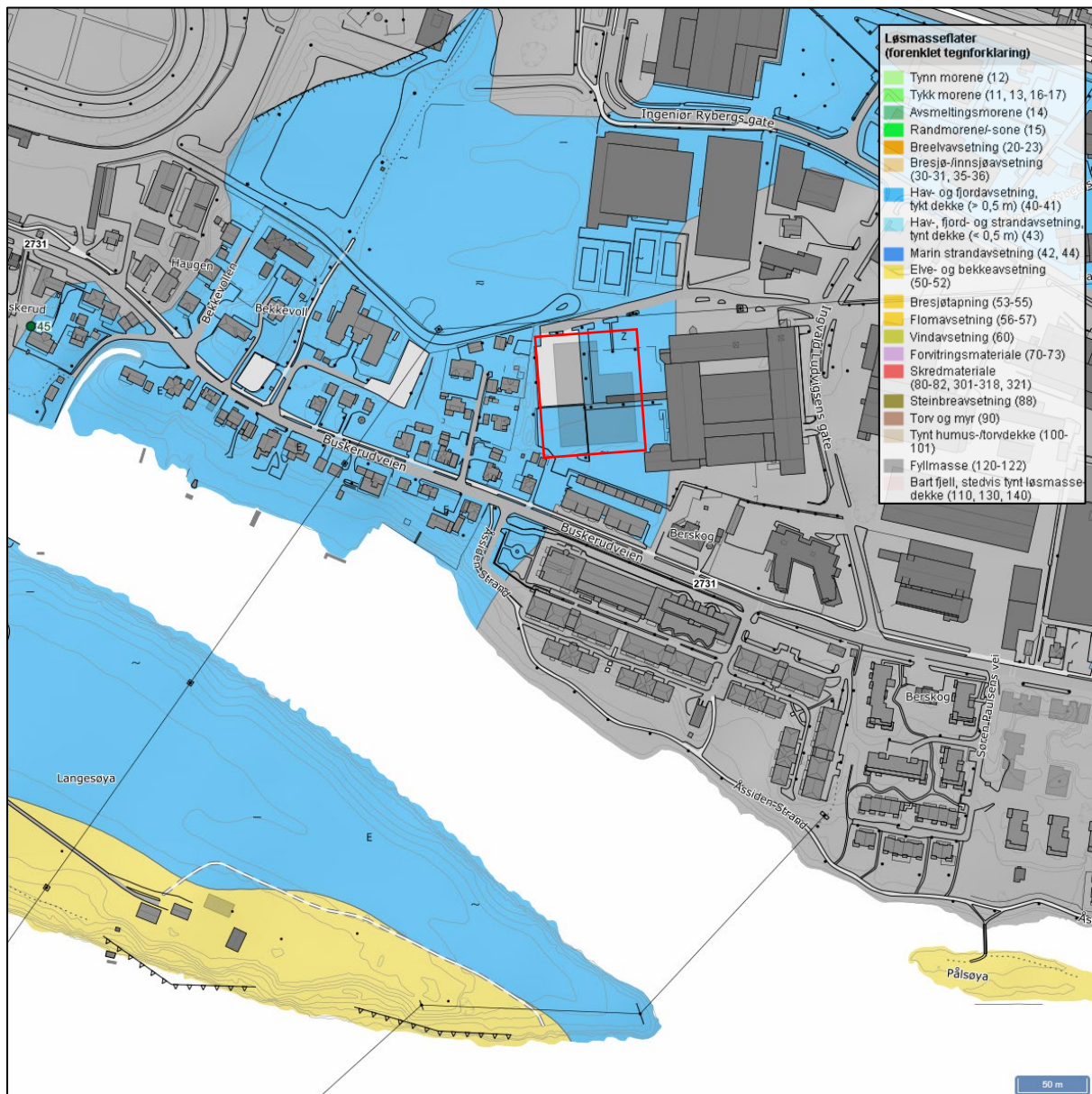
3. Topografi og grunnforhold

Tiltaksområdet ligger i et område definert av næringslokaler og boligbebyggelse. Kotehøyden på tiltaksområdet varierer fra ca. +7 til +10, fra nord til sør. Videre faller terrenget ned til Drammenselva som ligger på kote +0. Det aktuelle området er vist i Figur 3-1.



Det kvartærgeologiske kartet viser kun løsmasser i overflaten, det kan derfor finnes seg andre sedimenter under. Løsmassegrensene er ikke eksakte og må derfor betraktes sammen med befaring, foto og/eller grunnundersøkelser.

GeoKonsept har utført en grunnundersøkelse på tiltaksområdet. Resultater er presentert i datarapport, ref. [3]. I tillegg har Innlandet Geoteknikk AS utført en grunnundersøkelse på tiltaksområdet, samt i området rundt, ref. [4]. Både på tiltaksområdet, og i området rundt, er det avdekket kvikkleire fra ca. tre meter under terreng. På tiltaksområdet påtreffes morene på mellom 15 og 30 meters dyp. Antatt berg er påtruffet i 35 meters dybde i ett punkt.



Figur 3-2 Kvartærgeologisk kart, fra NGU, ref. [2]. Tiltaksområdet er markert med rødt.

4. Regelverk og krav

4.1. Myndighetskrav

Følgende er en liste over regelverk, veiledere og standarder som ligger til grunn for geoteknisk vurdering av områdestabilitet.

Forskrifter:

- TEK 17 §7 Sikkerhet mot naturpåkjenninger
- TEK 17 §10-2 Konstruksjonssikkerhet
- SAK 10 Byggesaksforskriften

Prosjekteringsstandarder:

- NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016 Eurokode 0: Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner
- NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2020 Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering, Del 1: Allmenne regler
- NS-EN 1997-2:2007+Na:2008 Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering, Del 2: Regler basert på grunnundersøkelser og laboratorieprøver.

Håndbøker og veiledninger:

- Vegvesenets håndbok V220: Geoteknikk i vegbygging
- NVE Veileder 1/2019 – Sikkerhet mot kvikkleireskred

5. Vurdering av områdestabilitet

NVEs kvikkleireveileder, ref. [5], gir føringer på hvordan et tiltak kan planlegges og bygges, slik at tilstrekkelig sikkerhet mot kvikkleireskred kan ivaretas.

For at et tiltak skal være utsatt for et områdeskred, må betingelser som topografi og kvikk- eller sprøbruddleire være til stede. Terrengekriteriet som legges til grunn for avgrensning av mulig aktsomhetsområde for løснеområde, kommer frem av veilederen.

I veilederen er det laget en egen prosedyre for utredning av områdeskredfare, vist i Tabell 5-1. Videre vurdering av områdestabilitet i dette notatet, følger prosedyren gitt i kvikkleireveilederen.

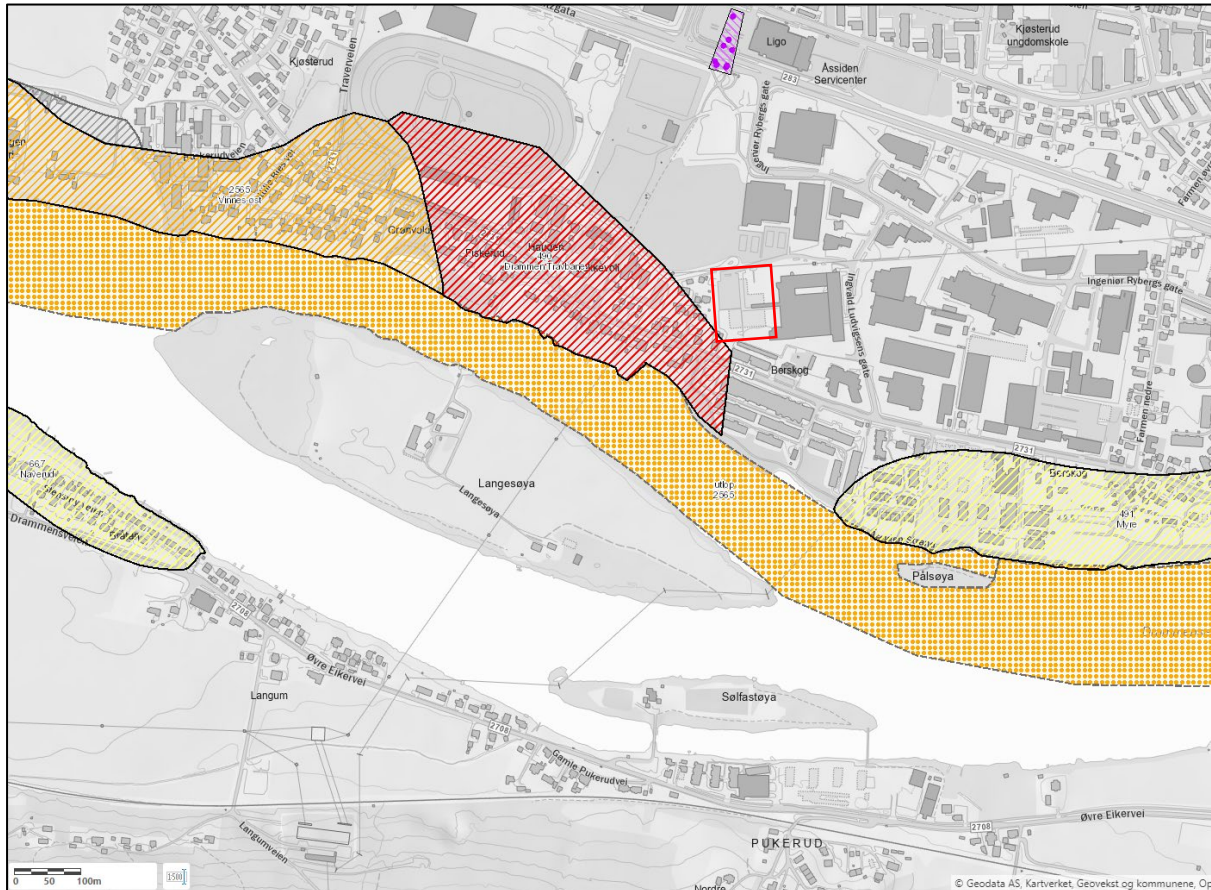
Tabell 5-1 Prosedyre for utredning av områdeskredfare iht. NVE Veileder 1/2019, ref. [5].

Prosedyre for utredning av områdeskredfare		
Nr.	Aktivitet	Kommentar
1	Undersøk om det finnes registrerte faresoner (kvikkleiresoner) i området	Tiltaksområdet ligger ikke i en kartlagt faresone, men mellom faresone 490 Drammen Travbane, og 491 Myre.
2	Avgrens områder med mulig marin leire	Det er mulig marin leire på tiltaksområdet, og i området rundt. Kvikkleire er avdekket i grunnundersøkelser.
3	Avgrens områder med terreng som kan være utsatt for områdeskred.	Området er utsatt for områdeskred.
4	Bestem tiltakskategori	K4 – næringsbygg.
5	Gjennomgang av grunnlag – identifikasjon av kritiske skrån timer og mulig lø sneområde	Kritisk skrån timer ned mot Drammenselva.
6	Befaring	Gjennomført i flere omganger.
7	Gjennomfør grunnundersøkelser	Gjennomført i flere omganger. Det er påvist kvikkleire på tiltaksområdet, samt i området rundt.
8	Vurder aktuelle skredmekanismer og avgrens lø sne- og utløpsområder	Retrogressivt skred.
9	Klassifiser faresoner	Faresonen 490 Drammen Travbane er utvidet og inkluderer tiltaksområdet. Faresonen er klassifisert med høy faregrad og meget alvorlig konsekvensklasse.
10	Dokumenter tilfredsstillende sikkerhet	Stabilitetsberegninger viser lav beregningsmessig sikkerhet. Det må utføres sikringstiltak.
11	Meld inn faresoner og grunnundersøkelser	Utføres.

Vurderingene for hvert punkt i prosedyren, beskrives nærmere i underliggende avsnitt.

5.1. Undersøk om det finnes registrerte faresoner i området

Tiltaksområdet ligger mellom to kartlagte faresoner, 490 Drammen Travbane og 491 Myre, se Figur 5-1. Nevnte faresoner er kartlagt med hhv. høy og lav faregrad, samt meget alvorlig konsekvensklasse.



Figur 5-1 Oversiktskart som viser nærliggende kvikkleiresoner, ref. [6]. Tiltaksområdet er markert med rødt.

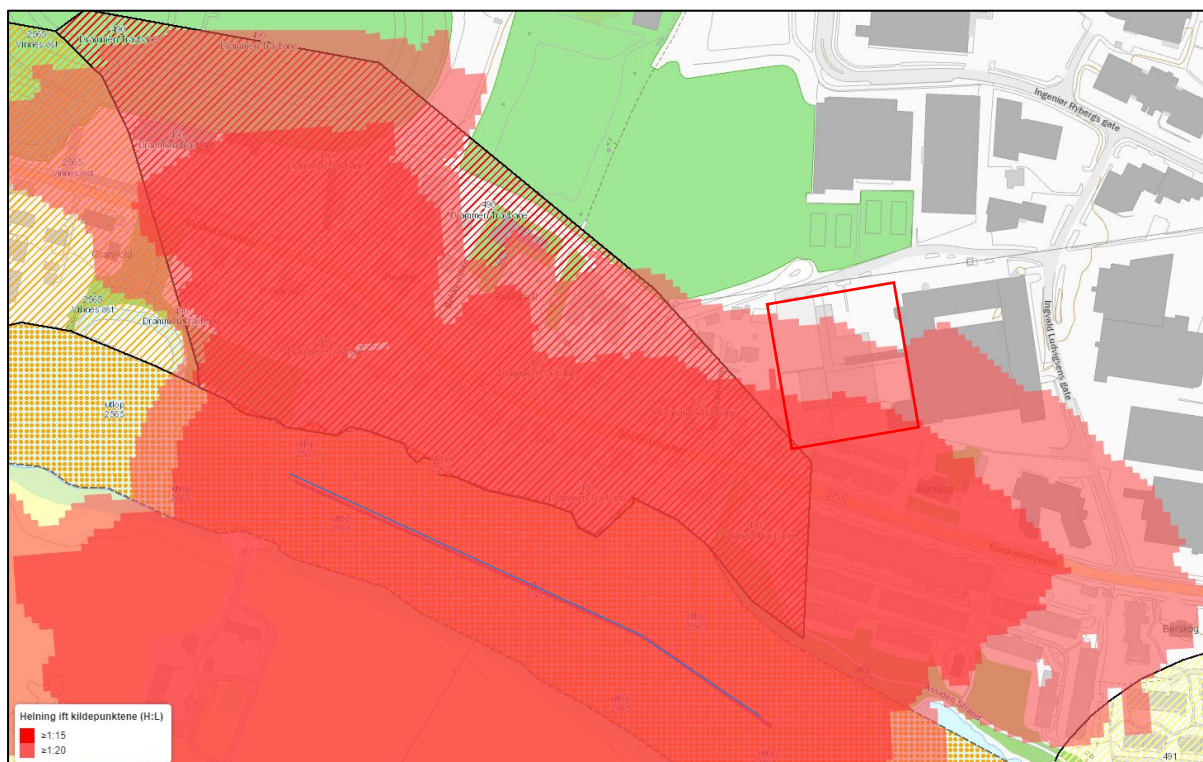
5.2. Avgrens områder med marin leire

Det er kartlagt tykk havavsetning på tiltaksområdet, samt i området rundt. I tillegg er det avdekket kvikkleire på tiltaksområdet, samt i området rundt, og det er allerede kartlagte faresoner. Det er dermed mulighet for marin leire i hele området. Det er ikke synlig berg i området.

5.3. Avgrens områder med terreng som kan være utsatt for områdeskred

Figur 5-2 viser mulig aktsomhetsområde for et eventuelt skred som starter ca. midt i Drammenselva (med 6 meters dybde i elva). Tiltaksområdet ligger innenfor løseområdet som er avgrenset av både 1:20 helning og 1:15 helning.

Opptegning og vurdering av kritiske profiler er nærmere diskutert i kap. 5.5.



Figur 5-2 Utklipp fra NVEs kartløsning for mulige løseområder, ref. [7].

5.4. Bestem tiltakskategori

Valg av tiltakskategori bestemmes av Tabell 5-2, ref. [5], og er vist under. Etablering av næringsbygg faller inn under tiltakskategori K4.

Tabell 5-2 Beskrivelse av tiltakskategori, hentet fra ref. [5].

Tiltaks-kategori	Type tiltak
K0	Små tiltak som medfører svært begrensede terrenginngrep. Lite personopphold. Ingen tilflytting av personer Garasjer, naust, tilbygg/påbygg til eksisterende bebyggelse, frittstående uthus, redskapsbod, landbruk- og skogsveger
K1	Tiltak av begrenset størrelse. Lite personopphold. Ingen tilflytting av personer Mindre driftsbygninger i landbruket, lagerbygg av begrenset verdi, lokale VA-anlegg, private og kommunale vegger, mindre parkeringsanlegg og trafikksikkerhetstiltak (G/S-veg, midtdeler)
K2	Tiltak som kun innebærer terrengendring; utgraving, opp- og utfylling og masseflytting Massedepotier, komposteringsanlegg, bakkeplanering/nydyrking, massetak, andre masseflyttinger
K3	Tiltak som medfører tilflytting av personer med inntil to boenheter, større byggverk med begrenset personopphold eller tiltak med stor verdi Bolighus/fritidsbolig med inntil to boenheter, større driftsbygninger i landbruket, lagerbygg med større verdi, mindre nærings- og industribygg, mindre utendørs publikumsanlegg, større VA-anlegg
K4	Tiltak som medfører større tilflytting/personopphold, samt tiltak som gjelder viktige samfunnsfunksjoner Bolighus/fritidsboliger med mer enn to boenheter, sykehjem, sykehus, skoler, barnehager, idrettshaller, utendørs publikumsanlegg og nærings- og industribygg

Sikkerhetskrav for tiltakskategori K4 er gitt i avsnitt 3.3.5 i ref. [5]. Under følger deler av avsnitt 3.3.5:

Faresonen(e) som kan berøre tiltaket må avgrenses og utredes for områdeskredfare. Erosjon som kan utløse skred som kan ramme tiltaket må forebygges.

Hvis tiltaket forverrer stabiliteten skal det kreves absolutt sikkerhetsfaktor $F_{cu} \geq 1,40 \cdot f_s$ og $F_{c\phi} \geq 1,25$, hvor f_s er sprøhetsforholdet som korrigerer for sprøbruddeffekt i de udrenerte beregningene, se kap. 5.3.3.

For tiltak som ikke forverrer stabiliteten er kravet til sikkerhet $F_{cu} \geq 1,40$ og $F_{c\phi} \geq 1,25$. Ved lavere sikkerhet må sikkerhet F_{cu} og $F_{c\phi}$ økes prosentvis iht. Tabell 5-3 og Figur 5-3.

For skråninger i faresonen som ligger utenfor influensområdet til tiltaket, gjelder krav til sikkerhet $F_{c\phi} \geq 1,25$, samt krav til robusthet $F_{cu} \geq 1,20$. Ved lavere sikkerhet og/eller robusthet skal $F_{c\phi}$ og F_{cu} økes prosentvis iht. Tabell 3.3 og Figur 3.3. Kriteriene for hva som kan regnes som skråninger utenfor influensområdet til tiltaket fremgår av kap. 3.3.7

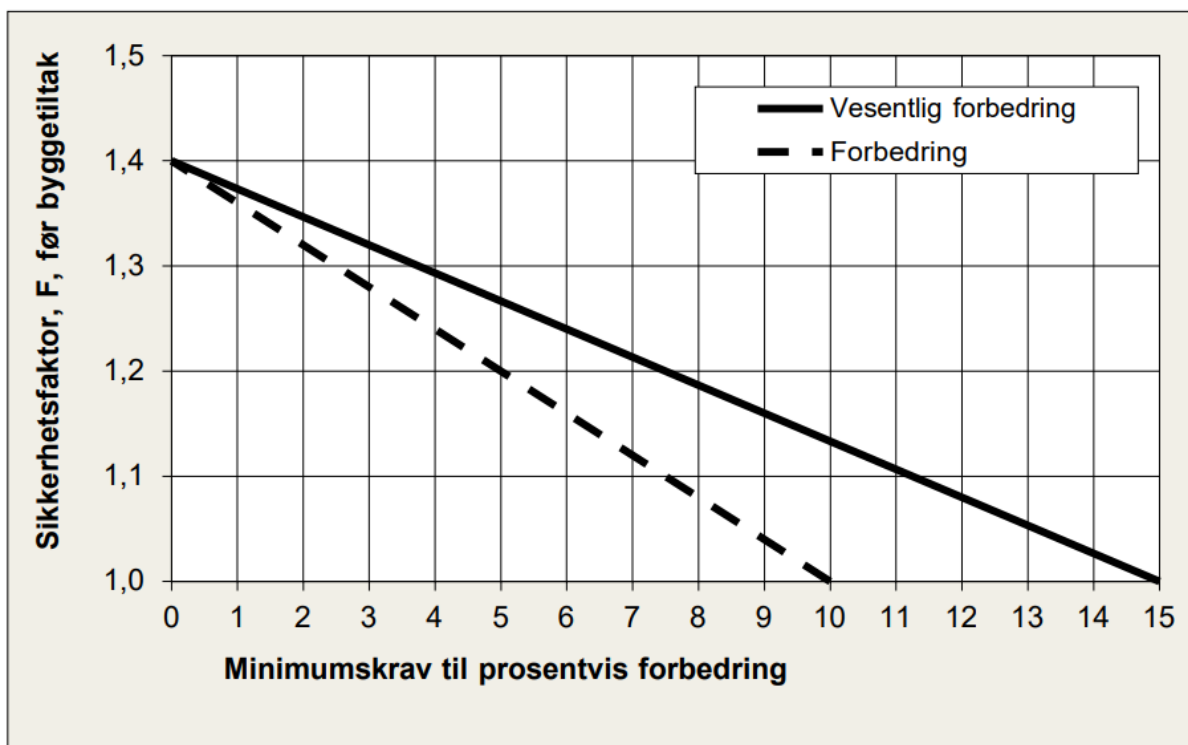
Prosentvis forbedring kan bare oppnås ved bruk av topografiske endringer og/eller ved bruk av lette masser. Dersom man velger å bedre områdets stabilitet ved grunnforsterkning, må en oppnå sikkerhetsfaktor $F_{cu} \geq 1,40$ og $F_{c\phi} \geq 1,25$ etter at sikringstiltak er utført.

Kravet til prosentvis forbedring gjelder for alle skredmekanismer som kan berøre tiltaket, og gjelder for alle potensielle glideflater som før tiltak har lavere sikkerhet enn kravet. Ved særlig stor kompleksitet, spesielt ugunstige grunnforhold, utfordrende topografi og stor konsekvens bør større forbedring vurderes. Se for øvrig kap. 5.4 vedrørende beregningsmetodikk for prosentvis forbedring.

Kvalitetssikring gjennomføres av uavhengig foretak.

Tabell 5-3 Utklipp fra Tabell 3.3 Krav til forbedring av sikkerhetsfaktor, ref. [5].

Tiltakskategori	Lav faregrad	Middels faregrad	Høy faregrad
K3	Ikke forverring	Forbedring	
K4	Forbedring		Vesentlig forbedring

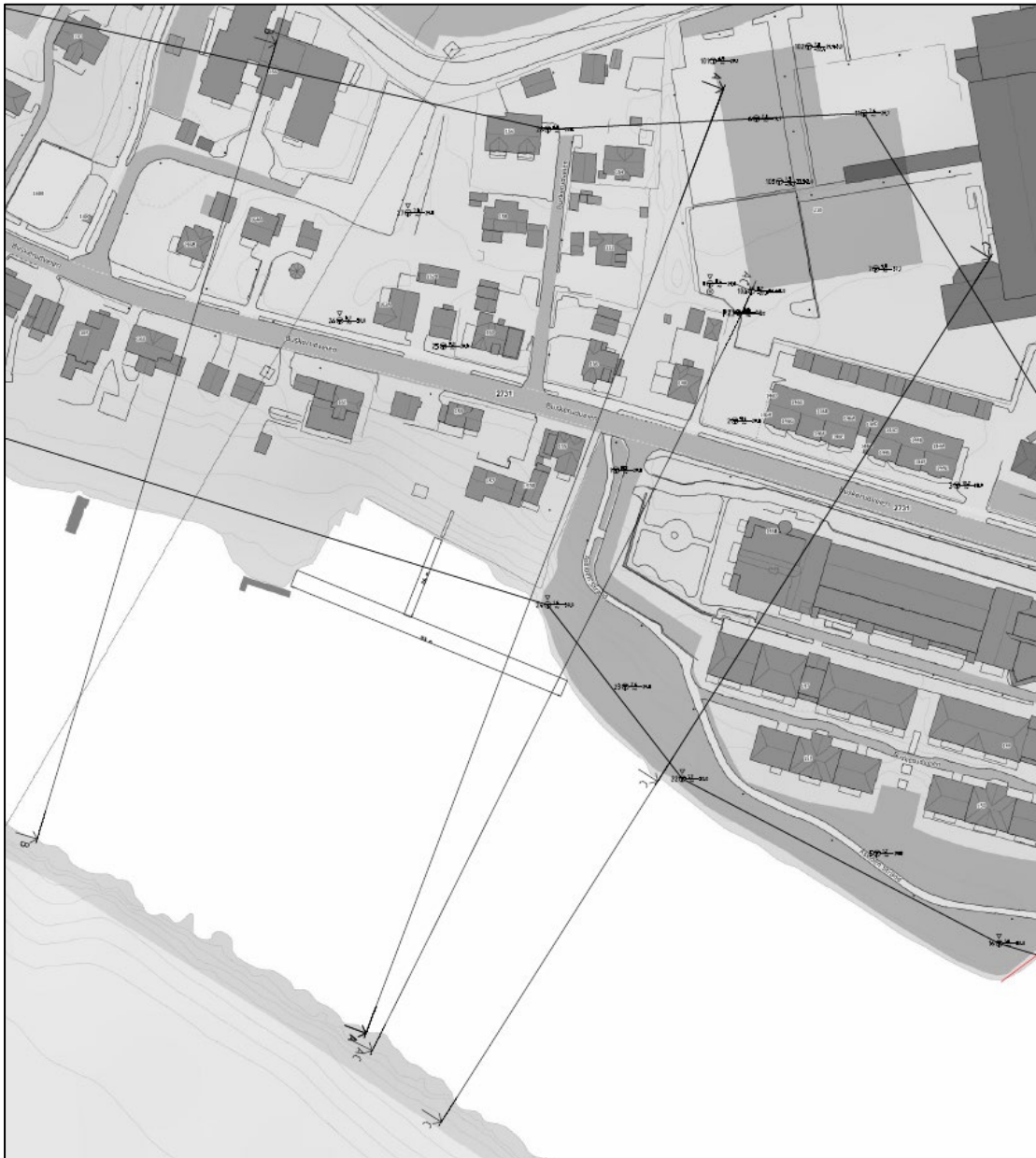


Figur 5-3 Utklipp fra Figur 3.3 Krav til prosentvis forbedring av sikkerhetsfaktor F_{cu} og $F_{c\phi}$, ref. [5].

5.5. Gjennomgang av grunnlag – identifikasjon av kritiske skråninger og mulig løsneområde

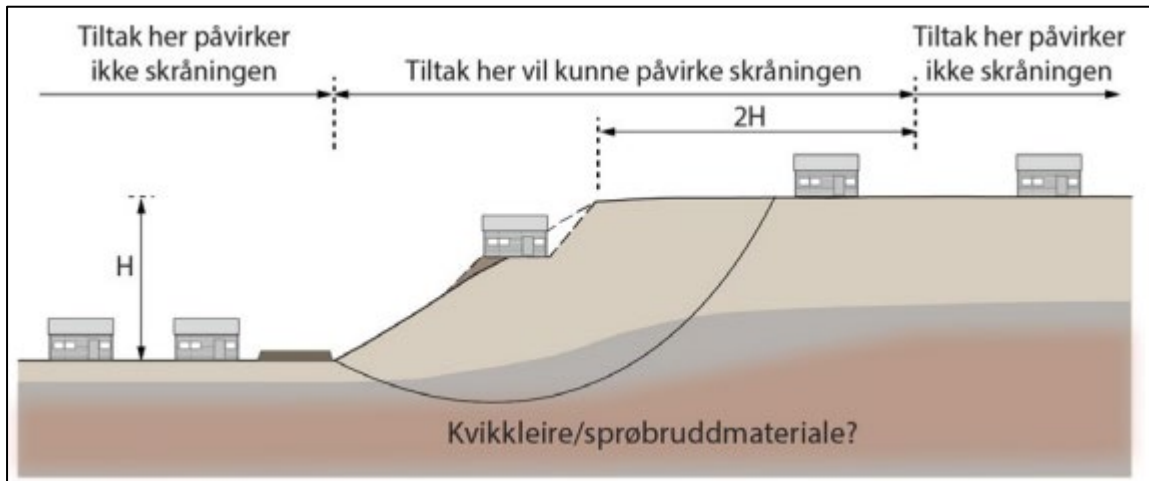
Snitt AA i Figur 5-4 er vurdert som mest kritisk, med en bratt skråning ned mot Drammenselva. Snitt BB vurderes som mindre kritisk, men må vurderes i forhold til robusthet i skråningen, da alle skråninger i en faresone skal vurderes. Ytterligere snitt mot vest er ikke hensyntatt da dette er vurdert i tidligere utredning av faresone 490 Drammen Travbane, ref. [8] og [9].

Området som ligger øst for snitt AA vurderes også som mindre kritisk mtp. stabilitet. Det er tegnet opp to snitt mot øst, AC og CC, det er ikke beregnet stabilitet i disse snittene, men de er brukt for avgrensning av sonen. Ved vurdering av disse snittene ser en at eksisterende faresone vil bli utvidet mot øst.



Figur 5-4 Kritiske snitt.

Tiltaksområdet ligger innenfor løснеområdet for et mulig skred som starter i elveskråningen, men ligger utenfor influensområdet. Influensområdet defineres som de områdene som er innenfor $2H$, hvor H er total skråningshøyde. Tiltaksområdet ligger utenfor $2H$, og er derfor utenfor influensområdet til skråningen. Tiltaket vil således ikke påvirke stabiliteten i skråningen. Det bemerkes at selv om tiltaket ligger utenfor influensområdet, ligger det fortsatt i et mulig løснеområde, og prosedyren må følges videre. Prinsipp, som nevnt, er illustrert i Figur 5-5.



Figur 5-5 Snitt som viser når et tiltak påvirker en skråning. Tegning hentet fra ref. [5].

5.6. Befaring

Det er gjennomført befaring i flere omganger i løpet av våren/sommeren 2024. Området som er befart er i hovedsak tiltaksområdet, samt kritisk skråning ned mot Drammenselva (snitt A-A), Figur 5-6. Innlandet Geoteknikk har tidligere gjort en omfattende befaring, beskrevet i ref. [10].

Skråningen ned mot Drammenselva vurderes som kritisk. Denne skråningen står bratt, og det er tegn til at det er fylt opp i deler av skråningen. I bunnen, ved elva, ligger det trestokker som ser ut til å virke som en slags støtte. Det er noe tegn til bevegelse/sig i bunn av skråningen, da trær/busker ikke står rett. Det er ingen synlig erosjon i foten av skråningen.

Erosjon i eksisterende faresone er tidligere vurdert til «kraftig». GeoKonsept har justert erosjonsscore til «noe», basert på utførte befaringer av GeoKonsept og Innlandet Geoteknikk, samt tidligere vurderinger, ref. [8], [9] og [10].



Figur 5-6 Bilder tatt på befaring hhv. 16.04.2024 og 27.05.2024 i kritisk skråning (snitt AA).

5.7. Gjennomfør grunnundersøkelser

Det er tidligere utført grunnundersøkelser i regi av Innlandet Geoteknikk i forbindelse med prosjektet. GeoKonsept har utført en supplerende grunnundersøkelse. Resultater er i hovedsak vist i utarbeidede datarapporter, ref. [3] og [4]. Resultater fra grunnundersøkelsene viser kvikkleire fra ca. to til tre meter under terreng i store deler av området. På tiltaksområdet treffes morene i en dybde varierende fra ca. 15 til 30 meter. I sonderingene utført av Innlandet Geoteknikk utenfor tiltaksområdet er det i de fleste boringene boret 30 meter uten at morene, eller fastere masser, er påtruffet.

5.8. Vurder aktuelle skredmekanismer og avgrens løsne- og utløpsområder

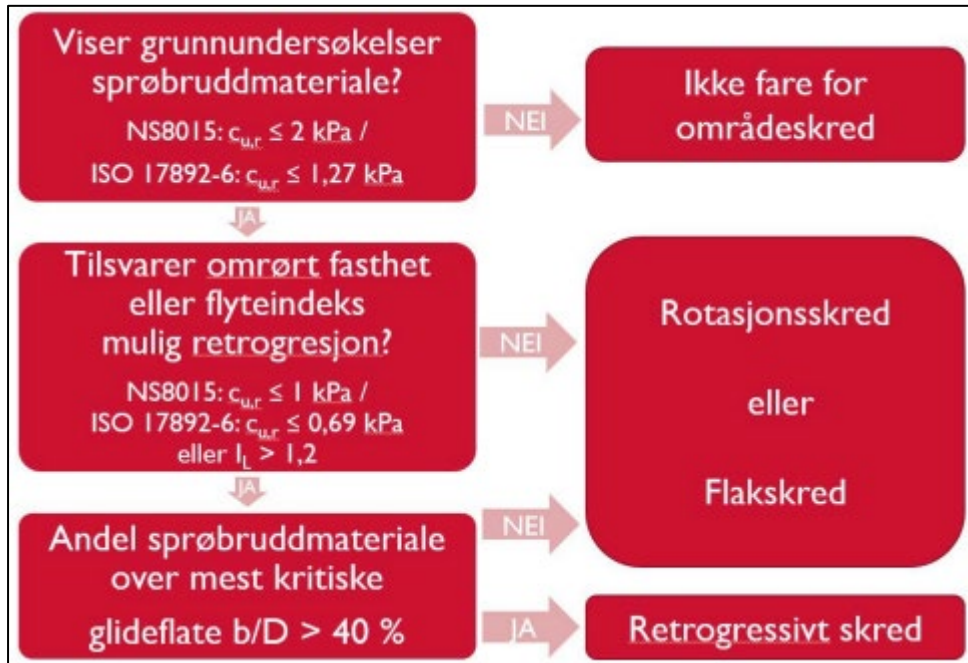
Da det er avdekket kvikkleire i kort dybde under terreng, vurderes aktuell skredmekanisme som retrogressiv med ett b/D – forhold på ca. 73 %, iht. Figur 5-7. Faresone 490 Drammen Travbane er utvidet iht. NVE Veileder 1/2019, se Figur 5-8. Avgrensningen er basert på boringer som viser mulig kvikkleire, og antagelig ikke kvikkleire, samt 1:15 helningslinje i kvikkleire, og 1:3-linje i masser som ikke karakteriseres som kvikkleire.

Profiler for utregning av mulig løsneområde er vist i tegninger -202 til -205.

Mulig løsneområde i elv/elvekant er vurdert iht. NVE ekstern rapport 9/2020, ref. [11]

Løsneområder i sjø/vann skal iht. ref. [11] avgrenses litt utenfor strandlinjen (avstand $H_L/2$). Siden prosjektet innebærer en utvidelse av eksisterende sone, er linjen trukket langs elvekanten. Vi anbefaler, dersom hele sonen skal vurderes på nytt, at løsneområdet i elvekanten utvides noe.

For eksisterende faresone 490 Drammen Travbane, er det ikke tidligere tegnet opp eget utløpsområde. Dette trolig fordi det overlapper med utløpsområdet for 2565 Vinnes øst. Utløpslengden for Vinnes øst er trolig opptegnet som tre ganger sonebredden, og ikke tre ganger sonelengden. Det vurderes derfor at opptegnet utløpsområde for Vinnes øst er konservativt, og vil også dekke mulig utløpsområde for 490 Drammen Travbane.



Figur 5-7 Flytskjema for vurdering av skredmekanisme, ref. [5].



Faresone 490 Drammen Travbane er revidert, og utvidet, i forhold til tidligere kartlegging. Faregrad, konsekvens og risikoklasse er ikke endret fra tidligere, men det er noen endringer i score. Dette kan ses i Tabell 5-4, Tabell 5-5 og Figur 5-9. Det er lagt inn korte kommentarer i de nevnte tabellene, punkter som er endret, og/eller vurdert på nytt, fra tidligere kartlegging er utvidet i listen under:

- **Poretrykk:** 490 Drammen Travbane har fra tidligere fått faregradscore 3 for poretrykk med følgende kommentar «antatt hydrostatisk, men velger konservativt 1 siden det bare er pz i en dybde», ref. [11]. GeoKonsept har installert fire poretrykksmålere som viser noe hydrostatisk trykkfordeling med dybden. Vi har ikke målt poretrykk lengre vest i sonen, og velger å sette poretrykket som hydrostatisk med faregradscore 0.
- **Erosjon:** erosjon er tidligere kartlagt som kraftig, GeoKonsept har justert erosjonsscore til «noe». Det bemerkes at GeoKonsept ikke har gjennomført en befaring av hele sonen.
- **ÅDT:** ÅDT er tidligere kartlagt med score 3 og > 5000 med begrunnelse på at Rosenkrantzgata har nevnte ÅDT. Rosenkrantzgata ligger ikke i kartlagt faresone. Buskerudveien har høyest ÅDT av veiene som er inkludert i faresonen med 1800.

Tabell 5-4. Evaluering av faregrad.

Evaluering av faregrad

Faktorer	Vekttall	Faregrad, score				Score	Poeng	Kommentar
		3	2	1	0			
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen	3	3	Flere tidligere skred
Skråningshøyde [m]	2	> 30	20 - 30	15 - 20	< 15	1	2	15 - 20 m
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0 - 1,2	1,2 - 1,5	1,5 - 2,0	> 2	3	6	Normalkonsolidert
Poretrykk, overtrykk [kPa]	3	> +30	10 - 30	0 - 10	Hydrostatisk	0	0	PZ viser hydrostatisk
Poretrykk, undertrykk [kPa]	-3	> -50	-(20 - 50)	-(0 - 20)	Hydrostatisk	0	0	-
Kvikkleiremektighet [m]	2	> H/2	H/2 - H/4	< H/4	Tynt lag	3	6	Stor mektighet
Sensitivitet	1	> 100	30 - 100	20 - 30	< 20	3	3	Meget sensitivt
Erosjon	3	Kraftig	Noe	Litt	Ingen	2	6	Erosjon og bevegelse i skråninger
Inngrep, forverring	3	Stor	Noe	Liten	Ingen	3	9	Stor forverring over tid
Inngrep, forbedring	-3	Stor	Noe	Liten	Ingen	0	0	-
Sum poeng							35	
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %		68,6 %	
		Faregradsklasse		Høy				
		Lav		0 - 17				
		Middels		18 - 25				
		Høy		26 - 51				

Tabell 5-5. Evaluering av skadekonsekvens.

Evaluering av skadekonsekvens

Faktorer	Vekttall	Konsekvens, score				Score	Poeng	Kommentar
		3	2	1	0			
Boligheter, antall	4	Tett > 5	Spredt > 5	Spredt < 5	Ingen	3	12	Boligblokker
Næringsbygg, personer	3	> 50	10 - 50	< 10	Ingen	3	9	Flere næringsbygg
Annen bebyggelse, verdi	1	Stor	Betydelig	Begrenset	Ingen	0	0	Ingen
Vei, ÅDT	2	> 5000	1001 - 5000	100 - 1000	< 100	2	4	1800 - Buskerudveien
Toglinje, bruk	2	Persontrafikk	Godstrafikk	Normalt ingen trafikk	Ingen	0	0	Ingen
Kraftnett	1	Sentral	Regional	Distribusjon	Lokal	2	2	Regional
Oppdemning og flodbølge	2	Alvorlig	Middels	Liten	Ingen	3	6	Aktsomhetsområde for flom
Sum poeng							33	
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %		73,3 %	

Konsekvensklasse	Meget alvorlig
Mindre alvorlig	0 - 6
Alvorlig	7 - 22
Meget alvorlig	23 - 45

Tabell 5-6. Fastsettelse av risikoklasse

Evaluering av risikoklasse

Risiko = faregrad x skadekonsekvens = 68,6 % x 73,3 % = 5028,4 --> Risikoklasse 5		
	Risikoklasse 1	0 - 170
	Risikoklasse 2	171 - 630
	Risikoklasse 3	631 - 1900
	Risikoklasse 4	1901 - 3200
	Risikoklasse 5	3201 - 10000

5.10. Dokumenter tilfredsstillende sikkerhet

Det er utført stabilitetsberegninger i kritiske snitt, AA og BB, dette er presentert i kap. 6. Resultater fra stabilitetsberegninger viser ikke tilfredsstillende sikkerhet. Det må av den grunn utføres sikringstiltak. For planlagt tiltak i Ingvald Ludvigsens gate 21 vurderes det to alternativer til sikringstiltak:

1. Motfylling i Drammenselva som sørger for tilstrekkelig robusthet i kritisk skråning (AA).
2. Kalksementstabilisering på egen tomt.

Oppdragsgiver har besluttet å gå videre med kalksementstabilisering på egen tomt. Denne løsningen vil ikke påvirke kritisk skråning, men vil sikre egen tomt mot et ev. skred. Som tidligere nevnt, ligger tiltaksområdet utenfor influensområdet for kritisk skråning, og arbeider her vil ikke påvirke skråningen. Prosjektering av kalksementveggen vil presenteres i eget notat, stabilitetsberegning er presentert i kap. 6. Det presiseres at dette ikke medfører sikringstiltak i den kritiske skråningen nede ved Drammenselva.

5.11. Meld inn faresoner og grunnundersøkelser

Utvidelse av faresone meldes inn til NVE. Grunnundersøkelse meldes inn til NADAG ved aksept fra oppdragsgiver.

6. Stabilitetsberegning

Det er utført stabilitetsberegning i snitt AA og BB, da dette vurderes som de to mest kritiske snittene, som beskrevet i kap. 5.5.

6.1. Parametere

Materialparametere er tolket og bestemt med bakgrunn i laboratorieresultater og CPTu-sonderinger fra utførte grunnundersøkelser, se Figur 6-1. For løsmassetyper der karakteristiske parametere på opptatte prøver ikke foreligger, benyttes erfaringsverdier med bakgrunn i Håndbok V220, figur 2.21, ref. [13].

Tørrskorpeleire

Tyngdetetthet: 19,0 kN/m³

Friksjonsvinkel: 30°

Attraksjon: 0 kN/m²

Kvikkleire/leire

Tyngdetetthet: 20 kN/m³

Friksjonsvinkel: 23°

Attraksjon: 5,0 kN/m²

Udrenert skjærfasthet: basert på laboratorieundersøkelser og CPTu, og er vist i Figur 6-2.

ADP: 1 - 0,63 - 0,35

Morene

Tyngdetetthet: 19,0 kN/m³

Friksjonsvinkel: 34°

Attraksjon: 5 kN/m²

Kalksement

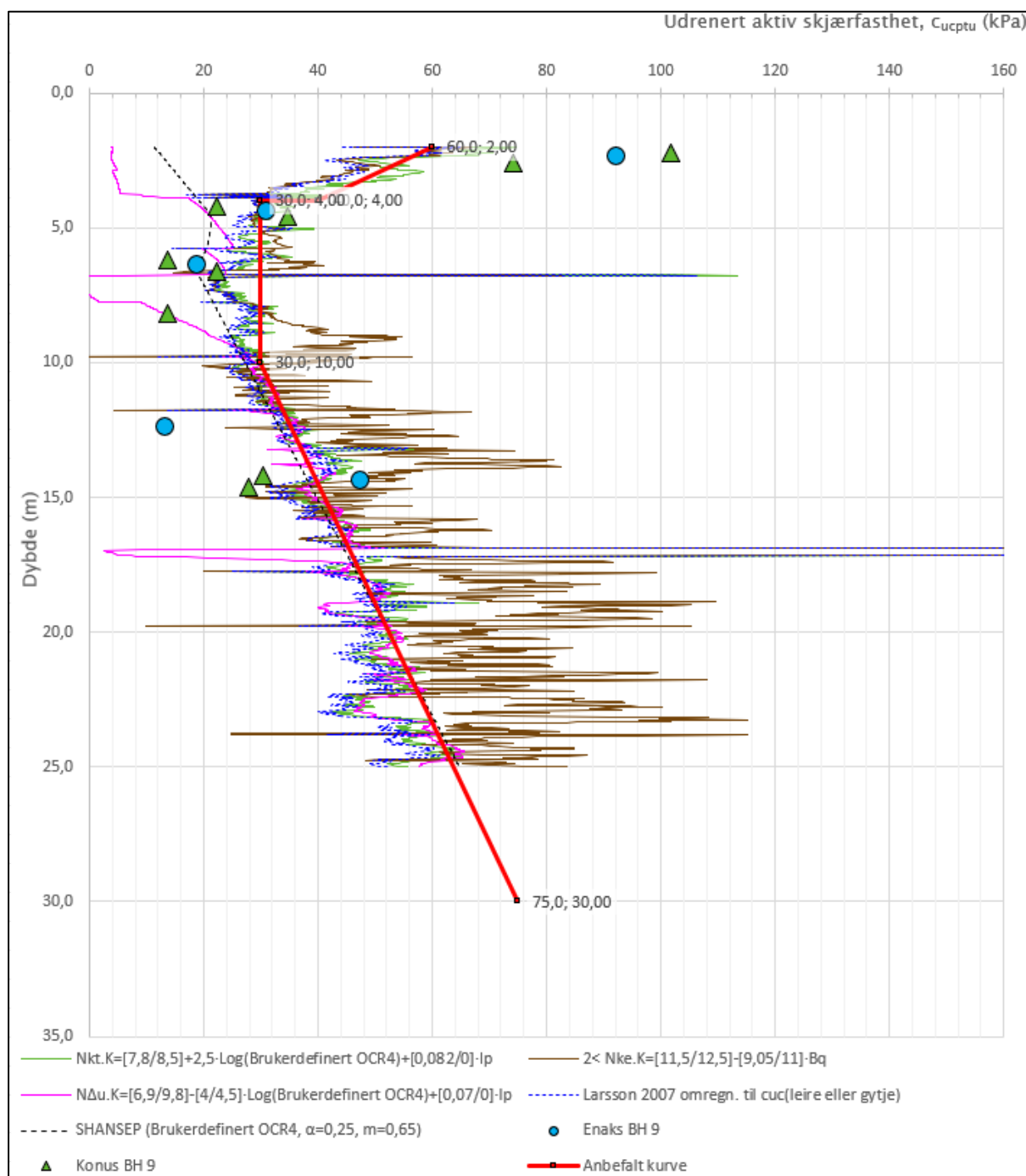
Tyngdetetthet: 18,0 kN/m³

Udrenert skjærfasthet: 110 kPa

ADP: 1 - 0,63 - 0,35

Borpunkt:	9															
Beskrivelse	Dybde intervall	Dybde	Vann - innhold	Densitet	Korn - densitet	Gleidelap	Utrulings - grense	Flyte - grense	Plastisitets -indeks	Brudd - teyning	Enakke	Uomrørt konus	Omrørt konus	Sensitivitet	Spesialforsøk	
	z [m]	w [%]	p [g/cm³]	p _s [g/cm³]	Org. [%]	w _p	w _l [%]	I _p	Er [%]	C _{uac} [kPa]	C _{ufc} [kPa]	C _{ufe} [kPa]	S _c			
LEIRE, siltig	2,0-3,0	2,20	34,8			0,3						64,1	11,67	5		
enk. skjellrester, enk. forvittringsflekker i topp		2,40	32,4	1,92						7	58,2					
		2,60	31,5				19,9	37,0	17,1			46,7	8,17	6		
		-														
KVIKKLEIRE, siltig	4,0-5,0	4,20	32,9			0,4						14,0	0,22	64		
		4,40	33,1	1,96						8	19,7				Ø	
		4,60	31,3				17,2	25,4	8,2			21,8	0,18	119		
		-														
KVIKKLEIRE, siltig	6,0-7,0	6,20	32,2			0,3						8,7	0,11	79		
		6,40	35,2	1,92						6	11,9				Ø	
		6,60	37,5				18,6	26,6	8,0			14,0	0,11	127		
		-														
KVIKKLEIRE, siltig forstyrret	8,0-9,0	8,20	28,6			0,4						8,7	0,18	47		
		8,40	31,4	1,80												
		8,60	29,9				18,8	24,6	5,8				0,13			
		-														
KVIKKLEIRE, siltig forstyrret	10,0-11,0	10,20	32,8			0,5							0,11			
		10,40	28,8	1,99												
		10,60	32,0				17,2	23,4	6,2				0,11			
		-														
KVIKKLEIRE forstyrret 10-15cm i topp og bunn	12,0-13,0	12,20	24,1			0,3							0,26			
		12,40	29,8	1,95						9	8,4				Ø	
		12,60	25,0				16,3	22,1	5,8				0,22			
		-														
KVIKKLEIRE, siltig	14,0-15,0	14,20	31,8			0,3						19,2	0,30	64		
		14,40	27,6	2,05						12	30,0					
		14,60	24,5				19,3	25,8	6,5			17,5	0,29	60		
		-														

Figur 6-1 Utklipp fra utført laboratorieundersøkelse i borpunkt 9 på tiltaksområdet, ref. [4].

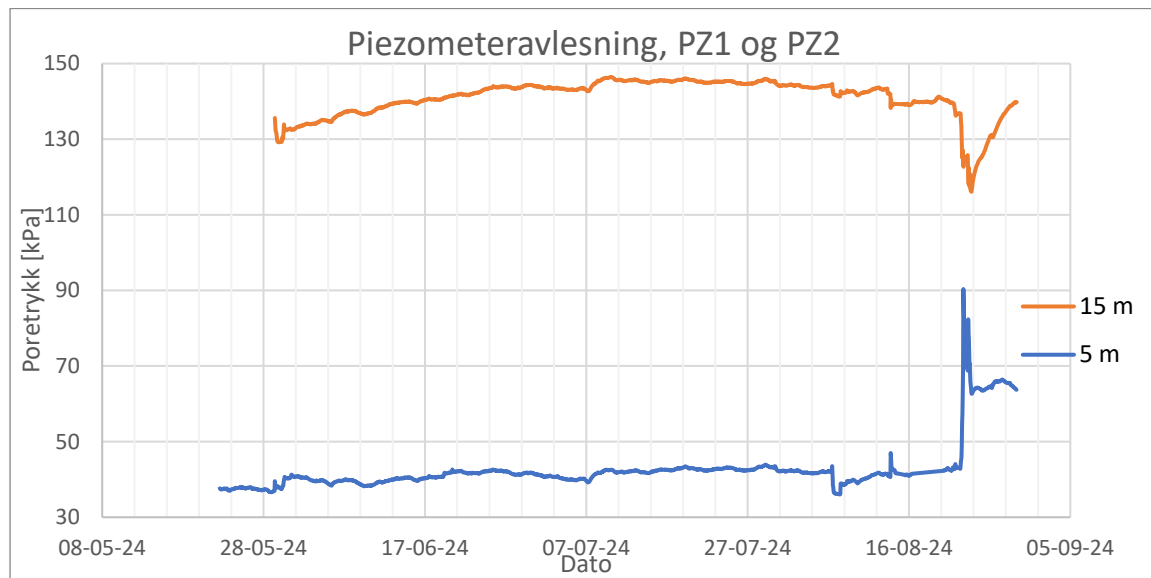


Figur 6-2 Designprofil S_{uA} . Tolket CPTu fra borpunkt BH9.

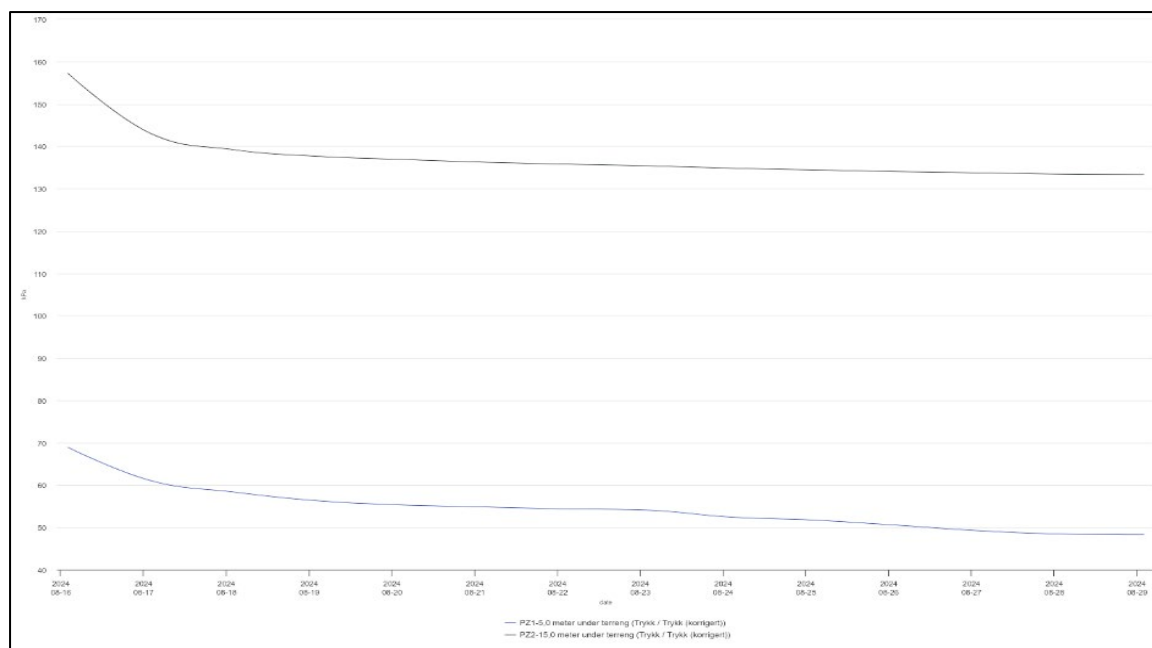
Poretrykk

Poretrykket er modellert som hydrostatisk, og grunnvannsnivået er lagt en meter under terreng. Vannstanden i elva er lagt til 20 års lavvann, og ligger på kote -0,35, ref. [14], se vedlegg 2.

Det er installert fire poretrykksmålere i to borpunkter, plassering kan ses i utarbeidet datarapport, ref. [3]. Figur 6-3 og Figur 6-4 viser avlesninger på poretrykksmålere som er gjort fra mai 2024 til september 2024. Poretrykksmålerne står fem og 15 meter under terreng. Poretrykksmålingene tilsvarer hydrostatisk poretrykksfordeling med dybden.



Figur 6-3 Poretrykksmålinger på tiltaksområdet, PZ1 og PZ2.



Figur 6-4 Poretrykksmålinger ved Buskerudveien 155, PZ3 og PZ4.

6.2. Beregninger

Utførte stabilitetsberegninger viser lav stabilitet i kritisk snitt. En oppsummering av resultater er vist i Tabell 6-1. Utførte stabilitetsberegninger er vist i tegning -206 - 208. Det er vist beregninger for dagens situasjon, samt en situasjon der det er installert en kalksementvegg langs tomtegrensa. Stabilitetsberegningene viser ikke tilfredsstillende stabilitet i snitt AA for dagens situasjon, det må derfor utføres sikringstiltak. Det er bestemt at sikringstiltak skal utføres på egen tomt, i form av en kalksementvegg.

For snitt AA er beregnet sikkerhet under 1, dette er ikke realistisk da skråningen står i dag. Basert på de prøvene som foreligger, samt CPTu-sonderinger, har ikke GeoKonsept ønsket å justere materialparameterne ytterligere opp. 3D-effekter er ikke hensyntatt i disse beregningene, og kan være en av årsakene til den lave stabiliteten.

For snitt BB er beregningsmessig sikkerhet over 1,25, som er kravet for robusthet i skråninger utenfor influensområdet. Det er derfor ikke nødvendig å gjøre ytterligere tiltak i denne skråningen for planlagt tiltak.

For snitt AA, med stabiliserende tiltak, er det modellert en kalksementvegg innenfor tomtegrensa. Kalksementveggen er lagt på tomtegrensa, avgrenset av utstrekningen til faresonen mot nord og øst, og det er modellert en utrasing foran veggen. Utrasingen er bestemt av dybden hvor 1:15-linja treffer dette området. 1:15-linja representerer den største utstrekningen et eventuelt kvikkleireskred vil utvikle seg. Det er brukt «restrict shear surface» for å tvinge skjærsirkelen under kalksementveggen for å vurdere stabiliteten her. Det kalksementstabiliserte området er modellert med en skjærstyrke på 110 kPa. Utstrekningen av kalksementveggen er vist i tegning -501.

Tabell 6-1 Oppsummering av resultater fra utførte stabilitetsberegninger.

	Totalspenningsanalyse, F_{cu}	Effektivspenningsanalyse, $F_{c\phi}$
Snitt AA	0,93*	1,33
Snitt BB	1,32	2,23
Snitt AA – kalksementvegg	1,89	-
*Beregnet sikkerhetsfaktor er under 1. Det er ikke implementert 3D faktorer eller økt skjærfasthet for å øke sikkerhetsfaktor til over 1,0.		

7. Kontroll

Da prosedyren gitt i Tabell 5-1 er fulgt til og med punkt 5.11 er det krav om at det gjennomføres uavhengig kvalitetssikring iht. ref. [5].

8. Konklusjon

Faresone 490 Drammen Travbane er utvidet iht. NVE Veileder 1/2019, basert på resultater fra utførte grunnundersøkelser og topografi. Tiltaksområdet ligger delvis i den utvidede faresonen. Utførte stabilitetsberegninger viser lav sikkerhet, og det må utføres sikringstiltak før sikkerheten mot kvikkleireskred kan vurderes som ivaretatt iht. NVE Veileder 1/2019.

For prosjektet er det bestemt å gå videre med prosjektering av en kalksementvegg på egen tomt for å sikre tiltaket mot et ev. skred.

9. Referanser

- [1] Kartverket, «Norgeskart,» 2023. [Internett]. Available: <https://www.norgeskart.no>.
 - [2] NGU, «Løsmassekart,» [Internett]. Available: <https://www.geo.ngu.no/kart/losmasse>.
 - [3] GeoKonsept AS, «1218-RIG-R-01-00_Datarapport,» 18.04.2024.
 - [4] Innlandet Geoteknikk AS, «Ingvald Ludvigsens gate 21, Drammen. Rapport nr. 2. Grunnundersøkelser for ny bebyggelse. Rev. 02.,» 27.11.2023.
 - [5] NVE, «Sikkerhet mot Kvikkleireskred (NVE-Veileder 1/2019),» 2020.
 - [6] NVE, «NVE Atlas,» 2023. [Internett]. Available: <https://www.atlas.nve.no>.
 - [7] NVE, «NVE-Kvikkleire-Løsneområde,» 2024. [Internett]. Available: <https://kvkl-losneomrade.nve.no/>.
 - [8] Rambøll AS, «1350034996-G-NOT-002_rev03 Områderegulering av Åssiden og Berskaug, geoteknisk vurdering,» 15.10.2020.
 - [9] Grunnteknikk AS, «114177n2 rev. A Drammen. Buskerudveien 210, områdestabilitet,» 25.03.2022.
 - [10] Innlandet Geoteknikk AS, «23-0038-3-05 Områdestabilitet Ingvald Ludvigsens gate 21,» 07.12.2023.
 - [11] Norges vassdrags- og energidirektorat, «NVE Ekstern rapport nr. 9/2020,» 2020.
 - [12] NVE, «490: Drammen Travbane - kommune: Drammen - faktaark,» 26.08.2022.
 - [13] Statens Vegvesen, Geoteknikk i vegbygging, 2018.
-

- [14] Kartverket, «Kartverket - se havnivå,» 2024. [Internett]. Available:
<https://www.kartverket.no/til-sjos/se-havniva/resultat?id=548370&location=Drammenselva>.



TEGNFORKLARING :

⊕ Totalsondering

▽ CPTU sondering

☆ Fjellkontrollboring

⊙ Prøveserie

● Naverboring

□ Prøvegrop

📍 Dreietrykkssondering

⊖ Poretrykksmåling

⚓ Berg i dagen

Borhull nr.

Terreng (bunn) kote

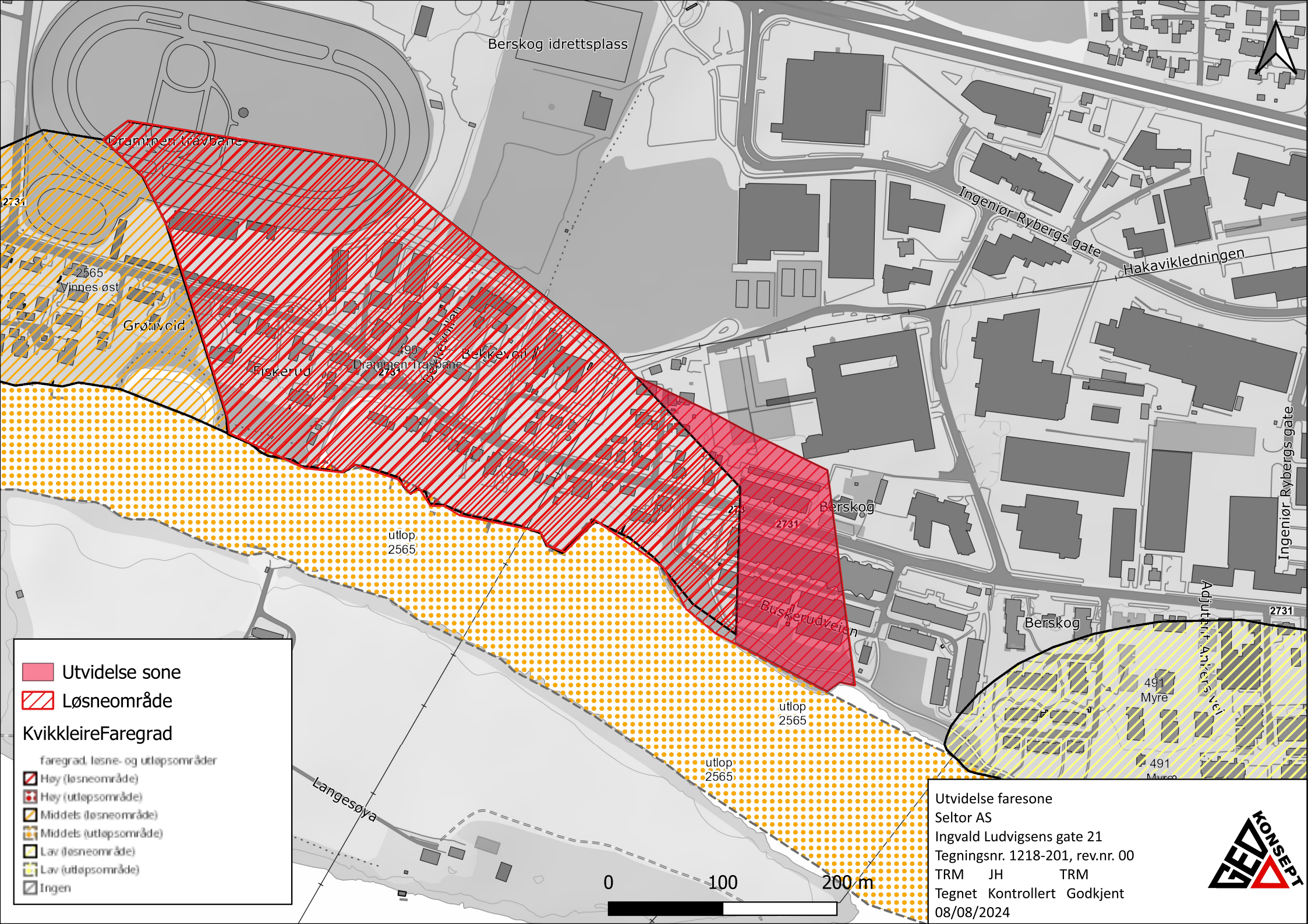
Antatt bergkote

Boret dybde + (boret i berg)

Kartgrunnlag: Bakgrunnskart fra Kartverket (kartkatalog Geonorge)

Koordinatsystem og høydesystem: UTM32 og NN2000

02					
01					
00	Første utkast	TRM	JH	TRM	08.08.2024
Rev.	Revisjon gjelder	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Dato
Oversiktskart snitt og borer		Status Tegning i notat			
		Målestokk	1:1250	Format	A2
Seltor AS		Tegningsnummer	1218-200	Rev.	00
Ingvald Ludvigssens gate 21		Besøksadresse: Lilleborggata 5 Postadresse: Postboks 69, 0701 Oslo Tlf.: 24 02 27 00			



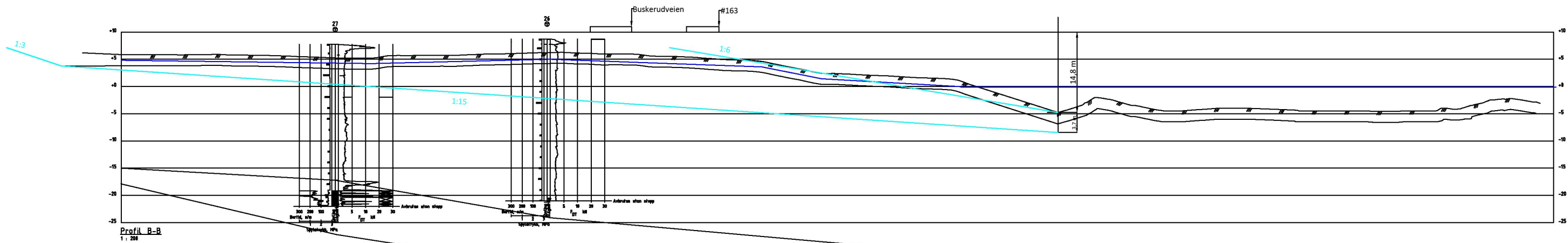
Utvidelse sone
Løsneområde

KvikkleireFaregrad

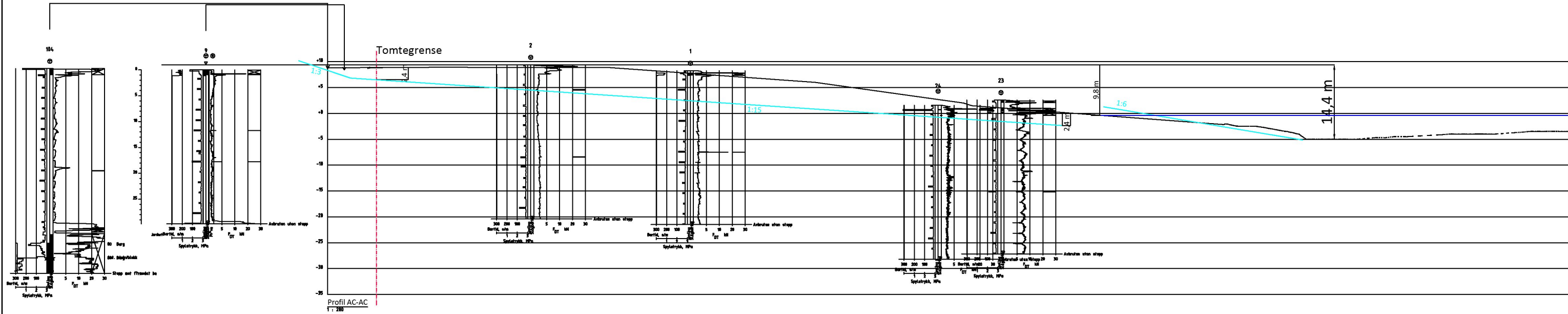
- faregrad, løsne- og utløpsområder
- Høy (løsneområde)
 - Høy (utløpsområde)
 - Middels (løsneområde)
 - Middels (utløpsområde)
 - Lav (løsneområde)
 - Lav (utløpsområde)
 - Ingen

Utvidelse faresone
Seltor AS
Ingvald Ludvigssens gate 21
Tegningsnr. 1218-201, rev.nr. 00
TRM JH TRM
Tegnet Kontrollert Godkjent
08/08/2024



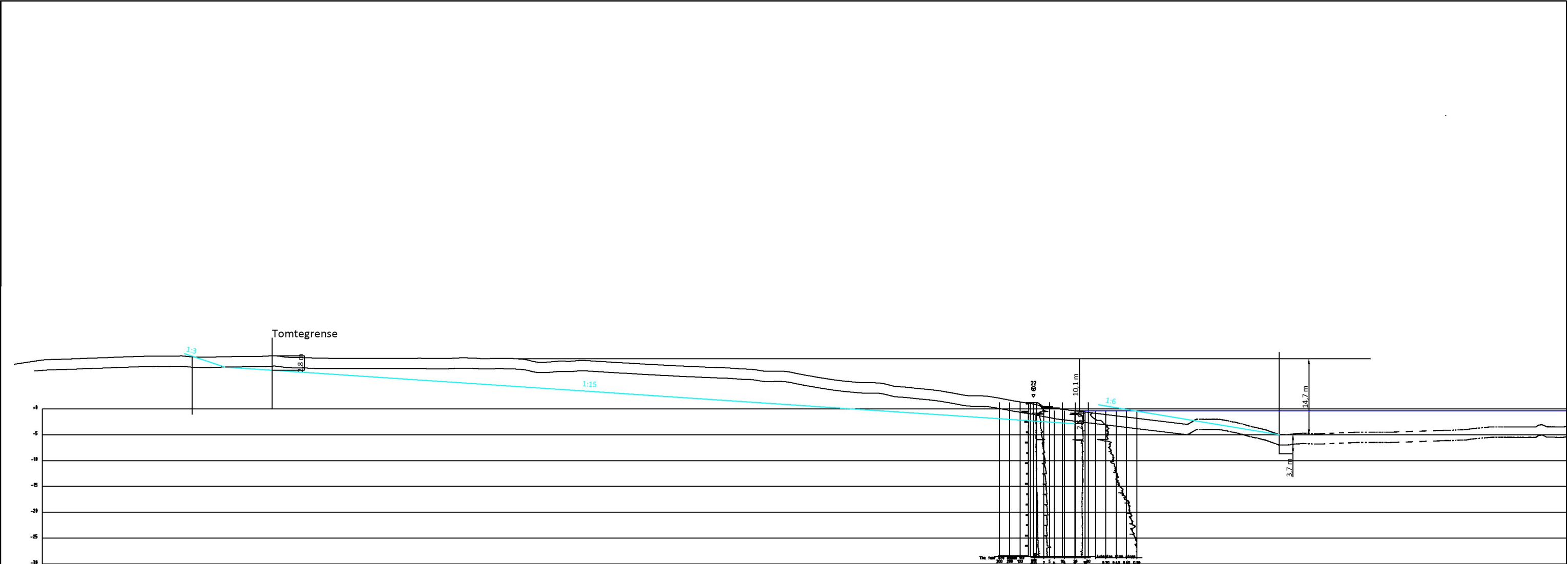


02				
01				
00	Første utkast	TRM	JH	TRM
Rev.	Revisjon gjelder	Tegnet	Kontrollert	Godkjent
Snitt BB		Status Tegning i notat		
		Målestokk 1:750		Format A3
Seltor AS		Tegningsnummer 1218-203		Rev. 00
		Ingvald Ludvigsens gate 21		
		Besøksadresse: Lilleborggata 5 Postadresse: Postboks 69, 0701 Oslo Tlf.: 24 02 27 00		
				



02					
01					
00	Første utkast	TRM	JH	TRM	08.08.2024
Rev.	Revisjon gjelder	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Dato
Snitt AC		Status Tegning i notat			
		Målestokk	1:750	Format	A3
		Tegningsnummer	1218-204	Rev.	00
Seltor AS		Besøksadresse: Lilleborggata 5			
		Postadresse: Postboks 69, 0701 Oslo			
Ingvald Ludvigsens gate 21		Tlf.: 24 02 27 00			

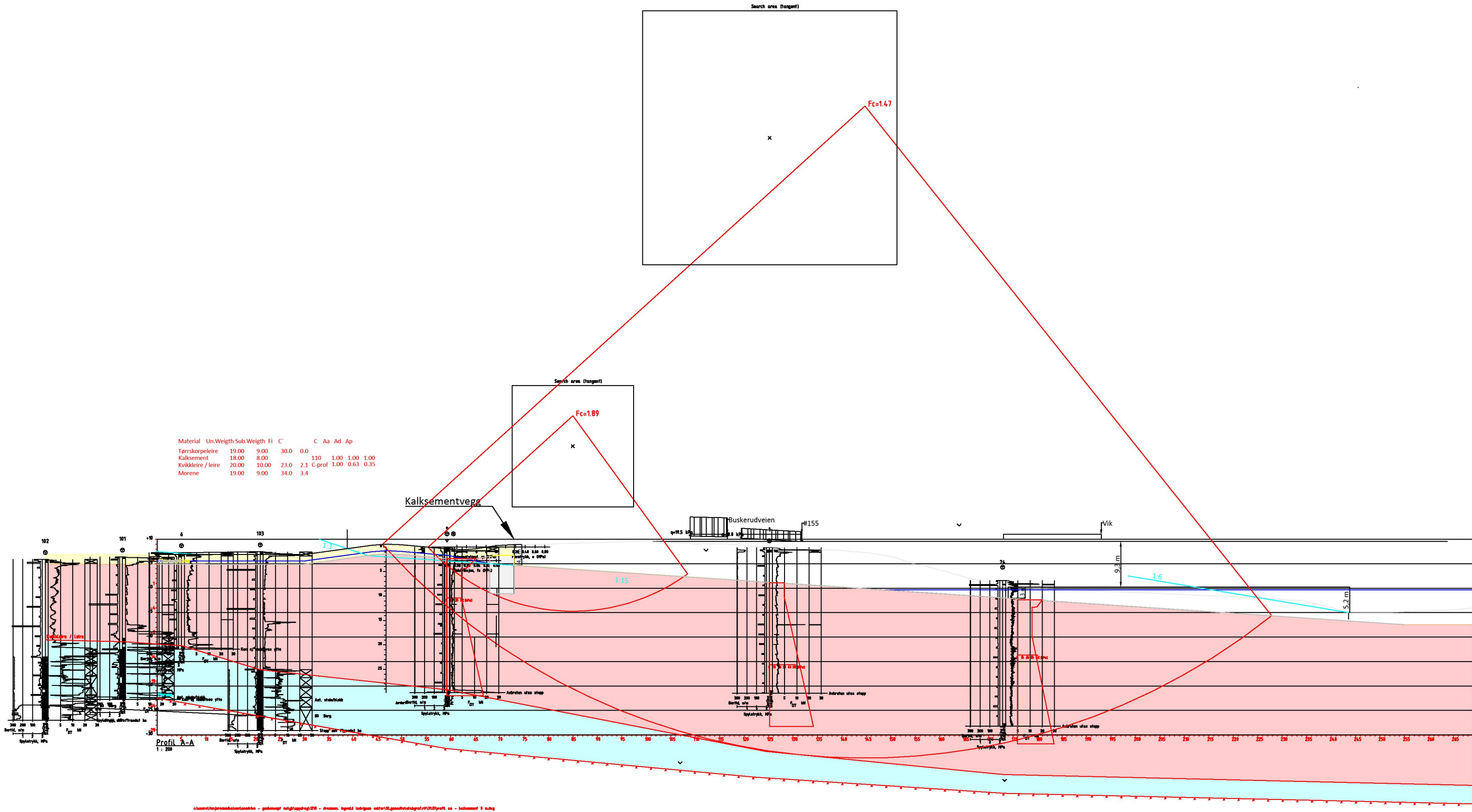




Profil C-C
1 : 200

02					
01					
00	Første utkast	TRM	JH	TRM	08.08.2024
Rev.	Revisjon gjelder	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Dato
Snitt CC		Status Tegning i notat			
		Målestokk	1:750	Format	A3
Seltor AS Ingvald Ludvigsens gate 21		Tegningsnummer	1218-205	Rev.	00
		Besøksadresse: Lilleborggata 5 Postadresse: Postboks 69, 0701 Oslo Tlf.: 24 02 27 00			





Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpeleire	19.00	9.00	30.0	0.0				
Kalksement	18.00	8.00			110	1.00	1.00	1.00
Kvikkleire / leire	20.00	10.00	23.0	2.1	C-prof	1.00	0.63	0.35
Morene	19.00	9.00	34.0	3.4				

02					
01					
00	Første utkast	TRM	JH	TRM	08.08.2024
Rev.	Revisjon gjelder	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Dato
Stabilitetsberegning kalksementvegg		Status Tegning i notat			
		Målestokk	1:750	Format	A3
		Tegningsnummer	1218-208	Rev.	00
Seltor AS		Besøksadresse: Lilleborggata 5			
Drammen. Ingvald Ludvigsens gate 21		Postadresse: Postboks 69, 0701 Oslo			
		Tlf.: 24 02 27 00			





Vedlegg 1

Evaluering av faregrad

Faktorer	Vekttall	Faregrad, score				Score	Poeng	Kommentar
		3	2	1	0			
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen	3	3	Flere tidligere skred
Skråningshøyde [m]	2	> 30	20 - 30	15 - 20	< 15	1	2	15 - 20 m
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0 - 1,2	1,2 - 1,5	1,5 - 2,0	> 2	3	6	Normalkonsolidert
Poretrykk, overtrykk [kPa]	3	> +30	10 - 30	0 - 10	Hydrostatisk	0	0	PZ viser hydrostatisk
Poretrykk, undertrykk [kPa]	-3	> -50	-(20 - 50)	-(0 - 20)	Hydrostatisk	0	0	-
Kvikkleiremektighet [m]	2	> H/2	H/2 - H/4	< H/4	Tynt lag	3	6	Stor mektighet
Sensitivitet	1	> 100	30 - 100	20 - 30	< 20	3	3	Meget sensitivt
Erosjon	3	Kraftig	Noe	Litt	Ingen	2	6	Erosjon og bevegelse i skråninger
Inngrep, forverring	3	Stor	Noe	Liten	Ingen	3	9	Stor forverring over tid
Inngrep, forbedring	-3	Stor	Noe	Liten	Ingen	0	0	-
Sum poeng							35	
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %		68,6 %	
						Faregradsklasse	Høy	
						Lav	0 - 17	
						Middels	18 - 25	
						Høy	26 - 51	

Evaluering av skadekonsekvens

Faktorer	Vekttall	Konsekvens, score				Score	Poeng	Kommentar
		3	2	1	0			
Boligenheter, antall	4	Tett > 5	Spredt > 5	Spredt < 5	Ingen	3	12	Boligblokker
Næringsbygg, personer	3	> 50	10 - 50	< 10	Ingen	3	9	Flere næringsbygg
Annen bebyggelse, verdi	1	Stor	Betydelig	Begrenset	Ingen	0	0	Ingen
Vei, ÅDT	2	> 5000	1001 - 5000	100 - 1000	< 100	2	4	1800 - Buskerudveien
Toglinje, bruk	2	Persontrafikk	Godstrafikk	Normalt ingen trafikk	Ingen	0	0	Ingen
Kraftnett	1	Sentral	Regional	Distribusjon	Lokal	2	2	Regional
Oppdemning og flodbølge	2	Alvorlig	Middels	Liten	Ingen	3	6	Aktsomhetsområde for flom
Sum poeng							33	
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %		73,3 %	
						Konsekvensklasse	Meget alvorlig	
						Mindre alvorlig	0 - 6	
						Alvorlig	7 - 22	
						Meget alvorlig	23 - 45	

Evaluering av risikoklasse

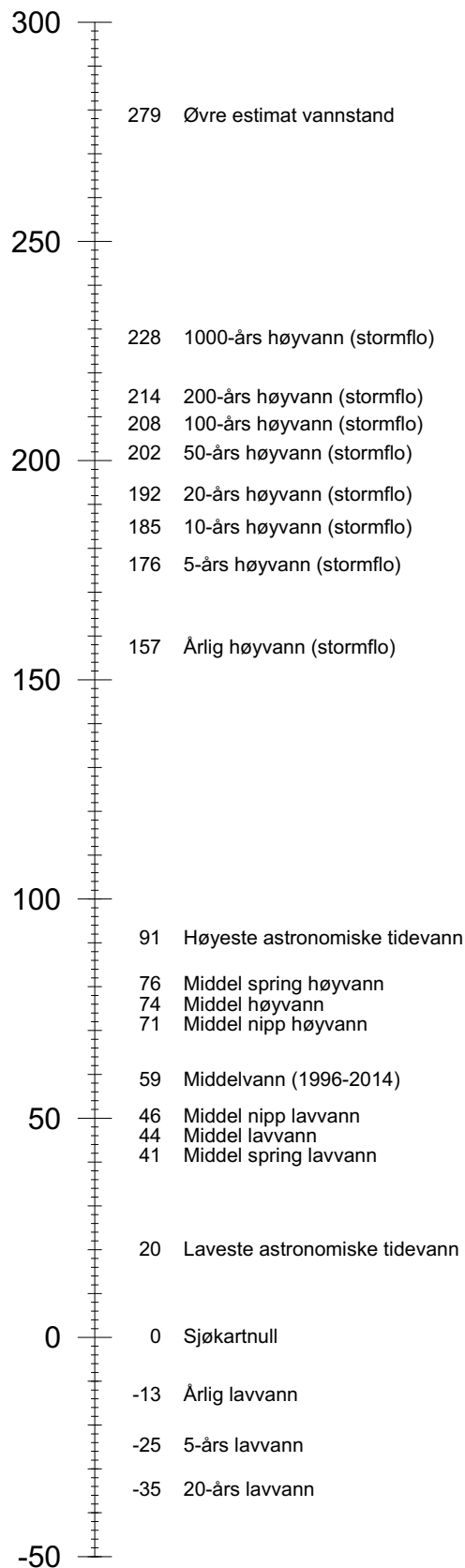
Risiko = faregrad x skadekonsekvens = 68,6 % x 73,3 % = 5028 --> Risikoklasse 5		
Risikoklasse 1	0 - 170	
Risikoklasse 2	171 - 630	
Risikoklasse 3	631 - 1900	
Risikoklasse 4	1901 - 3200	
Risikoklasse 5	3201 - 10000	

N59°44,4' E10°12,4'

Nivåskisse

N59°44,4' E10°12,4'

Nivå knyttet til tidevann er hentet fra Solumstrand, justert med faktor 1,00.



Høyder er i cm over Sjøkartnull som er nullnivå for dybder i sjøkart og høyder i tidevannstabeller. Datagrunnlag sist endret: 15. mai 2024. Lastet ned: 12. august 2024.

Øvre estimat vannstand

Øvre estimat vannstand er kombinasjonen av det høyeste tidevannet (HAT) og et sjelden høyt værbidrag forventent en gang per 1000 år.

Høy-/lavvann med gjentakintervall

Statistiske beregninger av hvor hyppig et ekstremt høy-/lavvann av en viss størrelse vil opptre. I gjennomsnitt når høy-/lavvannet dette nivået en gang i løpet av gjentakintervallet. Eksempel: et ekstremt høyvann med 50 års gjentakintervall vil i gjennomsnitt opptre en gang per 50 år. Gjentakintervall kalles også returperiode.

Høyeste astronomiske tidevann

Høyeste mulige vannstand uten værrets virkning, det vil si uten påvirkning fra blant annet vind, lufttrykk og temperatur. I praksis bestemmes HAT ved å lage tidevanntabeller for 19 år og plukke ut det høyeste tidevannet. Tidevannet har blant annet en periode på 18,6 år.

Middel spring høyvann

Gjennomsnittet av observerte høyvann i tiden omkring ny- eller fullmåne (springperiode). I praksis brukes harmoniske konstanter som en tilnærming. I tiden omkring ny- eller fullmåne vil tidevannsamplitudene øke siden tidevannskreftene fra sol og måne virker i samme retning. Dette fører til høyere høyvann enn ellers.

Middel høyvann

Gjennomsnittet av alle observerte høyvann i en periode på 19 år. Kartverket bruker middelvann pluss amplituden til den harmoniske konstituenten M2 som en god tilnærming.

Middel nipp høyvann

Gjennomsnittet av observerte høyvann i tiden omkring halvmåne (nipperiode). I praksis brukes harmoniske konstanter som en tilnærming. Ved halvmåne, når månen er i første eller tredje kvarter, vil tidevannsamplituden bli mindre siden tidevannskreftene fra sol og måne motvirker hverandre. Dette fører til lavere høyvann enn ellers.

Middelvann (1996-2014)

Gjennomsnittlig høyde av sjøens overflate på et sted over en periode på 19 år. Middelvann beregnes som gjennomsnittet av vannstandsobservasjoner foretatt med faste tidsintervall - fortrinnsvis over en periode på 19 år. Dagens middelvann er beregnet over perioden 1996-2014.

Middel nipp lavvann

Gjennomsnittet av observerte lavvann i tiden omkring halvmåne (nipperiode). I praksis brukes harmoniske konstanter som en tilnærming. Ved halvmåne, når månen er i første eller tredje kvarter, vil tidevannsamplituden bli mindre siden tidevannskreftene fra sol og måne motvirker hverandre. Dette fører til høyere lavvann enn ellers.

Middel lavvann

Gjennomsnittet av alle observerte lavvann i en periode på 19 år. Kartverket bruker middelvann minus amplituden til den harmoniske konstituenten M2 som en god tilnærming.

Middel spring lavvann

Gjennomsnittet av observerte lavvann omkring ny- eller fullmåne (springperiode). I praksis brukes harmoniske konstanter som en tilnærming. I tiden omkring ny- eller fullmåne vil tidevannsamplitudene øke siden tidevannskreftene fra sol og måne virker i samme retning. Dette fører til lavere lavvann enn ellers.

Laveste astronomiske tidevann

Laveste mulige vannstand under midlere meteorologiske forhold, det vil si uten påvirkning fra blant annet vind, lufttrykk og temperatur. I praksis bestemmes LAT ved å lage tidevanntabeller for 19 år og plukke ut det laveste tidevannet. Tidevannet har blant annet en periode på 18,6 år.

Sjøkartnull

Nullnivå for dybder i sjøkart og høyder i tidevanntabellen. Sjøkartnull er fra 1. januar 2000 lagt til laveste astronomiske tidevann (LAT). Langs Sørlandskysten og i Oslofjorden er tidevannsvariasjonene små i forhold til værrets virkning på vannstanden (vind, lufttrykk og temperatur). Sjøkartnull er derfor av sikkerhetsmessige grunner lagt 20 cm lavere enn LAT langs kysten fra svenskegrensen til Utsira og 30 cm lavere enn LAT i indre Oslofjord (innenfor Drøbaksundet).