

Geoteknisk Rapport

04308026-1

Fv.44 Vassvik - Øvre Hellvigsvatnet





Samferdselsavdelingen

Vei og forvaltning

Plan og utbygging Rural

Postadr. Arkitekt Eckhoffs Gate 1
4010 STAVANGER
Telefon 51516600

www.rogfk.no

Geoteknikk

Fv. 44 Vassvik - Øvre Hellvigsvatnet
Geoteknisk rapport

Kort beskrivelse:

På bestilling av Egersund Kommune er det utført grunnundersøkelser for prosjekt Fv.44 Hellvik-Vassvik mht. kartlegging av grunnforholdene for en breddeutvidelse av eksisterende fylkesveg, samt legging av gang- og sykkelveg på strekningen Vassvik-Øvre Hellvigsvatnet.

UTM-sone	Euref89 Ø-N	Oppdragsgiver:	Antall sider:
32	X= 6486472.6 y = 316685.1	Egersund Kommune	121
Kommune nr.	Kommune	Dato:	Antall vedlegg:
1101	Egersund	23.12.2020	9
		Utarbeidet av (navn, sign.)	Antall tegninger:
		Kjersti Nylend Svean	8
Prosjektnummer		Kontrollert	Kontrollert
04308026		Linda Karlsen Longfjeld	Kristoffer Jøtne Walsh
Sammendrag			

Etter oppdrag fra Egersund Kommune, har Planlegging og Utbygging Rural, Rogaland Fylkeskommune bestilt grunnundersøkelser for prosjektet Fv.44 Vassvik - Øvre Hellvigsvatnet.

Denne rapporten presenterer resultatene av grunnundersøkelsene, samt merknader og forutsetninger for dimensjonering av ny gang- og sykkelveg, samt en breddeutvidelse av eksisterende veg i profilintervallet 0 - 2750.

Det er utført 12 totalsonderinger og 13 prøvetakinger i prosjektområdet. Resultatene av grunnundersøkelsene viser at løsmassene i prosjektområdet hovedsakelig består av harde breelavsetninger med høy lagringsfasthet og innhold av stein. Det er også påtruffet sandige masser med varierende lagringsfasthet i den vestlige delen av prosjektområdet.

Gang- og sykkelvegen dimensjoneres iht. bæreevnegruppe 4 der traue ligger på sandige, grusige masser (ref. N200, Kap. 5).

Det ansees som kompliserende at det er påvist torvmasser i to borehull i profilintervallet 1100-1450. Det må utarbeides et endelig løsningsvalg for legging av gs-vegen med tilhørende støttekonstruksjoner på denne strekningen.

Det er vedlagt et dimensjoneringsforslag for terrasserte tørrmurer langs strekningen 1640-1750. Det anbefales at det utredes alternative løsninger for denne strekningen i byggeplanfasen mht. usikkerhet knyttet til kostnad og praktisk anleggsgjennomføring.

Geoteknisk kategori/konsekvensklasse/pålitelighetsklasse

Pålitelighetsklasse (RC/CC)	Kontrollklasse	Konsekvensklasse (CC)	Beskrivelse
RC1/CC1	B (begrenset)	CC1	Liten konsekvens i form av tap av menneskeliv, eller små eller uvesentlige økonomiske, sosiale eller miljømessige konsekvenser
RC2/CC2	N (normal)	CC2	Middels stor konsekvens i form av tap av menneskeliv, betydelige økonomiske, sosiale eller miljømessige konsekvenser
RC3/CC3	U (utvidet)	CC3	Stor konsekvens i form av tap av menneskeliv, eller svært store økonomiske, sosiale eller miljømessige konsekvenser
RC4	Skal spesifiseres	<i>Håndbok V220, kap. 0.3.1: Tre pålitelighetsklasser RC1, RC2 og RC3 kan knyttes til CC1, CC2 og CC3.</i>	

Kontrollklasse	Kategori	Omfang
B (begrenset)	1	Utføres av den som utførte prosjekteringen.
N (normal)	2	Kollegakontroll, utføres av en annen person enn den som utførte prosjekteringen.
U (utvidet)	2	Utvidet kontroll, utføres av en annen avdeling/instans i etaten enn den som utførte prosjekteringen, eller av Vegdirektoratet.
U (uavhengig)	3	Uavhengig kontroll, utføres av et annet firma enn det som utførte prosjekteringen.

Kategori	Valgt kategori	Kontrollklasse	Strekning
1		B (begrenset)	
2	✓	N (normal)	
3		U (uavhengig)	

Prosjektkontroll	Enhet/navn	Signatur	Dato
Begrenset	Rogfk, Planlegging og utbygging, Rural v/ Kjersti Nyland Svean	Kjersti Nyland Svean <small>Digitalt signert av Kjersti Nyland Svean Dato: 2020.12.23 15:24:36 +01'00'</small>	2020-12-23
Normal	Rogfk, Planlegging og utbygging, Rural v/ Kristoffer Jøtne Walsh		
Utvidet/Uavhengig			
Godkjent	Rogfk, Seksjonsleder, Planlegging og utbygging, Rural v/Linda Karlsen Longfjeld		

Pålitelighets-/konsekvensklasse	1	2	3	4
Geoteknisk kategori 1	1			
Geoteknisk kategori 2		2		
Geoteknisk kategori 3			3	

Pålitelighetsklasse (CC(RC))

Veiledende eksempler for klassifisering av byggverk, konstruksjoner og konstruksjonsdeler	1	2	3	4
Grunn- og fundamenteringsarbeider og undergrunnsanlegg i områder med kvikkleire eller sprøbruddsmateriale		(X)	X	(X)
Fyllinger i sjø, stor fyllingshøyde eller massefortregning		(X)	X	
Spunt og støttekonstruksjoner		X	(X)	
Bergskjæringer med større høyde enn 10 meter			X	
Grunn- og fundamenteringsarbeider og undergrunnsanlegg ved enkle og oversiktlige grunnforhold	X	(X)		

Innholdsfortegnelse

Vedleggsoversikt	3
1 Innledning	4
2 Tidligere undersøkelser	5
3 Mark- og laboratorieundersøkelser	6
4 Grunn- og fundamenteringsforhold	7
4.1 Regelverk og krav til partialfaktor	8
4.1.1 Myndighetskrav og kontrollform	8
4.1.2 Krav til lokalstabilitet	9
4.1.3 Krav til områdestabilitet	9
4.2 Profil 250-1100	9
4.2.1 Grunnforhold	10
4.2.2 Merknader til grunnforhold i forhold til prosjektert veg	12
4.3 Profil 1100-1450	12
4.3.1 Grunnforhold	12
4.3.2 Merknader til grunnforhold i forhold til prosjektert veg	13
4.4 Profil 1450-1800	14
4.4.1 Grunnforhold	14
4.4.2 Merknader til grunnforhold i forhold til prosjektert veg	15
4.5 Profil 1800-2750	15

4.5.1	Grunnforhold	15
4.5.2	Merknader til grunnforhold i forhold til prosjektert veg	16
5	Merknader	16
6	Løsningsforslag for kritisk område	17
7	Dimensjonering av tørrmurer	19
7.1	Innledning.....	19
7.2	Grunnforhold	20
7.3	Materialkoeffisienter	20
7.4	Jordartsparemetere	20
7.5	Laster og lastfaktorer.....	21
7.6	Frostdybde	22
7.7	Beregninger.....	22
7.8	Resultater	23
7.8.1	Øvre murer	23
7.8.2	Nedre murer	24
7.9	Merknader til dimensjoneringsforslag for mur.....	25
8	Videre arbeid	27
9	Referanser	29

Vedleggsoversikt

Vedlegg 1: Oversiktskart 1:15 000

Vedlegg 2: Tegningsforklaring for geotekniske kart og profiler

	Målestokk	Format
Tegn. - V01: Plantegning, profil 250-1100	1:1000	A1
- V02: Plantegning, profil 1100-1900	1:1000	A1
- V03: Plantegning, profil 1900-2750	1:1000	A1
- V05: Tverrprofil, profil 320-1350	1:200	A1
- V06: Tverrprofil, profil 1430-1650	1:200	A1
- V07: Tverrprofil, profil 1750-2030	1:200	A1
- V08: Tverrprofil, profil 2270-2840	1:200	A1

Vedlegg 3: Borehullsliste med koordinater

Vedlegg 4: Laboratorieanalyser

Vedlegg 5: Bilder av prøvematerialet

Vedlegg 6: Avstand til blokker i kritisk profil 1669

Vedlegg 7: Dimensjoneringsforslag for murer

Vedlegg 8: Rapport Ld308A - Grunnundersøkelser for Sannernes Bru (1981)

Vedlegg 9: Rapport Ld307A - Grunnundersøkelser for Hellvik Bru (1981)

1 Innledning

Etter oppdrag fra Egersund kommune, er det utført grunnundersøkelser for prosjektet Fv.44 Vassvik – Øvre Hellvigsvatnet.

Undersøkelsene er foretatt for å kartlegge grunn- og fundamenteringsforholdene for en breddeutvidelse av dagens veg på en ~3,4 km lang strekning fra Sannarnes til ~ 0,5 km nord for Hellvik Bru. Det skal bygges ny gang- og sykkelveg på 2,6 km av denne strekningen, fra Sannarnes til Hellvik bru.

Grunnundersøkelsene som er utført i Hellvik-området tilhører to ulike prosjekter, Fv.44 Vassvik – Øvre Hellvigsvatnet og Fv.44 Hellvik Bru. Denne rapporten beskriver grunnundersøkelsene som er utført på profilstrekningen fra 0 – 2750 (borehull nr. 26 – 37). For beskrivelse av de resterende undersøkelsene henvises det til Geoteknisk Rapport 04308027-1, Fv.44 Hellvik Bru Rev. 1. Vedlegg 1 viser plassering og avgrensning av de to prosjektområdene.

Per 2019 var vegstrekningen (Sannarnes – Hellvik Stasjon) registrert med en skjønnsbasert ÅDT = 3000 - 3200, hvorav tunge kjøretøy utgjorde 10 %, og vegen er dermed klassifisert i trafikkgruppe C (ref. N200, Kap.5).

Gjeldende frostdybde for veg og konstruksjon er beregnet til 0,8 m for 10-års frost (F_{10}), og 1,1 m for 100-års frost (F_{100}), gitt at drenert kult benyttes som frostsikring under traunivå (ref. N200, Kap.5). Beregningene er basert på en årsmiddeltemperatur på 7,6 °C, $F_{10} = 2395 \text{ h}^\circ\text{C}$ og $F_{100} = 4398 \text{ h}^\circ\text{C}$ for Hellvik-området (SVV (2010), Frostmengdekart (2010)).

Det er utført 12 stk totalsonderinger og 13 stk prøvetakinger, samt hentet ut 5 stk miljøprøver i prosjektområdet. Sistnevnte er beskrevet i rapport 5203748-RIM01 Miljøteknisk grunnundersøkelse datert 02.09.2020 (Norconsult).

Denne rapporten presenterer resultatene av grunnundersøkelsene, samt merknader og forutsetninger for prosjektering av vegutvidelsen og GS-vegen. Et løsningsforslag for et kritisk område i prosjektet er beskrevet i kapittel 6 og 7, men det anbefales ytterligere arbeid med alternative løsningsforslag i byggeplanfase for denne strekningen, som beskrevet i kapittel 8.

2 Tidligere undersøkelser

Figur 2-1 viser et oversiktskart over prosjektområdet i målestokk 1:10000.



Figur 2-1. Oversiktskart over planområdet som viser grunnundersøkelser utført for prosjektene Fv.44 Hellvik-Vassvik og Fv.44 Hellvik Bru (mai/juni 2020). Disse er markert som gule punkter (totalsonderinger) og grønne punkter (miljøprøver). Tidligere undersøkelser utført for Hellvik- og Sannarnes bru (1981) er markert ved henholdsvis rosa punkter og turkis firkant (nøyaktig plassering av disse borpunktene er ukjent).

Det er funnet to tidligere undersøkelser utført i planområdet; Sannarnes Bru og Hellvik Bru (Fig 2-1). Sistnevnte må ikke forveksles med jernbanebrua med samme navn. Resultatene fra disse undersøkelsene er gjengitt i kap. 4.2.1 og 4.4.1 av denne rapporten, og de fullverdige rapportene finnes i vedlegg 8 og 9.

3 Mark- og laboratorieundersøkelser

Grunnundersøkelsene omfatter i alt 12 totalsonderinger, samt opptak av 4 representative prøveserier bestående av totalt 13 poseprøver.

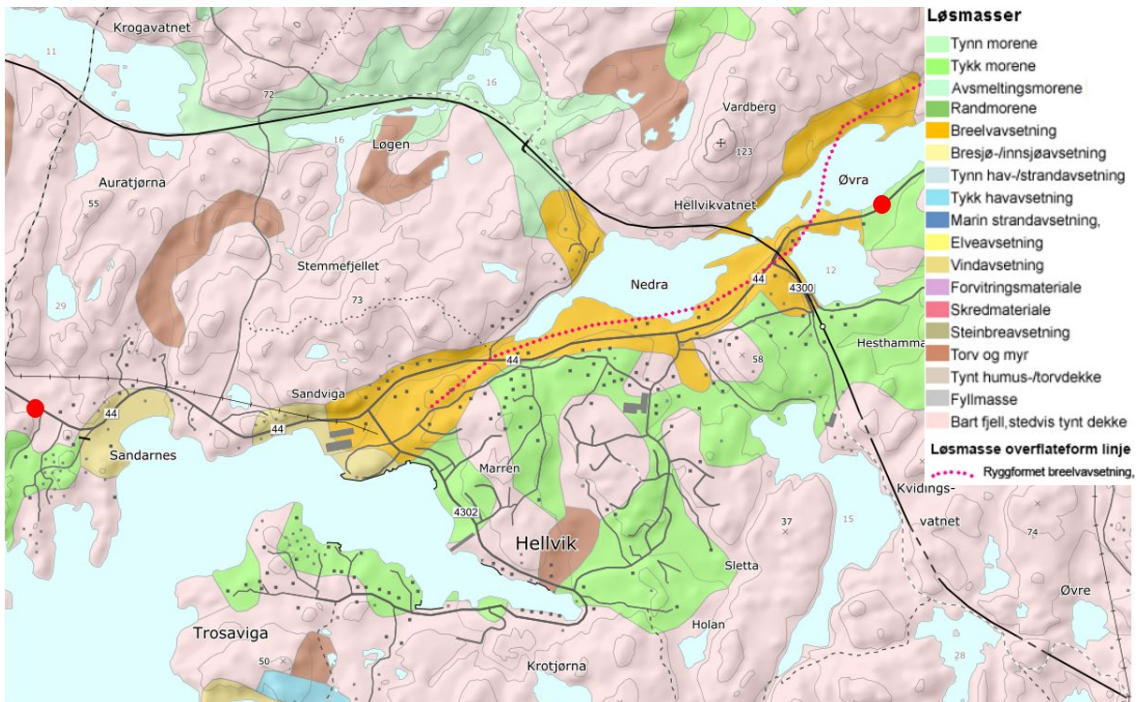
Framgangsmåten for grunnundersøkelsene er i samsvar med standard som beskrevet i håndbok R211 Feltundersøkelser. Prøvene er analysert ved Statens Vegvesens laboratorium i Stavanger med hensyn til korngradering, humus- og vanninnhold.

Alle borerer er innmålt med Leica GPS som normalt gir nøyaktigheter for xyz-koordinatene innenfor ± 0 til 5 cm.

Plasseringen av alle borpunkt er vist på oversiktstegningene, tegn. V01 til V03, mens koordinatene for hvert enkelt borehull finnes i vedlegg 3.

Resultatene fra totalsonderingene framgår av de aktuelle tverrprofilene i tegn. V05 til V08. Laboratorieanalysene av prøveseriene er vist i vedlegg 4. Bilder av prøvematerialet er presentert i vedlegg 5.

4 Grunn- og fundamenteringsforhold



Figur 4-1: Løsmassekart fra NGU (skala 1: ~13000) viser at prosjektområdet hovedsakelig består av brelvavsetninger (esker), samt lokale vindavsetninger og bart fjell. Avgrensning av prosjektområdet er markert med røde sirkler (hentet fra ngu.no den 07.05.2020).

Norges Geologiske Undersøkelse (NGU) sin løsmassedatabase viser at løsmassene i prosjektområdet er brelvavsetninger og vindavsetninger (fig 4.1). Terrengoverflaten utgjøres av dyrket mark, vegetasjonsrike løsmasser og bart fjell.

Hele prosjektområdet ligger under marin grense. Figur 4-2 viser kartlagt mulighet for marin leire i området (MML-kartlegging) utført av Norges Geologiske Undersøkelse (NGU), hvor de kartlagte løsmassetypene under marin grense er klassifisert etter muligheten for å finne marin leire.

MML-kartleggingen viser at prosjektområdet hovedsakelig er klassifisert som områder der det noen ganger kan finnes marin leire.



Figur 4-2: Kartutsnitt som viser kartlagt mulighet for marin leire i området (NGU) (hentet og redigert fra <https://www.temakart-rogaland.no/> 09.12.2020).

4.1 Regelverk og krav til partialfaktor

4.1.1 Myndighetskrav og kontrollform

Basert på tabell NA.A1(901) i Eurokode 0, samt tabell 0-1 i håndbok V220 er konsekvens-/pålitelighetsklasse satt til CC2 og RC2. Vegstrekningen fra prosjektets avgrensning i øst til krysset med Trosavigveien har ÅDT på 3200, og har omkjøringsmuligheter via nærliggende veier med lavere standard. Vegstrekningen fra krysset med Trosavigveien til det vestlige endepunktet i prosjektområdet har ÅDT på 3000, og har vanskelig/dårlig omkjøringsmuligheter.

Med bakgrunn i kapittel 2.1 i Eurokode 7 – del 1 plasseres prosjektering i inneværende rapport i **geoteknisk kategori 2**.

Prosjekterings- og utførelseskontrollklasse i henhold til tabell 203.1 og 203.3 i håndbok N200 blir PKK2 og UKK2. Dette medfører at det skal utføres:

- Egenkontroll
- Utvidet kontroll (intern, systematisk kontroll – kollegakontroll)
- Utvidet kontroll iht. PKK2 (verifisering av at egen- og kollegakontroll er utført)

Skjema for valg av geoteknisk kategori, konsekvensklasse, pålitelighetsklasse, kontrollform samt dokumentasjon av utført kontroll er vist på side 2 av rapporten.

4.1.2 Krav til lokalstabilitet

Basert på valgt konsekvensklasse (**CC2** Alvorlig) og bestemmelse av forventet bruddmekanisme (nøytralt brudd) er partialfaktor for lokalstabilitet valgt etter tabell 205.1 og 205.2 i håndbok N200. Dette gir $\gamma_M = 1,4$ for både effektivspennings- og totalspenningsanalyse.

4.1.3 Krav til områdestabilitet

Prosjektområdet ligger under marin grense og er kartlagt med middels sannsynlighet for innhold av marine leireavsetninger. Grunnundersøkelsene har ikke påvist tilstedeværelse av kvikkleire eller sprøbruddsmaterialer, og områdestabilitet anses dermed ikke som en aktuell problemstilling for prosjektet.

4.2 Profil 250-1100

Veglinje for profilering:	CL 11350
Boreplan:	Tegning V01
Tverrprofiler:	Tegning V05

Borehull nr.: 36,37
 Prøvetaking: Hull nr.36 (5 stk), nr.37 (4 stk)

4.2.1 Grunnforhold

På profilstrekningen 250 – 1100 ligger prosjektert gang- og sykkelveg i terrengnivå på den sørlige siden av eksisterende veg.

Det er utført 2 totalsonderinger og hentet ut 9 prøver med 30 mm ramprøvetaker.

Sonderingen for hull nr. 37 viser at massene har en generelt avtakende lagringsfasthet med økende dyp. Det er utført en prøveserie á 4 prøver med resultater som gjengitt i tabell 4.2.1. Fra ~ 0 – 2,5 m påtreffes sand overliggende et sandig, grusig materiale, og sonderingen viser at lagringsfastheten i denne sonen varierer mellom middels og høy. Fra 2,5 m til 7 m dyp synker lagringsfastheten jevnt fra middels til svært lav. I denne sonen er det påtruffet siltig sand som har et økende humusinnhold med økende dyp. Fra 7 m er boring utført med kontinuerlig spyling og økt rotasjon, samt noe slag i masser med svært høy lagringsfasthet. Dette antas å være faste breelvavsetninger med innhold av stein. Boringen er avsluttet i berg ved 9,2 m.

Tabell 4.2.1. Resultater av prøvetaking i hull nr.37.

Dybde (m)	Jordart	Telefarlighetsklasse (T1-T4)	Vanninnhold (%)	Glødetap (%)
0,5 - 1	Sand	T1	4,5	0,3
2,0 – 2,5	Sandig grusig materiale	T1	10,1	0,2
4,5 – 5,0	Siltig sand	T2	34,1	1,2
5,0 – 5,5	Humusholdig siltig sand	T2	41,8	2,6

Sannarnes bru er lokalisert i profilintervallet ~ 528 – 535. Grunnundersøkelsene som er blitt utført i dette området er beskrevet i rapport Ld308A (vedlegg 9), og inkluderer 4 stk dreieborsonderinger og 1 stk 30 mm prøveserie. Sonderingene viser at løsmassene har middels stor sondermotstand ned til kote -3. Det er boret ned til kote -3,5 hvor det er påtruffet stein. Prøveserien viser sandig grus, underlagt av grusig sand som er forholdsvis ensgradert. Ved manuell graving er det påvist to 1 m tykke steinlag underliggende bunn av bekken.

I borehull nr. 36 er det utført en prøveserie á 5 prøver med resultater som gjengitt i tabell 4.2.2. De første 2 meterne er boret med bruk av økt rotasjonshastighet, slag og spyling for å trenge gjennom en sone bestående av sandig grus. Fra ~ 2 – 5 m er det påtruffet sand med synkende lagringsfasthet med økende dyp, der lagringsfastheten varierer mellom lav og svært lav. Underliggende sandlaget antyder prøvetaking at man påtreffer masser med noe grusinnhold. Sonderingen viser at boring i denne sonen er utført med bruk av økt rotasjonshastighet, slag og spyling. Dette antas å være faste breelavsetninger med innslag av stein. Sonderingen er avsluttet i berg ved 7,3 m.

Tabell 4.2.2. Resultater av prøvetaking i hull nr. 36.

Dybde (m)	Jordart	Telefarlighets- klasse (T1-T4)	Vann- innhold (%)	Glødetap (%)
0,5 - 1	Sandig grus	T1	5,7	1,2
2 – 2,5	Sand	T1	17,5	0,8
2,9 – 3,6	Sand	T1	21,4	1,4
3,8 – 4,5	Sand	T2	17,3	1,5
4,5 – 4,8	Grus*	-	-	-

* Prøven fra 4,5 – 4,8 m hadde for liten mengde finstoff til å utføre en komplett kornfordelingsanalyse, men delvis analyse og bilde av prøvematerialet viser innhold av middels til grov grus.

4.2.2 Merknader til grunnforhold i forhold til prosjektert veg

Det forutsettes at matjord og humusholdige jordmasser fjernes. Basert på at de utførte sonderingene viser at massene generelt ser ut til å ha synkende lagringsfasthet og økende finstoffinnhold ved større dyp, anbefales det at utgravingsdyp minimeres slik at traublag blir liggende i de øvre lagene med høy lagringsfasthet. Gang- og sykkelvegen dimensjoneres iht. bæreevnegruppe 4 der traublag ligger på sandige, grusige masser (ref. N200, Kap. 5).

4.3 Profil 1100-1450

Veglinje for profilering:	CL 11350
Boreplan:	Tegning V02
Tverrprofiler:	Tegning V05, V06
Borehull nr.:	34 og 35
Prøvetaking:	nr.34 (3 stk)

4.3.1 Grunnforhold

I profil 1100-1450 ligger prosjektert gs-veg i terrengnivå langs elva.

Det er utført 2 totalsonderinger og hentet ut 3 prøver med 30 mm ramprøvetaker.

Begge sonderinger er utført i vegskulderen og viser vegfyllingsmasser med ~ 1 – 2 m tykkelse. Underliggende vegfyllingen påtreffes masser med lav lagringsfasthet i en sone mellom ~ 1 – 2,8 m dyp i hull nr. 34 og ~ 2,5 – 3,2 m i hull nr. 35. Prøvetaking er utført i hull nr.34 med resultater som vist i tabell 4.3.1, og viser at dette dybdeintervallet består av humus med høyt vanninnhold. Det antas at laget med tilsvarende lav lagringsfasthet i hull nr.35 også består av humus.

Tabell 4.3.1. Resultater av prøvetaking i hull nr. 34.

Dybde (m)	Jordart	Vanninnhold (%)	Glødetap (%)
-----------	---------	-----------------	--------------

1,5 – 2	Humus	440,8	89,3
2 – 2,5	Humus	497,2	88,2
4,5 - 5	Sand	12,8	1,2

Underliggende humuslaget påtreffes en sone av sand med svært lav lagringsfasthet i hull nr.34. Det resterende boredypet i begge borehull er boret med bruk av økt rotasjonshastighet, slag og spyling for å trenge gjennom massene. Berg er antatt påtruffet i hull nr. 34 ved endt boring på 13,5 m, mens boring i hull nr. 35 er avbrutt i løsmasser på 14,2 m.

4.3.2 Merknader til grunnforhold i forhold til prosjektert veg

Basert på sonderingene og prøvetakingene i dette profilintervallet, antas det at vegfylling for eksisterende veg er plassert direkte på stedlige masser som utgjøres av en sone av torv og løst lagret sand overliggende faste breelavsetninger med noe innslag av stein.

Det anses som kompliserende at:

- Torvmassene medfører en økt risiko for generell setning mht. drenering eller grunnvannssenkning.
- Det er påtruffet torvmasser i to borehull som ligger med ~ 80 meters avstand. I tillegg er det innhentet informasjon fra grunneier av eiendom 1101/60-180, som tilsier at det er utført masseutskiftning ved fundamentering av huset på denne eiendommen. Det kan derfor antas at utstrekningen av torvmassene potensielt kan være stor.

Det henvises til kapittel 8 for beskrivelse av videre arbeid som er nødvendig på denne strekningen.

4.4 Profil 1450-1800

Veglinje for profilering:	CL 11350
Boreplan:	Tegning V02
Tverrprofiler:	Tegning V06, V07
Borehull nr.:	30-33

4.4.1 Grunnforhold

I profilintervallet 1450-1640 ligger prosjektert gang- og sykkelveg i nivå med eksisterende veg. Mellom profil 1640 og 1750 legges gs-vegen i løsmasseskjæring.

Det er utført 4 totalsonderinger på strekningen.

Hull nr. 32 og 33 er begge forboret ned til ~ 0,6 m. Fra 0,6 – 1,5 m viser begge sonderingene lav til middels lagringsfasthet med innslag av stein. Sonderingen viser at løsmassene i det resterende boredypet har meget stor sondermotstand, og det er i stor grad brukt slag og spyling for å trenge gjennom løsmassene. Boringene er avbrutt i løsmasser ved henholdsvis 11,8 m i hull nr. 32 og 9,6 m i hull nr. 33.

Boring av hull nr. 30 og 31 er utført med økt rotasjonshastighet, slag og spyling gjennom hele borelengden. Boring i hull nr. 30 er avbrutt i løsmasser ved 9,8 m, mens boring i hull nr.31 er avsluttet i dårlig berg/sleppe på 7,3 m dyp (stabilt berg på 10,3 m).

Hellvik bru er lokalisert i profilintervallet ~ 1700 – 1730. Grunnundersøkelsene som er blitt utført i dette intervallet er beskrevet i rapport Ld307A (vedlegg 8), og inkluderer 3 stk enkeltsonderinger og 1 stk 30 mm prøveserie. Stein/antatt berg er påtruffet ved 6 m dyp i alle tre borehull. Sonderingene viser steinete materiale i den øverste meter boret, deretter et 2 - 3 m tykt grusig sandlag overliggende et 1 m tykt sandlag. Prøvetakingen viser sandig grus og sand mellom 1 - 3,5 m dyp, klassifisert i telefarlighetsklasse T1.

4.4.2 Merknader til grunnforhold i forhold til prosjektert veg

Basert på sonderingene som er utført i dette profilintervallet antas det at massene består av breelavsetninger med varierende kornstørrelse, men hovedsakelig med høy lagringsfasthet.

Det forutsettes at matjord og humusholdige jordmasser fjernes. Gang- og sykkelvegen dimensjoneres iht. bæreevnegruppe 4 der traue ligger på sandige, grusige masser (ref. N200, Kap. 5).

4.5 Profil 1800-2750

Veglinje for profilering:	CL 11350
Boreplan:	Tegning V02, V03
Tverrprofiler:	Tegning V07, V08
Borehull nr.:	26-29
Prøvetaking:	Hull nr.29 (1 stk)

4.5.1 Grunnforhold

Prosjektert gang- og sykkelveg ligger i høyde med eksisterende veg langs hele strekningen, og sammenfaller med eksisterende gs-veg i profil 2600.

Det er utført 4 totalsonderinger på denne profilstrekningen og hentet ut 1 prøve med 30 mm ramprøvetaker.

Sonderingene for hull nr. 28 og 29 viser at massene i de øvre ~1 - 2 meterne har lav lagringsfasthet. Prøvetaking i hull nr. 29 fra 1 – 1,3 m viser siltig sand i telefarlighetsklasse T2, med et vanninnhold på 16% og glødetap på 1%. Det resterende boredypet i disse hullene består av masser med middels til høy lagringsfasthet. Boring er avbrutt i løsmasser på 12,8 m i hull nr. 28 grunnet skrens, mens boring er avsluttet i berg på 12,9 m i hull nr. 29.

Sonderingen i borehull nr.27 viser boring med økt rotasjonshastighet, slag og spyling gjennom hele borelengden. Boring er avsluttet i berg ved 7,7 m. Det antas at vegfyllingsmassene ligger direkte over faste breelvmasser i dette området.

Basert på sonderingen for hull nr.26 antas det at tykkelsen av den overliggende matjorda er $< 0,5$ m. De underliggende massene har svært høy lagringsfasthet med innslag av stein, og ligger ned til berg som er påtruffet ved 3,1 m dyp.

4.5.2 Merknader til grunnforhold i forhold til prosjektert veg

Resultatene fra sonderingene i dette profilet antyder at massene på denne strekningen utgjøres av breelvvsetninger som generelt innehar høy lagringsfasthet og overvekt av større kornstørrelser, men også noen soner med lavere fasthet og mindre kornstørrelser ved grunne dyp. Dybde til berg i de utførte boringene i dette profilintervallet varierer mellom 12,9 m til 3,1 m, og synker jevnt i østlig retning langs eksisterende veg.

Det forutsettes at matjord og humusholdige jordmasser fjernes. Gang- og sykkelvegen dimensjoneres iht. bæreevnegruppe 4 der traue ligger på sandige masser (ref. N200, Kap. 5).

5 Merknader

- Løsmassene i prosjektområdet består hovedsakelig av harde breelvvsetninger med høyt innhold av sand og grus. Massene innehar generelt høy lagringsfasthet, stedvis innslag av stein og er lite telefarlige (T1/T2).
- T1-T2-massene vil ikke gi betydelige setninger over krav fra N200.
- Det anbefales at bæreevnegruppe 4 legges til grunn for dimensjonering av overbygning der det finnes sandige, grusige masser i traunivå.

- Totalsonderingene som er utført i den vestlige delen av prosjektområdet viser at løsmassene her domineres av sand med varierende lagringsfasthet.
- Resultatene av totalsonderingene og prøvetaking stemmer godt overens med NGUs kartdatabase, som viser breelvavsetninger og vindavsetninger.
- Prosjektområdet ligger under marin grense og har potensiale for innhold av marine leireavsetninger iht. NGU sin MML-kartlegging. De utførte grunnundersøkelsene har ikke påtruffet rene leirlag eller større mektigheter av slike masser.
- Det anses som kompliserende at det er påvist torvmasser, som sannsynligvis ligger under eksisterende veg, i profilintervallet 1100-1450. Det gjøres oppmerksom på at løsmasser med høyt organisk innhold er meget setningsgivende, og kan medføre fare for grunnbrudd ved liten eller moderat belastning.
- Åpne løsmasseskjæringer og fyllinger må erosjonssikres iht. krav som beskrevet i håndbok V221. Det må påses at disse ikke ligger åpne over lengre tid før sikringstiltak blir utført.

6 Løsningsforslag for kritisk område

På profilstrekningen ~1640 – 1750 ligger det en løsmasseskråning langs den nordlige siden av eksisterende veg. Basert på de utførte grunnundersøkelsene antas det at skråningen består av faste breelvavsetninger, med ukjent innhold av stein og blokk. Det er estimert at dagens skråning ligger med helning opp mot 1:1,1 i de bratteste partiene, og det observeres flere større steinblokker i øvre del av skråningen (figur 6.1).



Figur 6-1. Løsmasseskråning med helning opp mot 1:1,1 som innehar et større parti av blokker i topp.

For å vurdere prosjektet mht. byggbarhet er det vurdert følgende løsningsvalg i løsmasseskråningen;

- 1) gang- og sykkelvegen legges i nivå med eksisterende veg med tørrmur
- 2) gang- og sykkelvegen heves i forhold til eksisterende veg med terrassert tørrmur

Alternativ 1) er ikke mulig å gjennomføre uten å fjerne steinblokkene som ligger i topp av skråningen, da graveskråning for mur kommer i konflikt med

eksisterende plassering av blokkene. Alternativet er ikke vurdert videre som en løsning i inneværende fase.

Alternativ 2) er gjennomførbart med murhelning på 5:1 og midlertidig graveskråning med helning 1:1,1. Denne løsningen er beskrevet i detalj i kapittel 7.

Det anbefales at man ifm. anslagsprosesser inkluderer vurdering av betongmur. Det anbefales videre at man vurderer alle muligheter og potensielle fravik for å gjøre terrenginngrepet minst mulig, og at kostnadene veies opp mot kostnad av fjellsikring (se kapittel 8).

7 Dimensjonering av tørmurer

7.1 Innledning

Det er utarbeidet et dimensjoneringsforslag for terrassering av tørmur i profilintervallet 1640-1750. Den dimensjonerte murterrasseringen inkluderer:

- mur over gang- og sykkelvegen på enkelte strekninger (heretter kalt «øvre murer»)
- mur under gang- og sykkelvegen langs hele profilstrekningen (heretter kalt «nedre murer»)

Intensjonen ved dette løsningsforslaget er at de planlagte murene bygges slik at de ikke kommer i konflikt med steinblokkene som ligger i toppen av skråningen.

Profil 1669 ansees å være det mest kritiske profilet mht. minimal avstand til blokkene i skråningen. Det er utarbeidet et dimensjoneringsforslag for mur i dette profilet (øvre mur med visflate 1,5 m i tabell 7.8.1) som viser at avstanden fra topp av graveskråning til blokkene blir 0,6 m.

Tverrprofil som illustrerer avstanden mellom graveskråningen og blokkgrensen er presentert i vedlegg 6.

Dimensjoneringsforslag for alle murer er presentert i vedlegg 7.

7.2 Grunnforhold

Det henvises til kapittel 4 og 5, samt tverrprofiler V05-V08 for mer utfyllende informasjon om grunnforholdene i de aktuelle profilintervallene.

7.3 Materialkoeffisienter

Krav til partialfaktor for γ_M iht. tabell 205.1, N200 (Fig.3.2):

Effektivspenningsanalyse: 1,4 (nøytralt brudd)

Totalspenningsanalyse: ikke relevant

7.4 Jordartsparemetere

Geoteknisk kategori 2 er valgt for dimensjonering av murene. Partialfaktor γ_M settes da til 1,4 for nøytralt brudd.

Valgte dimensjoneringsparametere er vist i tabell 7.4.1 under.

Tabell 7.4.1: Dimensjoneringsparametere

Masser	Geotekniske parametere			
	ϕ	a	γ	r
Bakfyllmasser av velgradert T1 sprengstein	42	0	19	0.8
Velgradert T1 sprengstein under mur	42	5	19	-
Fast lagrede breelavsetninger (sand og grus)	33	0	18	-

ϕ = friksjonsvinkel [°]

a = attraksjon [kPa]

γ = tyngdetetthet [kN/m³]

r = ruhet bak mur

7.5 Laster og lastfaktorer

Brudmekanisme og jordartsparemetere tolkes til å være ensartet i prosjektområdet, slik at koeffisienter og parametere referert til i kap. 7.3 og 7.4 i denne rapporten vil være gjeldene for alle murene rapporten omfatter.

Partialfaktor for laster er satt til $\gamma_Q = 1,35$ og er hentet fra NS-EN-1990:2002+A1:2005+NA:2016.

Tabell 7.5.1 gir en oversikt over lastene som er inkludert i dimensjoneringen av de ulike murtypene, og en beskrivelse av beregningsmetoden av lastene følger under.

Tabell 7.5.1. Oversikt over terrenghelning og laster brukt i dimensjonering av de ulike murtypene.

	Helning (°)		Laster (kPa)				
	α	β	Snø	Terreng	GS-veg	Øvre mur	Totalt*
Øvre murer	0	26,6	5				6,8
Nedre murer	0	40	5	4			12,2
Øvre murer	0	0	5		10	22,5	50,6
Nedre murer	31	0	5		10		20,3

α Terrenghelning foran mur

β Terrenghelning bak mur

* Totallast er multiplisert med partialfaktor for laster $\gamma_Q = 1,35$

- Alle murer er dimensjonert for en nyttelast (snølast) bak mur som er satt til $q_k = 5$ kPa.
- De øvre murene i terrasseringen er tillagt en ekstra terrenglast der terrenghelningen i bakkant av de øvre murene er opp mot 40°. Denne helningen er brattere enn den dimensjonerende friksjonsvinkelen til fyllmassene, slik at programmet gir en beregningsfeil i disse tilfellene. For å dimensjonere murene på disse strekningene er det derfor brukt en terrenghelning på 30° i modellen, og lagt til en ekstra terrenglast for å kompensere for den slakere helningen. Denne lasten er beregnet som en

ekstra jordkile med vinkel $40^\circ - 30^\circ = 10^\circ$. Dette gir en antatt ekstra terrenglast på 4 kN/m^2 . Beregnings-skisse er presentert i vedlegg 7.

- De nedre murene i terrasseringen er tillagt en trafikklast for gs-vegen som er satt til $q_k = 10 \text{ kPa}$ (N200, kap. 205.6).
- De nedre murene i terrasseringen med $\alpha = 0^\circ$ er også tillagt en nyttelast som representerer lasten av den øvre muren. Denne lasten tilsvarer en imaginær jordkile av opprinnelige masser, og er beregnet som:

$$q_{mur} = (\gamma \times H) / 2, \text{ der}$$

γ = tyngdetetthet av opprinnelige masser [kN/m^3]

H = anslått maksimal høyde av øvre mur [m]

Dette gir $q_{mur} = (18 \text{ kN/m}^3 \times 2,5 \text{ m}) / 2 = 22,5 \text{ kN/m}^2$.

7.6 Frostdybde

Permanente konstruksjoner skal frostsikres for frostmengde med 100-års returperiode (F_{100}), ref. N400. For prosjektområdet er F_{100} beregnet til 1,1 m, gitt at drenert kult benyttes som frostsikring under murfot. Beregningene i denne rapporten forutsetter at det masseutskiftes med T1 sprengstein minst ned til frostfri dybde.

7.7 Beregninger

Det er utført bæreevneberegninger og beregning på utglidning for de prosjekterte murene i programmet Tørrmur (versjon 19.01) for høyder mellom 1,5 og 4 meter. Programmet benytter formelgrunnlaget i Håndbok V220. Det forutsettes at muren utformes slik at den beregningsmessig virker som ett legeme. Det kontrolleres ikke for glidning/velting mellom hvert mursjikt, men dette ivaretas ved bygging i henhold til Håndbok V270.

Forutsetninger som er lagt til grunn for dimensjoneringen av murene er:

- Eksisterende løsmasseskråning ligger i dag stabilt med helning opp mot 1:1,1. Basert på dette er murene dimensjonert for en midlertidig graveskråning på 1:1,1.
- Det forutsettes masseutskiftning med sprengstein (kult) i hele området som berøres av kritisk skjærflate for de ulike muralalternativene. Dette anses ikke som nødvendig i underkant av eksisterende veg, da kritisk skjærflate for tilhørende murer mest sannsynlig kun vil berøre vegfyllingsmasser.

7.8 Resultater

7.8.1 Øvre murer

Tabell 7.8.1 og 7.8.2 viser resultatene fra de utførte beregningene for de øvre murene i terrasseringen.

Tabell 7.8.1. Resultater av murdimensjonering for øvre mur med skråningshelning $\beta = 26.6^\circ$.

H [m]	H-D [m]	D [m]	b_b [m]	b_t [m]	α	β
2.0	1.5	0.5	0.8	0.8	0°	26.6°
2.5	2.0	0.5	0.9	0.9	0°	26.6°

H Murhøyde
 H-D Visflate
 D Overlagringshøyde ved murtå
 b_b Min. bredde bunn
 b_t Min. bredde topp
 α Terrenghelning foran mur
 β Terrenghelning bak mur

Tabell 7.8.2. Resultater av murdimensjonering for øvre mur med skråningshelning $\beta = 40^\circ$.

H [m]	H-D [m]	D [m]	b_b [m]	b_t [m]	α	β
1.5	1.0	0.5	0.8	0.8	0°	40°

2.0	1.5	0.5	1.0	1.0	0°	40°
------------	-----	-----	-----	-----	----	-----

H	Murhøyde
H-D	Visflate
D	Overlagringshøyde ved murtå
b_b	Min. bredde bunn
b_t	Min. bredde topp
α	Terrenghelning foran mur
β	Terrenghelning bak mur

7.8.2 Nedre murer

Tabell 7.8.3 og 7.8.4 viser resultatene fra de utførte beregningene for de nedre murene i terrasseringen.

Tabell 7.8.3. Resultater av murdimensjonering for nedre mur med skråningshelning $\alpha = 0^\circ$.

H [m]	H-D [m]	D [m]	b_b [m]	b_t [m]	α	β
2.0	1.5	0.5	1.2	1.2	0°	0°
2.5	2.0	0.5	1.4	1.4	0°	0°
3.0	2.5	0.5	1.5	1.5	0°	0°
3.5	3.0	0.5	1.7	1.7	0°	0°
4.0	3.5	0.5	1.9	1.9	0°	0°

H	Murhøyde
H-D	Visflate
D	Overlagringshøyde ved murtå
b_b	Min. bredde bunn
b_t	Min. bredde topp
α	Terrenghelning foran mur
β	Terrenghelning bak mur

Tabell 7.8.4. Resultater av murdimensjonering for nedre mur med skråningshelning $\alpha = 31^\circ$.

H [m]	H-D [m]	D [m]	b_b [m]	b_t [m]	α	β
2.0	1.0	1.0	1.1	1.1	31°	0°

2.5	1.5	1.0	1.3	1.3	31°	0°
3.0	2.0	1.0	1.6	1.6	31°	0°
3.5	2.4	1.0	2.2	2.0	31°	0°

H	Murhøyde
H-D	Visflate
D	Overlagringshøyde ved murtå
b_b	Min. bredde bunn
b_t	Min. bredde topp
α	Terrenghelning foran mur
β	Terrenghelning bak mur

NB. Dimensjoneringsresultatene for murene i tabell 7.8.4. er ikke tillagt last av en øvre mur, da inneværende modell ikke inkluderer mur på denne profilstrekningen.

Viste dimensjoneringsforslag i vedlegg 7 er kun gjeldende med forutsetningene som presentert i tabell 7.8.1. – 7.8.4.

7.9 Merknader til dimensjoneringsforslag for mur

- Entreprenør må utarbeide arbeidstegninger for murene. Retningslinjene for muring som angis i dette kapitlet skal videreføres til eller refereres til på arbeidstegninger.
 - Arbeidstegningene må også ivareta hensyn til:
 - Tilbakefylling
 - Behovet for fiberduk mellom fyllmasser og stedlige masser.
 - Drenering.
 - Frostsikring.
 - Eventuell masseutskiftning.
- Murer utformes i henhold til gjeldende regelverk, og Håndbok V270 benyttes som veileder for muring.
- Entreprenør utarbeider SHA-plan og plan for trafikkavvikling i anleggsfase.
- Generelt:
 - Murer som fundamenteres på løsmasser/sprengstein:

- Større blokker som ligger i overkant av planlagt graveskråning skal, så langt det lar seg gjøre, ikke berøres ved utgraving som beskrevet i kapittel 7.1.
- Muring:
 - Murstein skal være av god kvalitet, med naturlig ru overflate og plane og parallelle kontaktflater.
 - Steiner skal legges i forband, og forband skal bygges med min. overlapp 1/3 av steinbredden. Mindre stein skal ikke benyttes som kiler.
 - Fugene skal ha minst mulig hulrom. Maks. fugeåpning skal være 20% av høyden på den aktuelle stein i mur.
 - Ferdig mur skal ha størst stein i bunn og ellers god fordeling av blokkstørrelse med gode forband og fortanning.
 - Stein nede i muren skal ha minimum høyde på 0.5 m ved murhøyde under 4 m.
 - Hvis bunnstein ikke er tilgjengelig i full bredde, kan det benyttes støpte bunnblokker eller støpt bunnplate. Bunnblokker og bunnplate må eventuelt spesifiseres i spesiell beskrivelse.
 - Steinen skal hvile på sin største flate. Steinens bredde skal være minimum 1.2 ganger så stor som høyden. Steinen i visflaten skal ha lengde som er minimum 1 ganger høyden og maks. 4 ganger høyden av steinen.
 - Hver steinrekke i muren skal være horisontal og bestå av steiner med så lik høyde som mulig.
 - Blokkene i muren skal legges med helning tilnærmet vinkelrett på murfronten.
 - Minst hver tredje stein i høyden må ha skikkelig forband bakover slik at fremste del av mur blir knyttet sammen med bakmuren.

- Avvik fra planlagt murfront sett normalt på denne skal ikke overstige 100 mm. Enkelte ujevne steiner utover dette kan aksepteres.
- Murender og murtopp skal ha jevne overganger mot terrenget.
- Bakfyll og filter:
 - Bakfyll skal bestå av lagvis og godt komprimerte steinmasser (sprengstein T1 med maks. steinstørrelse 30 cm). Det skal ikke forekomme større enkeltsteiner (over 30 cm) i bakfyllet som kan gi punktbelastning på muren.
 - Der drenerende sprengstein/pukk eller stedlige masser ikke lager naturlig filter skal det benyttes fiberduk klasse 3.
 - Fyllmassene skal ikke inneholde humus, snø, is eller teleklumper. Humusinnhold skal være mindre enn 3%. Finstoffinnhold (f) iht. krav for telefarlighetsklasse T1 (N200).
 - Innenfor en avstand lik høyden av muren skal bakfyllingen legges opp lagvis med lagtykkelser 300-500 mm og komprimeres med egnet utstyr.

8 Videre arbeid

- Løsningsvalg for strekningen 1100 – 1450 må fastsettes. Endelig løsningsforslag må ta hensyn til setningsproblematikk knyttet til torvmassene, generelle erosjonsutfordringer og miljømessige utfordringer knyttet til naturtypen i inngrepsområdet.
- Det anbefales videre utredning av andre løsningsalternativer for legging av gs-vegen i løsmasseskråning på strekningen fra 1640-1750. Dette som følge av at løsningsalternativ som presentert i denne rapporten medfører en minimal avstand fra graveskråning til steinblokkene i topp av skråningen. Det er ikke mulig å kvantifisere stabilitet av blokkene i forkant av arbeidet, noe som medfører en usikkerhet rundt eventuelle

tilleggs kostnader dersom det må utføres ekstra sikringstiltak for å ivareta arbeidssikringen under arbeid. Det anbefales derfor at det vurderes andre løsninger for å redusere usikkerhet rundt kostnad og praktisk anleggsgjennomføring.

9 Referanser

SVV-Årsmiddeltemperaturkart (2010) <https://svvdemo.carto.com/builder/3a3899bc-f8dd-11e6-ad62-0e3ff518bd15/embed> (Hentet 22.06.2020)

ArcGIS Frostmengdekart (2010)

<https://www.arcgis.com/home/webmap/viewer.html?webmap=6108a253a9f44a2381b863af05d32b1b&extent=6.0131,58.2002,14.1521,60.9015> (Hentet 22.06.2020)

Standard Norge (2010): Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering.

Statens vegvesen (2014): Grunnforsterkning, fyllinger og skråninger. Håndbok V221

Standard Norge (2014) NS-EN 1998-1:2004+A1:2013+NA:2014 Prosjektering av konstruksjoner for seismisk påvirkning - Del 1: Allmenne regler, seismiske laster og regler for bygninger

Standard Norge (2014) NS-EN 1998-2:2005+A1:2009+A2:2011+NA:2014 Prosjektering av konstruksjoner for seismisk påvirkning - Del 2: Bruer Grunnlag

Statens vegvesen (2015): Bruprosjektering. Håndbok N400

Standard Norge (2016) NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016 Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner

Standard Norge (2016) NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2016 Geoteknisk prosjektering - Del 1: Allmenne regler

Yang, F. et. al. (2016) «*Ultimate bearing capacity of a strip footing placed on sand with a rigid basement*», Elsevier

Statens vegvesen (2018): Laboratorieundersøkelser. Håndbok R210

Statens vegvesen (2018): Feltundersøkelser. Håndbok R211

Statens vegvesen (2018): Geoteknikk i vegbygging. Håndbok V220

Statens vegvesen (2018): Vegbygging. Håndbok N200

NGU Løsmassekart (2020) <http://geo.ngu.no/kart/losmasse/>. (hentet 06.04.2020)

e-kart webløsning (2020) <https://kommunekart.com/proff/klient/rogaland> (hentet 25.03.2020)

Rogaland fylkeskommune

Postboks 130 sentrum

4001 Stavanger

Besøksadresse

Arkitekt Eckhoffs gate 1

4010 Stavanger

Telefon

51 51 66 00

E-post

firmapost@rogfk.no

www.rogfk.no

Vedlegg 1

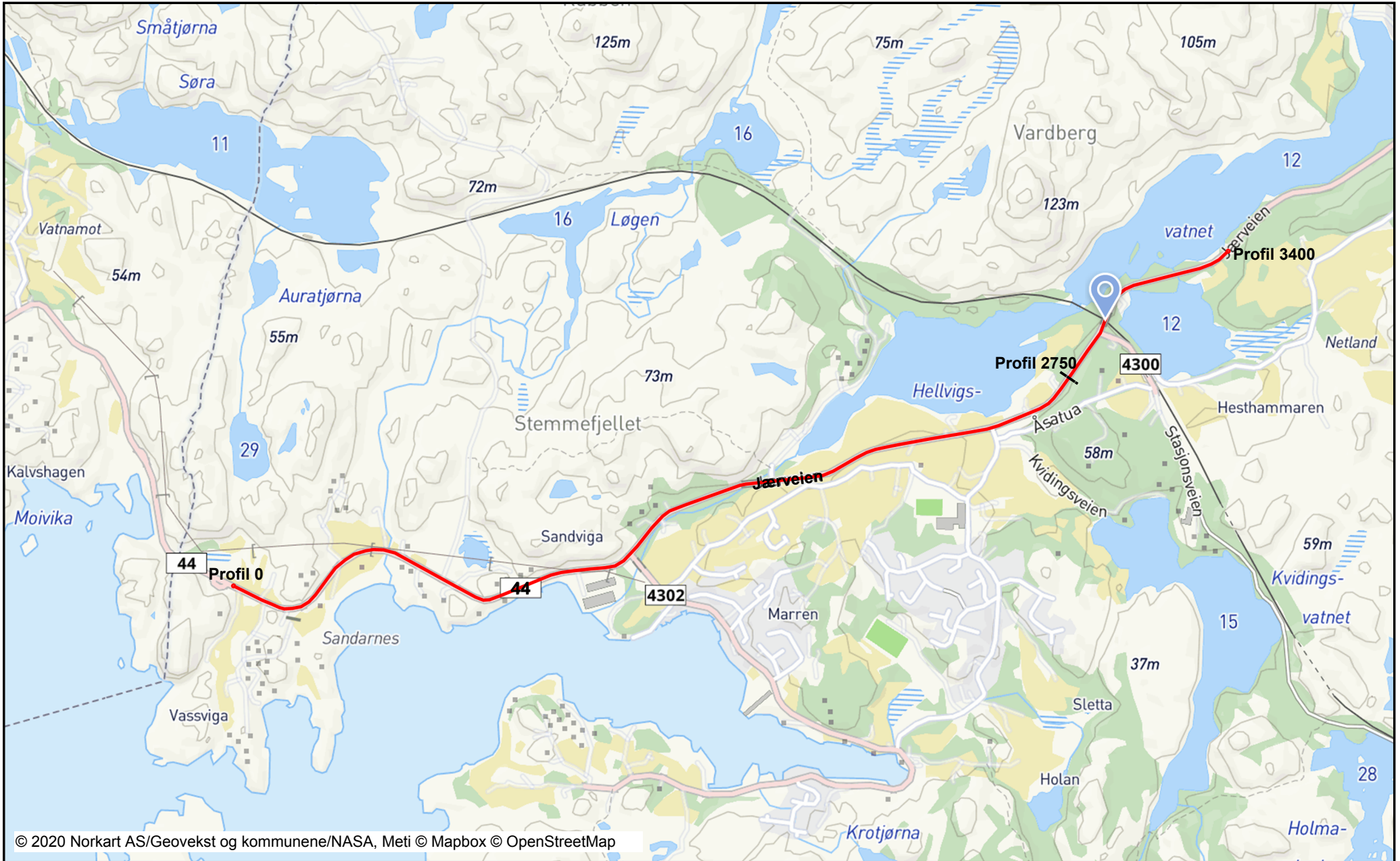


Oversiktskart Fv.44 Hellvik-Vassvik/Hellvik Bru

Dato: 22.06.2020

Målestokk: 1:15000

Koordinatsystem: UTM 32N



© 2020 Norkart AS/Geovekst og kommunene/NASA, Meti © Mapbox © OpenStreetMap

 **Prosjekt Fv.44 Hellvik - Vassvik**

 **Prosjekt Fv.44 Hellvik Bru**

Vedlegg 2: Tegningsforklaring

Statens vegvesen Blankett nr. 497	TEGNINGSFORKLARING for geotekniske kart og profiler	Bilag 1A
--------------------------------------	--	----------

Opptegning i plan / på oversiktskart.

TEGNINGSSYMBOLER

Nummerering i henhold til borpunktliste GeoPlot.

Symbol	Metode	Anmerkning	Symbol	Metode	Anmerkning
●	2401 Dreiesondering	Sondering m. registrering av motstand.	■	2410 Setningsmåling	Nivellementspunkt.
⊙	2402 Prøveserie	Prøvene tatt med boringsredskap (skovbor, prøvetager, diamantkjernebor m.m.)	⊖	2411 S.P.T.	Standard Penetration Test
□	2403 Prøvegrop	Prøvene tatt i gropvegg.	☆	2412 Fjellkontrollboring	Boring ned til og i fjell.
⊠	2404 Prøvebelastning	Peler, terrengplater, fundamenter o.l.	⊖	2413 Poretrykksmåling	Inkludert måling av grunnvannstand.
○	2405 Enkel sondering	Sondering uten registrering av motst., f.eks. spyleboring, slagboring m.m.	⊕	2414 In situ permeabilitetsmåling	Infiltrasjonsforsøk, prøvepumping m.m.
⬇	2406 Dreietrykksondering	Maskinsondering med automatisk registrering.	+	2415 Vingeboring	Måling av uomrørt og omrørt udrenert skjærstyrke.
▽	2407 CPTU	Sondering der spissmotstand, lokal friksjon og poretrykk registreres under nedpressing	⤿	2416 Elektrisk sondering	Elektrisk motstand, korrosivitet etc.
⊗	2408 Skruplateforsøk	Kompressometer o.l.	⊞	2417 Helningsmåling	Inklinometer.
▼	2409 Ramsondering	Sondering der borstang slås ned. Stangdiameter, loddvekt og fallhøyde er notert. Q_0 registreres.	⊕	2418 Totalsondering	Kombinasjonsboring gjennom løsmasser og fjell.

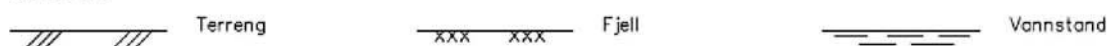
NIVAER OG DYBDER (i meter)

$$\star \begin{matrix} 12,8 \\ -5,7 \end{matrix} = 18,5 + 3,0$$

Over linjen : kote terreng eller elvebunn, sjøbunn ved boring i vann (12,8).
Ut for linjen : boret dybde i løsmasser (18,5). Evt. boret dybde i fjell angis etter plusstegn (+3,0).
Under linjen : sikker fjellkote.

OPPTEGNING I PROFIL

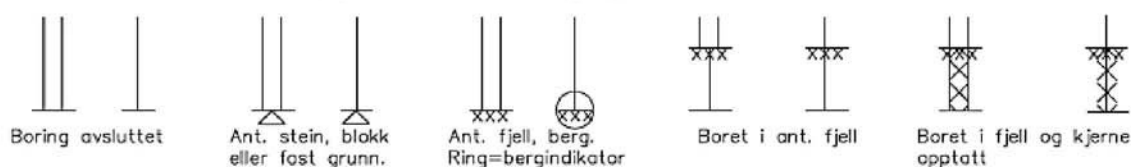
Generelt



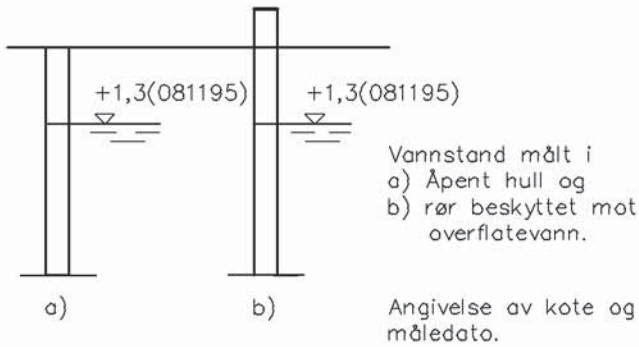
FORBORING (Gjelder alle sonderingstyper)



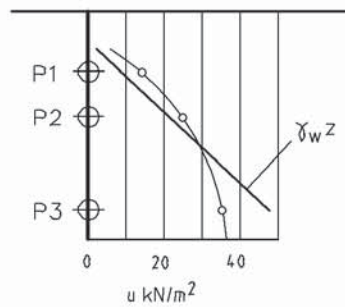
AVSLUTNING AV BORING (Gjelder alle sonderingstyper)



GRUNNVANNSTAND



⊖ PORETRYKK

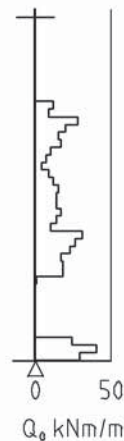


Poretrykk, u, fremstilles i et diagram. En teoretisk linje for hydrostatisk trykkfordeling $\gamma_w z$ kan vises.

VANNSTAND

HFV	Høyeste flomvannstand
HRV	Høyeste regulerte vannstand
LRV	Laveste regulerte vannstand
HHV	Høyeste høyvannstand
LLV	Laveste lavvannstand
HV	Normal høyvannstand
LV	Normal lavvannstand
MV	Normal middelvannstand
V	Vannstand (dato angis)
GV	Grunnvannstand (dato angis)

▼ RAMSONDERING

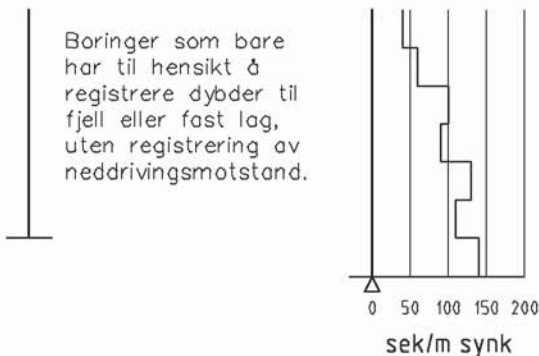


Rammemotstanden Q₀ angis som brutto rammeenergi i kNm pr. m synk av boret.

$$Q = \frac{W \times H}{s}$$

der W = Tyngde av lodd (kN)
H = Fallhøyde (m)
s = Synk i m pr. slag

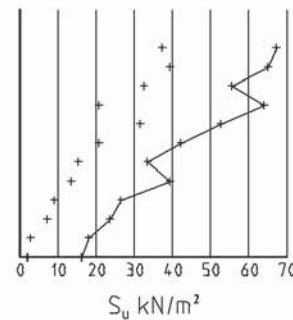
○ ENKEL SONDERING



Boringer som bare har til hensikt å registrere dybder til fjell eller fast lag, uten registrering av neddrivingsmotstand.

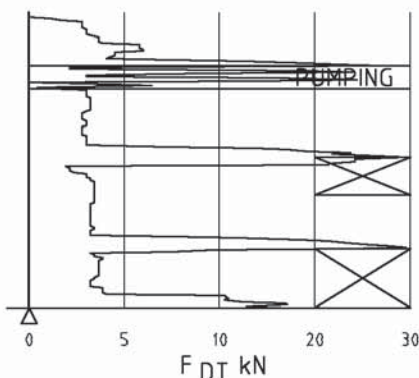
Ved enkel sondering med slagbormaskin og sondering med fjellrigg kan synk vises som sek/m.

+ VINGEBORING



Borhullet markeres med enkel tykk strek. Skjærstyrken s_u og s'_u angis i kN/m² med tegnet +. Verdier merka (+) ansees ikke representative. Verdien som angis er den kalibrerte omrørte og uomrørte skjærstyrke.

● DREIETRYKKSONDERING

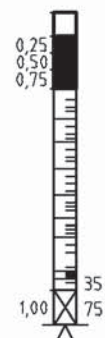


Vanlig boring med 25 omdr./min.
Pumping

Økt rotasjon

Borhullet markeres med en enkel tykk strek.
Målt nedpressingskraft er vist som funksjon av dybden. Kraften er registrert ved automatisk skriver.

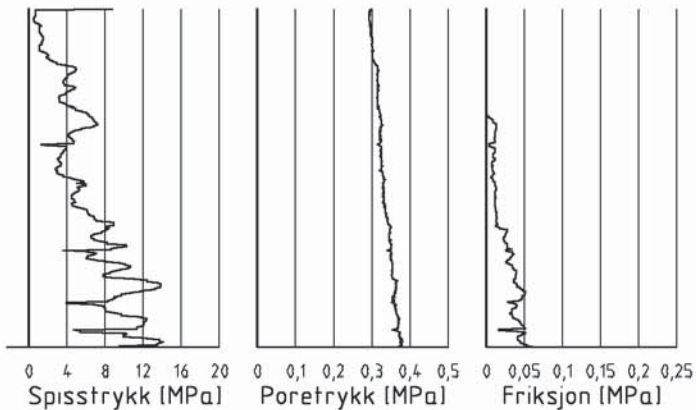
● DREIESONDERING



Forboringdybde markeres og diameter angis i mm. Vertikallasten i kN angis på borhullets v. side. Endring i belastning vises ved tverrstrek. Synk uten dreining markeres med skyggelegging eller raster.

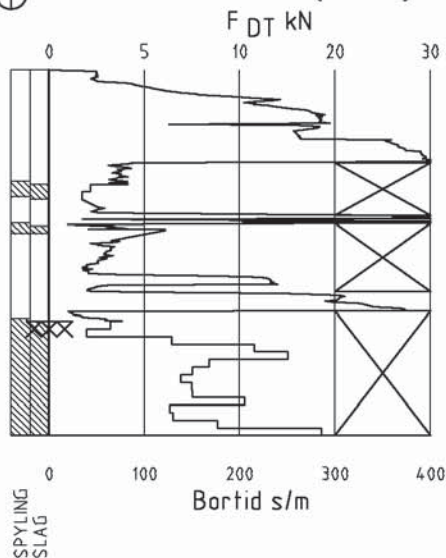
Hel tverrstrek for hver 100 halv-omdreining. Halv tverrstrek for hver 25 halvomdreining. Mindre enn 100 halvomdreining vises ved å skrive ant. halvomdr. på h. side. Neddriving ved slag på boret vises m. kryss, slagant. og redskap kan angis. Endret neddrivingsmåte vises m. hel tverstr.

▽ CPT / TRYKKSONDERING



Trykksondering med poretrykksmåling og friksjonsmåling. Børhullet markeres med en tykk strek hvor spissmotstandskurven tegnes inn. Poretrykkskurven og friksjonskurven tegnes inn i høvelig nærhet til spissmotstandskurven. Skala velges etter (opptredende) målte spenninger.

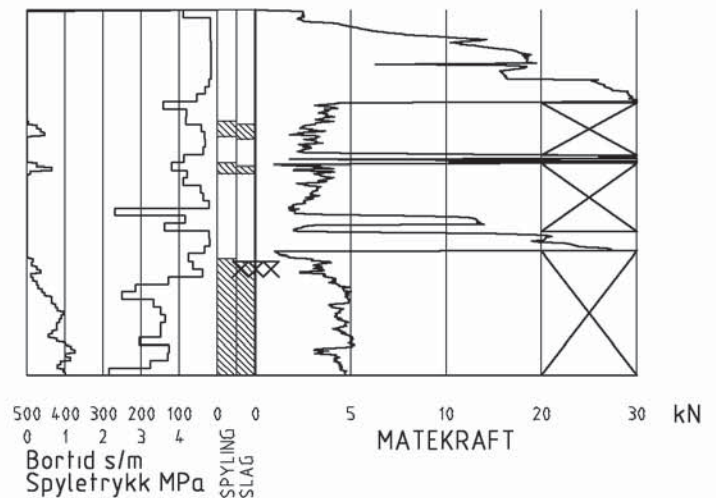
⊕ TOTALSONDERING (alt. 1)



Metoden er en kombinasjon av dreietrykksondering og fjellkontrollboring, med 57 mm borkrone.

Målt nedpressingskraft vises som funksjon av dybden der hvor boringen er utført med prosedyre som for dreietrykksondering. Økt rotasjonshastighet vises med kryss for denne delen av boringen.

⊕ TOTALSONDERING (alt. 2)



Ved boring med slag og spyling markeres dette med skravur. Bortid tegnes i blokker for hver 0,2m, evt. 1,0m (alternativ 1). Alternativt kan nedpressingskraft tegnes også for denne delen av boringen. Bortid tegnes da i blokker for hver 0,2m, evt. 1,0m, på motsatt side av diagrammet (alt. 2).

KODELISTE

Data som registreres kan kompletteres med borlederens egne inntrykk. For å hjelpe borlederen finnes det en kodeliste som anbefales brukt. Kodene kan om ønskelig tegnes til høyre for bordiagrammet. Disse koder benyttes:

GENERELLE KODER

- 00 Foreg. kode feil, skal være kode...
- 01 Startnivå for følgende kode
- 02 Metodebytte ved fortsatt sondering i samme hull (komb. m. ang. ny met.)
- 03 Ytterligere info. finnes

ANMERKNINGSKODER

- 10 Stoppnivå for tidligere forsøk (komb. m. stoppkode).
- 11 Lengre opphold i sond. (mer enn 5min.)
- 12 Dreining ikke utført fra det markerte nivå.
- 13 Sonden synker uten loddets vekt (ramsond.).
- 14 Sonden synker med loddets tyngde.
- 15 Sonderingsmotstand registreres ikke.
- 16 Stopp for poretrykksutjevning (CPT).
- 17 Poretrykksutjevning avsluttet.

FRIE KODER (EKSEMPEL)

- 60 Borstangen bøyer seg.
- 61 Trolig grunnvannsnivå.
- 62 Markert mottrykk under oppbygging.
- 63 Slutt mottrykk.

BEDØMMELSESKODER

- 30 Fyllmasse
- 31 Tørreskorpe
- 32 Leire
- 33 Silt
- 34 Sand
- 35 Grus
- 36 Morene
- 37 Torv
- 38 Gytje
- 40 Forekomst av stein
- 41 Stein, blokk eller berg.
- 42 Sluttnivå for stein eller blokk.

MASKINTEKNISKE KODER

- 70 Økt rotasjon begynner
- 71 Økt rotasjon avsluttet
- 72 Spyling begynner
- 73 Spyling slutter
- 74 Slag starter
- 75 Slag slutter
- 76 Slag og spyling starter samt.

- 77 Slag og spyling slutter samt.
- 78 Pumping starter
- 79 Pumping slutter

STOPPKODER

- 90 Sondering avsl. uten å ha oppnådd stopp.
- 91 Fast grunn, sond. kan ikke drives videre etter norm. pros.
- 92 Ant. stein eller blokk
- 93 Ant. berg
- 94 Avsl. etter boret ønsket dybde i fjell.
- 95 Brudd i borstenger eller spiss.
- 96 Annen material- eller mask.feil
- 97 Boring avsl. (årsak notert)

◎ PRØVESERIE
Materialsignatur (iht. NGF)



Fjell



Stein og blokk



Grus



Sand



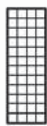
Silt



Leire



Skjell



Fyllmasse



Trerester
Sagflis



Matjord



Torv
Planterester



Gytje, dy
(vannavsatt)

Anmerkning

Leire: T = tørrskorpe
R = resedimenterte masser
K = kvikkleire

Ved blandingsjordarter kombineres signaturene.
Morene vises ved skyggelegging.

Eks.:



Moreneleire



Grusig morene

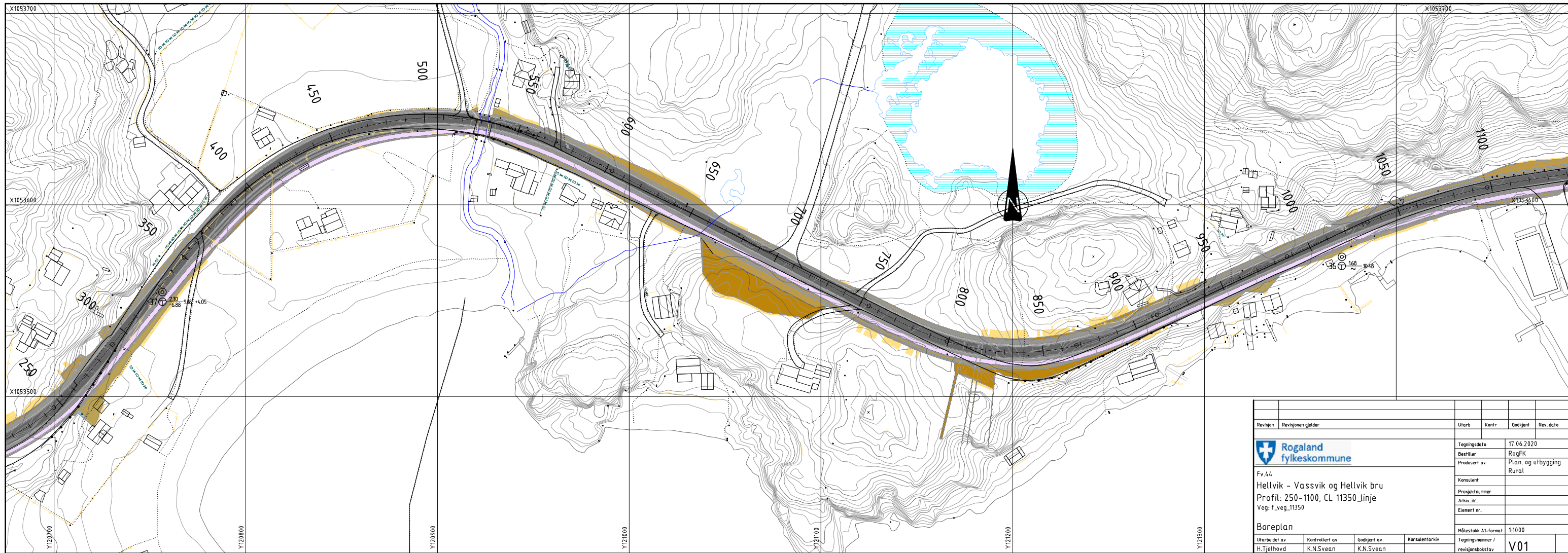
For konkresjoner kan bokstavsymboler settes inn i materialsignaturen.

Ca = kalkkonkresjoner
Fe = jernkonkresjoner
AH = aurhelle

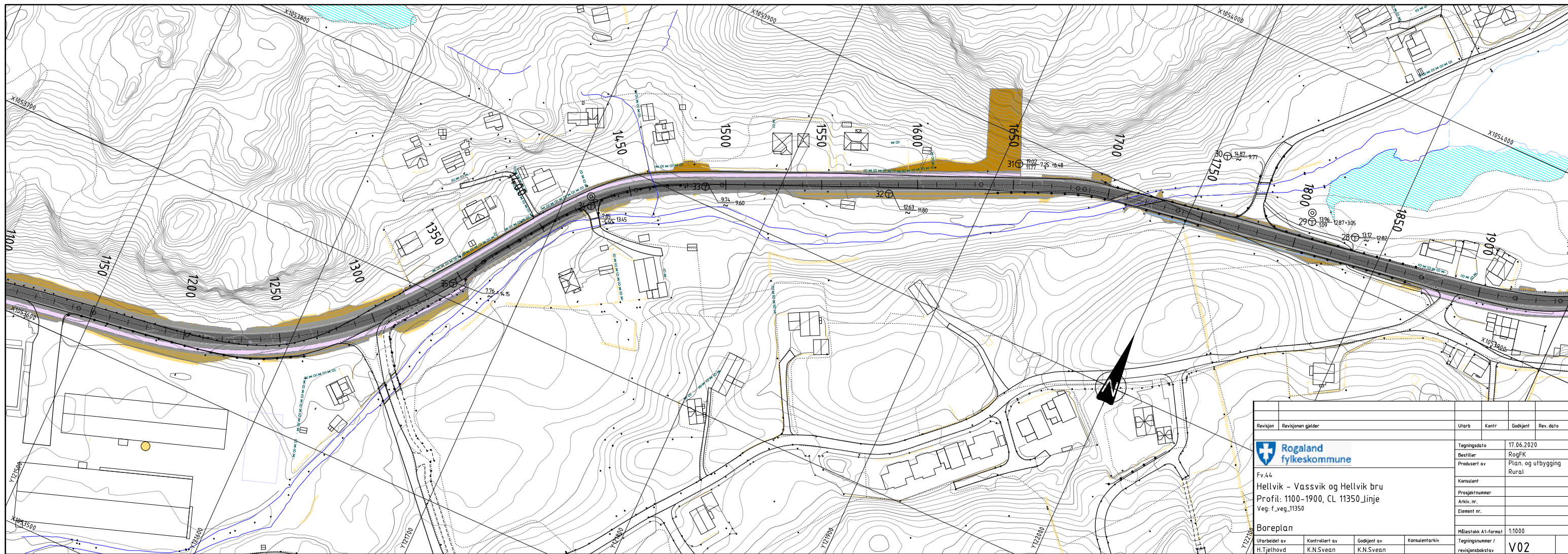
SYMBOLER FOR LABORATORIEDATA


Laboratoriebestemmelser	Bokstav-symbol	Tegn-symbol	Anmerkninger
Materiale			Jordarter beskrives i samsvar med retningslinjer gitt av NGF. Hovedbetegnelsen skrives med store bokstaver.
Vanninnhold Naturlig vanninnhold Plastisitetsgrense Flytegrense Flytegrense konus	W W _P W _L W _F	• →	Angis i masseprosent av tørrstoff. Metode skal angis.
Tyngdetthet / densitet Tyngdetthet Densitet Tørr densitet Korndensitet	γ ρ ρ _d ρ _s		Tyngdetthet kN/m ³ . Densitet t/m ³ . γ (kN/m ³)
Porøsitet Poretall	n e		
Skjærstyrke, udrenert Konusforsøk, uomrørt Konusforsøk, omrørt Enkelt trykkforsøk	s _{uk} s _{u'k} s _{ut}	▼ ▼ ∞	Symbolet settes i () hvis verdien ikke ansees representativ. Aksialdeformasjon ved brudd (ε _f) angis i % slik: $\frac{15-\phi-5\%}{10}$
Sensitivitet	S _t		Metode bør angis.
Organisk materiale Innhold av organisk karbon Glødetap Humusinnhold Formuldingsgraden	O _c O _{gl} O _{Na} v _P		Angis i masseprosent av tørrstoff før forsøk. Bestemt ved NaOH-metoden. Klassifisering etter von Post skala H ₁ -H ₁₀

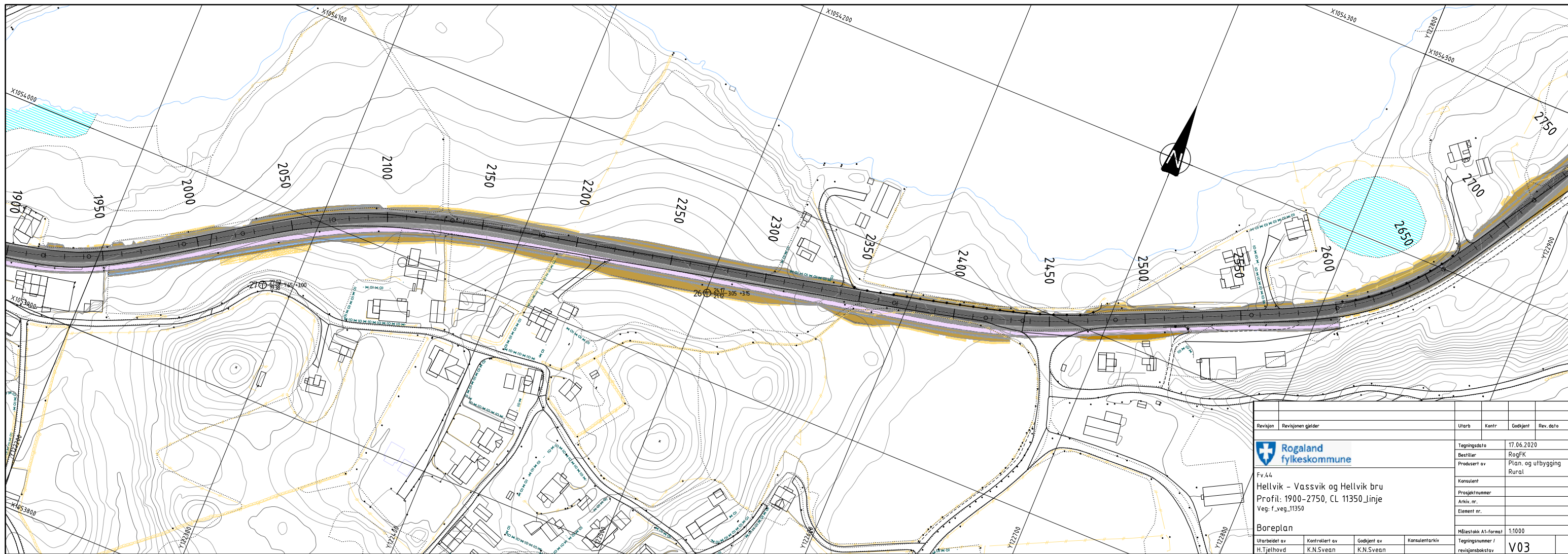
Forøvrig benyttes bokstavsymboler vedtatt av The International Society of Soil Mechanics and Foundation Engineering.



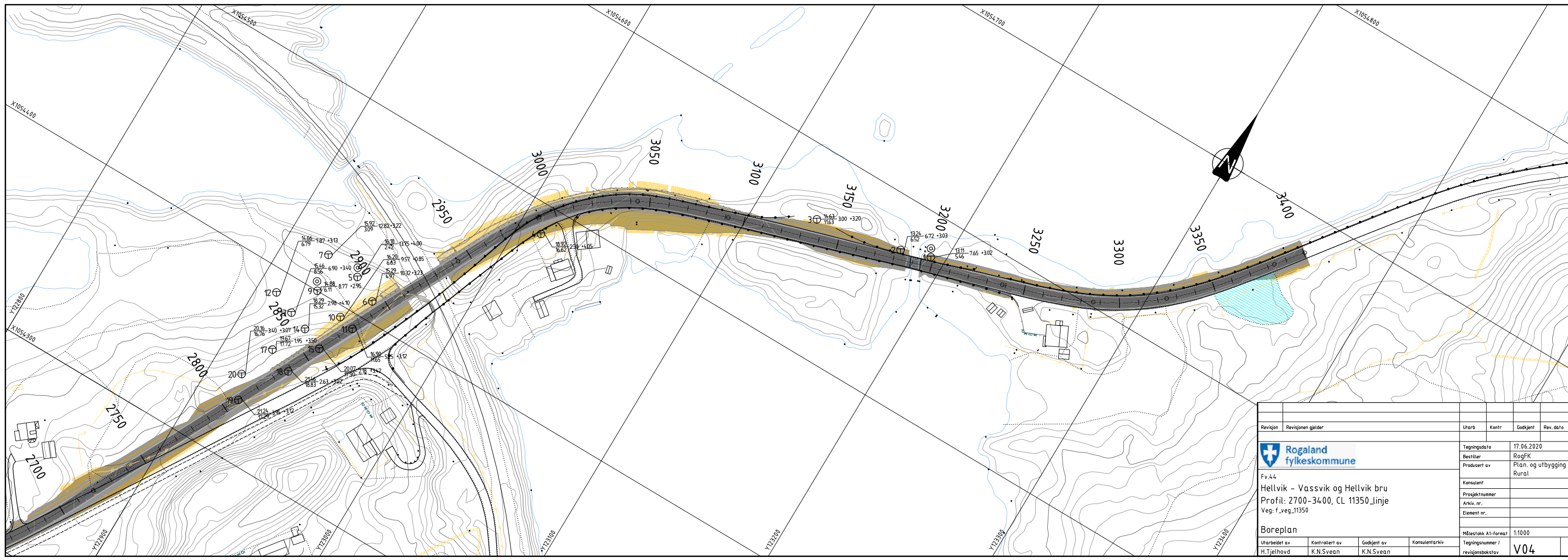
Revisjon	Revisjonen gjelder	Uttarb	Kontr	Godkjent	Rev. dato
		Tegningsdato	17.06.2020		
Fv 44		Bestiller	RogFK		
Hellvik - Vassvik og Hellvik bru		Prosjekt nr.	Plan. og utbygging Rural		
Profil: 250-1100, CL 11350_linje		Konsulent			
Veg: f_veg_11350		Prosjektnummer			
		Arkiv. nr.			
		Element nr.			
Boreplan		Målestokk A1-format	1:1000		
Utarbeidet av	Kontrollert av	Godkjent av	Konsulentarkiv	Tegningsnummer /	
H.Tjelhovd	K.N.Svean	K.N.Svean		revisjonsbokstav	
				V01	



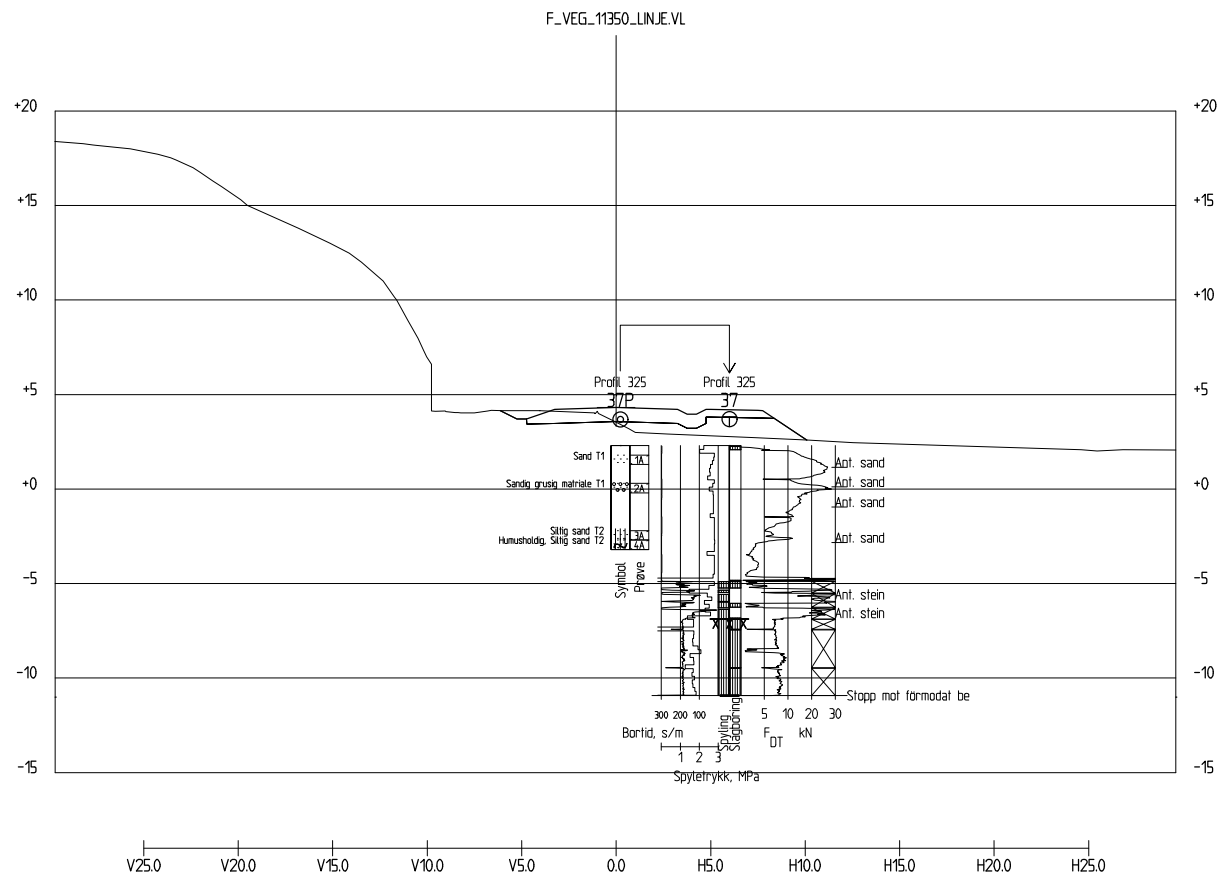
Revisjon	Revisjonen gjelder	Uttarb	Kontr	Godkjent	Rev. dato
		Tegningsdato	17.06.2020		
Fv 44		Bestiller	RogFK		
Hellvik - Vassvik og Hellvik bru		Prosjektproducent	Plan. og utbygging Rural		
Profil: 1100-1900, CL 11350_inje		Konsulent			
Veg: f_veg_11350		Prosjektnummer			
Boreplan		Arkiv. nr.			
Utarbeidet av	Kontrollert av	Godkjent av	Konsulentarkiv	Målestokk A1-format	1:1000
H.Tjelhovd	K.N.Svean	K.N.Svean	Tegningsnummer / revisjonsbokstav		V02



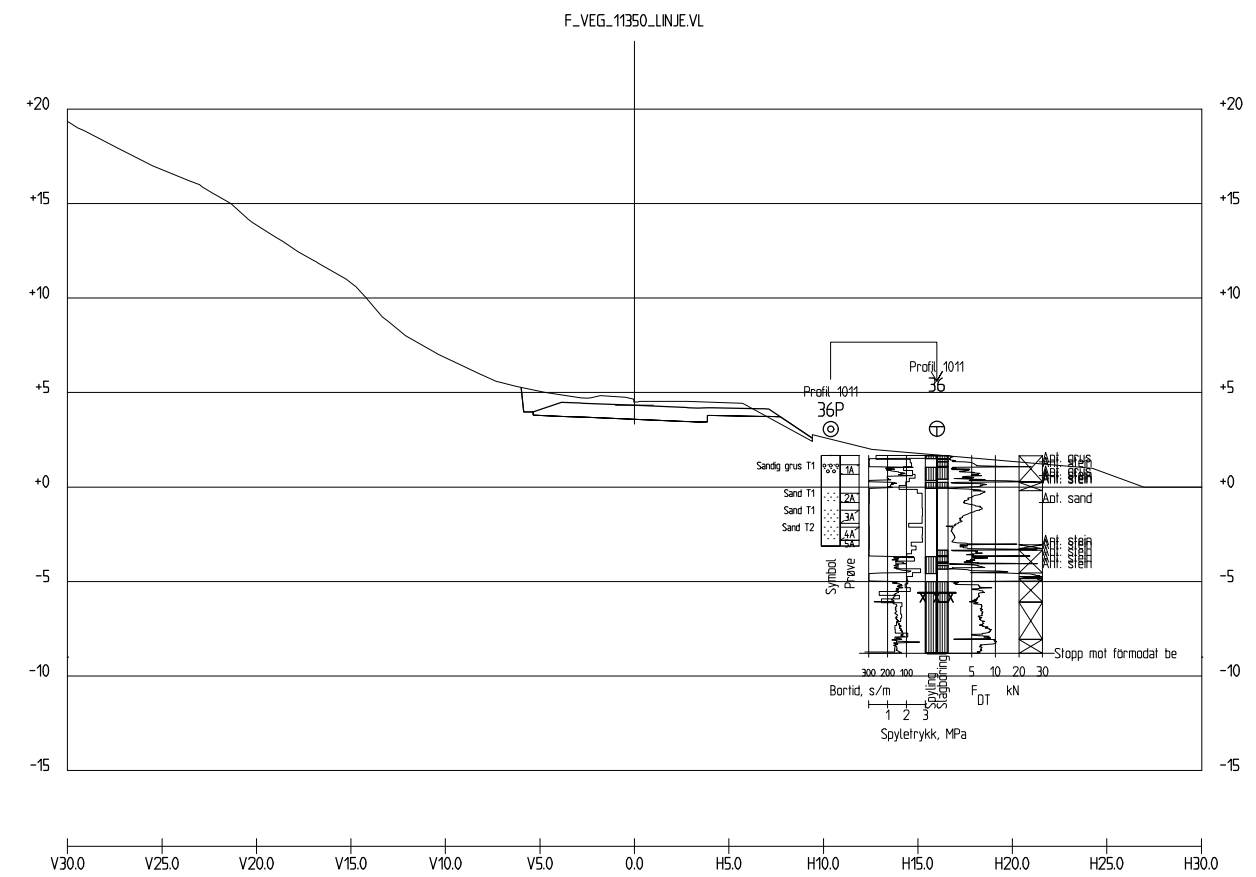
Revisjon	Revisjonen gjelder	Uttarb	Kontr	Godkjent	Rev. dato
		Tegningsdato	17.06.2020		
Fv 44		Bestiller	RogFK		
Hellvik - Vassvik og Hellvik bru		Prosjekt nr.	Plan. og utbygging Rural		
Profil: 1900-2750, CL 11350_linje		Konsulent			
Veg: f_veg_11350		Prosjektnummer			
		Arkiv. nr.			
		Element nr.			
Boreplan		Målestokk A1-format	1:1000		
Utarbeidet av	Kontrollert av	Godjent av	Konsulentarkiv	Tegningsnummer /	
H.Tjelhovd	K.N.Svean	K.N.Svean		revisjonsbokstav	
				V03	



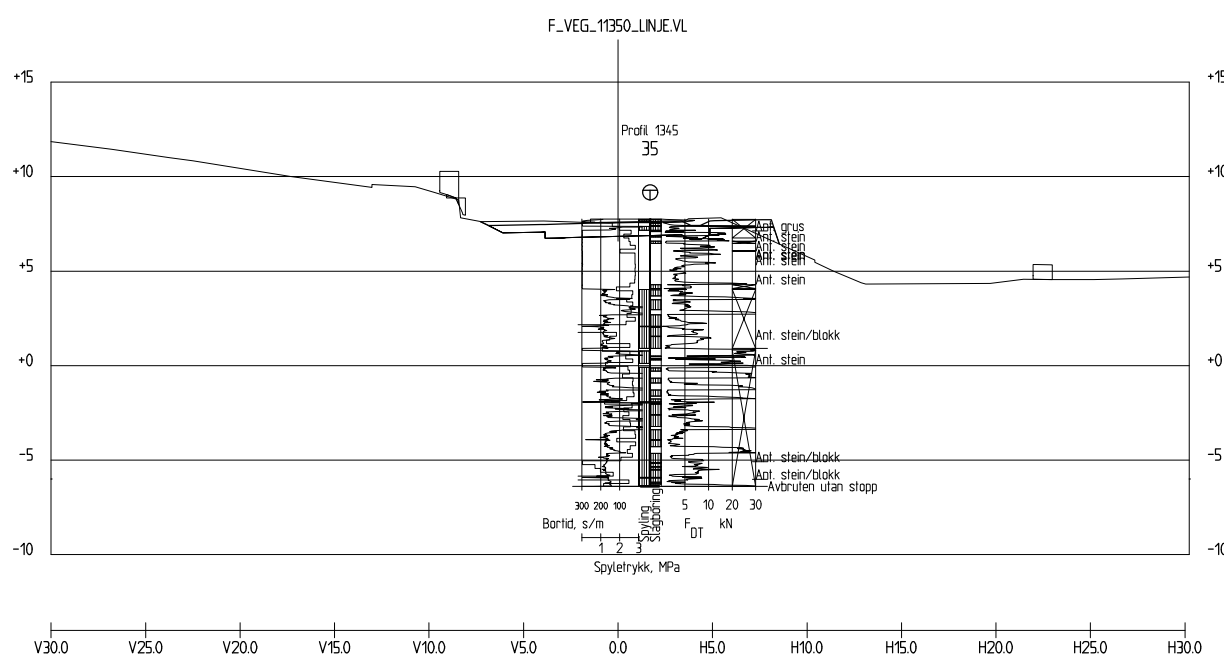
Revisjon	Revisjonen gjelder	Uttarb	Kontr	Godkjent	Rev. dato
		Tegningsdato	17.06.2020		
Fv 44		Bestiller	RogFK		
Hellvik - Vassvik og Hellvik bru		Prosjekt av	Plan. og utbygging Rural		
Profil: 2700-3400, CL 11350_linje		Konsulent			
Veg: f_veg_11350		Prosjektnummer			
		Arkiv. nr.			
		Element nr.			
Boreplan		Målestokk A1-format	1:1000		
Utarbeidet av	Kontrollert av	Godkjent av	Konsulentarkiv	Tegningsnummer /	
H.Tjelhovd	K.N.Svean	K.N.Svean		revisjonsbokstav	
				V04	



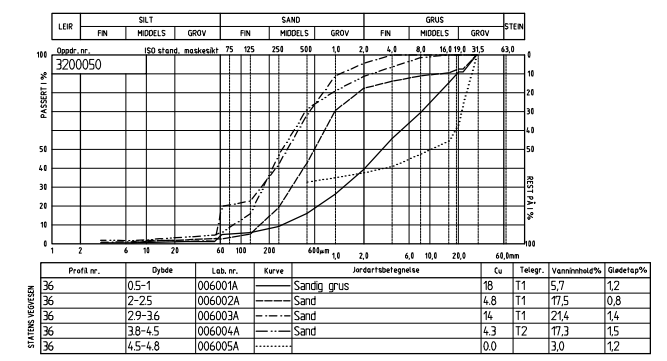
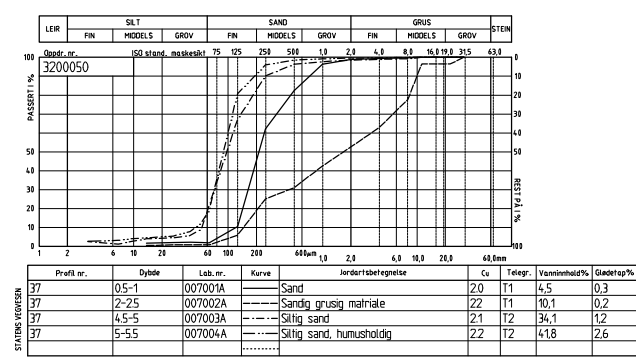
Profil 320
1 : 200



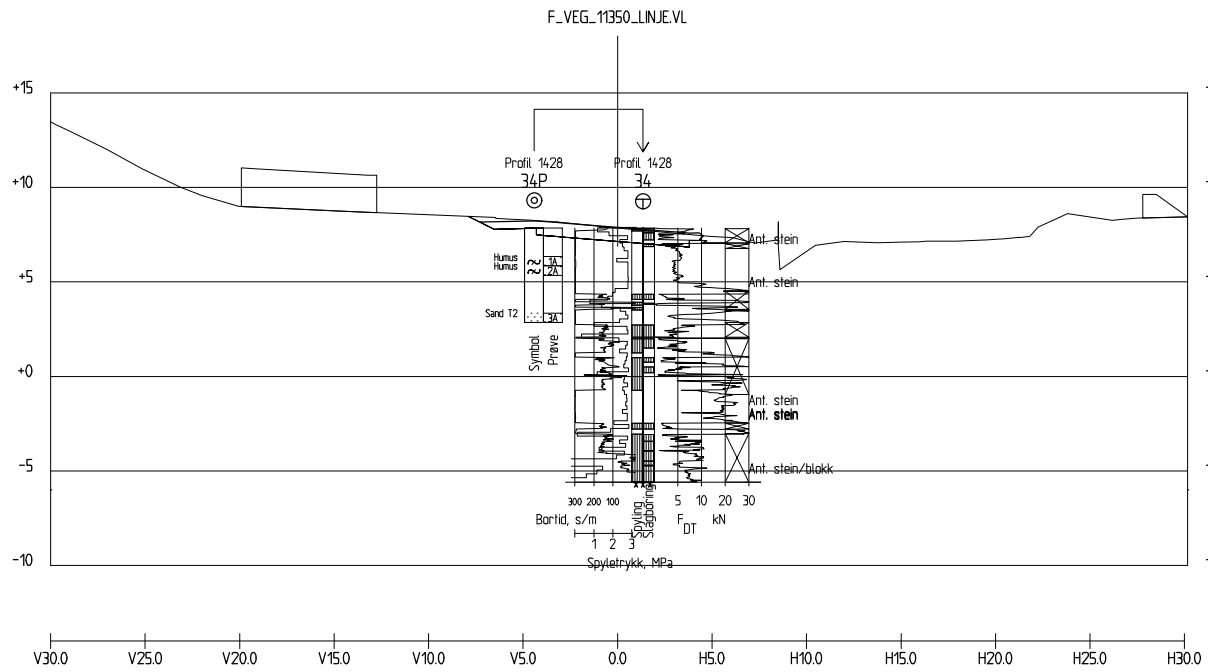
Profil 1010
1 : 200



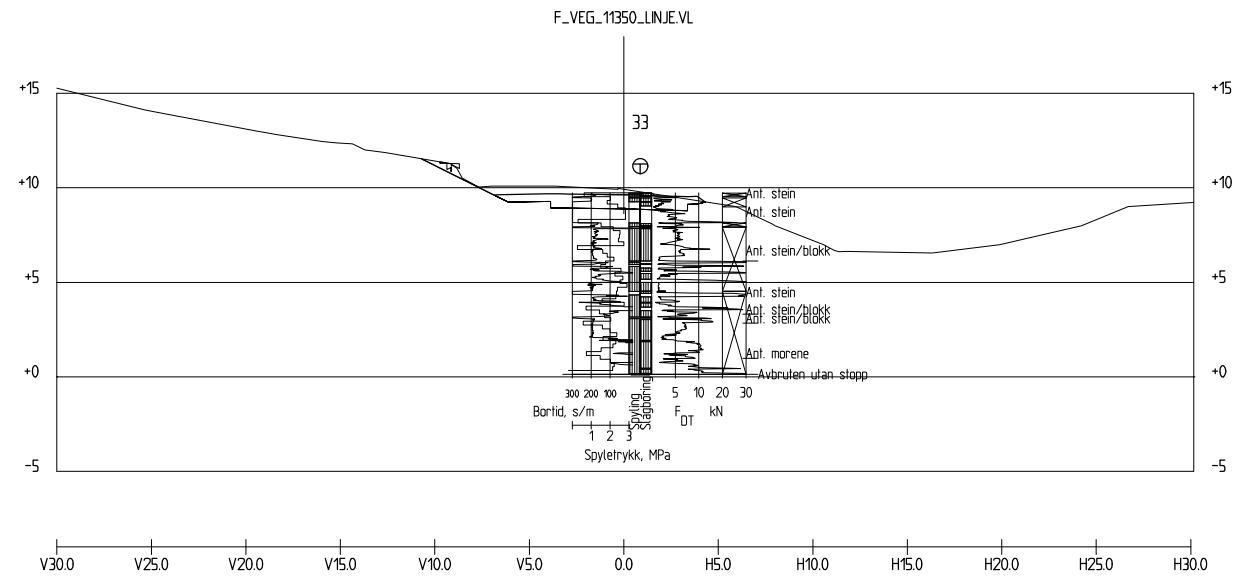
Profil 1350
1 : 200



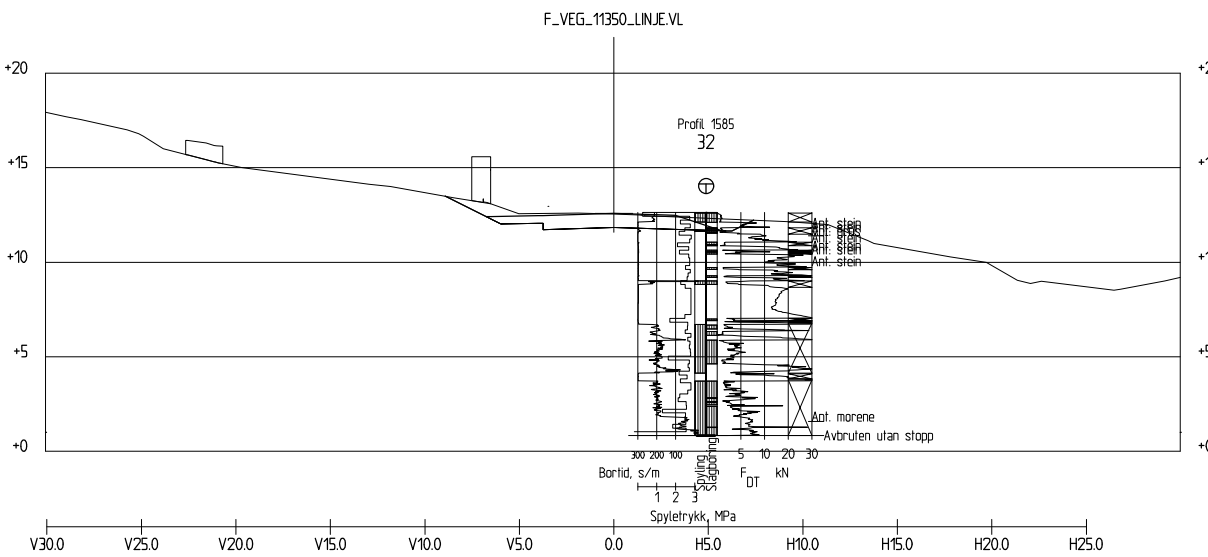
Revisjon	Revisjonen gjelder	Uttarb	Kontr	Godkjent	Rev. dato
		Tegningsdato: 17.06.2020 Bestiller: RogFK Produsert av: Plan og utbygging Rural			
Fv.44 Hellvik - Vassvik og Hellvik bru Profil:320-1350, CL 11350_linje Veg: f_veg_11350		Konsulent: Prosjektnummer: Arkiv. nr.: Element nr.:			
Tverrprofiler		Målestokk A1-format: A1=1:200			
Utarbeidet av	Kontrollert av	Godkjent av	Konsulentarkiv		
H.Tjelhovd	K.N.Svean	K.N.Svean	Tegningsnummer / revisjonsbokstev: V05		



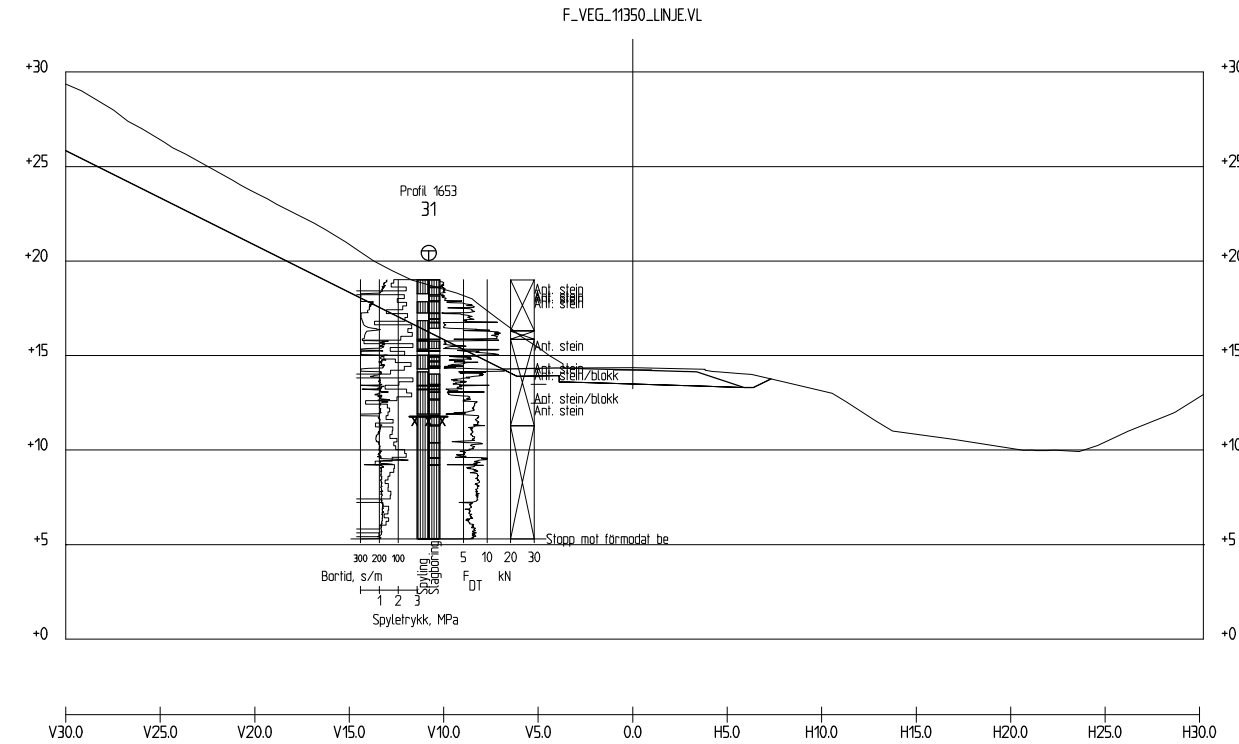
Profil 1430
1 : 200



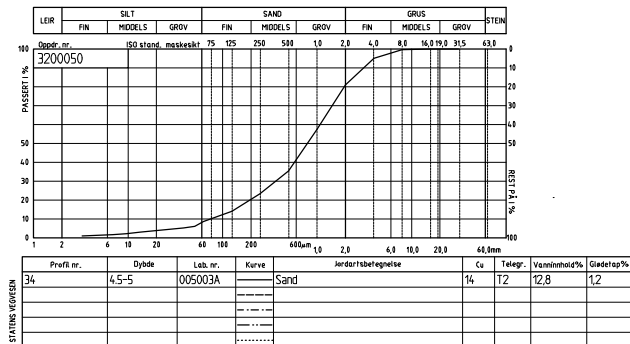
Profil 1490
1 : 200



Profil 1590
1 : 200

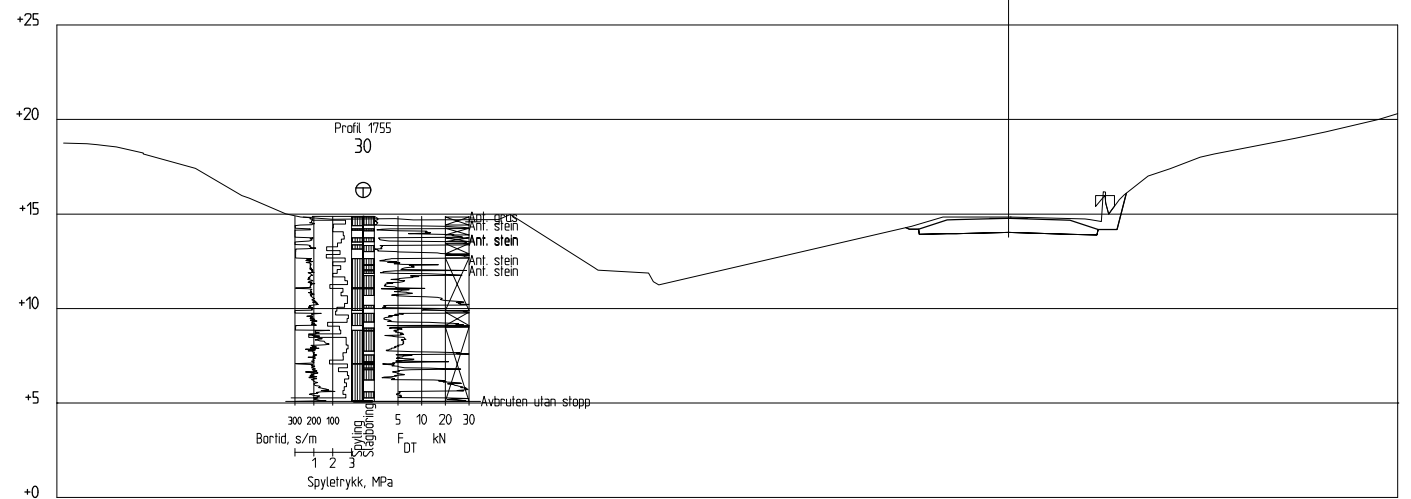


Profil 1650
1 : 200



Revisjon	Revisjonen gjelder	Uttarb	Kontr	Godkjent	Rev. dato
		Tegningsdato: 17.06.2020 Bestiller: RogFK Produsert av: Plan og utbygging Rural			
Fv.44 Hellvik - Vassvik og Hellvik bru Profil:1430-1650, CL 11350_Jinje Veg: f_veg_11350		Konsulent: Prosjektnummer: Arkiv. nr.: Element nr.:			
Tverrprofiler		Målestokk A1-format: A1=1:200			
Utarbeidet av:	Kontrollert av:	Godkjent av:	Konsulentarkiv:	Tegningsnummer / revisjonsbokstev	
H.Tjelhovd	K.N.Svean	K.N.Svean		V06	

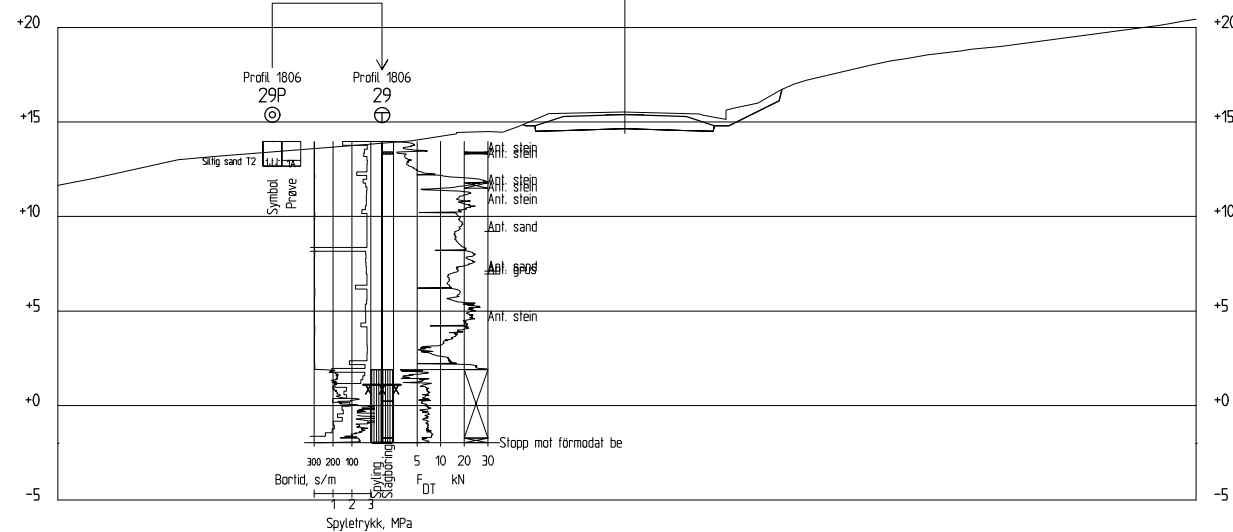
F_VEG_11350_LINJE.VL



Profil 1750
1: 200

V500 V450 V400 V350 V300 V250 V200 V150 V100 V50 0.0 H50 H100 H150 H200

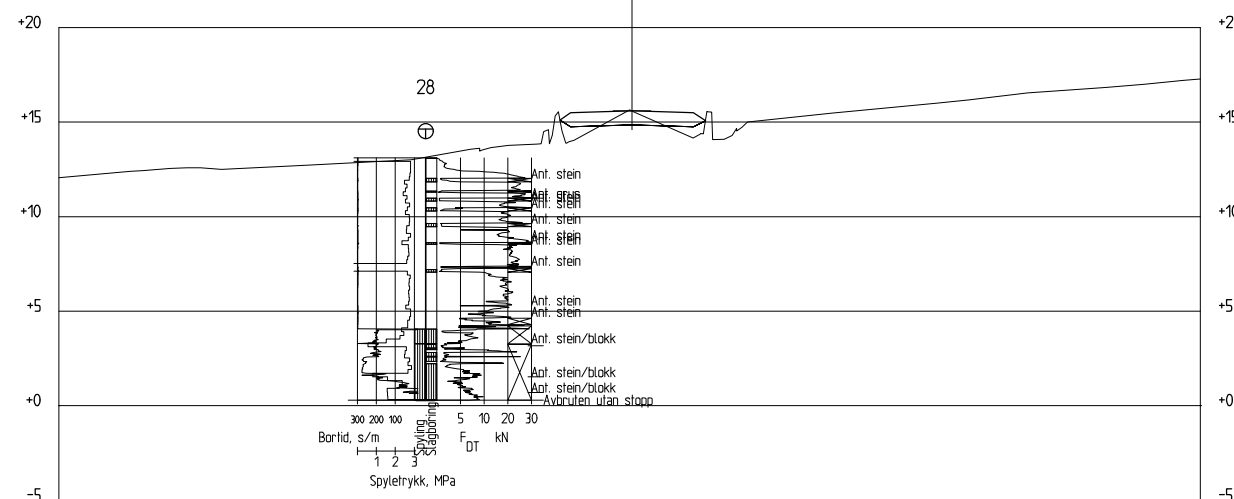
F_VEG_11350_LINJE.VL



Profil 1810
1: 200

V300 V250 V200 V150 V100 V50 0.0 H50 H100 H150 H200 H250 H300

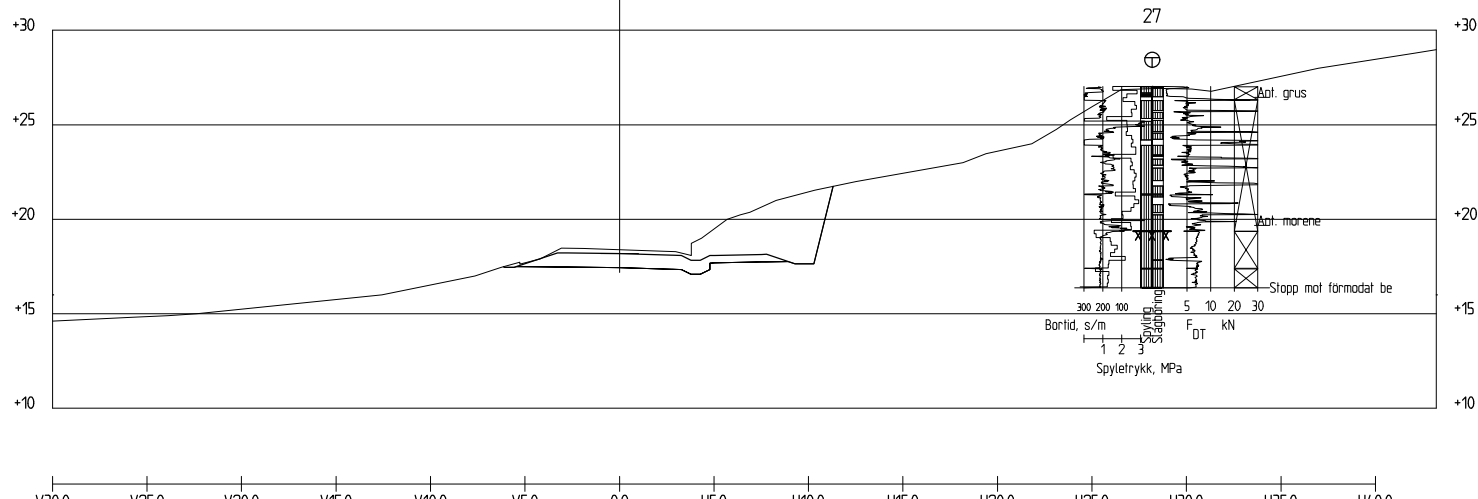
F_VEG_11350_LINJE.VL



Profil 1830
1: 200

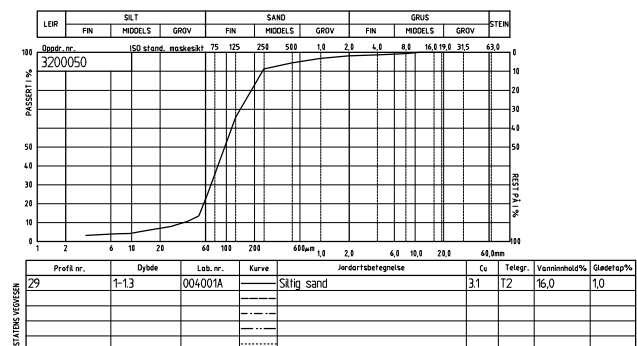
V300 V250 V200 V150 V100 V50 0.0 H50 H100 H150 H200 H250 H300

F_VEG_11350_LINJE.VL

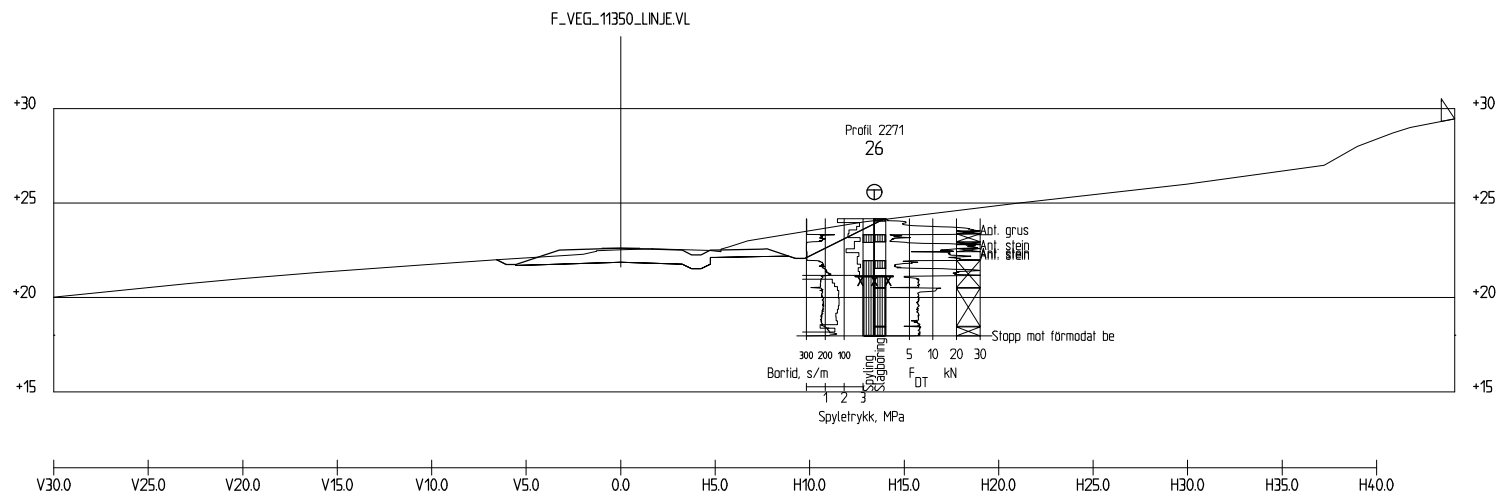


Profil 2030
1: 200

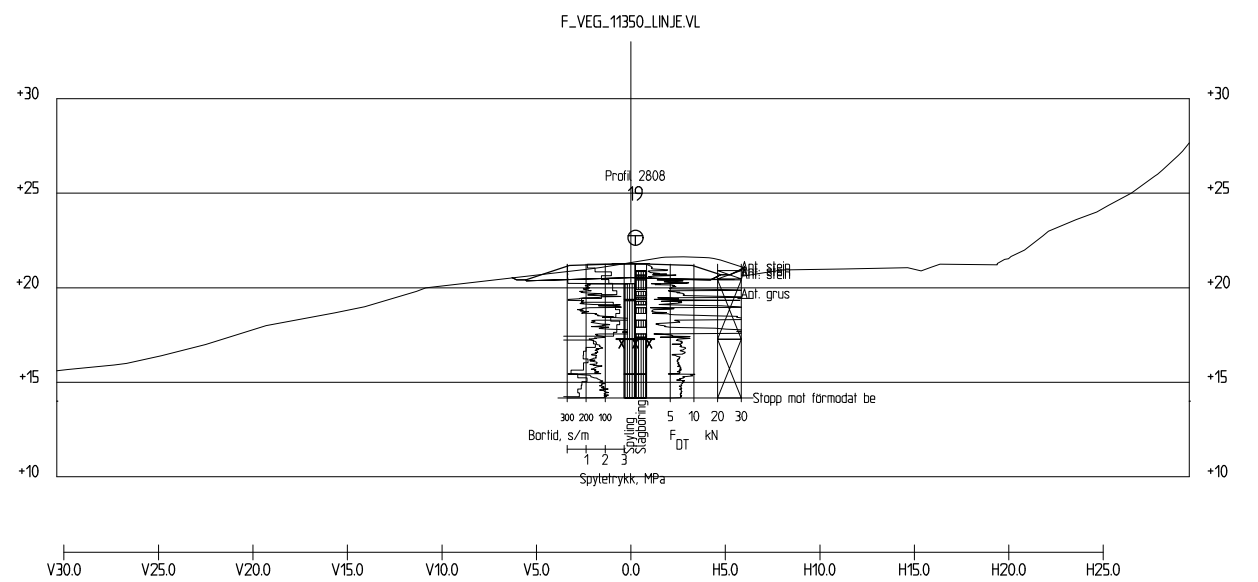
V300 V250 V200 V150 V100 V50 0.0 H50 H100 H150 H200 H250 H300 H350 H400



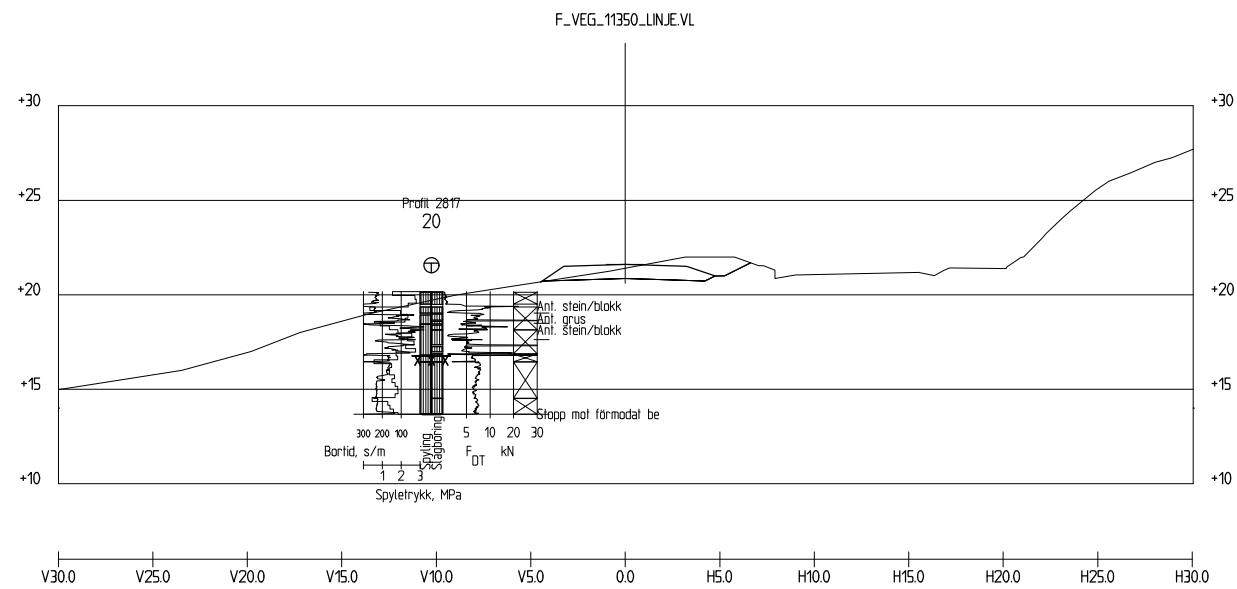
Revisjon	Revisjonen gjelder	Uttarb	Kontr	Godkjent	Rev. dato
		Tegningsdato		17.06.2020	
Fv.44		Bestiller		RogFK	
Hellvik - Vassvik og Hellvik bru		Prosjekt nr.		Plan. og utbygging	
Profil:1750-2030, CL 11350_Linje		Arkv. nr.		Rural	
Veg: f_veg_11350		Element nr.			
Tverrprofiler		Målestokk A1-format		A1=1:200	
Utarbeidet av	Kontrollert av	Godkjent av	Konsulentarkiv	Tegningsnummer /	revisjonsboksnavn
H.Tjelhovd	K.N.Svean	K.N.Svean			V07



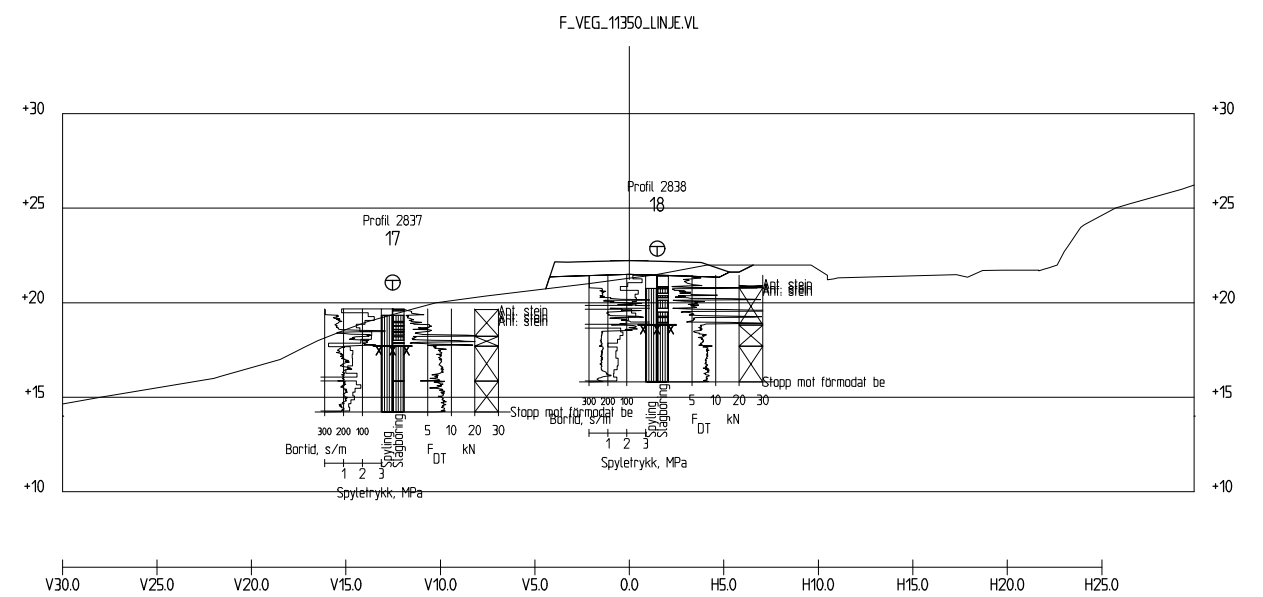
Profil 2270
1 : 200



Profil 2810
1 : 200



Profil 2820
1 : 200



Profil 2840
1 : 200

Revisjon	Revisjonen gäller	Uttarb	Kontr	Godkjent	Rev. dato
		Tegningsdato	17.06.2020		
Fv.44		Besittler	RogFK		
Hellvik - Vassvik og Hellvik bru		Prosjekt nr.	Plan. og utbygging Rural		
Profil:2270-2840 CL 11350_inje		Konsulent			
Veg: f_veg_11350		Arkv. nr.			
Tverrprofiler		Element nr.			
Uttarbeidet av	Kontrollert av	Godkjent av	Konsulentarkiv	Målestokk A1-format	A1=1:200
H.Tjelhovd	K.N.Svean	K.N.Svean		Tegningsnummer / revisjonsbokstav	V08

Vedlegg 3 Borhullsliste med koordinater

Datum: 02.07.2020 Sida: 1

Prosjekt: Hellvik-Vassvik Oppdragsnummer:

Borhull	X	Y	Z	Metode	Stopp	Løsm	Fjell
26	6486873.968	318452.713	24.170	Total Tolk	94	3.05	3.15
27	6486801.274	318232.629	27.031	Total Tolk	94	7.65	3.00
28	6486777.279	318030.306	13.117	Total	90	12.82	
29	6486776.723	318006.523	13.965	Total Tolk	94	12.88	3.05
30	6486792.555	317952.953	14.865	Total	90	9.77	
31	6486749.465	317853.139	19.022	Total Tolk	94	7.25	6.48
32	6486710.263	317795.587	12.629	Total	90	11.80	
33	6486679.103	317704.945	9.738	Total	90	9.60	
34	6486648.138	317653.077	7.847	Total	93	13.45	0.00
35	6486584.290	317600.716	7.761	Total	90	14.15	
36	6486459.322	317300.277	1.677	Total Tolk	94	7.28	3.20
37	6486472.616	316685.082	2.299	Total Tolk	94	9.18	4.05



Kornkurve

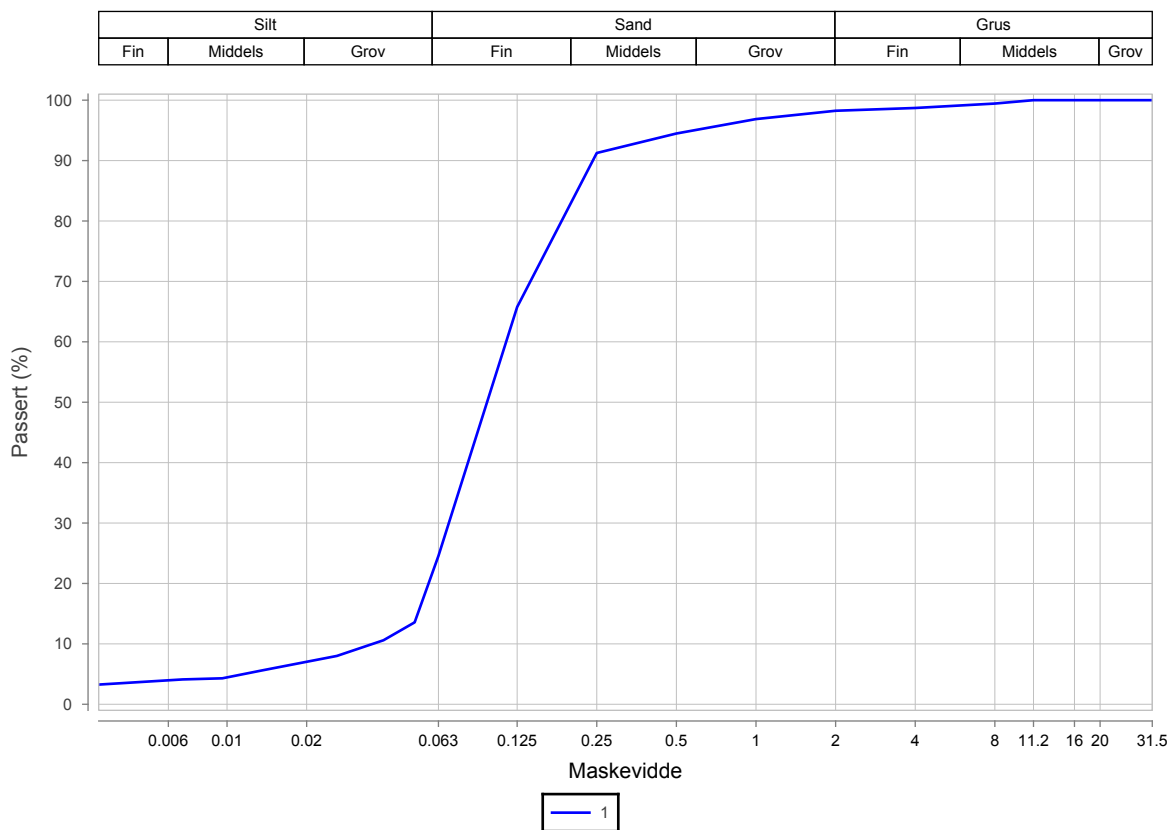
Oppdragsnr.	3200050	Oppdragsnavn	Fv. 44 Hellvik - Vassvik
Prosjektnr.	C13527	Prosjektnavn	F - RO Lab.og gr.bor
Ansvarsområdenr.	CEA20	Ansvarsområdenavn	Laboratorium vest

Serienr.: 4^(B), Hullnr.: 29, koordinater: EUREF89 UTM, Sone 32, N:6486776.723 Ø:318006.523 H:13.965

Prøvenr.	1			
Uttaksdato	10.06.2020			
Analysetype	Våtsikt			
Humus (Glødetap)	1.0			
Vanninnhold (%)	16.0			
% <63µm av <delsikt	24.6 (20 mm)			
% <20µm av <delsikt	7.0 (20 mm)			

Siktedata - Passert (%)

Pr.nr.	µm				mm								
	63	125	250	500	1	2	4	8	11.2	16	20	22.4	31.5
1	24.6	65.8	91.3	94.5	96.9	98.3	98.7	99.4	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0



Prøvenr.	Vegnr	Dybde	Jordart	Cu	TG
1	FV44	1.0 - 1.3	Siltig sand	3.2	T2

Sted: _____

Dato: _____

Signatur: _____



Merknader, Kornkurve



Kornkurve

Oppdragsnr. 3200050
 Prosjektnr. C13527
 Ansvarsområdenr. CEA20

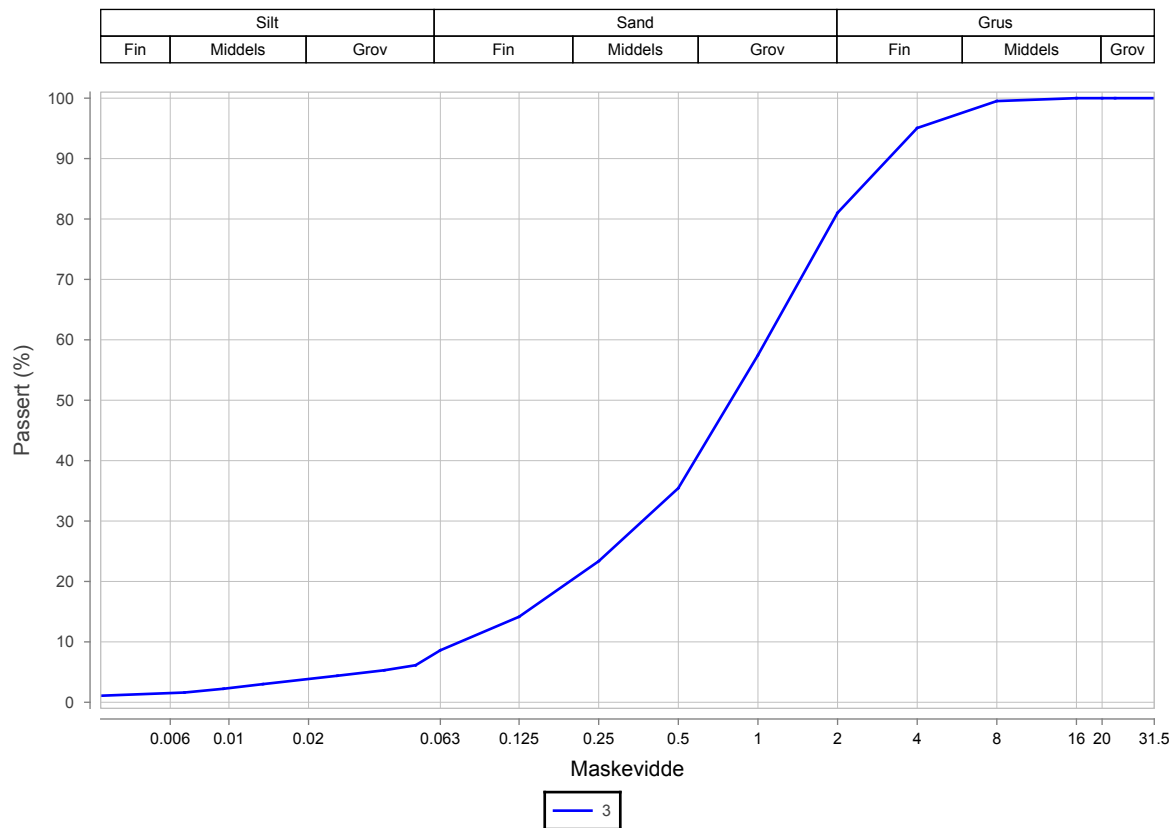
Oppdragsnavn Fv. 44 Hellvik - Vassvik
 Prosjektnavn F - RO Lab.og gr.bor
 Ansvarsområdenavn Laboratorium vest

Serienr.: 5^(B), Hullnr.: 34, koordinater: EUREF89 UTM, Sone 32, N:6486648.138 Ø:317653.077 H:7.847

Prøvenr.	3			
Uttaksdato	10.06.2020			
Analysetype	Våtsikt			
Humus (Glødetap)	1.2			
Vanninnhold (%)	12.8			
% <63µm av <delsikt	8.6 (20 mm)			
% <20µm av <delsikt	3.9 (20 mm)			

Siktedata - Passert (%)

Pr.nr.	µm				mm							
	63	125	250	500	1	2	4	8	16	20	22.4	31.5
3	8.6	14.2	23.3	35.5	57.5	81.0	95.1	99.5	100.0	100.0	100.0	100.0



Prøvenr.	Vegnr	Dybde	Jordart	Cu	TG
3	FV44	4.5 - 5.0	Sand	14.4	T2

Sted: _____

Dato: _____

Signatur: _____



Merknader, Kornkurve



Borprofil, tabell

Oppdragsnr. 3200050 Navn Fv. 44 Hellvik - Vassvik Analyseår 2020 Prøvetype Poseprøve
 Serienr. 5_(B) Hullnummer 34 Koordinater EUREF89 UTM, Sone 32, N:6486648.138 Ø:317653.077 H:7.847

Prøve	Delprøve	Dybde	Jordart	Densitet	Humusinnhold	Vanninnhold W	Flytegrense V _L	Utrullingsgrense V _P	Enkelt trykkforsøk		Konus, Uomrørt, C _{ufc}	Konus, Omrørt, C _{ufc}	Sensitivitet, St
									C _{uuc}	Deformasjon			
		[m]		[kN/m ³]	[%]	[%]	[%]	[%]	[kPa]	[%]	[kPa]	[kPa]	
1		1.5 - 2.0	Humus		89.3	440.8							
2		2.0 - 2.5	Humus		88.2	497.2							
3		4.5 - 5.0	Sand		1.2	12.8							





Kornkurve

Oppdragsnr. 3200050
 Prosjektnr. C13527
 Ansvarsområdenr. CEA20

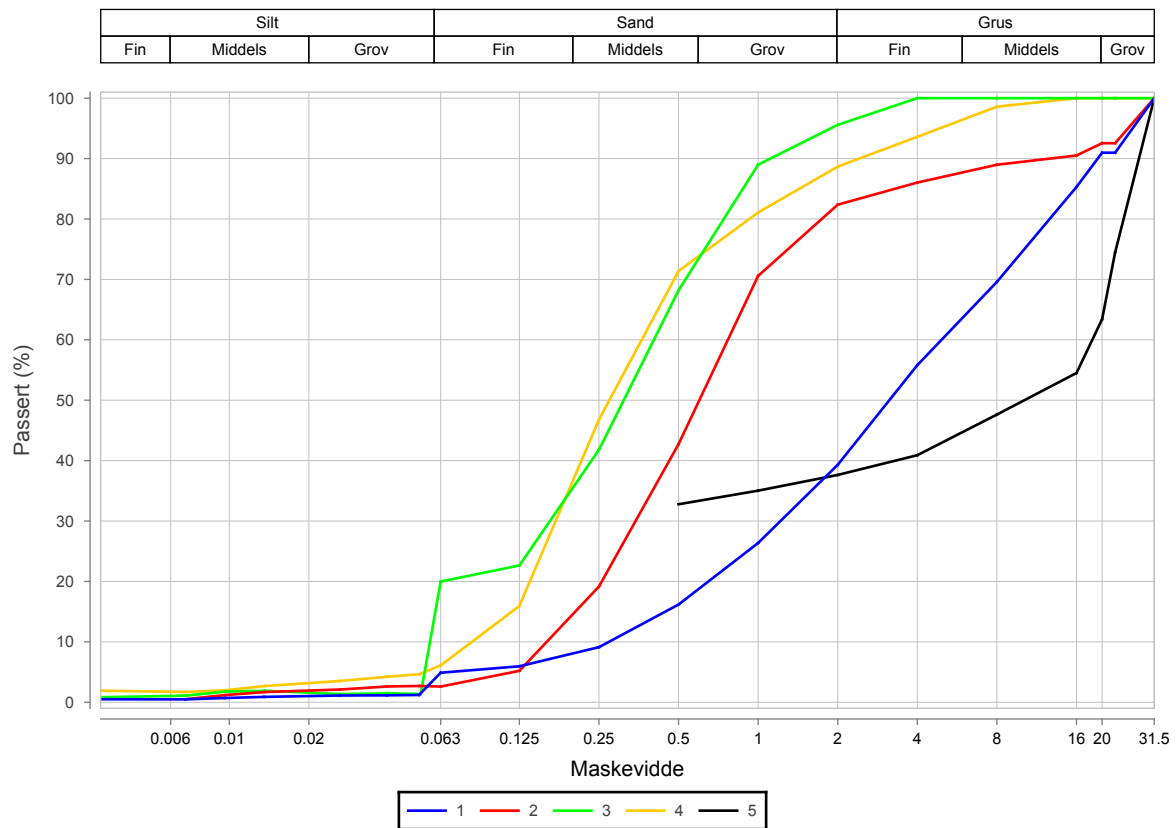
Oppdragsnavn Fv. 44 Hellvik - Vassvik
 Prosjektnavn F - RO Lab.og gr.bor
 Ansvarsområdenavn Laboratorium vest

Serienr.: 6^(B), Hullnr.: 36, koordinater: EUREF89 UTM, Sone 32, N:6486459.322 Ø:317300.277 H:1.677

Prøvenr.	1	2	3	4	5
Uttaksdato	11.06.2020	11.06.2020	11.06.2020	11.06.2020	11.06.2020
Analysetype	Våtsikt	Våtsikt	Våtsikt	Våtsikt	Våtsikt
Humus (Glødetap)	1.2	0.8	1.4	1.5	1.2
Vanninnhold (%)	5.7	17.5	21.4	17.3	3.0
% <63µm av <delsikt	5.4 (20 mm)	2.8 (20 mm)	20.0 (20 mm)	6.1 (20 mm)	
% <20µm av <delsikt	1.1 (20 mm)	2.1 (20 mm)	1.6 (20 mm)	3.2 (20 mm)	

Siktedata - Passert (%)

Pr.nr.	µm				mm							
	63	125	250	500	1	2	4	8	16	20	22.4	31.5
1	4.9	6.0	9.1	16.2	26.4	39.3	55.8	69.6	85.3	91.0	91.0	100.0
2	2.6	5.2	19.2	42.7	70.6	82.4	86.0	89.0	90.5	92.5	92.5	100.0
3	20.0	22.7	41.8	68.2	89.0	95.6	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
4	6.1	15.9	46.8	71.4	81.1	88.7	93.6	98.6	100.0	100.0	100.0	100.0
5				32.8	35.0	37.6	40.9	47.6	54.5	63.4	74.5	100.0



Prøvenr.	Vegnr	Dybde	Jordart	Cu	TG
1	FV44	0.5 - 1.0	Sandig grus	18.1	T1
2	FV44	2.0 - 2.5	Sand	4.8	T1
3	FV44	2.9 - 3.6	Sand	14.9	T1
4	FV44	3.8 - 4.5	Sand	4.4	T2
5	FV44	4.5 - 4.8		0.0	

Sted: _____

Dato: _____

Signatur: _____



Merknader, Kornkurve

Serienr. 6, Hullnr. 36

24.06.2020

For liten prøvemateriale for våt-sikting og slemmenalyse



Borprofil, tabell

Oppdragsnr. 3200050 Navn Fv. 44 Hellvik - Vassvik Analyseår 2020 Prøvetype Poseprøve
 Serienr. 6^(B) Hullnummer 36 Koordinater EUREF89 UTM, Sone 32, N:6486459.322 Ø:317300.277 H:1.677

Prøve	Delprøve	Dybde	Jordart	Densitet	Humusinnhold	Vanninnhold W	Flytegrense V _L	Utrullingsgrense V _P	Enkelt trykkforsøk		Konus, Uomrørt, C _{ufc}	Konus, Omrørt, C _{ufc}	Sensitivitet, St
									C _{uuc}	Deformasjon			
		[m]		[kN/m ³]	[%]	[%]	[%]	[%]	[kPa]	[%]	[kPa]	[kPa]	
1		0.5 - 1.0	Sandig grus		1.2	5.7							
2		2.0 - 2.5	Sand		0.8	17.5							
3		2.9 - 3.6	Sand		1.4	21.4							
4		3.8 - 4.5	Sand		1.5	17.3							
5		4.5 - 4.8			1.2	3.0							



Merknader, Borprofil, tabell

Serienr. 6, Hullnr. 36

24.06.2020

For liten prøvemateriale for våt-sikting og slemmenalyse



Kornkurve

Oppdragsnr. 3200050
 Prosjektnr. C13527
 Ansvarsområdenr. CEA20

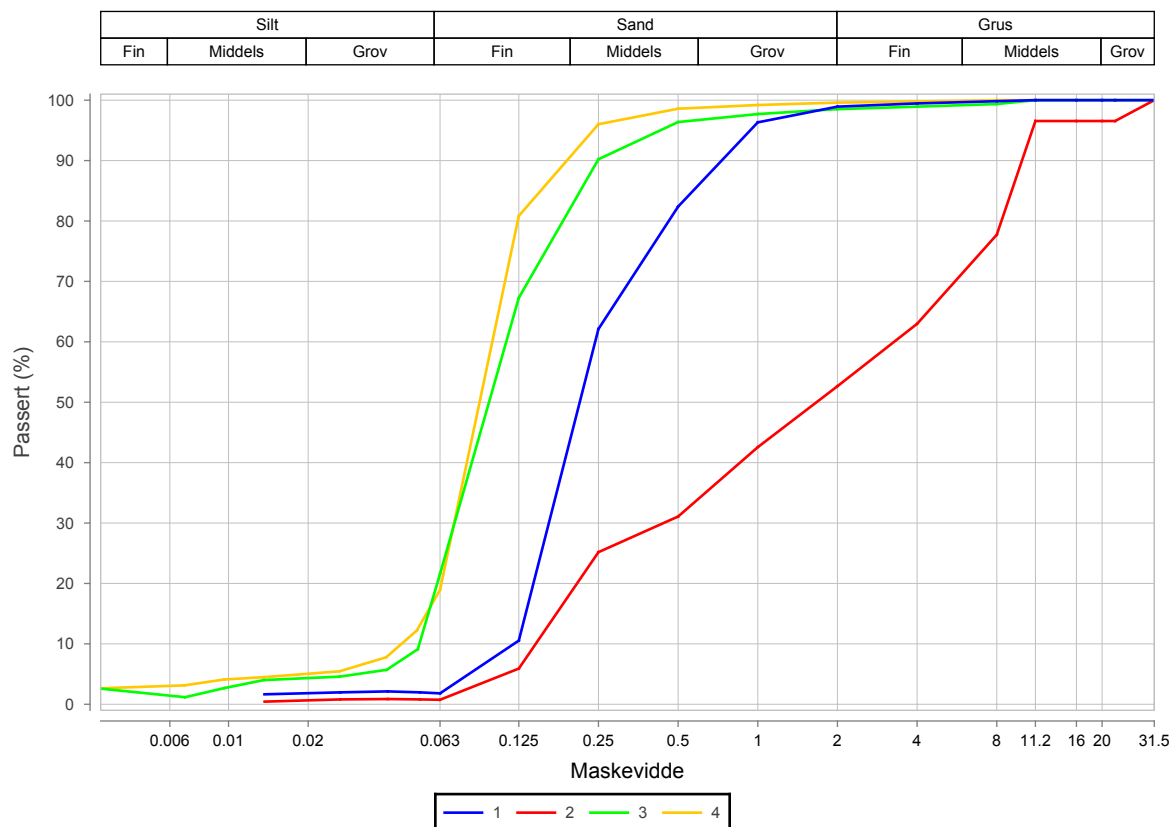
Oppdragsnavn Fv. 44 Hellvik - Vassvik
 Prosjektnavn F - RO Lab.og gr.bor
 Ansvarsområdenavn Laboratorium vest

Serienr.: 7^(B), Hullnr.: 37, koordinater: EUREF89 UTM, Sone 32, N:6486472.616 Ø:316685.082 H:2.299

Prøvenr.	1	2	3	4
Uttaksdato	11.06.2020	11.06.2020	11.06.2020	11.06.2020
Analysetype	Våtsikt	Våtsikt	Våtsikt	Våtsikt
Humus (Glødetap)	0.3	0.2	1.2	2.6
Vanninnhold (%)	4.5	10.1	34.1	41.8
% <63µm av <delsikt	1.8 (20 mm)	0.8 (20 mm)	21.6 (20 mm)	18.9 (20 mm)
% <20µm av <delsikt	1.8 (20 mm)	0.7 (20 mm)	4.3 (20 mm)	5.1 (20 mm)

Siktedata - Passert (%)

Pr.nr.	µm				mm								
	63	125	250	500	1	2	4	8	11.2	16	20	22.4	31.5
1	1.8	10.5	62.1	82.4	96.3	98.9	99.5	99.8	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
2	0.8	5.9	25.2	31.1	42.6	52.6	63.0	77.7	96.5	96.5	96.5	96.5	100.0
3	21.6	67.3	90.2	96.4	97.7	98.5	98.9	99.4	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
4	18.9	80.8	96.0	98.6	99.2	99.6	99.8	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0



Prøvenr.	Vegnr	Dybde	Jordart	Cu	TG
1	FV44	0.5 - 1.0	Sand	2.1	T1
2	FV44	2.0 - 2.5	Sandig grusig materiale	22.6	T1
3	FV44	4.5 - 5.0	Siltig sand	2.1	T2
4	FV44	5.0 - 5.5	Siltig sand, humusholdig	2.2	T2

Sted: _____

Dato: _____

Signatur: _____



Merknader, Kornkurve

Vedlegg 5 Bilder av prøvematerialet

Veg: Fv.44 Hellvik-Vassvik

Oppdragsnummer (Labsys): 3200050

Hull nr.29

Dybde: 1,0m – 1,5m

Beskrivelse:



Veg: Fv.44 Hellvik-Vassvik
Oppdragsnummer (Labsys): 3200050
Hull nr.34

Dybde: 1,5m – 2,0m

Beskrivelse:



Dybde: 2,0m – 2,5m

Beskrivelse:



Dybde: 4,5m – 5,0m

Beskrivelse:



Veg: Fv.44 Hellvik-Vassvik
Oppdragsnummer (Labsys): 3200050

Hull nr.36

Dybde: 0,5m – 1,5m

Beskrivelse:



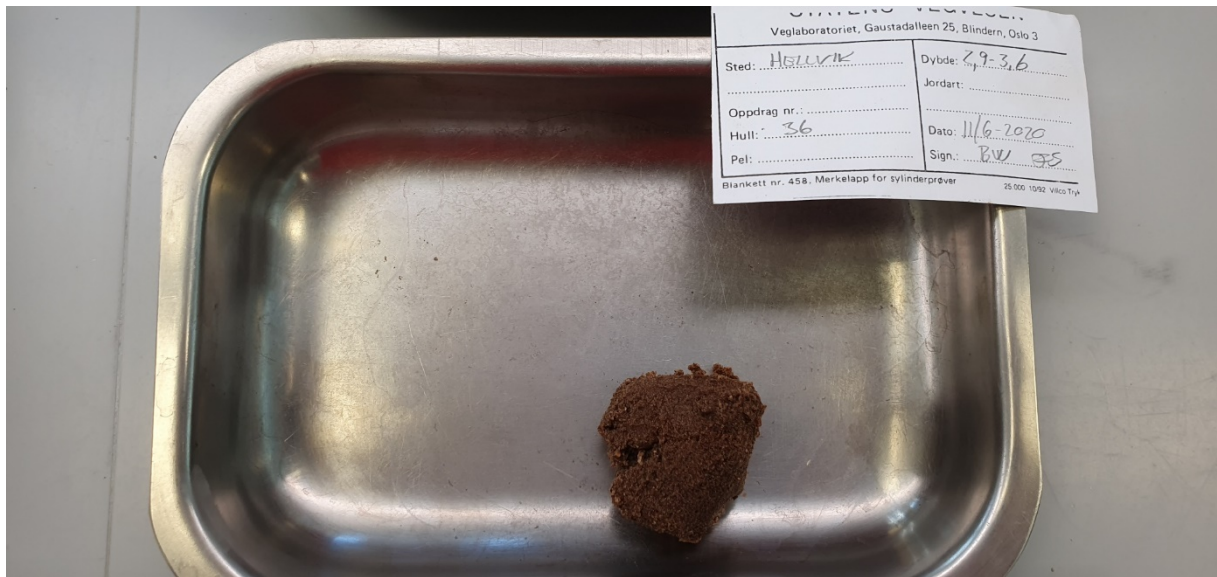
Dybde: 2,0m – 2,5m

Beskrivelse:



Dybde: 2,9m – 3,6m

Beskrivelse:



Dybde: 3,8m – 4,5m

Beskrivelse:



Dybde: 4,5m – 4,8m

Beskrivelse:



Veg: Fv.44 Hellvik-Vassvik

Oppdragsnummer (Labsys): 3200050

Hull nr.37

Dybde: 0,5m – 1,0m

Beskrivelse:



Dybde: 2,0m – 2,5m

Beskrivelse:



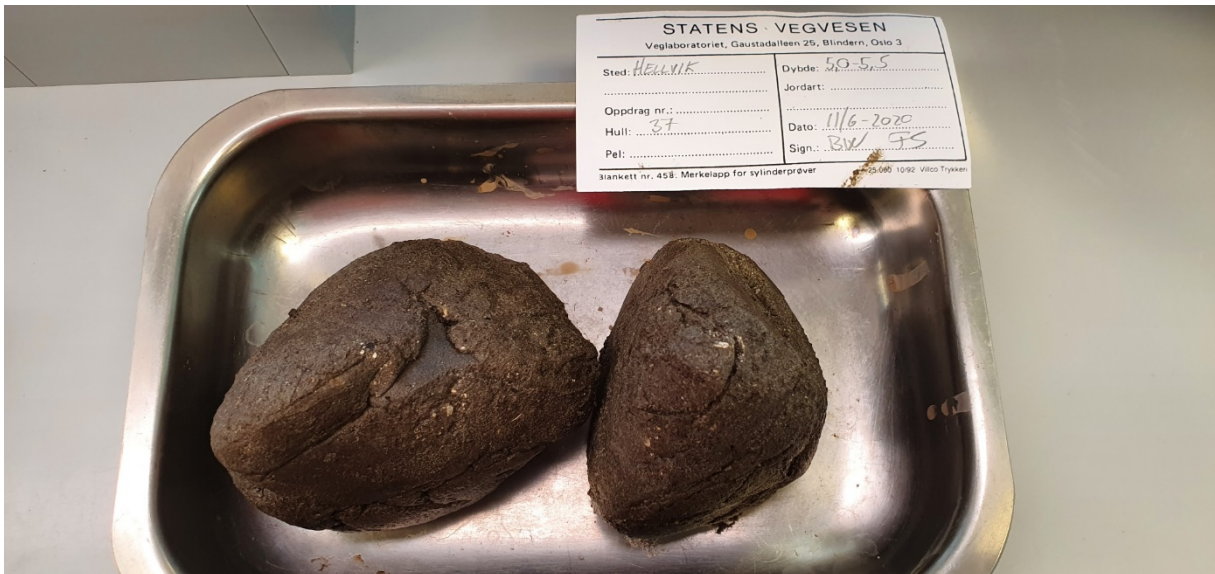
Dybde: 4,5m – 5,0m

Beskrivelse:



Dybde: 5,0m – 5,5m

Beskrivelse:



Vedlegg 6 - Avstand til blokker i kritisk profil 1669

- GS-veg
- Mur
- Graveskråning
- Avstand mellom blokk og graveskråning

Grense store blokker 1
H = 20.336
Pr = 26.924

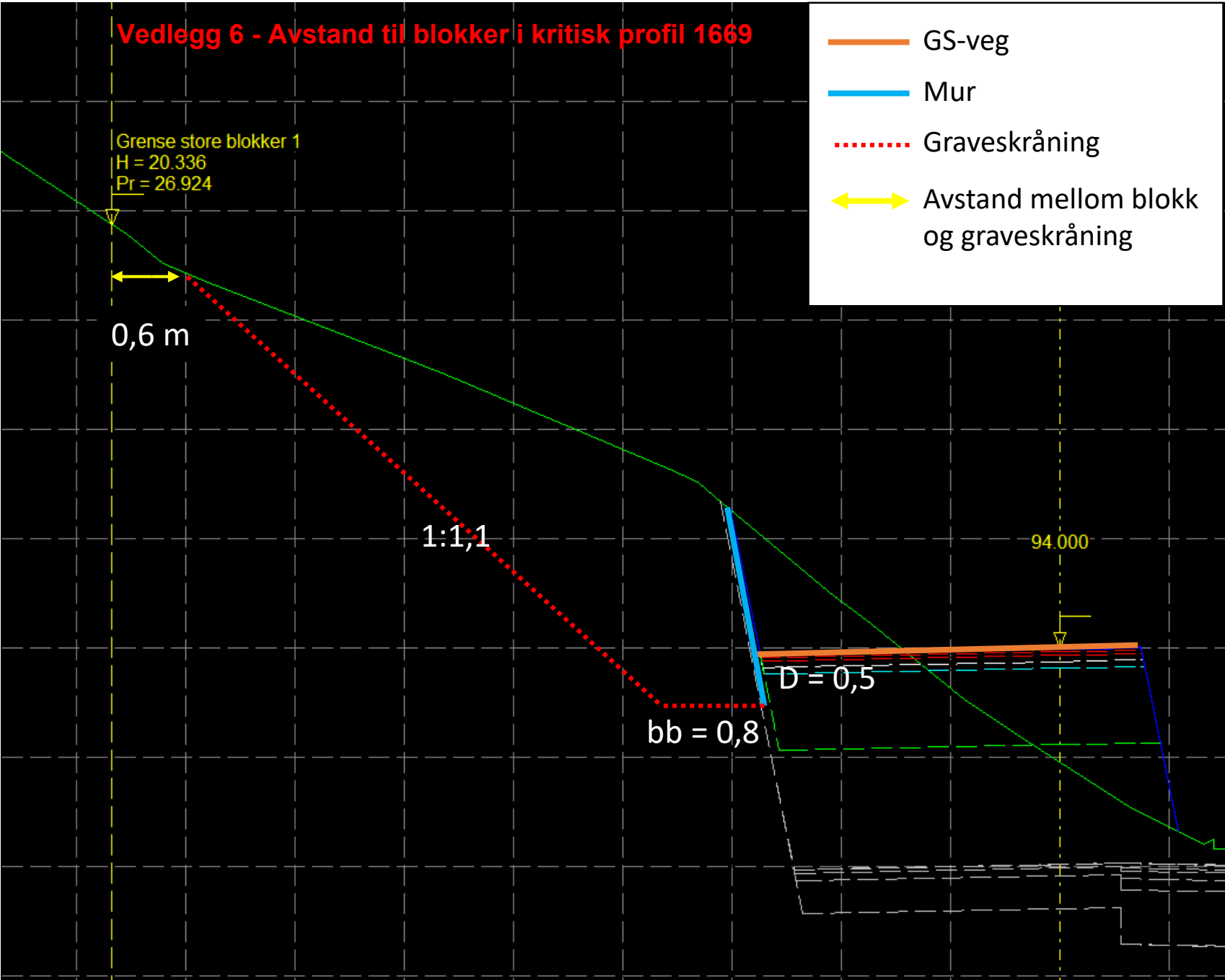
0,6 m

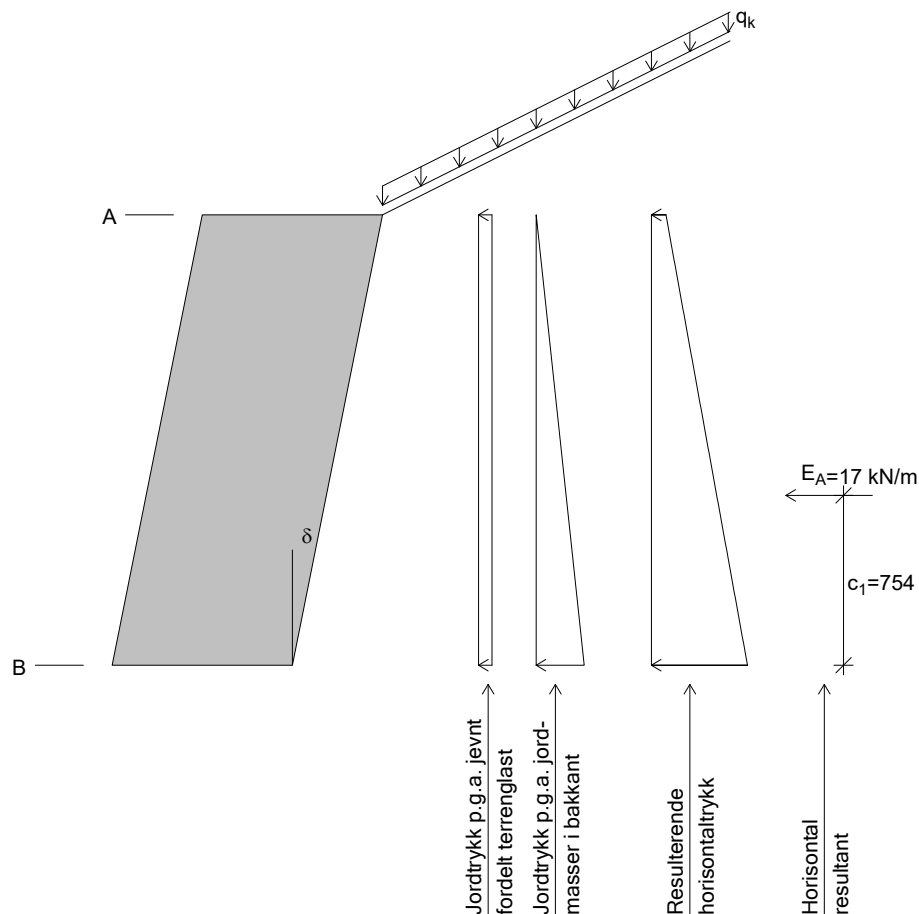
1:1,1

bb = 0,8

D = 0,5

94.000



Jordtrykk
 (mål i mm)


$r_v = 0,3$ (ruhet for beregning av jordtrykk)

$$\tan\phi_d = \tan\phi/\gamma_m = 0,90/1,4 = 0,64, \quad \phi_d = \arctan(0,64) = 32,7^\circ$$

Ved hellende terreng er jordtrykket for aktiv tilstand gitt ved:

$$p_A' + a = K_{\beta A} \cdot (p_v' + a)$$

$$a = 0 \Rightarrow \text{Uttrykket forenkles til: } p_A' = K_{\beta A} \cdot p_v' \quad (1)$$

$$s = \tan\beta/\tan\phi_d = 0,78, \quad t = (1+r_v) \cdot (1-s) = 0,29$$

$$\Rightarrow K_{\beta A} = 0,425 \text{ (iht. figur 5.5 i V220)}$$

$$\text{Helning av bakkant mur: } d_b = \frac{H}{\frac{H}{d} + b_t - b_b} = \frac{2,0}{\frac{2,0}{5,0} + 0,8 - 0,8} = 5,0$$

$$\tan\delta = 1/d_b \Rightarrow \delta = \arctan(1/d_b) = 11,3^\circ$$

$$K_\delta = \frac{\cos^2(\delta + \phi_d)}{\cos^3\delta \cdot \cos^2\phi_d} = \frac{\cos^2(11,3^\circ + 32,7^\circ)}{\cos^3(11,3^\circ) \cdot \cos^2(32,7^\circ)} = 0,774$$

$$\text{Korrigert jordtrykksfaktor: } K_{A, \text{kor}} = K_\delta \cdot K_{\beta A} = 0,774 \cdot 0,425 = 0,329$$

Resulterende trykk i bakkant beregnes iht. ligning (1) ovenfor.

Nivå A (topp mur)

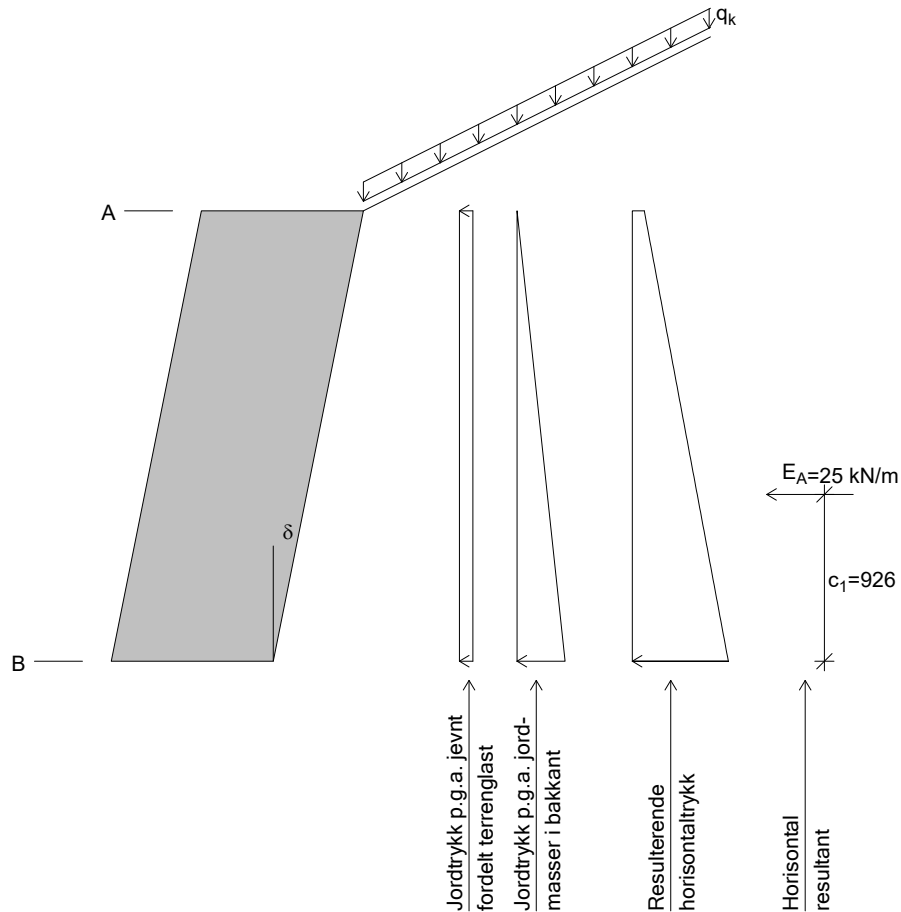
$$\text{Vertikaltrykk: } p'_{Av} = q_k \cdot \gamma_{q1} = 5,0 \cdot 1,35 = 6,8 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Horisontaltrykk: } p'_{Ah} = K_{A, \text{kor}} \cdot p'_{Av} = 0,329 \cdot 6,8 = 2,2 \text{ kN/m}^2$$

Nivå B (bunn mur)

$$\text{Vertikalspenning: } p'_{Bv} = 2,0 \cdot \gamma + q_k \cdot \gamma_{q1} = 2,0 \cdot 19,0 + 5,0 \cdot 1,35 = 44,8 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Horisontaltrykk: } p'_{Bh} = K_{A, \text{kor}} \cdot p'_{Bv} = 0,329 \cdot 44,8 = 14,7 \text{ kN/m}^2$$

Jordtrykk
 (mål i mm)


$r_v = 0,3$ (ruhet for beregning av jordtrykk)

$$\tan\phi_d = \tan\phi/\gamma_m = 0,90/1,4 = 0,64, \quad \phi_d = \arctan(0,64) = 32,7^\circ$$

Ved hellende terreng er jordtrykket for aktiv tilstand gitt ved:

$$p_A' + a = K_{\beta A} \cdot (p_v' + a)$$

$$a = 0 \Rightarrow \text{Uttrykket forenkles til: } p_A' = K_{\beta A} \cdot p_v' \quad (1)$$

$$s = \tan\beta/\tan\phi_d = 0,78, \quad t = (1+r_v) \cdot (1-s) = 0,29$$

$$\Rightarrow K_{\beta A} = 0,425 \text{ (iht. figur 5.5 i V220)}$$

$$\text{Helning av bakkant mur: } d_b = \frac{H}{\frac{H}{d} + b_t - b_b} = \frac{2,5}{\frac{2,5}{5,0} + 0,9 - 0,9} = 5,0$$

$$\tan\delta = 1/d_b \Rightarrow \delta = \arctan(1/d_b) = 11,3^\circ$$

$$K_\delta = \frac{\cos^2(\delta + \phi_d)}{\cos^3\delta \cdot \cos^2\phi_d} = \frac{\cos^2(11,3^\circ + 32,7^\circ)}{\cos^3(11,3^\circ) \cdot \cos^2(32,7^\circ)} = 0,774$$

$$\text{Korrigert jordtrykksfaktor: } K_{A, \text{korr}} = K_\delta \cdot K_{\beta A} = 0,774 \cdot 0,425 = 0,329$$

Resulterende trykk i bakkant beregnes iht. ligning (1) ovenfor.

Nivå A (topp mur)

$$\text{Vertikaltrykk: } p'_{Av} = q_k \cdot \gamma_{q1} = 5,0 \cdot 1,35 = 6,8 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Horisontaltrykk: } p'_{Ah} = K_{A, \text{korr}} \cdot p'_{Av} = 0,329 \cdot 6,8 = 2,2 \text{ kN/m}^2$$

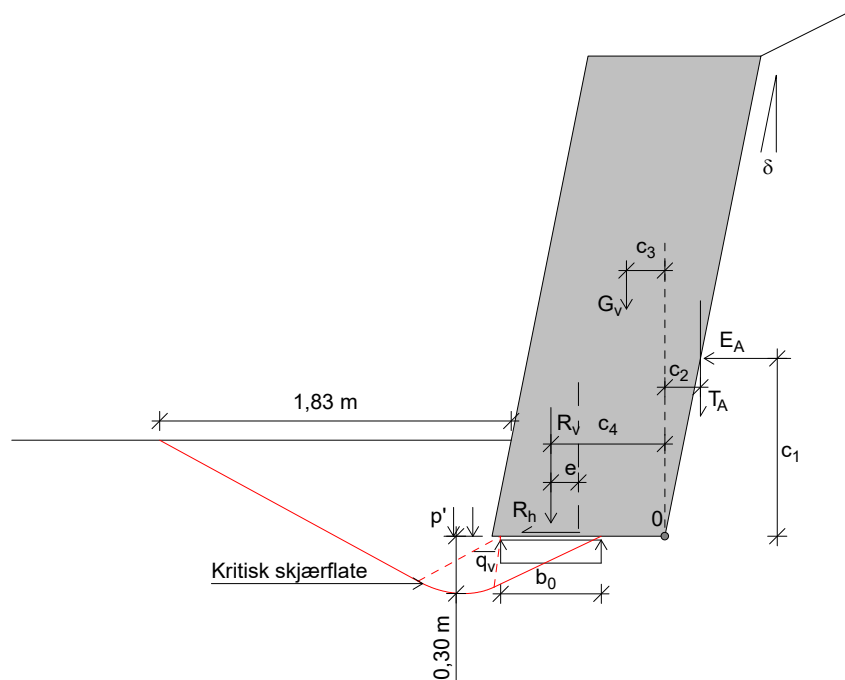
Nivå B (bunn mur)

$$\text{Vertikalspenning: } p'_{Bv} = 2,5 \cdot \gamma + q_k \cdot \gamma_{q1} = 2,5 \cdot 19,0 + 5,0 \cdot 1,35 = 54,3 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Horisontaltrykk: } p'_{Bh} = K_{A, \text{korr}} \cdot p'_{Bv} = 0,329 \cdot 54,3 = 17,9 \text{ kN/m}^2$$

Resultater

Bæreevne



$$R_h = E_A = 25 = 25 \text{ kN/m}$$

$$G_v = 0,5 \cdot (b_b + b_t) \cdot H \cdot \gamma_{\text{mur}} = 0,5 \cdot (0,9 + 0,9) \cdot 2,5 \cdot 22,0 = 50 \text{ kN/m}$$

$$c_3 = \frac{1}{G_v} \cdot \left[\frac{H}{6} \cdot (b_b - b_t) \cdot \gamma_{\text{mur}} \cdot (b_b - b_t \cdot \frac{H}{d_b}) + H \cdot b_t \cdot \gamma_{\text{mur}} \cdot (b_b - \frac{1}{2} \cdot b_t - \frac{1}{2} \cdot \frac{H}{d}) \right]$$

$$\Rightarrow c_3 = \frac{1}{50} \cdot \left[\frac{2,5}{6} \cdot (0,9 - 0,9) \cdot 22,0 \cdot (0,9 - 0,9 - \frac{2,5}{5,0}) + 2,5 \cdot 0,9 \cdot 22,0 \cdot (0,9 - \frac{1}{2} \cdot 0,9 - \frac{1}{2} \cdot \frac{2,5}{5,0}) \right] = 0,20 \text{ m}$$

$$T_A = r_v \cdot \tan \phi_d \cdot \left(\frac{E_A}{H} + a \right) \cdot H = 0,30 \cdot 0,64 \cdot \left(\frac{25}{2,5} + 0,0 \right) \cdot 2,5 = 4,8 \text{ kN/m}$$

$$c_2 = \frac{c_1}{d_b} = \frac{0,93}{5,0} = 0,19 \text{ m}$$

$$R_v = G_v + T_A = 50 + 4,8 = 54 \text{ kN/m}$$

Momentlikevekt om pkt. 0:

$$c_4 = \frac{E_A \cdot c_1 - T_A \cdot c_2 + G_v \cdot c_3}{R_v}$$

$$c_4 = \frac{25 \cdot 0,93 - 4,8 \cdot 0,19 + 50 \cdot 0,20}{54}$$

$$c_4 = 0,59 \text{ m}$$

$$e = c_4 - 0,5 \cdot b_b = 0,59 - 0,5 \cdot 0,9 = 0,14 \text{ m}$$

$$b_0 = 0,9 - b_b - 2 \cdot e = 0,9 - 0,9 - 2 \cdot 0,14 = 0,52 \text{ m}$$

$$\bar{q}_v = R_v / b_0 = 54 / 0,52 = 104 \text{ kN/m}^2$$

Beregning av bæreevne (effektivspenningsanalyse):

Krav 1 : $r_b \leq r_{b\text{max}} = 0,80$, $r_b = \frac{R_h}{b_0 \cdot (q_v + a) \cdot \tan \phi_d}$, $a = 5 \text{ kN/m}^2$

$$\tan \phi_d = \tan \phi / \gamma_m = 0,90 / 1,4 = 0,64 \Rightarrow r_b = \frac{25}{0,52 \cdot (104 + 5) \cdot 0,64}$$

$r_b = 0,69 < r_{b\text{max}} \Rightarrow$ krav 1 er OK !

Krav 2 : $\bar{q}_v \leq \bar{\sigma}_v = N_q \cdot (p' + a) + \frac{1}{2} N_\gamma \cdot \gamma' \cdot b_0 - a$

$$p' = 19,0 - 0,50 = 9,5 \text{ kN/m}^2$$

$$N_q = 8,5 , N_\gamma = 3,9 , \gamma' = 19,0 - 10 = 9,0 \text{ kN/m}^3 \text{ (dykket)}$$

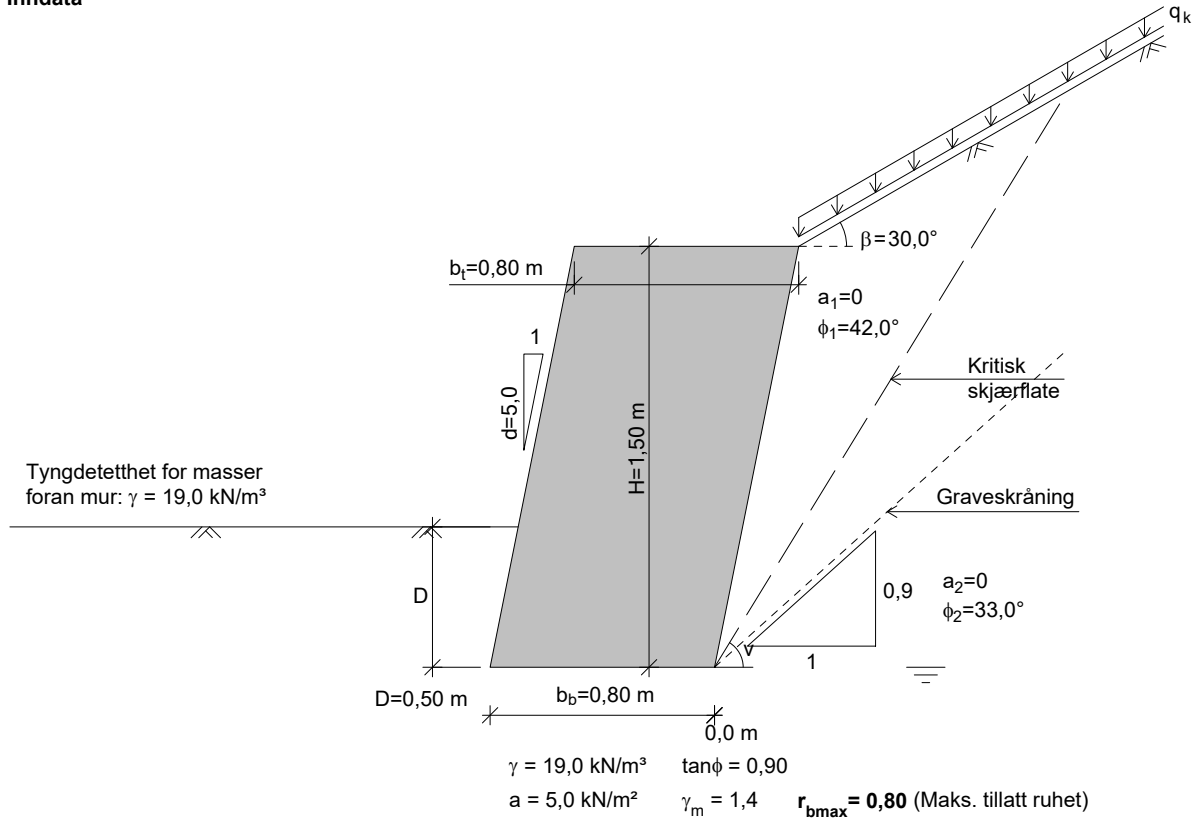
$$\bar{\sigma}_v = 128 \text{ kN/m}^2 > \bar{q}_v \Rightarrow \text{krav 2 er OK !}$$

$$\bar{q}_v / \bar{\sigma}_v = 0,81$$

Øvre murer med skråningshelning $\beta = 40^\circ$

Beregnet 04.12.2020 Kl.13:43:06
(Programversjon 19.01)

Inndata



Tyngdetetthet for mur: $\gamma_{\text{mur}} = 22,0 \text{ kN/m}^3$

Tyngdetetthet for masser bak mur: $\gamma = 19,0 \text{ kN/m}^3$

Konsekvensklasse: CC2 Alvorlig

Bruddmekanisme : Nøytralt brudd

$\Rightarrow \gamma_m = 1,4$ (iht. Fig. 0.3 i Håndbok V220)

Ruhet for bakkant mur: $r_v = 0,3$

Kritisk skjærflate går gjennom bakfyllmassene, dvs.:

Midlere friksjonsvinkel: $\phi_m = \phi_1 = 42,0^\circ$

Midlere attraksjon: $a_m = a_1 = 0,0 \text{ kN/m}^2$

Helning av kritisk skjærflate settes lik:

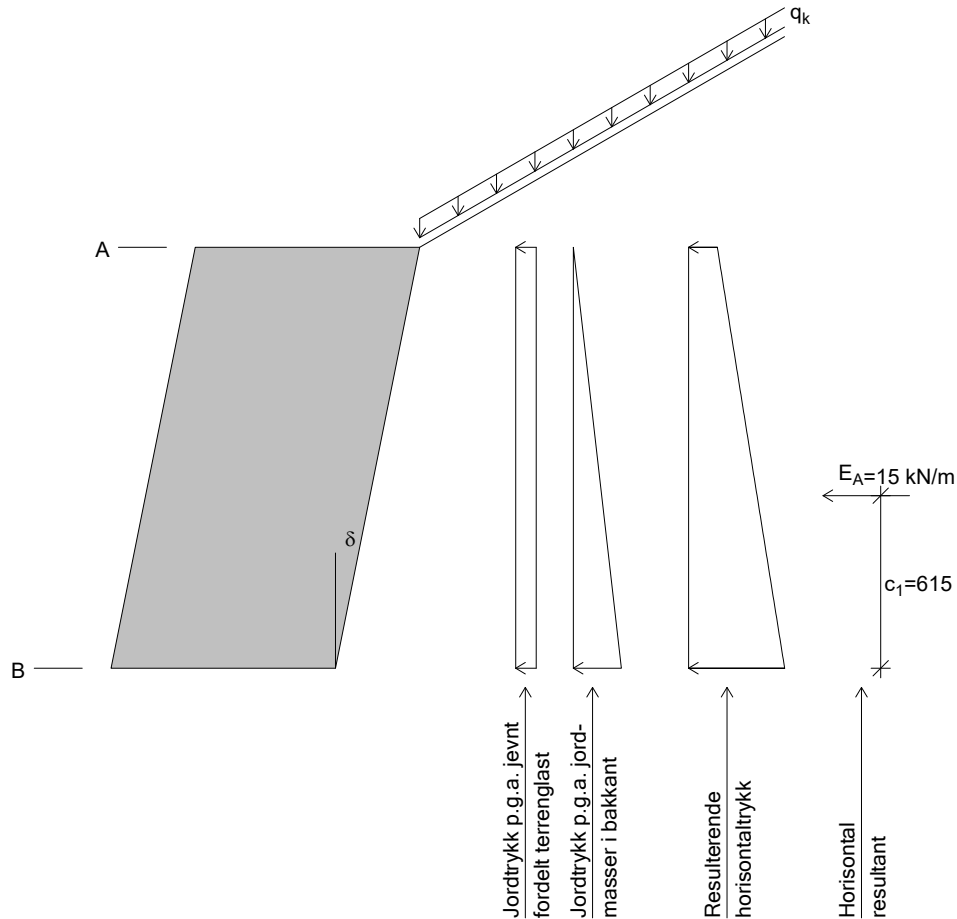
$$v = 45 + \frac{\phi_m}{2} - \frac{\beta}{4} = 45 + \frac{42,0}{2} - \frac{30,0}{4} = 58,5^\circ$$

Bæreevnen beregnes for antatt homogen undergrunn.

Bæreevnen regnes dykket, dvs. kritisk skjærflate antas å gå gjennom masser som ligger under grunnvannsstanden.

NB! Programmet beregner totalstabilitet og bæreevne for muren. Det forutsettes at muren utformes slik at den beregningsmessig virker som ett legeme, med teoretisk omriss som vist på figuren ovenfor. Muren kontrolleres ikke for glidning/velting for hvert enkelt skift.

Last i bakkant	Lastfaktor (Bruddgrense)
$q_k = 9,0 \text{ kN/m}^2$	1,35

Jordtrykk
 (mål i mm)


$r_v = 0,3$ (ruhet for beregning av jordtrykk)

$$\tan\phi_d = \tan\phi/\gamma_m = 0,90/1,4 = 0,64, \quad \phi_d = \arctan(0,64) = 32,7^\circ$$

Ved hellende terreng er jordtrykket for aktiv tilstand gitt ved:

$$p_A' + a = K_{\beta A} \cdot (p_v' + a)$$

$$a = 0 \Rightarrow \text{Uttrykket forenkles til: } p_A' = K_{\beta A} \cdot p_v' \quad (1)$$

$$s = \tan\beta/\tan\phi_d = 0,90, \quad t = (1+r_v) \cdot (1-s) = 0,13$$

$$\Rightarrow K_{\beta A} = 0,493 \text{ (iht. figur 5.5 i V220)}$$

$$\text{Helning av bakkant mur: } d_b = \frac{H}{\frac{H}{d} + b_t - b_b} = \frac{1,5}{\frac{1,5}{5,0} + 0,8 - 0,8} = 5,0$$

$$\tan\delta = 1/d_b \Rightarrow \delta = \arctan(1/d_b) = 11,3^\circ$$

$$K_\delta = \frac{\cos^2(\delta + \phi_d)}{\cos^3\delta \cdot \cos^2\phi_d} = \frac{\cos^2(11,3^\circ + 32,7^\circ)}{\cos^3(11,3^\circ) \cdot \cos^2(32,7^\circ)} = 0,774$$

$$\text{Korrigert jordtrykksfaktor: } K_{A, \text{kor}} = K_\delta \cdot K_{\beta A} = 0,774 \cdot 0,493 = 0,382$$

Resulterende trykk i bakkant beregnes iht. ligning (1) ovenfor.

Nivå A (topp mur)

$$\text{Vertikaltrykk: } p'_{Av} = q_k \cdot \gamma_{q1} = 9,0 \cdot 1,35 = 12,2 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Horisontaltrykk: } p'_{Ah} = K_{A, \text{kor}} \cdot p'_{Av} = 0,382 \cdot 12,2 = 4,6 \text{ kN/m}^2$$

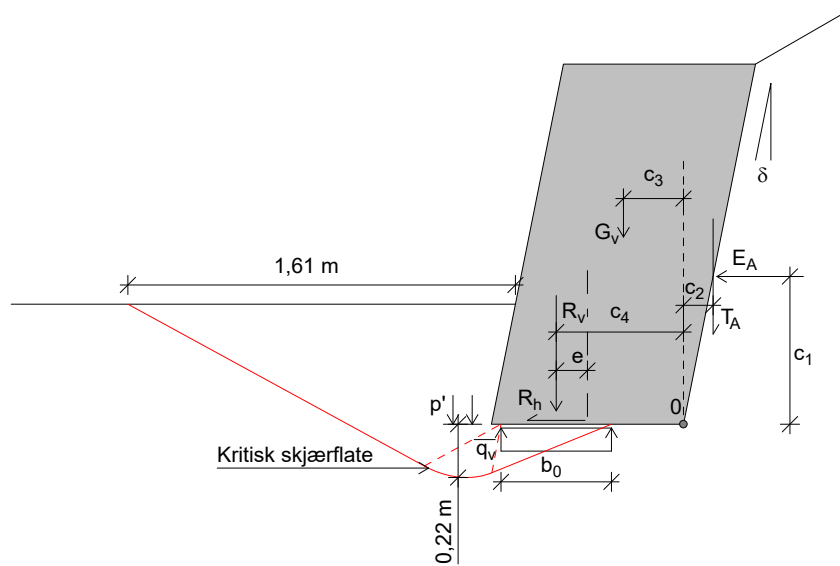
Nivå B (bunn mur)

$$\text{Vertikalspenning: } p'_{Bv} = 1,5 \cdot \gamma + q_k \cdot \gamma_{q1} = 1,5 \cdot 19,0 + 9,0 \cdot 1,35 = 40,7 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Horisontaltrykk: } p'_{Bh} = K_{A, \text{kor}} \cdot p'_{Bv} = 0,382 \cdot 40,7 = 15,5 \text{ kN/m}^2$$

Resultater

Bæreevne



$$R_h = E_A = 15 = 15 \text{ kN/m}$$

$$G_v = 0,5 \cdot (b_b + b_t) \cdot H \cdot \gamma_{\text{mur}} = 0,5 \cdot (0,8 + 0,8) \cdot 1,5 \cdot 22,0 = 26 \text{ kN/m}$$

$$c_3 = \frac{1}{G_v} \cdot \left[\frac{H}{6} \cdot (b_b - b_t) \cdot \gamma_{\text{mur}} \cdot (b_b - b_t \cdot \frac{H}{d_b}) + H \cdot b_t \cdot \gamma_{\text{mur}} \cdot (b_b - \frac{1}{2} \cdot b_t - \frac{1}{2} \cdot \frac{H}{d}) \right]$$

$$\Rightarrow c_3 = \frac{1}{26} \cdot \left[\frac{1,5}{6} \cdot (0,8 - 0,8) \cdot 22,0 \cdot (0,8 - 0,8 \cdot \frac{1,5}{5,0}) + 1,5 \cdot 0,8 \cdot 22,0 \cdot (0,8 - \frac{1}{2} \cdot 0,8 - \frac{1}{2} \cdot \frac{1,5}{5,0}) \right] = 0,25 \text{ m}$$

$$T_A = r_v \cdot \tan \phi_d \cdot \left(\frac{E_A}{H} + a \right) \cdot H = 0,30 \cdot 0,64 \cdot \left(\frac{15}{1,5} + 0,0 \right) \cdot 1,5 = 2,9 \text{ kN/m}$$

$$c_2 = \frac{c_1}{d_b} = \frac{0,62}{5,0} = 0,12 \text{ m}$$

$$R_v = G_v + T_A = 26 + 2,9 = 29 \text{ kN/m}$$

Momentlikevekt om pkt. 0:

$$c_4 = \frac{E_A \cdot c_1 - T_A \cdot c_2 + G_v \cdot c_3}{R_v}$$

$$c_4 = \frac{15 \cdot 0,62 - 2,9 \cdot 0,12 + 26 \cdot 0,25}{29}$$

$$c_4 = 0,53 \text{ m}$$

$$e = c_4 - 0,5 \cdot b_b = 0,53 - 0,5 \cdot 0,8 = 0,13 \text{ m}$$

$$b_0 = 0,9 \cdot b_b - 2 \cdot e = 0,9 \cdot 0,8 - 2 \cdot 0,13 = 0,46 \text{ m}$$

$$\bar{q}_v = R_v / b_0 = 29 / 0,46 = 64 \text{ kN/m}^2$$

Beregning av bæreevne (effektivspenningsanalyse):

$$\text{Krav 1: } r_b \leq r_{b\text{max}} = 0,80, \quad r_b = \frac{R_h}{b_0 \cdot (q_v + a) \cdot \tan \phi_d}, \quad a = 5 \text{ kN/m}^2$$

$$\tan \phi_d = \tan \phi / \gamma_m = 0,90 / 1,4 = 0,64 \Rightarrow r_b = \frac{15}{0,46 \cdot (64 + 5) \cdot 0,64}$$

$$r_b = 0,74 < r_{b\text{max}} \Rightarrow \text{krav 1 er OK!}$$

$$\text{Krav 2: } \bar{q}_v \leq \bar{\sigma}_v = N_q \cdot (p' + a) + \frac{1}{2} N_\gamma \cdot \gamma' \cdot b_0 - a$$

$$p' = 19,0 \cdot 0,50 = 9,5 \text{ kN/m}^2$$

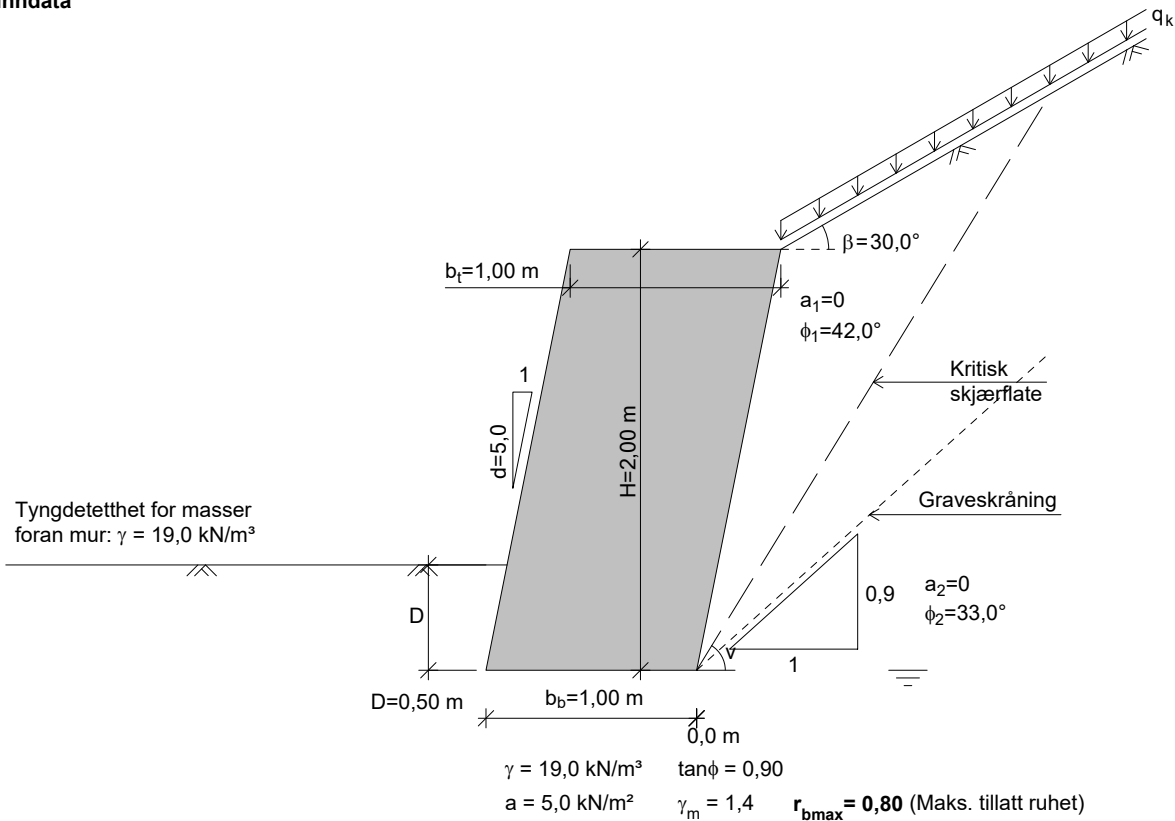
$$N_q = 7,5, \quad N_\gamma = 2,9, \quad \gamma' = 19,0 - 10 = 9,0 \text{ kN/m}^3 \text{ (dykket)}$$

$$\bar{\sigma}_v = 110 \text{ kN/m}^2 > \bar{q}_v \Rightarrow \text{krav 2 er OK!}$$

$$\bar{q}_v / \bar{\sigma}_v = 0,58$$

Beregnet 04.12.2020 Kl.13:42:16
(Programversjon 19.01)

Inndata



Tyngdetetthet for mur: $\gamma_{\text{mur}} = 22,0 \text{ kN/m}^3$

Tyngdetetthet for masser bak mur: $\gamma = 19,0 \text{ kN/m}^3$

Konsekvensklasse: CC2 Alvorlig

Bruddmekanisme : Nøytralt brudd

$\Rightarrow \gamma_m = 1,4$ (iht. Fig. 0.3 i Håndbok V220)

Ruhet for bakkant mur: $r_v = 0,3$

Kritisk skjærflate går gjennom bakfyllmassene, dvs.:

Midlere friksjonsvinkel: $\phi_m = \phi_1 = 42,0^\circ$

Midlere attraksjon: $a_m = a_1 = 0,0 \text{ kN/m}^2$

Helning av kritisk skjærflate settes lik:

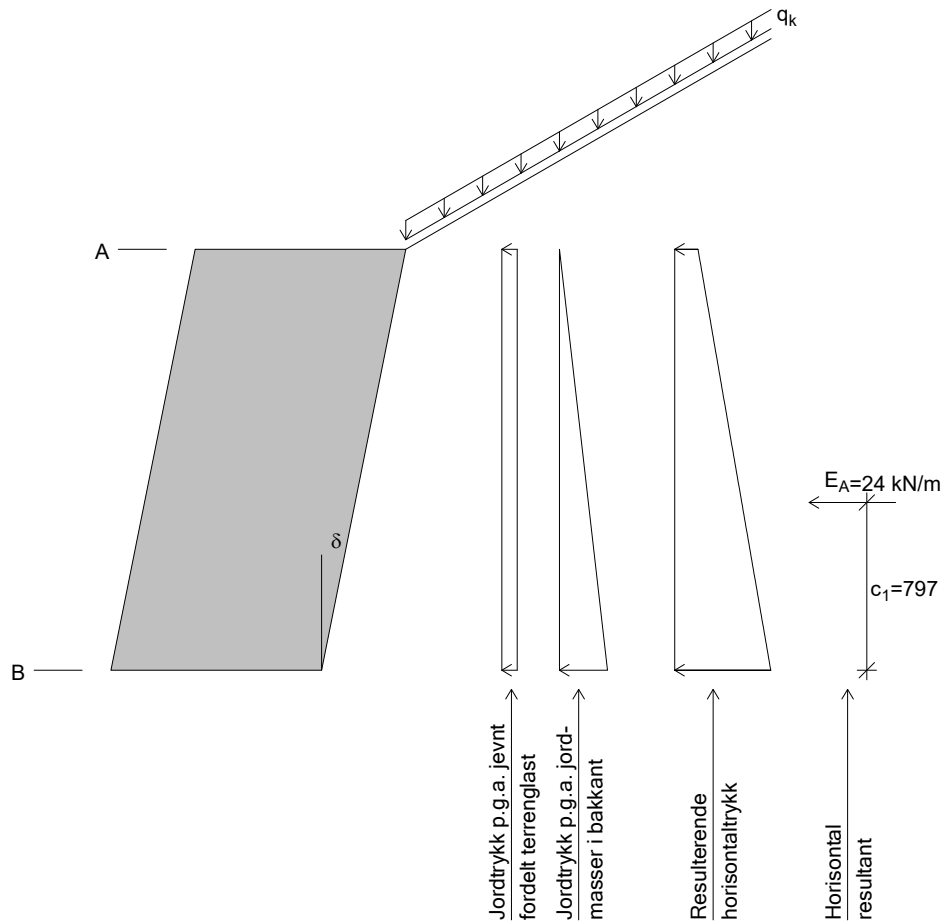
$$v = 45 + \frac{\phi_m}{2} - \frac{\beta}{4} = 45 + \frac{42,0}{2} - \frac{30,0}{4} = 58,5^\circ$$

Bæreevnen beregnes for antatt homogen undergrunn.

Bæreevnen regnes dykket, dvs. kritisk skjærflate antas å gå gjennom masser som ligger under grunnvannsstanden.

NB! Programmet beregner totalstabilitet og bæreevne for muren. Det forutsettes at muren utformes slik at den beregningsmessig virker som ett legeme, med teoretisk omriss som vist på figuren ovenfor. Muren kontrolleres ikke for glidning/velting for hvert enkelt skift.

Last i bakkant	Lastfaktor (Bruddgrense)
$q_k = 9,0 \text{ kN/m}^2$	1,35

Jordtrykk
 (mål i mm)


$r_v = 0,3$ (ruhet for beregning av jordtrykk)

$\tan\phi_d = \tan\phi/\gamma_m = 0,90/1,4 = 0,64$, $\phi_d = \arctan(0,64) = 32,7^\circ$

Ved hellende terreng er jordtrykket for aktiv tilstand gitt ved:

$$p_A' + a = K_{\beta A} \cdot (p_v' + a)$$

$$a = 0 \Rightarrow \text{Uttrykket forenkles til: } p_A' = K_{\beta A} \cdot p_v' \quad (1)$$

$$s = \tan\beta/\tan\phi_d = 0,90 \quad , \quad t = (1+r_v) \cdot (1-s) = 0,13$$

$$\Rightarrow K_{\beta A} = 0,493 \text{ (iht. figur 5.5 i V220)}$$

$$\text{Helning av bakkant mur: } d_b = \frac{H}{\frac{H}{d} + b_t - b_b} = \frac{2,0}{\frac{2,0}{5,0} + 1,0 - 1,0} = 5,0$$

$$\tan\delta = 1/d_b \Rightarrow \delta = \arctan(1/d_b) = 11,3^\circ$$

$$K_\delta = \frac{\cos^2(\delta + \phi_d)}{\cos^3\delta \cdot \cos^2\phi_d} = \frac{\cos^2(11,3^\circ + 32,7^\circ)}{\cos^3(11,3^\circ) \cdot \cos^2(32,7^\circ)} = 0,774$$

$$\text{Korrigert jordtrykksfaktor: } K_{A, \text{kor}} = K_\delta \cdot K_{\beta A} = 0,774 \cdot 0,493 = 0,382$$

Resulterende trykk i bakkant beregnes iht. ligning (1) ovenfor.

Nivå A (topp mur)

$$\text{Vertikaltrykk: } p'_{Av} = q_k \cdot \gamma_{q1} = 9,0 \cdot 1,35 = 12,2 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Horisontaltrykk: } p'_{Ah} = K_{A, \text{kor}} \cdot p'_{Av} = 0,382 \cdot 12,2 = 4,6 \text{ kN/m}^2$$

Nivå B (bunn mur)

$$\text{Vertikalspenning: } p'_{Bv} = 2,0 \cdot \gamma + q_k \cdot \gamma_{q1} = 2,0 \cdot 19,0 + 9,0 \cdot 1,35 = 50,2 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Horisontaltrykk: } p'_{Bh} = K_{A, \text{kor}} \cdot p'_{Bv} = 0,382 \cdot 50,2 = 19,2 \text{ kN/m}^2$$

Beregning av ekstra terrenglast for øvre murer med $\beta = 40^\circ$.

Beregnet 04.12.2020 Kl.13:07:04
(Programversjon 19.01)

Inndata

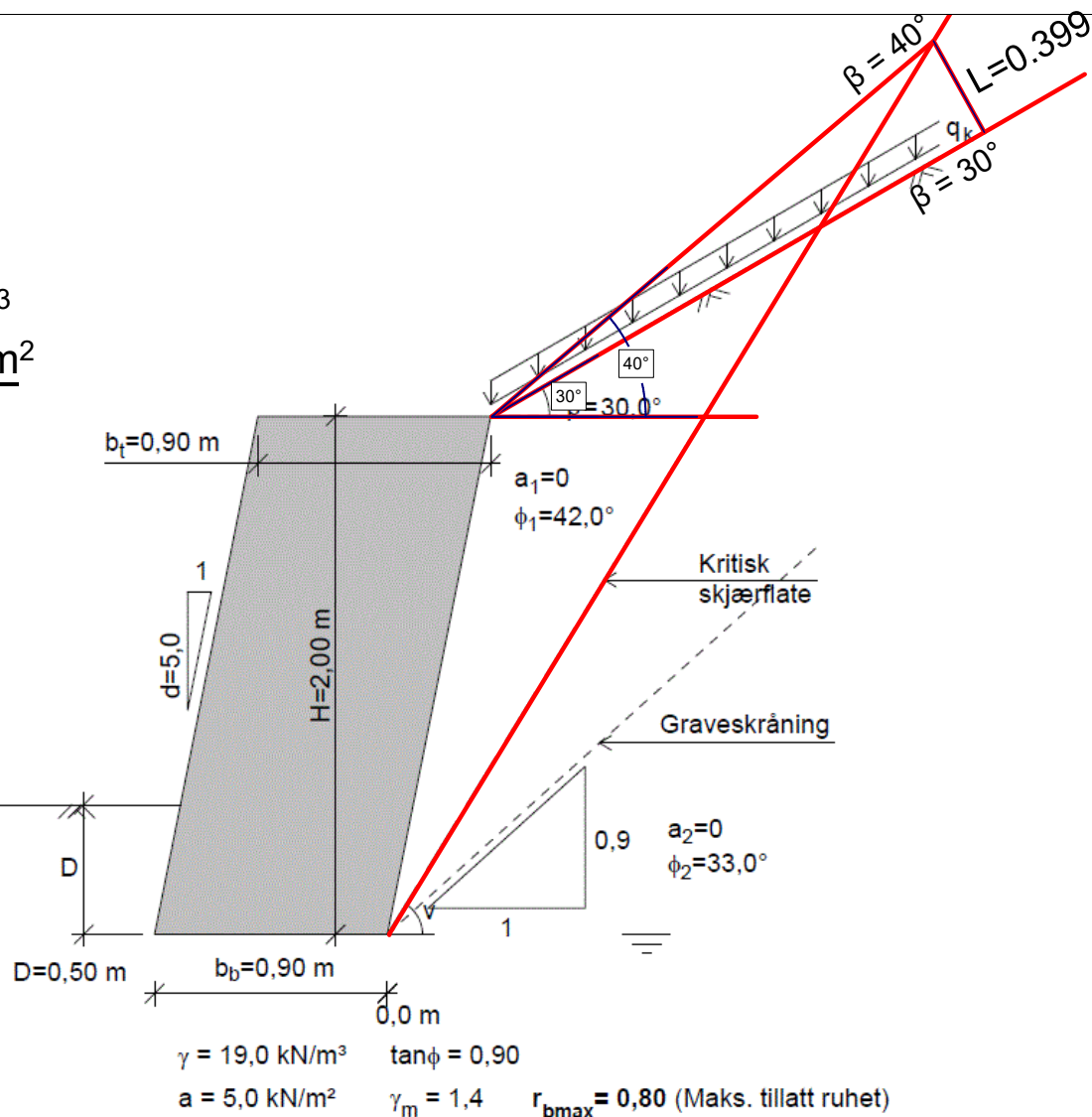
Utgang

$$q = h \cdot \gamma$$

$$q = (0.399/2) \cdot 18 \text{ kN/m}^3$$

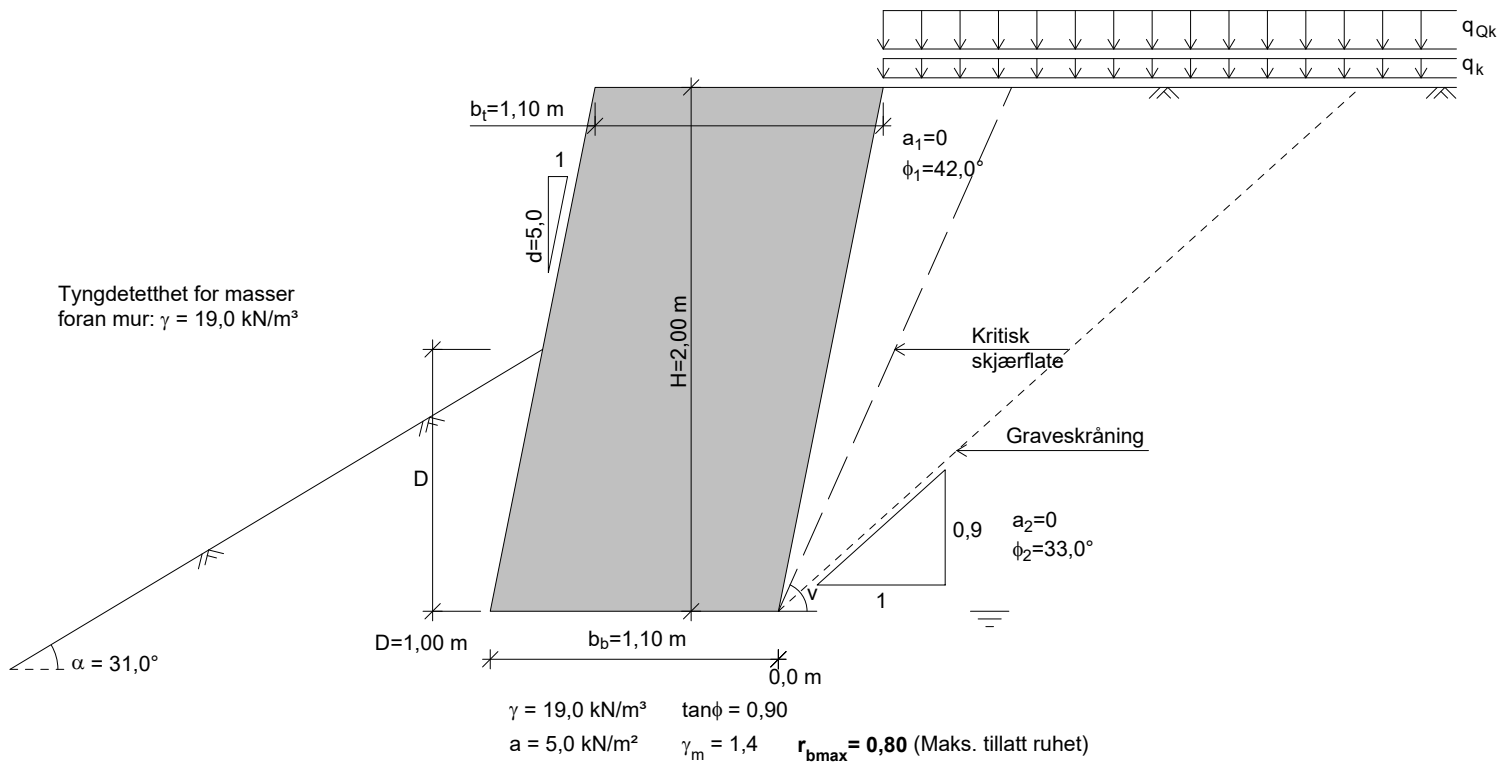
$$q = 3,59 \text{ kN/m}^2 \sim \underline{4 \text{ kN/m}^2}$$

Tyngdetetthet for masser
foran mur: $\gamma = 19,0 \text{ kN/m}^3$



Nedre murer med skråningshelning $\alpha = 31^\circ$ Beregnet 04.12.2020 Kl.14:09:05
(Programversjon 19.01)

Inndata

Tyngdetetthet for mur: $\gamma_{\text{mur}} = 22,0 \text{ kN/m}^3$ Tyngdetetthet for masser bak mur: $\gamma = 19,0 \text{ kN/m}^3$

Konsekvensklasse: CC2 Alvorlig

Bruddmekanisme : Nøytralt brudd

 $\Rightarrow \gamma_m = 1,4$ (iht. Fig. 0.3 i Håndbok V220)Ruhet for bakkant mur: $r_v = 0,3$

Kritisk skjærflate går gjennom bakfyllmassene, dvs.:

Midlere friksjonsvinkel: $\phi_m = \phi_1 = 42,0^\circ$ Midlere attraksjon: $a_m = a_1 = 0,0 \text{ kN/m}^2$

Helning av kritisk skjærflate settes lik:

$$v = 45 + \frac{\phi_m}{2} - \frac{\beta}{4} = 45 + \frac{42,0}{2} - \frac{0,0}{4} = 66,0^\circ$$

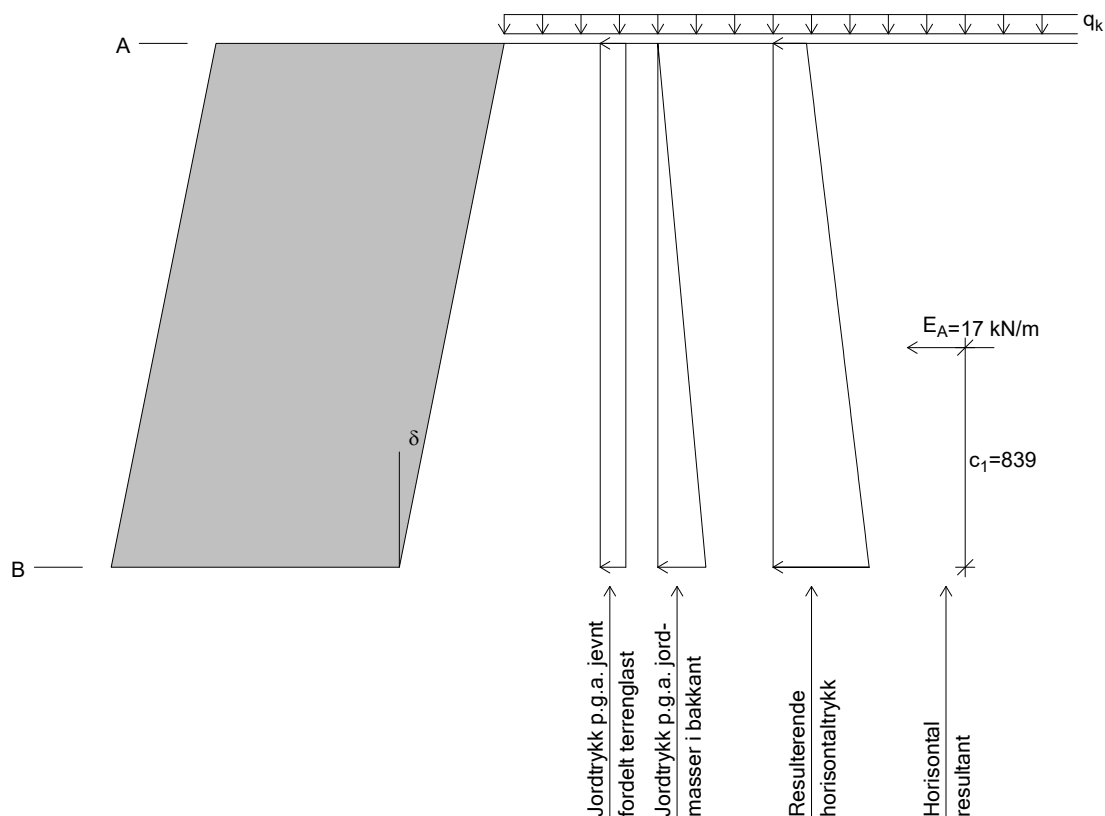
Bæreevnen beregnes for antatt homogen undergrunn.

Bæreevnen regnes dykket, dvs. kritisk skjærflate antas å gå gjennom masser som ligger under grunnvannsstanden.

NB! Programmet beregner totalstabilitet og bæreevne for muren. Det forutsettes at muren utformes slik at den beregningsmessig virker som ett legeme, med teoretisk omriss som vist på figuren ovenfor. Muren kontrolleres ikke for glidning/velting for hvert enkelt skift.

Laster i bakkant	Lastfaktor (Bruddgrense)
$q_k = 15,0 \text{ kN/m}^2$	1,35
$q_{Qk} = 25,0 \text{ kN/m}^2$	1,35

Boggiekvivalentlasten q_{Qk} blir ikke tatt med i beregningene.

Jordtrykk
 (mål i mm)


$r_v = 0,3$ (ruhet for beregning av jordtrykk)

$\tan\phi_d = \tan\phi/\gamma_m = 0,90/1,4 = 0,64$, $\phi_d = \arctan(0,64) = 32,7^\circ$

Ved horisontalt terreng er jordtrykket for aktiv tilstand gitt ved:

$$p_A' + a = K_A \cdot (p_v' + a)$$

$$a = 0 \Rightarrow \text{Uttrykket forenkles til: } p_A' = K_A \cdot p_v' \quad (1)$$

$K_A = 0,272$ (iht. figur 5.4 i V220)

$$\text{Helning av bakkant mur: } d_b = \frac{H}{\frac{H}{d} + b_t - b_b} = \frac{2,0}{\frac{2,0}{5,0} + 1,1 - 1,1} = 5,0$$

$$\tan\delta = 1/d_b \Rightarrow \delta = \arctan(1/d_b) = 11,3^\circ$$

$$K_\delta = \frac{\cos^2(\delta + \phi_d)}{\cos^3\delta \cdot \cos^2\phi_d} = \frac{\cos^2(11,3^\circ + 32,7^\circ)}{\cos^3(11,3^\circ) \cdot \cos^2(32,7^\circ)} = 0,774$$

$$\text{Korrigert jordtrykksfaktor: } K_{A,\text{korr}} = K_\delta \cdot K_A = 0,774 \cdot 0,272 = 0,211$$

Resulterende trykk i bakkant beregnes iht. ligning (1) ovenfor.

Nivå A (topp mur)

$$\text{Vertikaltrykk: } p'_{Av} = q_k \cdot \gamma_{q1} = 15,0 \cdot 1,35 = 20,3 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Horisontaltrykk: } p'_{Ah} = K_{A,\text{korr}} \cdot p'_{Av} = 0,211 \cdot 20,3 = 4,3 \text{ kN/m}^2$$

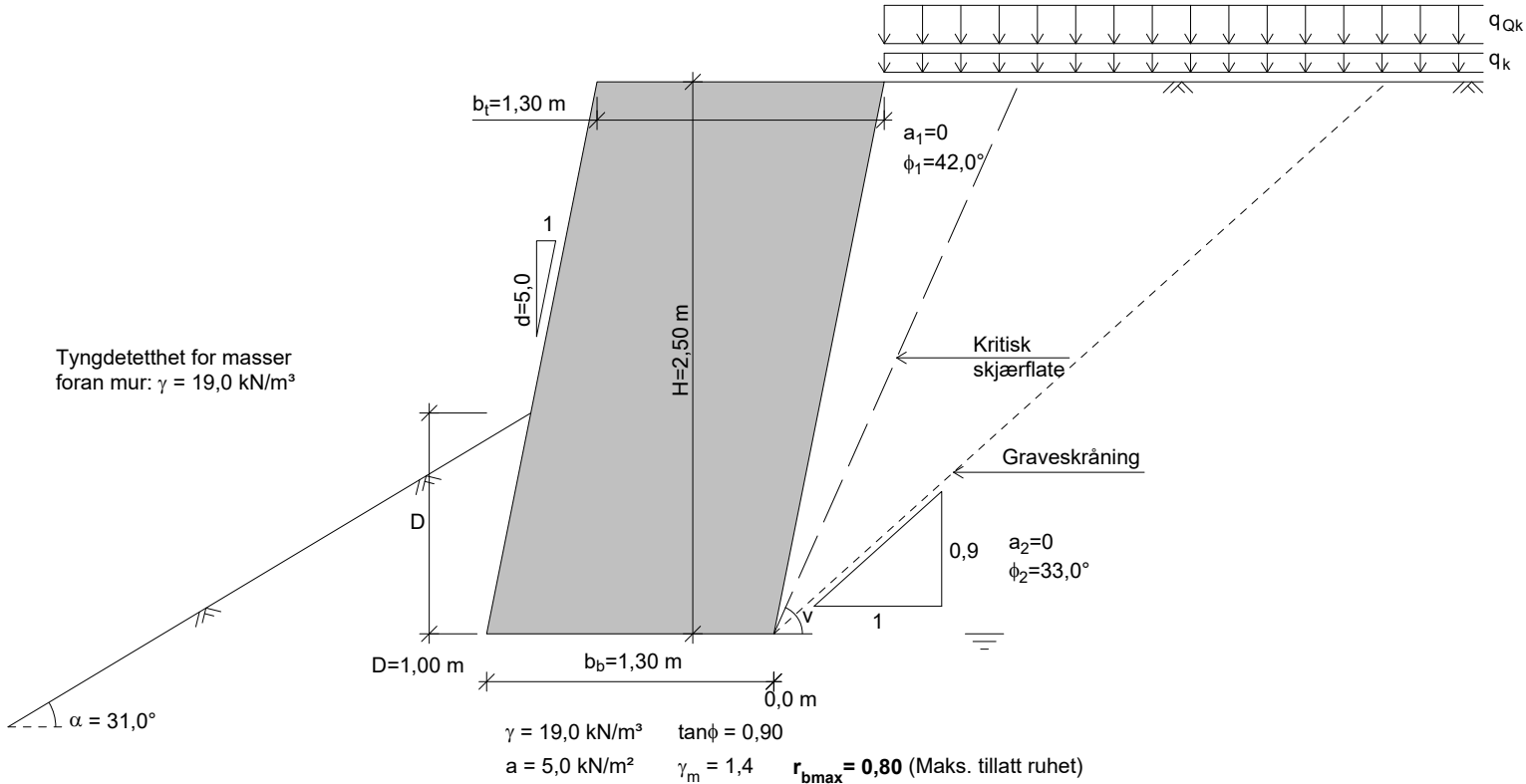
Nivå B (bunn mur)

$$\text{Vertikalspenning: } p'_{Bv} = 2,0 \cdot \gamma + q_k \cdot \gamma_{q1} = 2,0 \cdot 19,0 + 15,0 \cdot 1,35 = 58,3 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Horisontaltrykk: } p'_{Bh} = K_{A,\text{korr}} \cdot p'_{Bv} = 0,211 \cdot 58,3 = 12,3 \text{ kN/m}^2$$

Beregnet 04.12.2020 Kl.14:52:29
(Programversjon 19.01)

Inndata



Tyngdetetthet for mur: $\gamma_{mur} = 22,0 \text{ kN/m}^3$

Tyngdetetthet for masser bak mur: $\gamma = 19,0 \text{ kN/m}^3$

Konsekvensklasse: CC2 Alvorlig

Bruddmekanisme : Nøytralt brudd

$\Rightarrow \gamma_m = 1,4$ (iht. Fig. 0.3 i Håndbok V220)

Ruhet for bakkant mur: $r_v = 0,3$

Kritisk skjærflate går gjennom bakfyllmassene, dvs.:

Midlere friksjonsvinkel: $\phi_m = \phi_1 = 42,0^\circ$

Midlere attraksjon: $a_m = a_1 = 0,0 \text{ kN/m}^2$

Helning av kritisk skjærflate settes lik:

$$v = 45 + \frac{\phi_m}{2} - \frac{\beta}{4} = 45 + \frac{42,0}{2} - \frac{0,0}{4} = 66,0^\circ$$

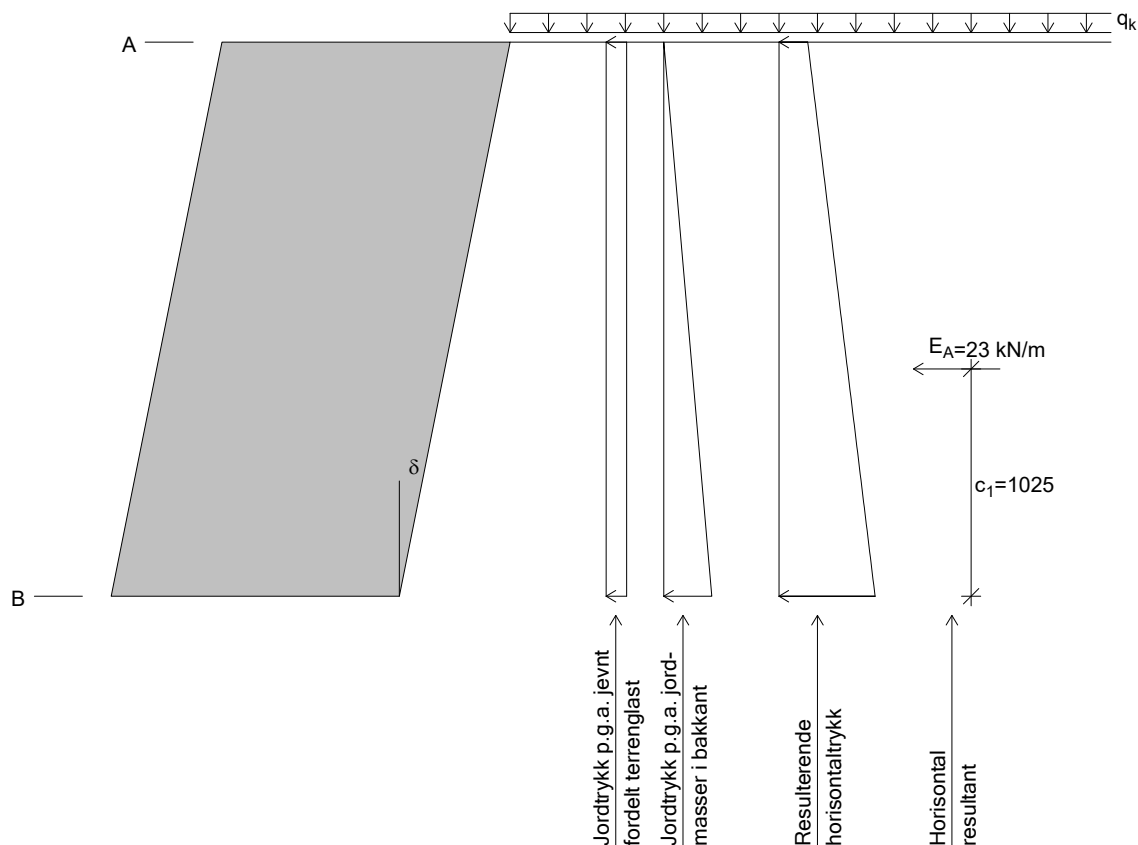
Bæreevnen beregnes for antatt homogen undergrunn.

Bæreevnen regnes dykket, dvs. kritisk skjærflate antas å gå gjennom masser som ligger under grunnvannsstanden.

NB! Programmet beregner totalstabilitet og bæreevne for muren. Det forutsettes at muren utformes slik at den beregningsmessig virker som ett legeme, med teoretisk omriss som vist på figuren ovenfor. Muren kontrolleres ikke for glidning/velting for hvert enkelt skift.

Laster i bakkant	Lastfaktor (Bruddgrense)
$q_k = 15,0 \text{ kN/m}^2$	1,35
$q_{Qk} = 25,0 \text{ kN/m}^2$	1,35

Boggiekvivalentlasten q_{Qk} blir ikke tatt med i beregningene.

Jordtrykk
 (mål i mm)


$r_v = 0,3$ (ruhet for beregning av jordtrykk)

$$\tan\phi_d = \tan\phi/\gamma_m = 0,90/1,4 = 0,64, \quad \phi_d = \arctan(0,64) = 32,7^\circ$$

Ved horisontalt terreng er jordtrykket for aktiv tilstand gitt ved:

$$p_A' + a = K_A \cdot (p_v' + a)$$

$$a = 0 \Rightarrow \text{Uttrykket forenkles til: } p_A' = K_A \cdot p_v' \quad (1)$$

$$K_A = 0,272 \text{ (iht. figur 5.4 i V220)}$$

$$\text{Helning av bakkant mur: } d_b = \frac{H}{\frac{H}{d} + b_t - b_b} = \frac{2,5}{\frac{2,5}{5,0} + 1,3 - 1,3} = 5,0$$

$$\tan\delta = 1/d_b \Rightarrow \delta = \arctan(1/d_b) = 11,3^\circ$$

$$K_\delta = \frac{\cos^2(\delta + \phi_d)}{\cos^3\delta \cdot \cos^2\phi_d} = \frac{\cos^2(11,3^\circ + 32,7^\circ)}{\cos^3(11,3^\circ) \cdot \cos^2(32,7^\circ)} = 0,774$$

$$\text{Korrigert jordtrykksfaktor: } K_{A,\text{korr}} = K_\delta \cdot K_A = 0,774 \cdot 0,272 = 0,211$$

Resulterende trykk i bakkant beregnes iht. ligning (1) ovenfor.

Nivå A (topp mur)

$$\text{Vertikaltrykk: } p'_{Av} = q_k \cdot \gamma_{q1} = 15,0 \cdot 1,35 = 20,3 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Horisontaltrykk: } p'_{Ah} = K_{A,\text{korr}} \cdot p'_{Av} = 0,211 \cdot 20,3 = 4,3 \text{ kN/m}^2$$

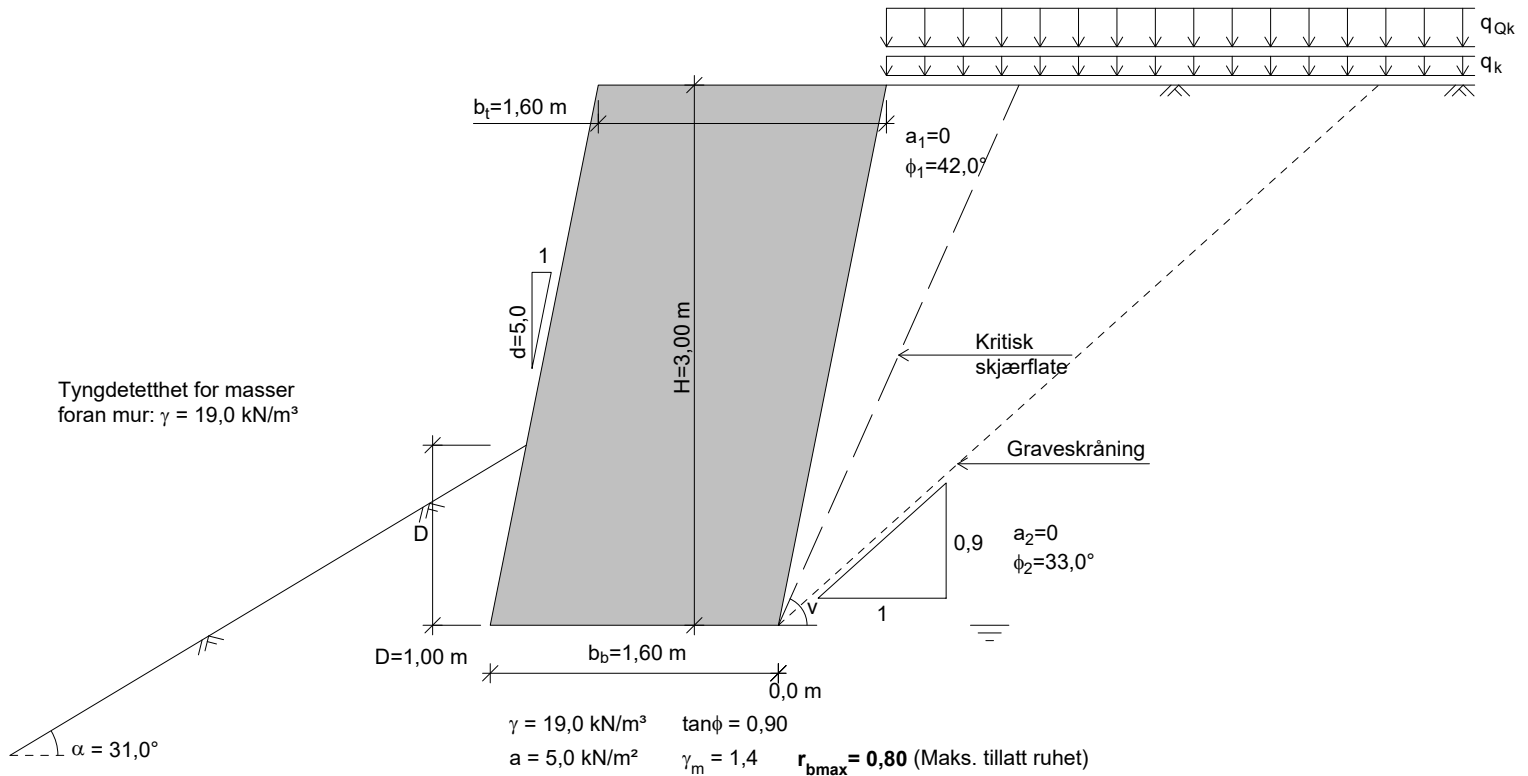
Nivå B (bunn mur)

$$\text{Vertikalspenning: } p'_{Bv} = 2,5 \cdot \gamma + q_k \cdot \gamma_{q1} = 2,5 \cdot 19,0 + 15,0 \cdot 1,35 = 67,8 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Horisontaltrykk: } p'_{Bh} = K_{A,\text{korr}} \cdot p'_{Bv} = 0,211 \cdot 67,8 = 14,3 \text{ kN/m}^2$$

Beregnet 04.12.2020 Kl.14:53:06
(Programversjon 19.01)

Inndata



Tyngdetetthet for mur: $\gamma_{\text{mur}} = 22,0 \text{ kN/m}^3$

Tyngdetetthet for masser bak mur: $\gamma = 19,0 \text{ kN/m}^3$

Konsekvensklasse: CC2 Alvorlig

Bruddmekanisme : Nøytralt brudd

$\Rightarrow \gamma_m = 1,4$ (iht. Fig. 0.3 i Håndbok V220)

Ruhet for bakkant mur: $r_v = 0,3$

Kritisk skjærflate går gjennom bakfyllmassene, dvs.:

Midlere friksjonsvinkel: $\phi_m = \phi_1 = 42,0^\circ$

Midlere attraksjon: $a_m = a_1 = 0,0 \text{ kN/m}^2$

Helning av kritisk skjærflate settes lik:

$$v = 45 + \frac{\phi_m}{2} - \frac{\beta}{4} = 45 + \frac{42,0}{2} - \frac{0,0}{4} = 66,0^\circ$$

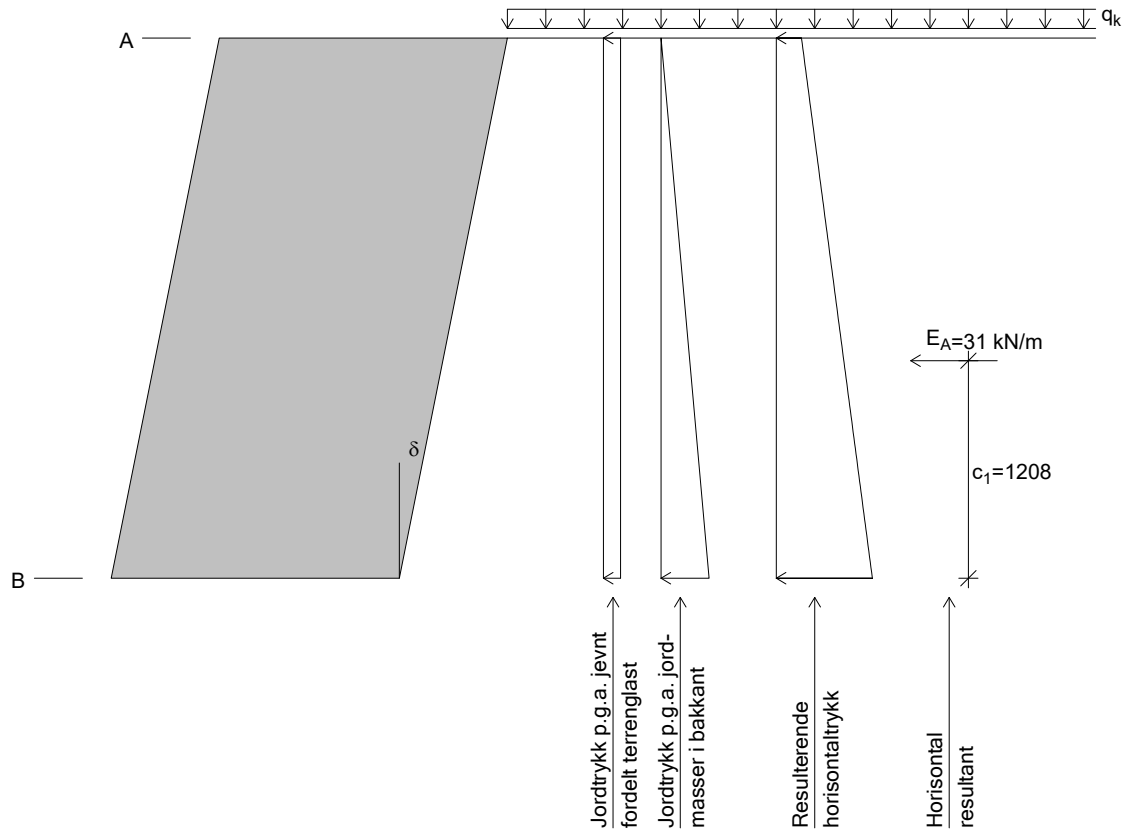
Bæreevnen beregnes for antatt homogen undergrunn.

Bæreevnen regnes dykket, dvs. kritisk skjærflate antas å gå gjennom masser som ligger under grunnvannsstanden.

NB! Programmet beregner totalstabilitet og bæreevne for muren. Det forutsettes at muren utformes slik at den beregningsmessig virker som ett legeme, med teoretisk omriss som vist på figuren ovenfor. Muren kontrolleres ikke for glidning/velting for hvert enkelt skift.

Laster i bakkant	Lastfaktor (Bruddgrense)
$q_k = 15,0 \text{ kN/m}^2$	1,35
$q_{Qk} = 25,0 \text{ kN/m}^2$	1,35

Boggiekvivalentlasten q_{Qk} blir ikke tatt med i beregningene.

Jordtrykk
 (mål i mm)


$r_v = 0,3$ (ruhet for beregning av jordtrykk)

$$\tan\phi_d = \tan\phi/\gamma_m = 0,90/1,4 = 0,64, \quad \phi_d = \arctan(0,64) = 32,7^\circ$$

Ved horisontalt terreng er jordtrykket for aktiv tilstand gitt ved:

$$p_A' + a = K_A \cdot (p_v' + a)$$

$$a = 0 \Rightarrow \text{Uttrykket forenkles til: } p_A' = K_A \cdot p_v' \quad (1)$$

$$K_A = 0,272 \text{ (iht. figur 5.4 i V220)}$$

$$\text{Helning av bakkant mur: } d_b = \frac{H}{\frac{H}{d} + b_t - b_b} = \frac{3,0}{\frac{3,0}{5,0} + 1,6 - 1,6} = 5,0$$

$$\tan\delta = 1/d_b \Rightarrow \delta = \arctan(1/d_b) = 11,3^\circ$$

$$K_\delta = \frac{\cos^2(\delta + \phi_d)}{\cos^3\delta \cdot \cos^2\phi_d} = \frac{\cos^2(11,3^\circ + 32,7^\circ)}{\cos^3(11,3^\circ) \cdot \cos^2(32,7^\circ)} = 0,774$$

$$\text{Korrigert jordtrykksfaktor: } K_{A,\text{korr}} = K_\delta \cdot K_A = 0,774 \cdot 0,272 = 0,211$$

Resulterende trykk i bakkant beregnes iht. ligning (1) ovenfor.

Nivå A (topp mur)

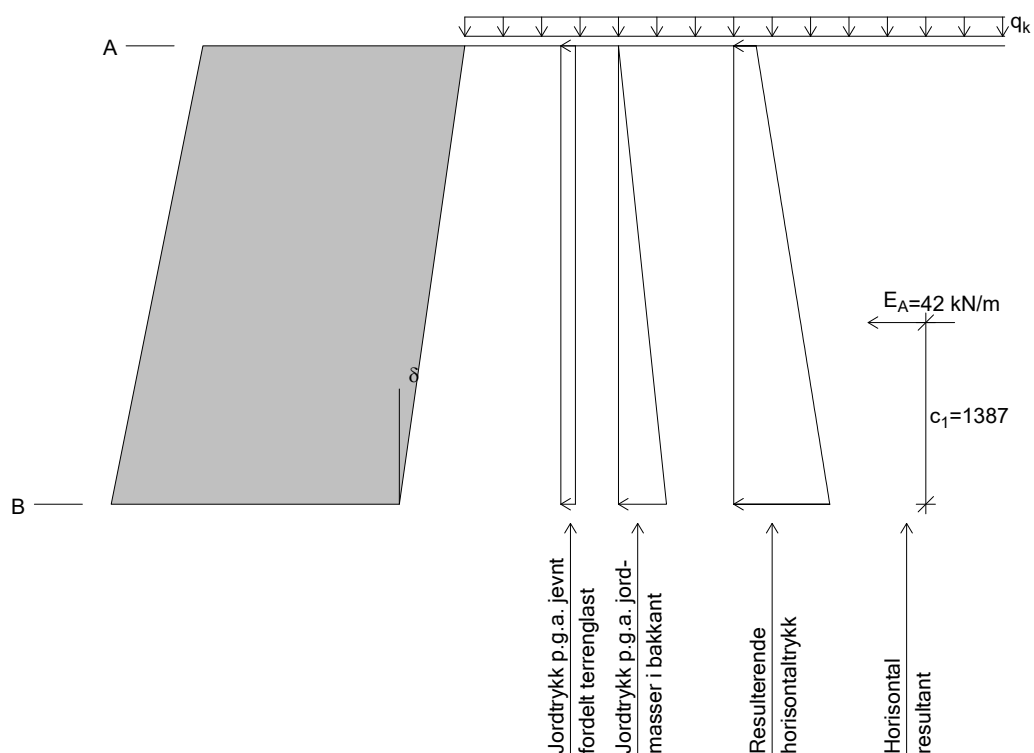
$$\text{Vertikaltrykk: } p'_{Av} = q_k \cdot \gamma_{q1} = 15,0 \cdot 1,35 = 20,3 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Horisontaltrykk: } p'_{Ah} = K_{A,\text{korr}} \cdot p'_{Av} = 0,211 \cdot 20,3 = 4,3 \text{ kN/m}^2$$

Nivå B (bunn mur)

$$\text{Vertikalspenning: } p'_{Bv} = 3,0 \cdot \gamma + q_k \cdot \gamma_{q1} = 3,0 \cdot 19,0 + 15,0 \cdot 1,35 = 77,3 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Horisontaltrykk: } p'_{Bh} = K_{A,\text{korr}} \cdot p'_{Bv} = 0,211 \cdot 77,3 = 16,3 \text{ kN/m}^2$$

Jordtrykk
 (mål i mm)


$r_v = 0,3$ (ruhet for beregning av jordtrykk)

$\tan\phi_d = \tan\phi/\gamma_m = 0,90/1,4 = 0,64$, $\phi_d = \arctan(0,64) = 32,7^\circ$

Ved horisontalt terreng er jordtrykket for aktiv tilstand gitt ved:

$$p_A' + a = K_A \cdot (p_v' + a)$$

$$a = 0 \Rightarrow \text{Uttrykket forenkles til: } p_A' = K_A \cdot p_v' \quad (1)$$

$K_A = 0,272$ (iht. figur 5.4 i V220)

$$\text{Helning av bakkant mur: } d_b = \frac{H}{\frac{H}{d} + b_t - b_b} = \frac{3,5}{\frac{3,5}{2,0} + 2,0 - 2,2} = 7,0$$

$$\tan\delta = 1/d_b \Rightarrow \delta = \arctan(1/d_b) = 8,1^\circ$$

$$K_\delta = \frac{\cos^2(\delta + \phi_d)}{\cos^3\delta \cdot \cos^2\phi_d} = \frac{\cos^2(8,1^\circ + 32,7^\circ)}{\cos^3(8,1^\circ) \cdot \cos^2(32,7^\circ)} = 0,833$$

$$\text{Korrigert jordtrykksfaktor: } K_{A,\text{korr}} = K_\delta \cdot K_A = 0,833 \cdot 0,272 = 0,227$$

Resulterende trykk i bakkant beregnes iht. ligning (1) ovenfor.

Nivå A (topp mur)

$$\text{Vertikaltrykk: } p'_{Av} = q_k \cdot \gamma_{q1} = 15,0 \cdot 1,35 = 20,3 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Horisontaltrykk: } p'_{Ah} = K_{A,\text{korr}} \cdot p'_{Av} = 0,227 \cdot 20,3 = 4,6 \text{ kN/m}^2$$

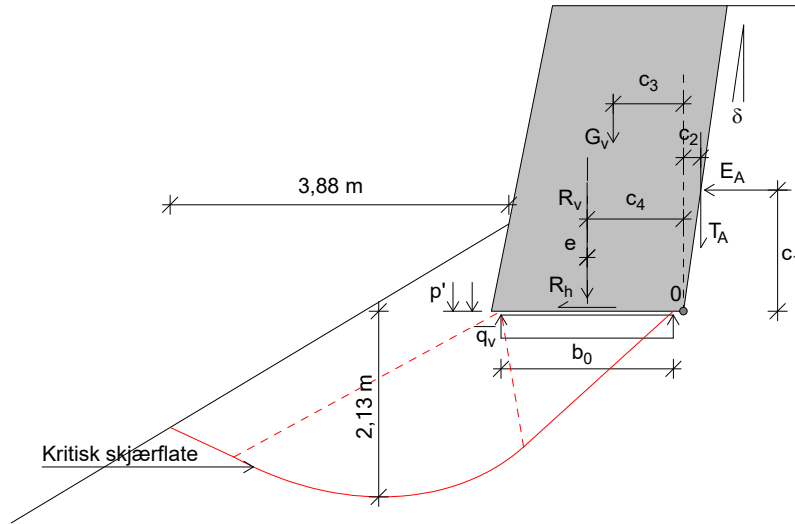
Nivå B (bunn mur)

$$\text{Vertikalspenning: } p'_{Bv} = 3,5 \cdot \gamma + q_k \cdot \gamma_{q1} = 3,5 \cdot 19,0 + 15,0 \cdot 1,35 = 86,8 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Horisontaltrykk: } p'_{Bh} = K_{A,\text{korr}} \cdot p'_{Bv} = 0,227 \cdot 86,8 = 19,7 \text{ kN/m}^2$$

Resultater

Bæreevne



$$R_h = E_A = 42 = 42 \text{ kN/m}$$

$$G_v = 0,5 \cdot (b_b + b_t) \cdot H \cdot \gamma_{\text{mur}} = 0,5 \cdot (2,2 + 2,0) \cdot 3,5 \cdot 22,0 = 162 \text{ kN/m}$$

$$c_3 = \frac{1}{G_v} \cdot \left[\frac{H}{6} \cdot (b_b - b_t) \cdot \gamma_{\text{mur}} \cdot (b_b - b_t \cdot \frac{H}{d_b}) + H \cdot b_t \cdot \gamma_{\text{mur}} \cdot (b_b - \frac{1}{2} \cdot b_t \cdot \frac{1}{d} \cdot \frac{H}{d}) \right]$$

$$\Rightarrow c_3 = \frac{1}{162} \cdot \left[\frac{3,5}{6} \cdot (2,2 - 2,0) \cdot 22,0 \cdot (2,2 - 2,0 \cdot \frac{3,5}{7,0}) + 3,5 \cdot 2,0 \cdot 22,0 \cdot (2,2 - \frac{1}{2} \cdot 2,0 \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{3,5}{5,0}) \right] = 0,80 \text{ m}$$

$$T_A = r_v \cdot \tan \phi_d \cdot \left(\frac{E_A}{H} + a \right) \cdot H = 0,30 \cdot 0,64 \cdot \left(\frac{42}{3,5} + 0,0 \right) \cdot 3,5 = 8,2 \text{ kN/m}$$

$$c_2 = \frac{c_1}{d_b} = \frac{1,39}{7,0} = 0,20 \text{ m}$$

$$R_v = G_v + T_A = 162 + 8,2 = 170 \text{ kN/m}$$

Momentlikevekt om pkt. 0:

$$c_4 = \frac{E_A \cdot c_1 - T_A \cdot c_2 + G_v \cdot c_3}{R_v}$$

$$c_4 = \frac{42 \cdot 1,39 - 8,2 \cdot 0,20 + 162 \cdot 0,80}{170}$$

$$c_4 = 1,10 \text{ m}$$

$$e = c_4 - 0,5 \cdot b_b = 1,10 - 0,5 \cdot 2,2 = 0,00 \text{ m}$$

$$b_0 = 0,9 \cdot b_b - 2 \cdot e = 0,9 \cdot 2,2 - 2 \cdot 0,00 = 1,97 \text{ m}$$

$$\bar{q}_v = R_v / b_0 = 170 / 1,97 = 86 \text{ kN/m}^2$$

Beregning av bæreevne (effektivspenningsanalyse) :

Krav 1 : $r_b \leq r_{b\text{max}} = 0,80$, $r_b = \frac{R_h}{b_0 \cdot (q_v + a) \cdot \tan \phi_d}$, $a = 5 \text{ kN/m}^2$

$$\tan \phi_d = \tan \phi / \gamma_m = 0,90 / 1,4 = 0,64 \Rightarrow r_b = \frac{42}{1,97 \cdot (86 + 5) \cdot 0,64}$$

$r_b = 0,37 < r_{b\text{max}} \Rightarrow$ krav 1 er OK !

Krav 2 : $\bar{q}_v \leq \bar{\sigma}_v = f_{sq}(N_q \cdot p' + \frac{1}{2} N_\gamma \cdot \gamma' \cdot b_0) + (N_q \cdot f_{sa} - 1) \cdot a$

$$p' = 19,0 \cdot 1,00 = 19,0 \text{ kN/m}^2$$

$$\alpha = 31,0^\circ = 0,54 \text{ (rad.)} , \tan \alpha = 0,60$$

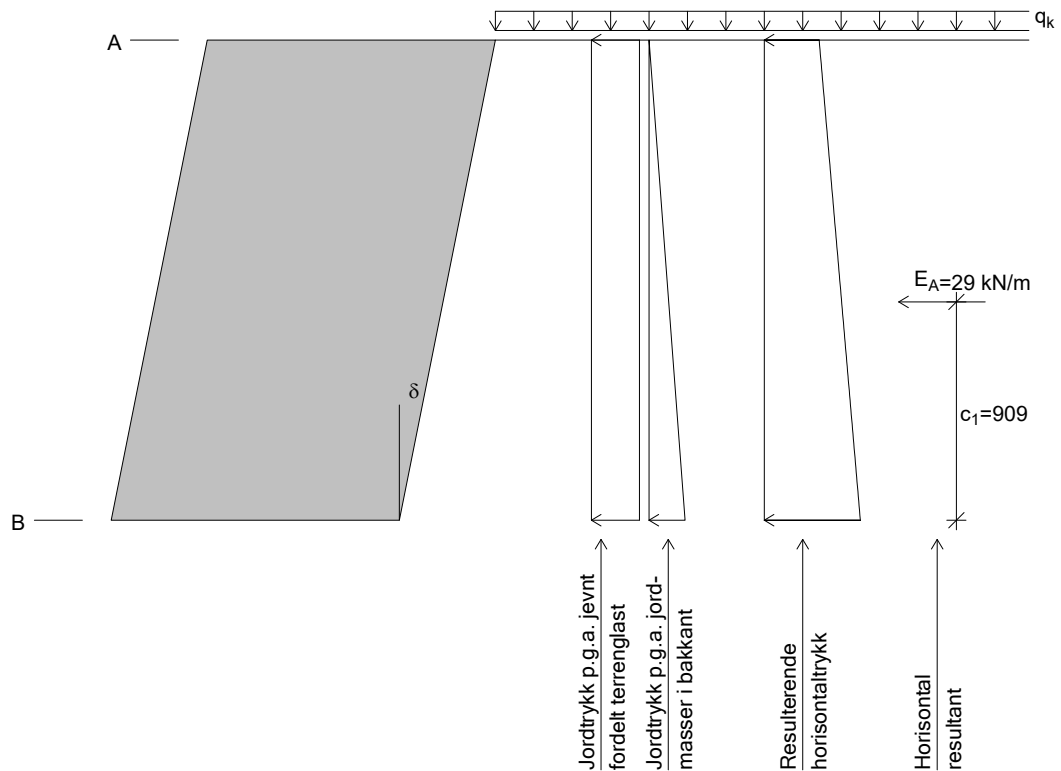
$$N_q = 15,2 , N_\gamma = 13,8 , \gamma' = 19,0 - 10 = 9,0 \text{ kN/m}^3 \text{ (dykket)}$$

$$f_{sq} = (1 - 0,55 \cdot \tan \alpha)^5 = (1 - 0,55 \cdot 0,60)^5 = 0,13$$

$$f_{sa} = e^{-2 \cdot \alpha \cdot \tan \phi_d} = e^{-2 \cdot 0,54 \cdot 0,64} = 0,50$$

$\bar{\sigma}_v = 88 \text{ kN/m}^2 > \bar{q}_v \Rightarrow$ krav 2 er OK !

$\bar{q}_v / \bar{\sigma}_v = 0,98$

Jordtrykk
 (mål i mm)


$r_v = 0,3$ (ruhet for beregning av jordtrykk)

$$\tan\phi_d = \tan\phi/\gamma_m = 0,90/1,4 = 0,64, \quad \phi_d = \arctan(0,64) = 32,7^\circ$$

Ved horisontalt terreng er jordtrykket for aktiv tilstand gitt ved:

$$p_A' + a = K_A \cdot (p_V' + a)$$

$$a = 0 \Rightarrow \text{Uttrykket forenkles til: } p_A' = K_A \cdot p_V' \quad (1)$$

$$K_A = 0,272 \text{ (iht. figur 5.4 i V220)}$$

$$\text{Helning av bakkant mur: } d_b = \frac{H}{\frac{H}{d} + b_t - b_b} = \frac{2,0}{\frac{2,0}{5,0} + 1,2 - 1,2} = 5,0$$

$$\tan\delta = 1/d_b \Rightarrow \delta = \arctan(1/d_b) = 11,3^\circ$$

$$K_\delta = \frac{\cos^2(\delta + \phi_d)}{\cos^3\delta \cdot \cos^2\phi_d} = \frac{\cos^2(11,3^\circ + 32,7^\circ)}{\cos^3(11,3^\circ) \cdot \cos^2(32,7^\circ)} = 0,774$$

$$\text{Korrigert jordtrykksfaktor: } K_{A,\text{korr}} = K_\delta \cdot K_A = 0,774 \cdot 0,272 = 0,211$$

Resulterende trykk i bakkant beregnes iht. ligning (1) ovenfor.

Nivå A (topp mur)

$$\text{Vertikaltrykk: } p'_{Av} = q_k \cdot \gamma_{q1} = 37,5 \cdot 1,35 = 50,6 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Horisontaltrykk: } p'_{Ah} = K_{A,\text{korr}} \cdot p'_{Av} = 0,211 \cdot 50,6 = 10,7 \text{ kN/m}^2$$

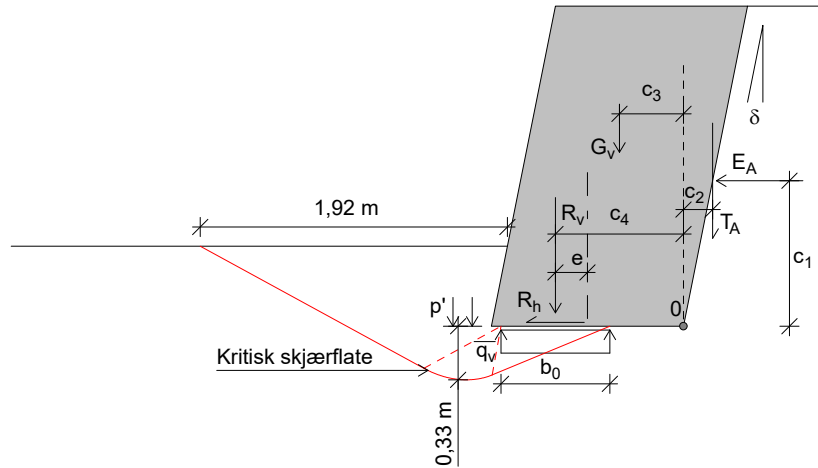
Nivå B (bunn mur)

$$\text{Vertikalspenning: } p'_{Bv} = 2,0 \cdot \gamma + q_k \cdot \gamma_{q1} = 2,0 \cdot 19,0 + 37,5 \cdot 1,35 = 88,6 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Horisontaltrykk: } p'_{Bh} = K_{A,\text{korr}} \cdot p'_{Bv} = 0,211 \cdot 88,6 = 18,7 \text{ kN/m}^2$$

Resultater

Bæreevne



$$R_h = E_A = 29 = 29 \text{ kN/m}$$

$$G_v = 0,5 \cdot (b_b + b_t) \cdot H \cdot \gamma_{\text{mur}} = 0,5 \cdot (1,2 + 1,2) \cdot 2,0 \cdot 22,0 = 53 \text{ kN/m}$$

$$c_3 = \frac{1}{G_v} \cdot \left[\frac{H}{6} \cdot (b_b - b_t) \cdot \gamma_{\text{mur}} \cdot (b_b - b_t \cdot \frac{H}{d_b}) + H \cdot b_t \cdot \gamma_{\text{mur}} \cdot (b_b - \frac{1}{2} \cdot b_t - \frac{1}{2} \cdot \frac{H}{d}) \right]$$

$$\Rightarrow c_3 = \frac{1}{53} \cdot \left[\frac{2,0}{6} \cdot (1,2 - 1,2) \cdot 22,0 \cdot (1,2 - 1,2 \cdot \frac{2,0}{5,0}) + 2,0 \cdot 1,2 \cdot 22,0 \cdot (1,2 - \frac{1}{2} \cdot 1,2 - \frac{1}{2} \cdot \frac{2,0}{5,0}) \right] = 0,40 \text{ m}$$

$$T_A = r_v \cdot \tan \phi_d \cdot \left(\frac{E_A}{H} + a \right) \cdot H = 0,30 \cdot 0,64 \cdot \left(\frac{29}{2,0} + 0,0 \right) \cdot 2,0 = 5,7 \text{ kN/m}$$

$$c_2 = \frac{c_1}{d_b} = \frac{0,91}{5,0} = 0,18 \text{ m}$$

$$R_v = G_v + T_A = 53 + 5,7 = 58 \text{ kN/m}$$

Momentlikevekt om pkt. 0:

$$c_4 = \frac{E_A \cdot c_1 - T_A \cdot c_2 + G_v \cdot c_3}{R_v}$$

$$c_4 = \frac{29 \cdot 0,91 - 5,7 \cdot 0,18 + 53 \cdot 0,40}{58}$$

$$c_4 = 0,80 \text{ m}$$

$$e = c_4 - 0,5 \cdot b_b = 0,80 - 0,5 \cdot 1,2 = 0,20 \text{ m}$$

$$b_0 = 0,9 \cdot b_b - 2 \cdot e = 0,9 \cdot 1,2 - 2 \cdot 0,20 = 0,68 \text{ m}$$

$$\bar{q}_v = R_v / b_0 = 58 / 0,68 = 86 \text{ kN/m}^2$$

Beregning av bæreevne (effektivspenningsanalyse):

$$\text{Krav 1: } r_b \leq r_{b\text{max}} = 0,80, \quad r_b = \frac{R_h}{b_0 \cdot (q_v + a) \cdot \tan \phi_d}, \quad a = 5 \text{ kN/m}^2$$

$$\tan \phi_d = \tan \phi / \gamma_m = 0,90 / 1,4 = 0,64 \Rightarrow r_b = \frac{29}{0,68 \cdot (86 + 5) \cdot 0,64}$$

$$r_b = 0,74 < r_{b\text{max}} \Rightarrow \text{krav 1 er OK!}$$

$$\text{Krav 2: } \bar{q}_v \leq \bar{\sigma}_v = N_q \cdot (p' + a) + \frac{1}{2} N_\gamma \cdot \gamma' \cdot b_0 - a$$

$$p' = 19,0 \cdot 0,50 = 9,5 \text{ kN/m}^2$$

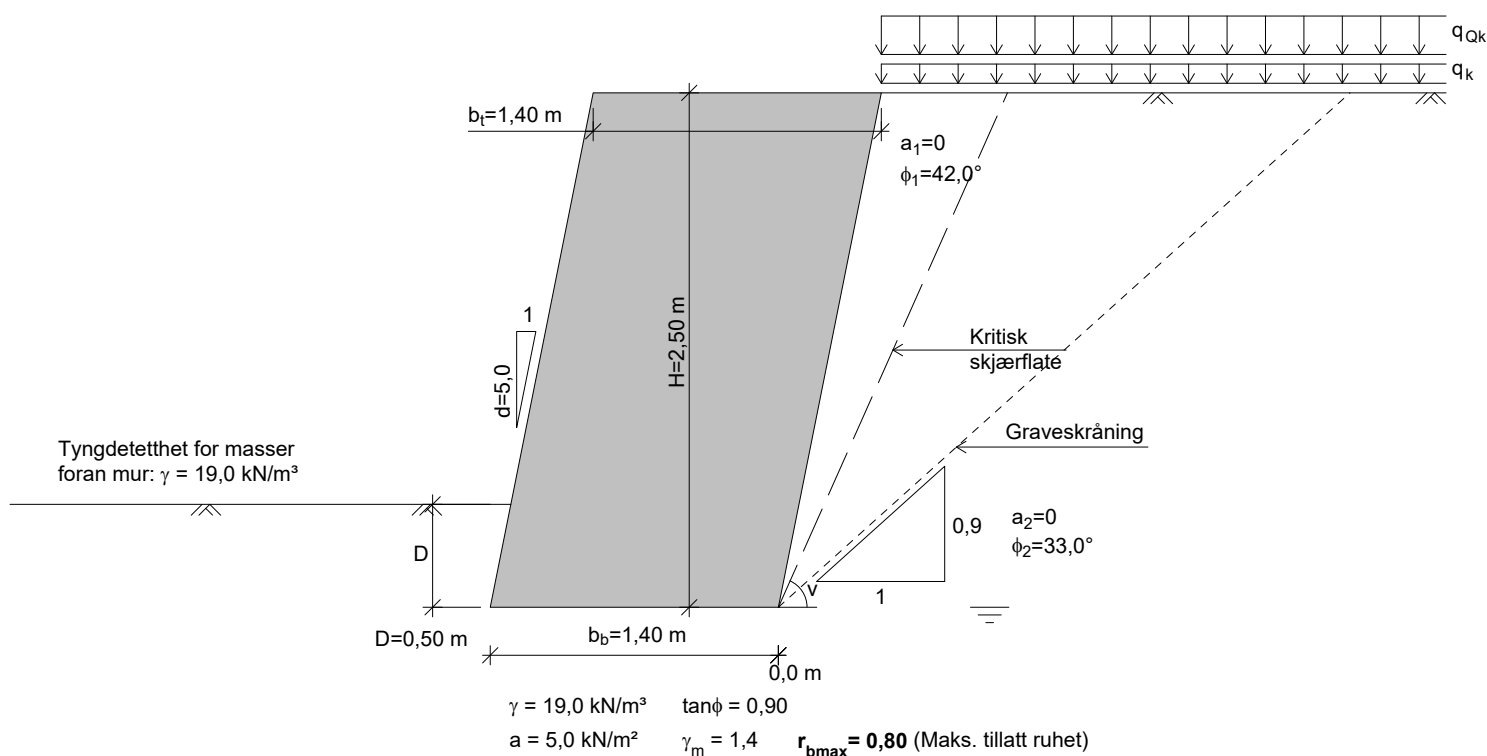
$$N_q = 7,6, \quad N_\gamma = 3,0, \quad \gamma' = 19,0 - 10 = 9,0 \text{ kN/m}^3 \text{ (dykket)}$$

$$\bar{\sigma}_v = 115 \text{ kN/m}^2 > \bar{q}_v \Rightarrow \text{krav 2 er OK!}$$

$$\bar{q}_v / \bar{\sigma}_v = 0,75$$

Beregnet 04.12.2020 Kl.13:47:29
(Programversjon 19.01)

Inndata



Tyngdetetthet for mur: $\gamma_{\text{mur}} = 22,0 \text{ kN/m}^3$

Tyngdetetthet for masser bak mur: $\gamma = 19,0 \text{ kN/m}^3$

Konsekvensklasse: CC2 Alvorlig

Bruddmekanisme : Nøytralt brudd

$\Rightarrow \gamma_m = 1,4$ (iht. Fig. 0.3 i Håndbok V220)

Ruhet for bakkant mur: $r_v = 0,3$

Kritisk skjærflate går gjennom bakfyllmassene, dvs.:

Midlere friksjonsvinkel: $\phi_m = \phi_1 = 42,0^\circ$

Midlere attraksjon: $a_m = a_1 = 0,0 \text{ kN/m}^2$

Helning av kritisk skjærflate settes lik:

$$v = 45 + \frac{\phi_m}{2} - \frac{\beta}{4} = 45 + \frac{42,0}{2} - \frac{0,0}{4} = 66,0^\circ$$

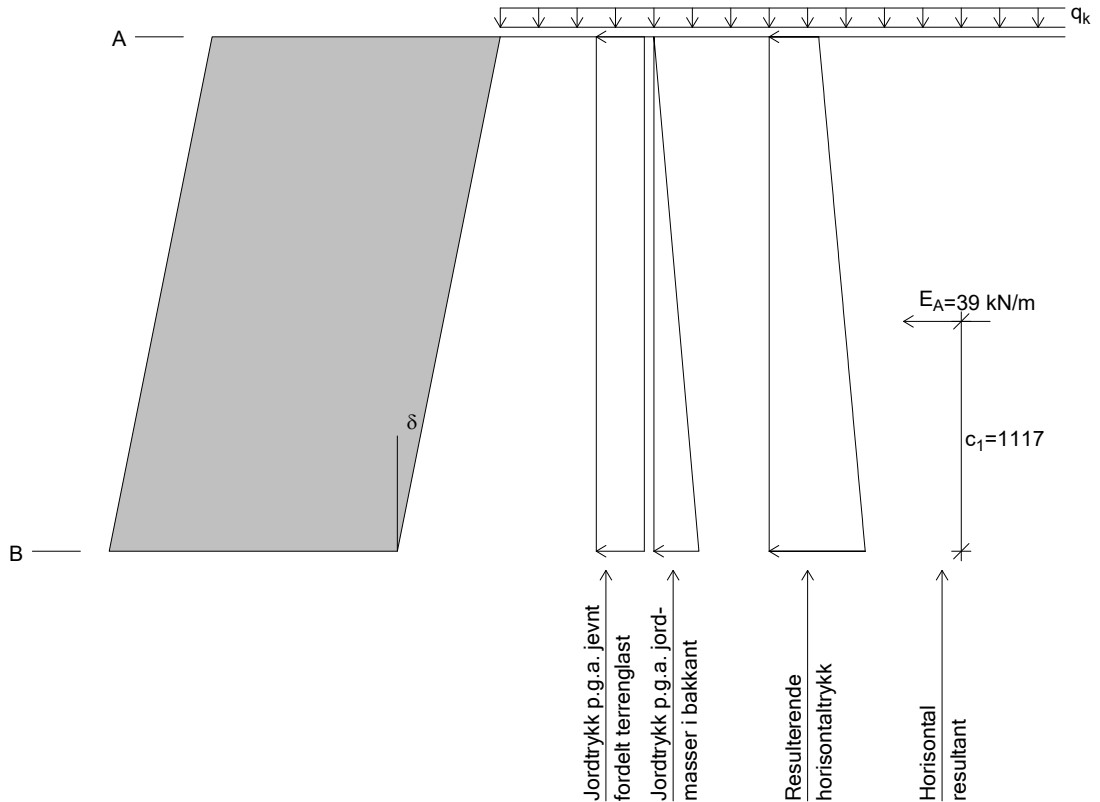
Bæreevnen beregnes for antatt homogen undergrunn.

Bæreevnen regnes dykket, dvs. kritisk skjærflate antas å gå gjennom masser som ligger under grunnvannsstanden.

NB! Programmet beregner totalstabilitet og bæreevne for muren. Det forutsettes at muren utformes slik at den beregningsmessig virker som ett legeme, med teoretisk omriss som vist på figuren ovenfor. Muren kontrolleres ikke for glidning/velting for hvert enkelt skift.

Laster i bakkant	Lastfaktor (Bruddgrense)
$q_k = 37,5 \text{ kN/m}^2$	1,35
$q_{Qk} = 25,0 \text{ kN/m}^2$	1,35

Boggiekvivalentlasten q_{Qk} blir ikke tatt med i beregningene.

Jordtrykk
 (mål i mm)


$r_v = 0,3$ (ruhet for beregning av jordtrykk)

$\tan\phi_d = \tan\phi/\gamma_m = 0,90/1,4 = 0,64$, $\phi_d = \arctan(0,64) = 32,7^\circ$

Ved horisontalt terreng er jordtrykket for aktiv tilstand gitt ved:

$$p_A' + a = K_A \cdot (p_v' + a)$$

$$a = 0 \Rightarrow \text{Uttrykket forenkles til: } p_A' = K_A \cdot p_v' \quad (1)$$

$K_A = 0,272$ (iht. figur 5.4 i V220)

$$\text{Helning av bakkant mur: } d_b = \frac{H}{\frac{H}{d} + b_t - b_b} = \frac{2,5}{\frac{2,5}{5,0} + 1,4 - 1,4} = 5,0$$

$$\tan\delta = 1/d_b \Rightarrow \delta = \arctan(1/d_b) = 11,3^\circ$$

$$K_\delta = \frac{\cos^2(\delta + \phi_d)}{\cos^3\delta \cdot \cos^2\phi_d} = \frac{\cos^2(11,3^\circ + 32,7^\circ)}{\cos^3(11,3^\circ) \cdot \cos^2(32,7^\circ)} = 0,774$$

$$\text{Korrigert jordtrykksfaktor: } K_{A,\text{korr}} = K_\delta \cdot K_A = 0,774 \cdot 0,272 = 0,211$$

Resulterende trykk i bakkant beregnes iht. ligning (1) ovenfor.

Nivå A (topp mur)

$$\text{Vertikaltrykk: } p'_{Av} = q_k \cdot \gamma_{q1} = 37,5 \cdot 1,35 = 50,6 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Horisontaltrykk: } p'_{Ah} = K_{A,\text{korr}} \cdot p'_{Av} = 0,211 \cdot 50,6 = 10,7 \text{ kN/m}^2$$

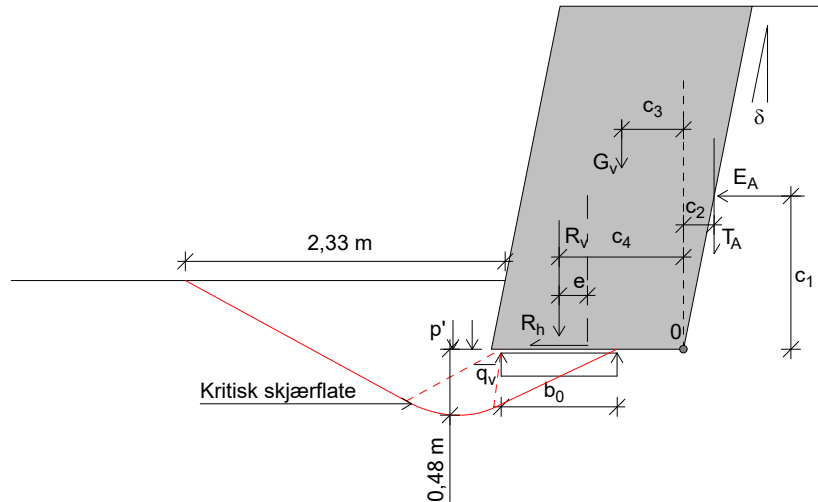
Nivå B (bunn mur)

$$\text{Vertikalspenning: } p'_{Bv} = 2,5 \cdot \gamma + q_k \cdot \gamma_{q1} = 2,5 \cdot 19,0 + 37,5 \cdot 1,35 = 98,1 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Horisontaltrykk: } p'_{Bh} = K_{A,\text{korr}} \cdot p'_{Bv} = 0,211 \cdot 98,1 = 20,7 \text{ kN/m}^2$$

Resultater

Bæreevne



$$R_h = E_A = 39 = 39 \text{ kN/m}$$

$$G_v = 0,5 \cdot (b_b + b_t) \cdot H \cdot \gamma_{\text{mur}} = 0,5 \cdot (1,4 + 1,4) \cdot 2,5 \cdot 22,0 = 77 \text{ kN/m}$$

$$c_3 = \frac{1}{G_v} \cdot \left[\frac{H}{6} \cdot (b_b - b_t) \cdot \gamma_{\text{mur}} \cdot (b_b - b_t \cdot \frac{H}{d_b}) + H \cdot b_t \cdot \gamma_{\text{mur}} \cdot (b_b - \frac{1}{2} \cdot b_t - \frac{1}{2} \cdot \frac{H}{d}) \right]$$

$$\Rightarrow c_3 = \frac{1}{77} \cdot \left[\frac{2,5}{6} \cdot (1,4 - 1,4) \cdot 22,0 \cdot (1,4 - 1,4 \cdot \frac{2,5}{5,0}) + 2,5 \cdot 1,4 \cdot 22,0 \cdot (1,4 - \frac{1}{2} \cdot 1,4 - \frac{1}{2} \cdot \frac{2,5}{5,0}) \right] = 0,45 \text{ m}$$

$$T_A = r_v \cdot \tan \phi_d \cdot \left(\frac{E_A}{H} + a \right) \cdot H = 0,30 \cdot 0,64 \cdot \left(\frac{39}{2,5} + 0,0 \right) \cdot 2,5 = 7,6 \text{ kN/m}$$

$$c_2 = \frac{c_1}{d_b} = \frac{1,12}{5,0} = 0,22 \text{ m}$$

$$R_v = G_v + T_A = 77 + 7,6 = 85 \text{ kN/m}$$

Momentlikevekt om pkt. 0:

$$c_4 = \frac{E_A \cdot c_1 - T_A \cdot c_2 + G_v \cdot c_3}{R_v}$$

$$c_4 = \frac{39 \cdot 1,12 - 7,6 \cdot 0,22 + 77 \cdot 0,45}{85}$$

$$c_4 = 0,91 \text{ m}$$

$$e = c_4 - 0,5 \cdot b_b = 0,91 - 0,5 \cdot 1,4 = 0,21 \text{ m}$$

$$b_0 = 0,9 \cdot b_b - 2 \cdot e = 0,9 \cdot 1,4 - 2 \cdot 0,21 = 0,85 \text{ m}$$

$$\bar{q}_v = R_v / b_0 = 85 / 0,85 = 100 \text{ kN/m}^2$$

Beregning av bæreevne (effektivspenningsanalyse):

$$\text{Krav 1: } r_b \leq r_{b\text{max}} = 0,80, \quad r_b = \frac{R_h}{b_0 \cdot (q_v + a) \cdot \tan \phi_d}, \quad a = 5 \text{ kN/m}^2$$

$$\tan \phi_d = \tan \phi / \gamma_m = 0,90 / 1,4 = 0,64 \Rightarrow r_b = \frac{39}{0,85 \cdot (100 + 5) \cdot 0,64}$$

$$r_b = 0,69 < r_{b\text{max}} \Rightarrow \text{krav 1 er OK!}$$

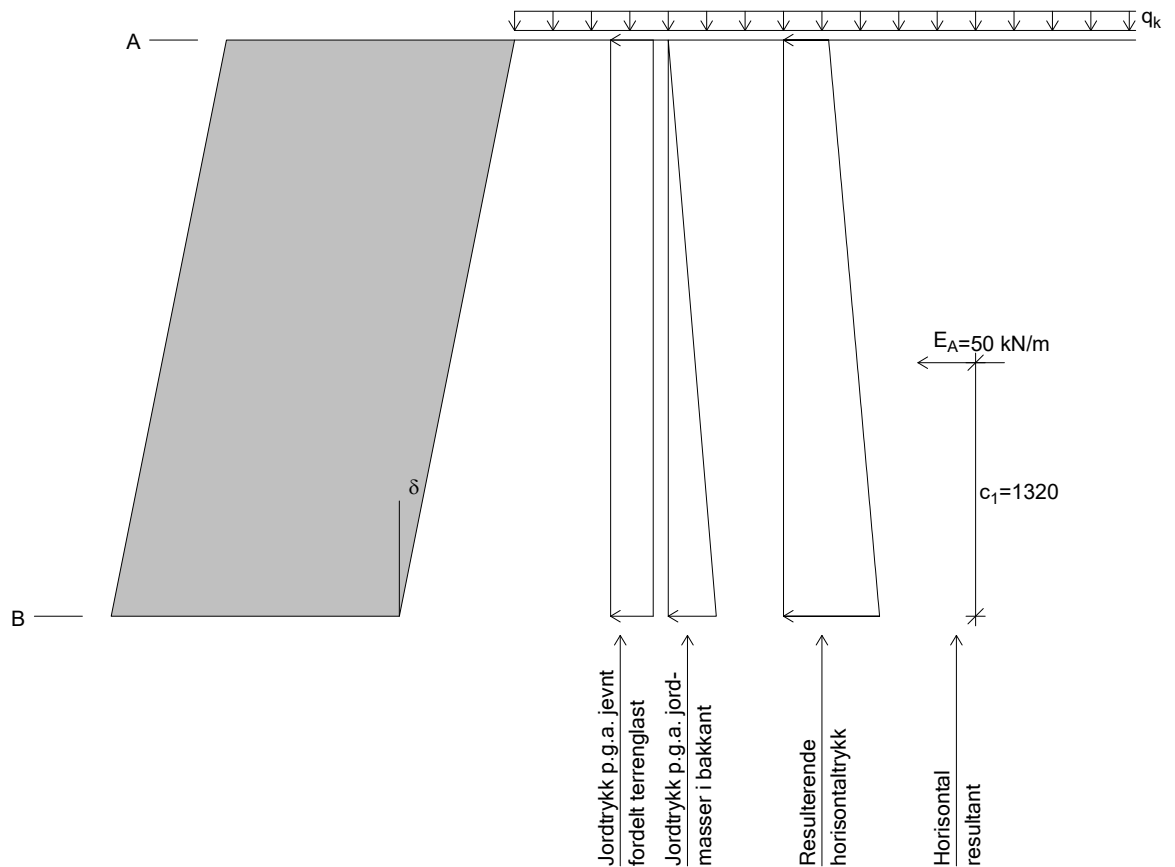
$$\text{Krav 2: } \bar{q}_v \leq \bar{\sigma}_v = N_q \cdot (p' + a) + \frac{1}{2} N_\gamma \cdot \gamma' \cdot b_0 - a$$

$$p' = 19,0 \cdot 0,50 = 9,5 \text{ kN/m}^2$$

$$N_q = 8,5, \quad N_\gamma = 3,9, \quad \gamma' = 19,0 - 10 = 9,0 \text{ kN/m}^3 \text{ (dykket)}$$

$$\bar{\sigma}_v = 133 \text{ kN/m}^2 > \bar{q}_v \Rightarrow \text{krav 2 er OK!}$$

$$\bar{q}_v / \bar{\sigma}_v = 0,75$$

Jordtrykk
 (mål i mm)


$r_v = 0,3$ (ruhet for beregning av jordtrykk)

$$\tan\phi_d = \tan\phi/\gamma_m = 0,90/1,4 = 0,64, \quad \phi_d = \arctan(0,64) = 32,7^\circ$$

Ved horisontalt terreng er jordtrykket for aktiv tilstand gitt ved:

$$p_A' + a = K_A \cdot (p_V' + a)$$

$$a = 0 \Rightarrow \text{Uttrykket forenkles til: } p_A' = K_A \cdot p_V' \quad (1)$$

$K_A = 0,272$ (iht. figur 5.4 i V220)

$$\text{Helning av bakkant mur: } d_b = \frac{H}{\frac{H}{d} + b_t - b_b} = \frac{3,0}{\frac{3,0}{5,0} + 1,5 - 1,5} = 5,0$$

$$\tan\delta = 1/d_b \Rightarrow \delta = \arctan(1/d_b) = 11,3^\circ$$

$$K_\delta = \frac{\cos^2(\delta + \phi_d)}{\cos^3\delta \cdot \cos^2\phi_d} = \frac{\cos^2(11,3^\circ + 32,7^\circ)}{\cos^3(11,3^\circ) \cdot \cos^2(32,7^\circ)} = 0,774$$

$$\text{Korrigert jordtrykksfaktor: } K_{A,\text{korr}} = K_\delta \cdot K_A = 0,774 \cdot 0,272 = 0,211$$

Resulterende trykk i bakkant beregnes iht. ligning (1) ovenfor.

Nivå A (topp mur)

$$\text{Vertikaltrykk: } p'_{Av} = q_k \cdot \gamma_{q1} = 37,5 \cdot 1,35 = 50,6 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Horisontaltrykk: } p'_{Ah} = K_{A,\text{korr}} \cdot p'_{Av} = 0,211 \cdot 50,6 = 10,7 \text{ kN/m}^2$$

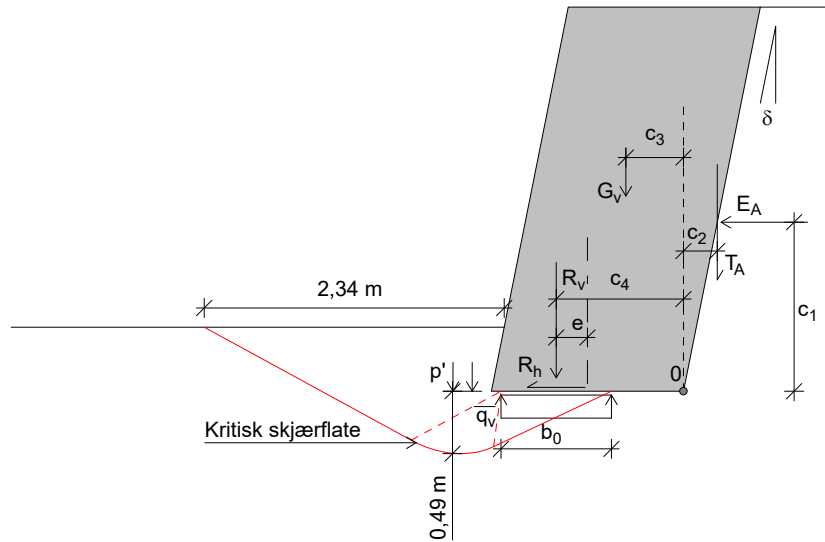
Nivå B (bunn mur)

$$\text{Vertikalspenning: } p'_{Bv} = 3,0 \cdot \gamma + q_k \cdot \gamma_{q1} = 3,0 \cdot 19,0 + 37,5 \cdot 1,35 = 107,6 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Horisontaltrykk: } p'_{Bh} = K_{A,\text{korr}} \cdot p'_{Bv} = 0,211 \cdot 107,6 = 22,7 \text{ kN/m}^2$$

Resultater

Bæreevne



$$R_h = E_A = 50 = 50 \text{ kN/m}$$

$$G_v = 0,5 \cdot (b_b + b_t) \cdot H \cdot \gamma_{\text{mur}} = 0,5 \cdot (1,5 + 1,5) \cdot 3,0 \cdot 22,0 = 99 \text{ kN/m}$$

$$c_3 = \frac{1}{G_v} \cdot \left[\frac{H}{6} \cdot (b_b - b_t) \cdot \gamma_{\text{mur}} \cdot (b_b - b_t \cdot \frac{H}{d_b}) + H \cdot b_t \cdot \gamma_{\text{mur}} \cdot (b_b - \frac{1}{2} \cdot b_t - \frac{1}{2} \cdot \frac{H}{d}) \right]$$

$$\Rightarrow c_3 = \frac{1}{99} \cdot \left[\frac{3,0}{6} \cdot (1,5 - 1,5) \cdot 22,0 \cdot (1,5 - 1,5 \cdot \frac{3,0}{5,0}) + 3,0 \cdot 1,5 \cdot 22,0 \cdot (1,5 - \frac{1}{2} \cdot 1,5 - \frac{1}{2} \cdot \frac{3,0}{5,0}) \right] = 0,45 \text{ m}$$

$$T_A = r_v \cdot \tan \phi_d \cdot \left(\frac{E_A}{H} + a \right) \cdot H = 0,30 \cdot 0,64 \cdot \left(\frac{50}{3,0} + 0,0 \right) \cdot 3,0 = 9,6 \text{ kN/m}$$

$$c_2 = \frac{c_1}{d_b} = \frac{1,32}{5,0} = 0,26 \text{ m}$$

$$R_v = G_v + T_A = 99 + 9,6 = 109 \text{ kN/m}$$

Momentlikevekt om pkt. 0:

$$c_4 = \frac{E_A \cdot c_1 - T_A \cdot c_2 + G_v \cdot c_3}{R_v}$$

$$c_4 = \frac{50 \cdot 1,32 - 9,6 \cdot 0,26 + 99 \cdot 0,45}{109}$$

$$c_4 = 0,99 \text{ m}$$

$$e = c_4 - 0,5 \cdot b_b = 0,99 - 0,5 \cdot 1,5 = 0,24 \text{ m}$$

$$b_0 = 0,9 \cdot b_b - 2 \cdot e = 0,9 \cdot 1,5 - 2 \cdot 0,24 = 0,86 \text{ m}$$

$$\bar{q}_v = R_v / b_0 = 109 / 0,86 = 126 \text{ kN/m}^2$$

Beregning av bæreevne (effektivspenningsanalyse):

$$\text{Krav 1: } r_b \leq r_{b\text{max}} = 0,80, \quad r_b = \frac{R_h}{b_0 \cdot (q_v + a) \cdot \tan \phi_d}, \quad a = 5 \text{ kN/m}^2$$

$$\tan \phi_d = \tan \phi / \gamma_m = 0,90 / 1,4 = 0,64 \Rightarrow r_b = \frac{50}{0,86 \cdot (126 + 5) \cdot 0,64}$$

$$r_b = 0,69 < r_{b\text{max}} \Rightarrow \text{krav 1 er OK!}$$

$$\text{Krav 2: } \bar{q}_v \leq \bar{\sigma}_v = N_q \cdot (p' + a) + \frac{1}{2} N_\gamma \cdot \gamma' \cdot b_0 - a$$

$$p' = 19,0 \cdot 0,50 = 9,5 \text{ kN/m}^2$$

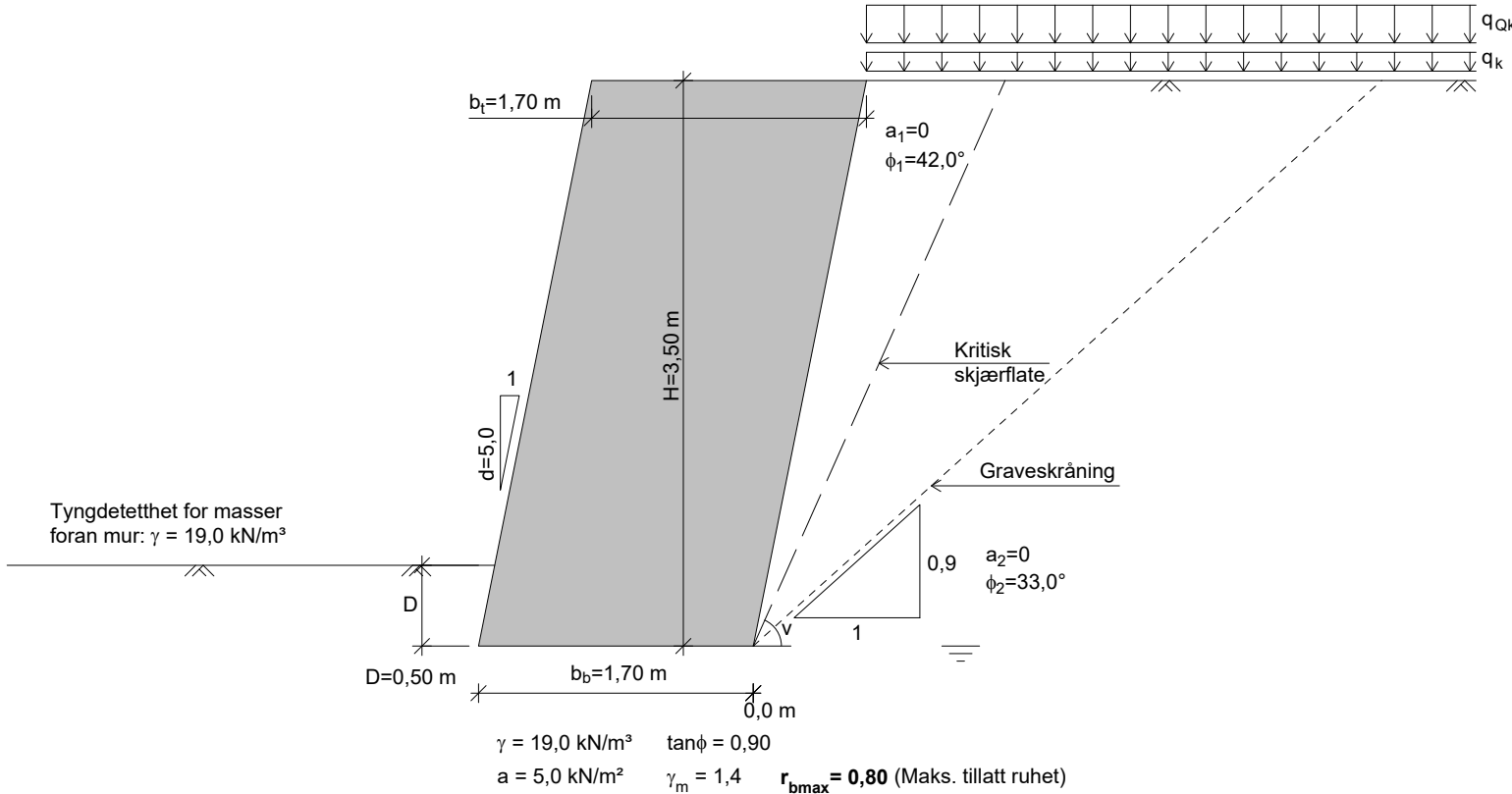
$$N_q = 8,5, \quad N_\gamma = 3,8, \quad \gamma' = 19,0 - 10 = 9,0 \text{ kN/m}^3 \text{ (dykket)}$$

$$\bar{\sigma}_v = 133 \text{ kN/m}^2 > \bar{q}_v \Rightarrow \text{krav 2 er OK!}$$

$$\bar{q}_v / \bar{\sigma}_v = 0,95$$

Beregnet 04.12.2020 Kl.13:49:06
(Programversjon 19.01)

Inndata



Tyngdetetthet for mur: $\gamma_{\text{mur}} = 22,0 \text{ kN/m}^3$

Tyngdetetthet for masser bak mur: $\gamma = 19,0 \text{ kN/m}^3$

Konsekvensklasse: CC2 Alvorlig

Bruddmekanisme : Nøytralt brudd

$\Rightarrow \gamma_m = 1,4$ (iht. Fig. 0.3 i Håndbok V220)

Ruhet for bakkant mur: $r_v = 0,3$

Kritisk skjærflate går gjennom bakfyllmassene, dvs.:

Midlere friksjonsvinkel: $\phi_m = \phi_1 = 42,0^\circ$

Midlere attraksjon: $a_m = a_1 = 0,0 \text{ kN/m}^2$

Helning av kritisk skjærflate settes lik:

$$v = 45 + \frac{\phi_m}{2} - \frac{\beta}{4} = 45 + \frac{42,0}{2} - \frac{0,0}{4} = 66,0^\circ$$

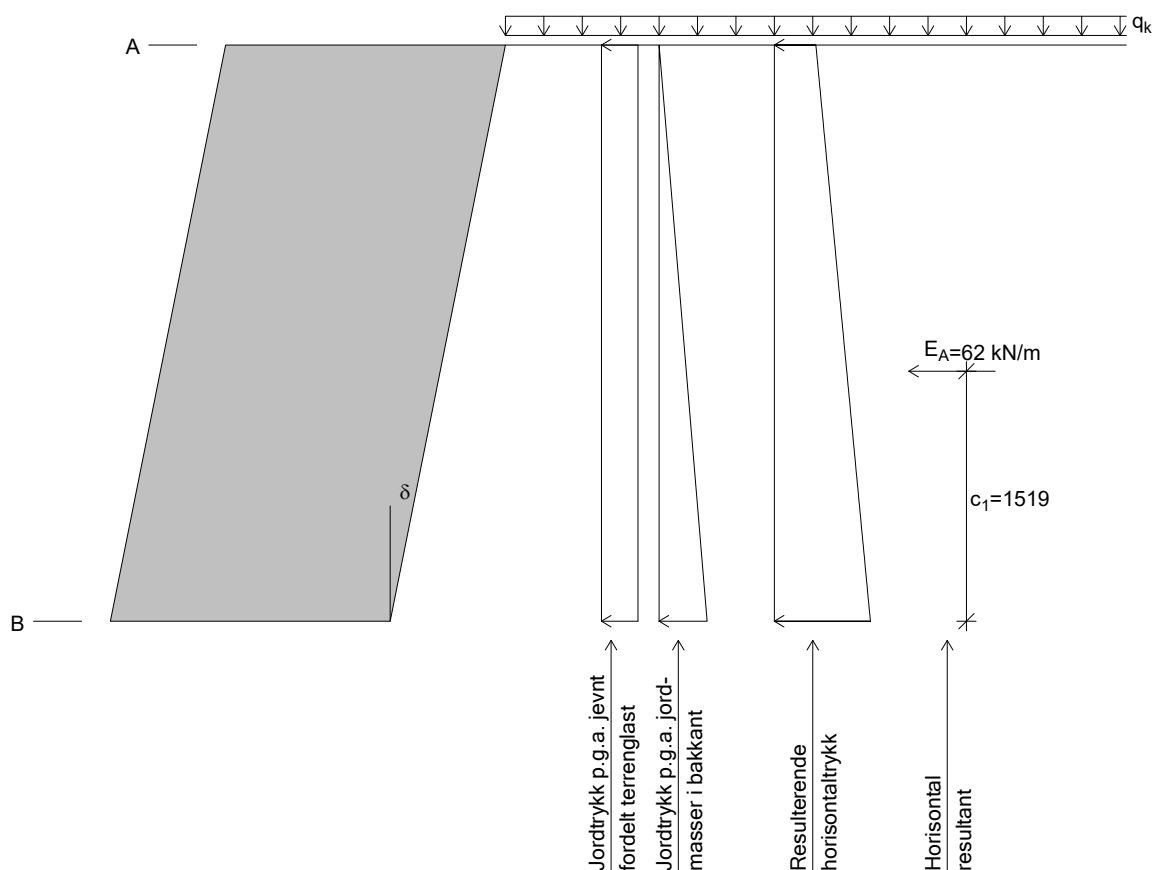
Bæreevnen beregnes for antatt homogen undergrunn.

Bæreevnen regnes dykket, dvs. kritisk skjærflate antas å gå gjennom masser som ligger under grunnvannsstanden.

NB! Programmet beregner totalstabilitet og bæreevne for muren. Det forutsettes at muren utformes slik at den beregningsmessig virker som ett legeme, med teoretisk omriss som vist på figuren ovenfor. Muren kontrolleres ikke for glidning/velting for hvert enkelt skift.

Laster i bakkant	Lastfaktor (Bruddgrense)
$q_k = 37,5 \text{ kN/m}^2$	1,35
$q_{Qk} = 25,0 \text{ kN/m}^2$	1,35

Boggiekvivalentlasten q_{Qk} blir ikke tatt med i beregningene.

Jordtrykk
 (mål i mm)


$r_v = 0,3$ (ruhet for beregning av jordtrykk)

$\tan\phi_d = \tan\phi/\gamma_m = 0,90/1,4 = 0,64$, $\phi_d = \arctan(0,64) = 32,7^\circ$

Ved horisontalt terreng er jordtrykket for aktiv tilstand gitt ved:

$$p_A' + a = K_A \cdot (p_V' + a)$$

$$a = 0 \Rightarrow \text{Uttrykket forenkles til: } p_A' = K_A \cdot p_V' \quad (1)$$

$K_A = 0,272$ (iht. figur 5.4 i V220)

$$\text{Helning av bakkant mur: } d_b = \frac{H}{\frac{H}{d} + b_t - b_b} = \frac{3,5}{\frac{3,5}{5,0} + 1,7 - 1,7} = 5,0$$

$$\tan\delta = 1/d_b \Rightarrow \delta = \arctan(1/d_b) = 11,3^\circ$$

$$K_\delta = \frac{\cos^2(\delta + \phi_d)}{\cos^3\delta \cdot \cos^2\phi_d} = \frac{\cos^2(11,3^\circ + 32,7^\circ)}{\cos^3(11,3^\circ) \cdot \cos^2(32,7^\circ)} = 0,774$$

$$\text{Korrigert jordtrykksfaktor: } K_{A,\text{korr}} = K_\delta \cdot K_A = 0,774 \cdot 0,272 = 0,211$$

Resulterende trykk i bakkant beregnes iht. ligning (1) ovenfor.

Nivå A (topp mur)

$$\text{Vertikaltrykk: } p'_{Av} = q_k \cdot \gamma_{q1} = 37,5 \cdot 1,35 = 50,6 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Horisontaltrykk: } p'_{Ah} = K_{A,\text{korr}} \cdot p'_{Av} = 0,211 \cdot 50,6 = 10,7 \text{ kN/m}^2$$

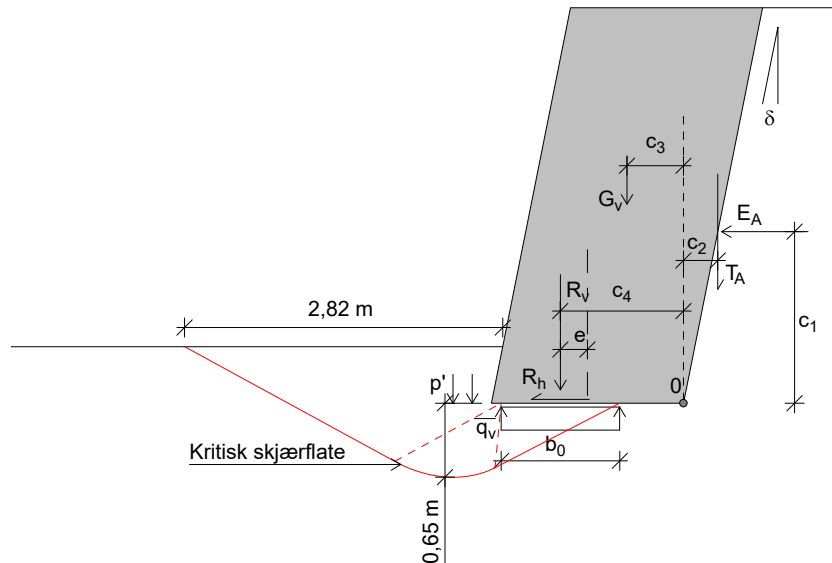
Nivå B (bunn mur)

$$\text{Vertikalspenning: } p'_{Bv} = 3,5 \cdot \gamma + q_k \cdot \gamma_{q1} = 3,5 \cdot 19,0 + 37,5 \cdot 1,35 = 117,1 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Horisontaltrykk: } p'_{Bh} = K_{A,\text{korr}} \cdot p'_{Bv} = 0,211 \cdot 117,1 = 24,7 \text{ kN/m}^2$$

Resultater

Bæreevne



$$R_h = E_A = 62 = 62 \text{ kN/m}$$

$$G_v = 0,5 \cdot (b_b + b_t) \cdot H \cdot \gamma_{\text{mur}} = 0,5 \cdot (1,7 + 1,7) \cdot 3,5 \cdot 22,0 = 131 \text{ kN/m}$$

$$c_3 = \frac{1}{G_v} \cdot \left[\frac{H}{6} \cdot (b_b - b_t) \cdot \gamma_{\text{mur}} \cdot (b_b - b_t \cdot \frac{H}{d_b}) + H \cdot b_t \cdot \gamma_{\text{mur}} \cdot (b_b - \frac{1}{2} \cdot b_t \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{H}{d}) \right]$$

$$\Rightarrow c_3 = \frac{1}{131} \cdot \left[\frac{3,5}{6} \cdot (1,7 - 1,7) \cdot 22,0 \cdot (1,7 - 1,7 \cdot \frac{3,5}{5,0}) + 3,5 \cdot 1,7 \cdot 22,0 \cdot (1,7 - \frac{1}{2} \cdot 1,7 \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{3,5}{5,0}) \right] = 0,50 \text{ m}$$

$$T_A = r_v \cdot \tan \phi_d \cdot \left(\frac{E_A}{H} + a \right) \cdot H = 0,30 \cdot 0,64 \cdot \left(\frac{62}{3,5} + 0,0 \right) \cdot 3,5 = 12 \text{ kN/m}$$

$$c_2 = \frac{c_1}{d_b} = \frac{1,52}{5,0} = 0,30 \text{ m}$$

$$R_v = G_v + T_A = 131 + 12 = 143 \text{ kN/m}$$

Momentlikevekt om pkt. 0:

$$c_4 = \frac{E_A \cdot c_1 - T_A \cdot c_2 + G_v \cdot c_3}{R_v}$$

$$c_4 = \frac{62 \cdot 1,52 - 12 \cdot 0,30 + 131 \cdot 0,50}{143}$$

$$c_4 = 1,09 \text{ m}$$

$$e = c_4 - 0,5 \cdot b_b = 1,09 - 0,5 \cdot 1,7 = 0,24 \text{ m}$$

$$b_0 = 0,9 \cdot b_b - 2 \cdot e = 0,9 \cdot 1,7 - 2 \cdot 0,24 = 1,05 \text{ m}$$

$$\bar{q}_v = R_v / b_0 = 143 / 1,05 = 136 \text{ kN/m}^2$$

Beregning av bæreevne (effektivspenningsanalyse):

$$\text{Krav 1: } r_b \leq r_{b\text{max}} = 0,80, \quad r_b = \frac{R_h}{b_0 \cdot (q_v + a) \cdot \tan \phi_d}, \quad a = 5 \text{ kN/m}^2$$

$$\tan \phi_d = \tan \phi / \gamma_m = 0,90 / 1,4 = 0,64 \Rightarrow r_b = \frac{62}{1,05 \cdot (136 + 5) \cdot 0,64}$$

$$r_b = 0,65 < r_{b\text{max}} \Rightarrow \text{krav 1 er OK!}$$

$$\text{Krav 2: } \bar{q}_v \leq \bar{\sigma}_v = N_q \cdot (p' + a) + \frac{1}{2} N_\gamma \cdot \gamma' \cdot b_0 - a$$

$$p' = 19,0 \cdot 0,50 = 9,5 \text{ kN/m}^2$$

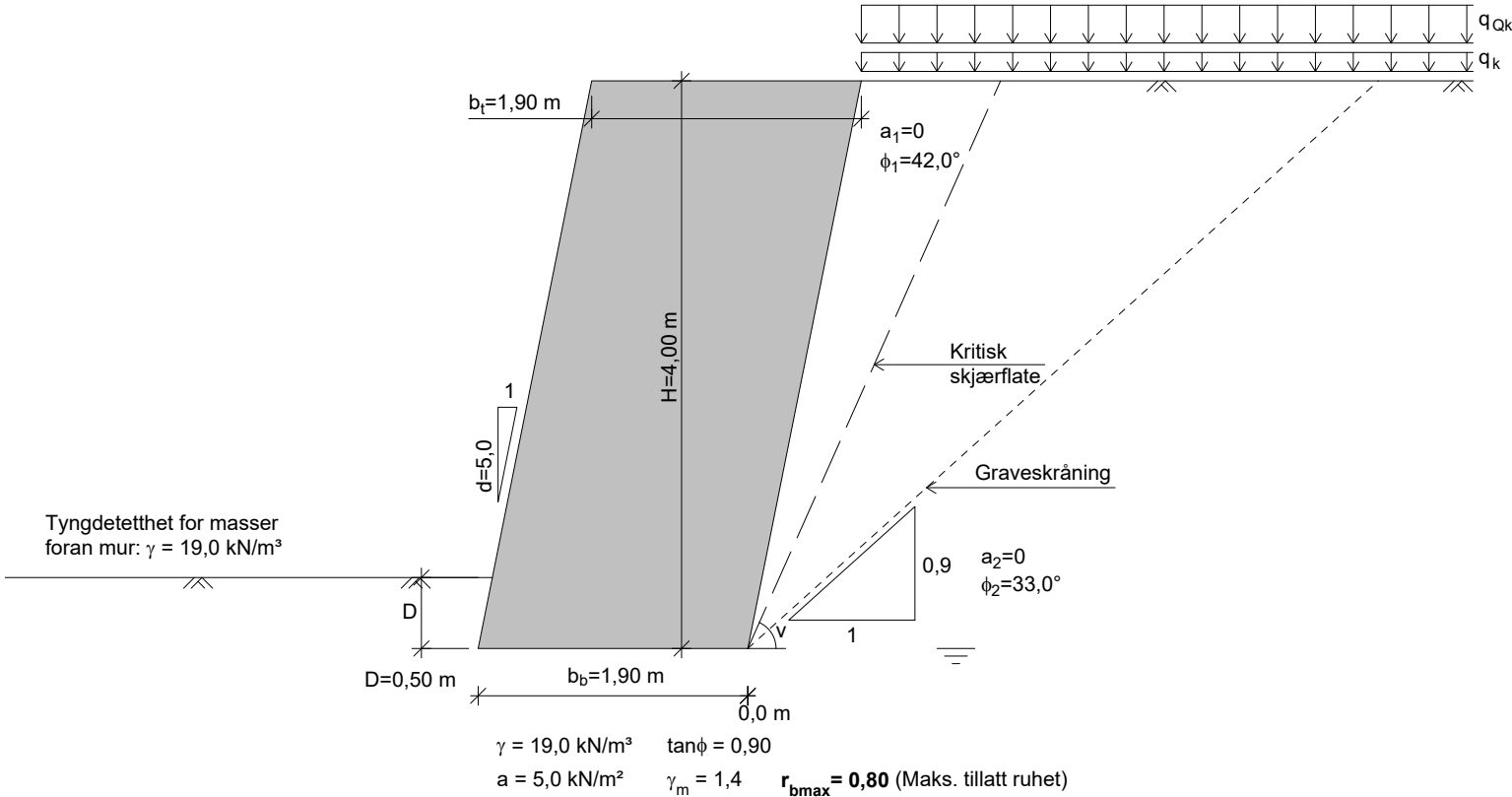
$$N_q = 9,2, \quad N_\gamma = 4,6, \quad \gamma' = 19,0 - 10 = 9,0 \text{ kN/m}^3 \text{ (dykket)}$$

$$\bar{\sigma}_v = 150 \text{ kN/m}^2 > \bar{q}_v \Rightarrow \text{krav 2 er OK!}$$

$$\bar{q}_v / \bar{\sigma}_v = 0,91$$

Beregnet 04.12.2020 Kl.13:50:19
(Programversjon 19.01)

Inndata



Tyngdetetthet for mur: $\gamma_{\text{mur}} = 22,0 \text{ kN/m}^3$

Tyngdetetthet for masser bak mur: $\gamma = 19,0 \text{ kN/m}^3$

Konsekvensklasse: CC2 Alvorlig

Bruddmekanisme : Nøytralt brudd

$\Rightarrow \gamma_m = 1,4$ (iht. Fig. 0.3 i Håndbok V220)

Ruhet for bakkant mur: $r_v = 0,3$

Kritisk skjærflate går gjennom bakfyllmassene, dvs.:

Midlere friksjonsvinkel: $\phi_m = \phi_1 = 42,0^\circ$

Midlere attraksjon: $a_m = a_1 = 0,0 \text{ kN/m}^2$

Helning av kritisk skjærflate settes lik:

$$v = 45 + \frac{\phi_m}{2} - \frac{\beta}{4} = 45 + \frac{42,0}{2} - \frac{0,0}{4} = 66,0^\circ$$

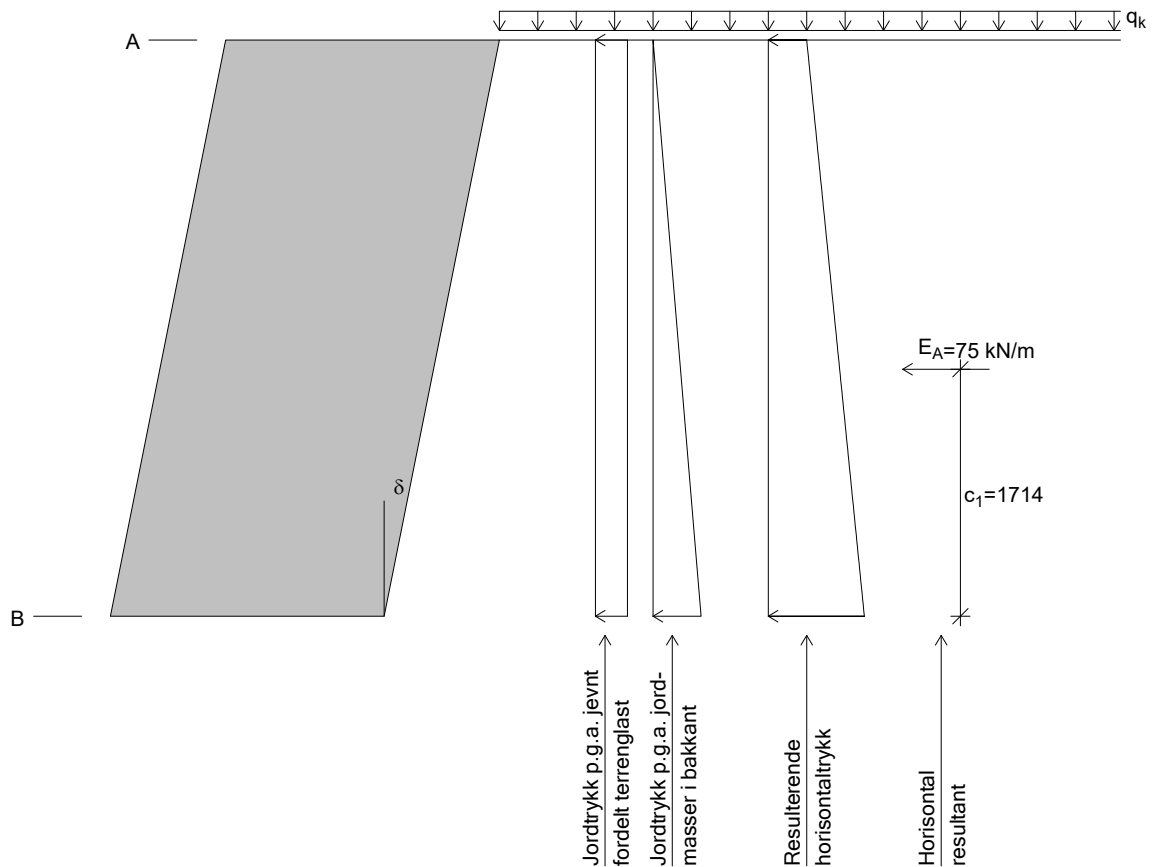
Bæreevnen beregnes for antatt homogen undergrunn.

Bæreevnen regnes dykket, dvs. kritisk skjærflate antas å gå gjennom masser som ligger under grunnvannsstanden.

NB! Programmet beregner totalstabilitet og bæreevne for muren. Det forutsettes at muren utformes slik at den beregningsmessig virker som ett legeme, med teoretisk omriss som vist på figuren ovenfor. Muren kontrolleres ikke for glidning/velting for hvert enkelt skift.

Laster i bakkant	Lastfaktor (Bruddgrense)
$q_k = 37,5 \text{ kN/m}^2$	1,35
$q_{Qk} = 25,0 \text{ kN/m}^2$	1,35

Boggiekvivalentlasten q_{Qk} blir ikke tatt med i beregningene.

Jordtrykk
 (mål i mm)


$r_v = 0,3$ (ruhet for beregning av jordtrykk)

$$\tan\phi_d = \tan\phi/\gamma_m = 0,90/1,4 = 0,64, \quad \phi_d = \arctan(0,64) = 32,7^\circ$$

Ved horisontalt terreng er jordtrykket for aktiv tilstand gitt ved:

$$p_A' + a = K_A \cdot (p_V' + a)$$

$$a = 0 \Rightarrow \text{Uttrykket forenkles til: } p_A' = K_A \cdot p_V' \quad (1)$$

$$K_A = 0,272 \text{ (iht. figur 5.4 i V220)}$$

$$\text{Helning av bakkant mur: } d_b = \frac{H}{\frac{H}{d} + b_t - b_b} = \frac{4,0}{\frac{4,0}{5,0} + 1,9 - 1,9} = 5,0$$

$$\tan\delta = 1/d_b \Rightarrow \delta = \arctan(1/d_b) = 11,3^\circ$$

$$K_\delta = \frac{\cos^2(\delta + \phi_d)}{\cos^3\delta \cdot \cos^2\phi_d} = \frac{\cos^2(11,3^\circ + 32,7^\circ)}{\cos^3(11,3^\circ) \cdot \cos^2(32,7^\circ)} = 0,774$$

$$\text{Korrigert jordtrykksfaktor: } K_{A,\text{korr}} = K_\delta \cdot K_A = 0,774 \cdot 0,272 = 0,211$$

Resulterende trykk i bakkant beregnes iht. ligning (1) ovenfor.

Nivå A (topp mur)

$$\text{Vertikaltrykk: } p'_{Av} = q_k \cdot \gamma_{q1} = 37,5 \cdot 1,35 = 50,6 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Horisontaltrykk: } p'_{Ah} = K_{A,\text{korr}} \cdot p'_{Av} = 0,211 \cdot 50,6 = 10,7 \text{ kN/m}^2$$

Nivå B (bunn mur)

$$\text{Vertikalspenning: } p'_{Bv} = 4,0 \cdot \gamma + q_k \cdot \gamma_{q1} = 4,0 \cdot 19,0 + 37,5 \cdot 1,35 = 126,6 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Horisontaltrykk: } p'_{Bh} = K_{A,\text{korr}} \cdot p'_{Bv} = 0,211 \cdot 126,6 = 26,7 \text{ kN/m}^2$$

Ark.nr. 472-Rv 44

Oppdrag nr. Ld 308 A

Rapport nr. 1

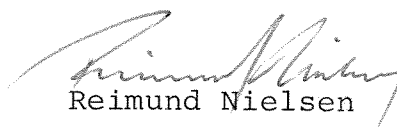
Rv 44 HP 04 Tengs - Oгна

Grunnundersøkelser for Sannernes bru

Saksbehandler: G. Gausel

Laboratoriet ved vegkontoret i Rogaland

Stavanger, den 16. januar 1981


Reimund Nielsen


G. Gausel

Utgivelse:	Driftsjef	Njå	1 x
	Plansjef	Hauge	1 x
	Overing.	Raugstad	2 x
	Veglab.Vegdirek.		1 x
	Overing.	Nielsen	1 x
	Lab.		1 x
	Arkiv		1 x

Innhold:

- 1.0 Orientering
- 2.0 Mark og laboratoriearbeid
- 3,0 Grunnforhold
- 4.0 Konklusjoner

Bilag:

Oversikt og tverrprofiler

tegning Ld 308A-01

1.0 Orientering

Etter oppdrag fra overing. Raugstad, konstruksjonsseksjonen har laboratoriet foretatt grunnundersøkelse for utvidelse og forsterkning av Sannernes bru. rv 44 HP 04, Egersund kommune.

2.0 Mark og laboratoriearbeid

1. Det er foretatt 4 stk dreieborsonderinger og 1 stk prøveserie 30 mm. Det er også tatt et gravehull for hånd ned langs eksisterende brukar.
2. Prøvene er undersøkt i laboratoriet m.h.t. korngradering.

3.0 Grunnforhold

Det er boret ned til kote - 3,5. Massen i grunnen har middels stor sondermotstand ned til kote - 3.

Boringene stoppet på stein i kote ca. - 3,5.

Prøveserien viser sandig grus til kote 0, videre til kote - 3 grusig sand som er forholdsvis ensgradet fra kote - 1,0 til - 3,0

Det er vanskelig å registrere uten maskinell grave-redskap hvordan eksisterende brukar er fundamentert, men en klarte ved hjelp av håndgraving å registrere at det min. ligger to steinlag (ca 1,0 m) under bunn bekk.

4,0 Konklusjoner

Eksisterende brukar er meget pent oppmurt og viser ikke tegn til setninger eller andre skader.

Brukara står frostsikkert på telefrie masser, og en anbefaler at disse brukes til ombygging av brua.

For utvidelsen av brua kan fundamentene settes direkte på eksisterende telefrie masse i kote - 0,5.

Vedlegg 9 - Rapport Ld307A Grunnundersøkelser for Hellvik Bru (1981)

Ark.nr. 472 - Rv 44

Oppdrag nr. Ld 307 A

Rapport nr. 1

Rv 44 HP 04 Tengs - Ogna

Grunnundersøkelse for Hellvik bru

Saksbehandler: G. Gausel

Laboratoriet ved vegkontoret i Rogaland

Stavanger, den 16. januar 1981


Reinund Nielsen


G. Gausel

Utgivelse:	Driftssjef	Njå	1 x
	Plansjef	Hauge	1 x
	Overing.	Raugstad	2 x
	Veglab.vegdirekt.		1 x
	Overing.	Nielsen	1 x
	Lab.		1 x
	Arkiv		1 x

Innhold:

- 1,0 Orientering
- 2,0 Mark og laboratoriearbeid
- 3,0 Grunnforhold
- 4,0 Konklusjoner

Bilag:

Oversiktekart og tverrprofiler tegning Ld 307A- 01

TEGNINGSFORKLARING

for geotekniske kart og profiler

Opptegning i plan

TEGNINGSSYMBOLER

Symbol	Metode	Anmerkning	Symbol	Metode	Anmerkning
	Prøveserie	Prøvene tatt med boringsredskap (skovlbor, prøvetager, diamantkjernebor m.m.)		Prøvegrop	
	Prøvegrop med prøveserie	Prøvene tatt med boringsredskap under bunn av prøvegropen		Prøvebelastning	
	Enkel sondering	Sondering uten registrering av motstand, f.eks. spyleboring, slagboring (manuelt eller med maskin) m.m.		Setningsmåling	
	Dreie-trykksondering	Maskinsondering med automatisk opptegning		Dreiesondering	
	S.P.T.	Standard Penetration Test		Trykksondering	
	Fjellkontrollboring	Boring ned til og i fjell		Ramsondering	
	Vannprøver	Vanntapsmåling, prøver for slamføring, kjemiske analyser m.m.		Vannstandsmåling	
	In situ permeabilitetsmåling	Infiltrasjonsforsøk, prøvepumping m.m.		Poretrykksmåling	
				Vingeboring	
				Elektrisk sondering	

NIVÅER OG DYBDER (i meter)

$$\frac{12,8}{-5,7} \quad 18,5 + 3,0$$

Over linjen, kote terreng eller elvebunn, sjøbunn ved boring i vann (12,8).
Ut for linjen, boret dybde i løsmasser (18,5). Eventuelt boret dybde i fjell angis etter plusstegn (+ 3,0).
Under linjen, kote antatt fjell (-5,7). Antas at fjell ikke er påtruffet angis ~.

KVARTÆRGEOLOGISKE SYMBOLER

Gjell, vannbevegelse mot høyre

Terrasse, innerkant stiplet n.o.h. er angitt

Vifte (kjegle)

Delta

Ravine

Rasgrop

Solifluksjonstunger

Kildehorisont med kilde

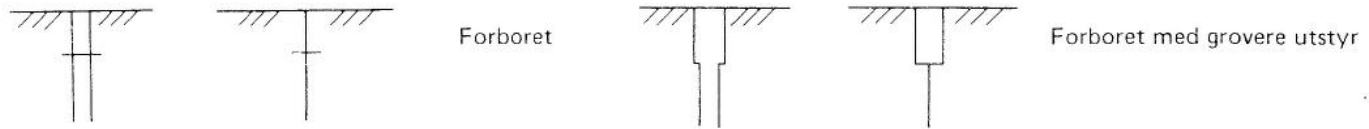
Grus-, sand-, leir-, torvtak

Opptegning i profil

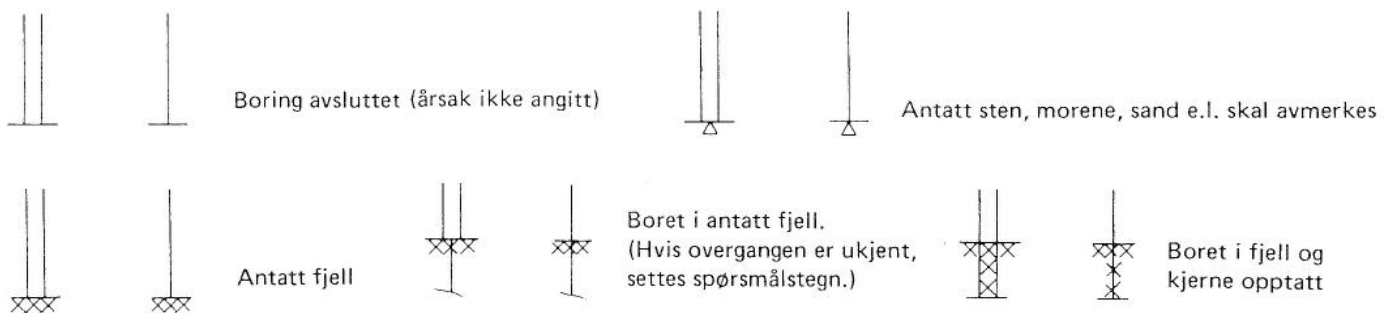
GENERELT



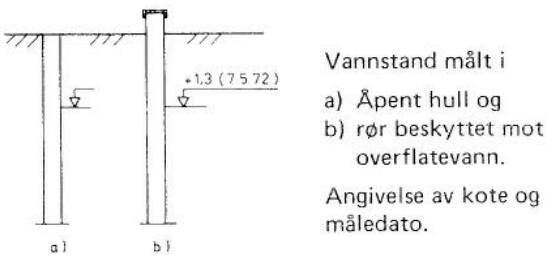
FORBORING (GJELDER ALLE SONDERINGSTYPER)



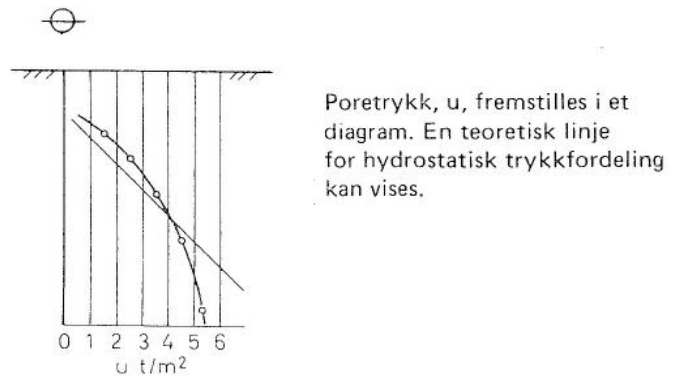
AVSLUTNING AV BORING (GJELDER ALLE SONDERINGSTYPER)



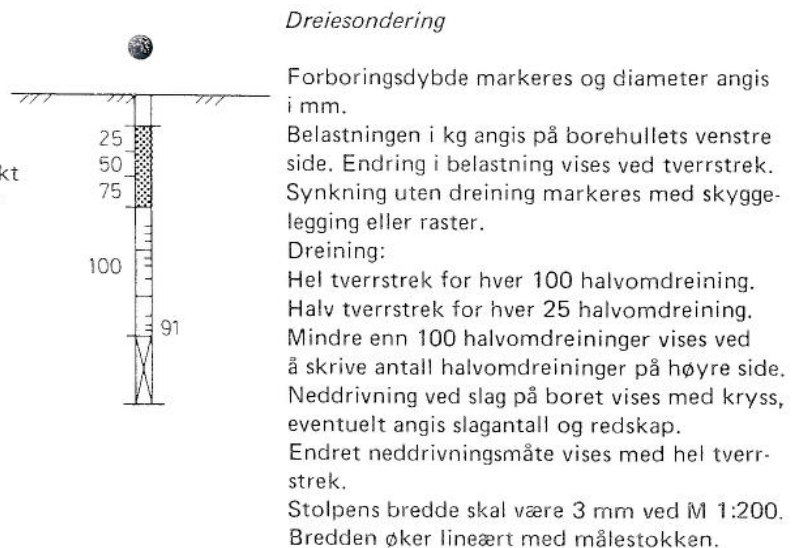
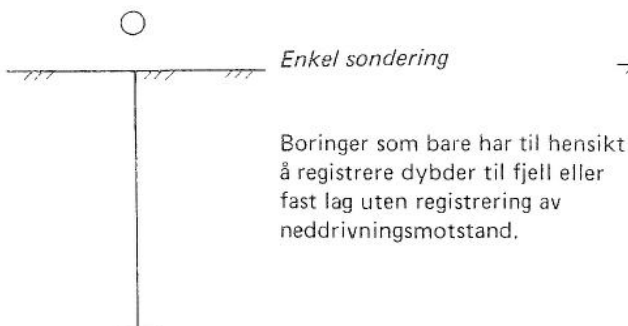
GRUNNVANNSTAND

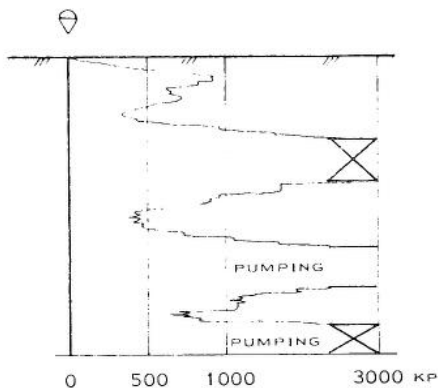


PORETRYKK



SONDERING





Vanlig boring med 25 omdr./min

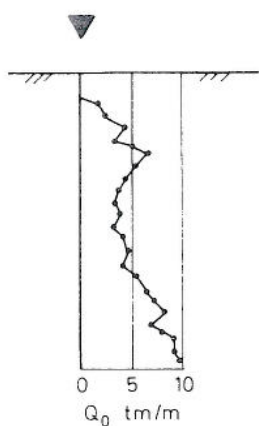
Økt rotasjon

Pumping

Pumping og økt rotasjon

Dreietrykksondering

Borhullet markeres med en enkel tykk strek.
Målt nedpressingskraft er vist som funksjon av dybden.
Kraften er registrert ved automatisk skriver.

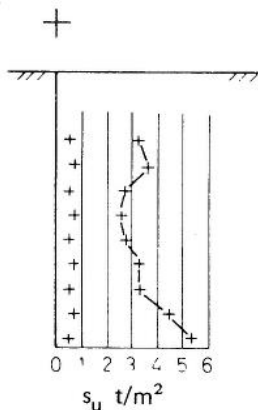


Ramsondering

Borhullet markeres med enkel tykk strek.
Rammotstanden Q_0 angis som brutto ramenergi (tm) pr. m synkning av boret.

$$Q_0 = \frac{N \cdot W \cdot H}{S_n}$$

der N = Antall slag
 S_n = Synkning i m for N slag
 W = Loddvekt (t)
 H = Fallhøyde (m)






Vingeboring

Borhullet markeres med enkel tykk strek.
Skjærfastheten s_u angis i t/m^2 med tegnet +. (+) verdien ansees ikke representativ.
Alternativt kan punktene for omrørt skjærfasthet sløyfes og isteden verdien settes opp i kolonne lengst til høyre.

PRØVESERIE

Materialsignatur			Anmerkning			
	Fjell		Silt		Torv	T = tørrskorpe Leire: R = resedimenterte masser K = kvikkleire
	Blokk		Leire		Trerester	
	Stein		Fyllmasse		Sagflis	Ved blandingsjordarter kombineres signaturene
	Grus		Matjord		Skjell	Morene vises med skyggelegging:
	Sand		Gytje, dy		Moreneleire	For kongresjoner kan bokstavsymboler settes inn i materialsignaturen Ca = kalkkongresjoner Fe = jernkongresjoner AH = aurdelle
					Grusig morene	

Symboler for laboratoriedata

Laboratoriebestemmelser	Bokstav-symbol	Tegn-symbol	Anmerkninger
<i>Materiale</i>			Jordarter beskrives i samsvar med NGF's gjeldende normer. Hovedbetegnelsen skrives med store bokstaver. Gruppesymboler kan angis bak i parentes.
<i>Vanninnhold</i> Naturlig vanninnhold Utrullingsgrense Flytegrense Finhetstall	W W _P W _L W _F		Vanninnhold av prøve angis i % av tørrvekten.
<i>Romvekt</i> Romvekt Tørr romvekt Romvekt av fast stoff Porøsitet	γ γ_d γ_s n		Romvekt angis i t/m ³ . Porøsitet angis i % av total volum.
<i>Skjærfasthet – udrenert</i> Konusforsøk Enkelt trykkforsøk Sensitivitet	s_u s_u S_t	∇ 	Tegnsymbolet settes i parentes hvis verdien ikke ansees representativ. Aksialdeformasjon ved brudd (ϵ_f) angis i % av prøvens lengde ved hjelp av viserens stilling.  Metode bør angis.

Forkortelser

Følgende forkortelser kan benyttes i plan og i profil:

Boringsutstyr

BB Bergbor	SP Spylebor
DR Dreiebor	TR Trykksonde
EL Elektrisk sonde	VB Vingebor
KB Kannebor	m Benyttes foran hovedbetegnelsen for å markere maskinelt utstyr når dette er ønskelig. (Maskintype bør angis på tegningen.)
RP Ramprøvetager	Eksempel:
PK Kjerneprøvetaker (diamantbor)	mDr Maskinelt dreiebor
PO Prøvetaker med tykkvegget sylinder	mSl Maskinelt slagbor
PR Prøvetaker med tynnveggete sylinder	mBb Bergbor med mekanisk matning
PZ Piezometer (poretrykkmåler)	
RB Rambor	
SK Skovlbor	
SL Slagbor	

Vannstand

HFV Høyeste flomvannstand	HV Normal høyvannstand
HRV Høyeste regulerte vannstand	LV Normal lavvannstand
LRV Laveste regulerte vannstand	MV Normal middelvannstand
HHV Høyeste høyvannstand	V Vannstand (dato angis)
LLV Laveste lavvannstand	GV Grunnvannstand (dato angis)

1,0 Orientering

Etter oppdrag fra overing. Raugstad, konstruksjonsseksjonen, har laboratoriet foretatt grunnundersøkelse for utvidelse og forsterkning av Hellevik bru, rv 44 HP 04, km 9,615 Egersund kommune.

2,0 Mark og laboratoriearbeid

1. Det er foretatt 3 stk enkelsonderinger M/tid og 1 stk prøveserie 30 mm.
2. Prøvene er undersøkt i laboratoriet m.h.t. korngradering og vanninnhold.

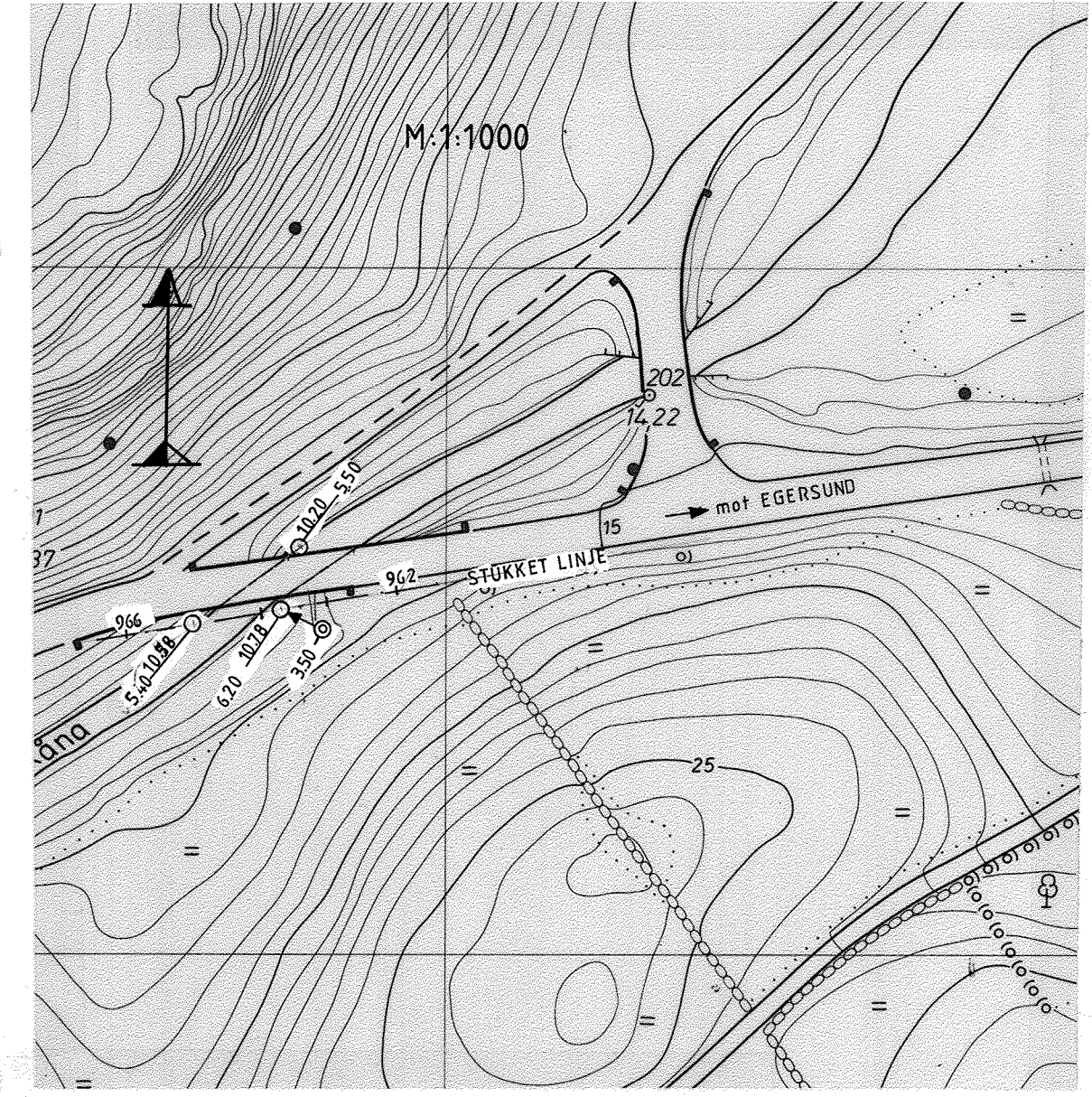
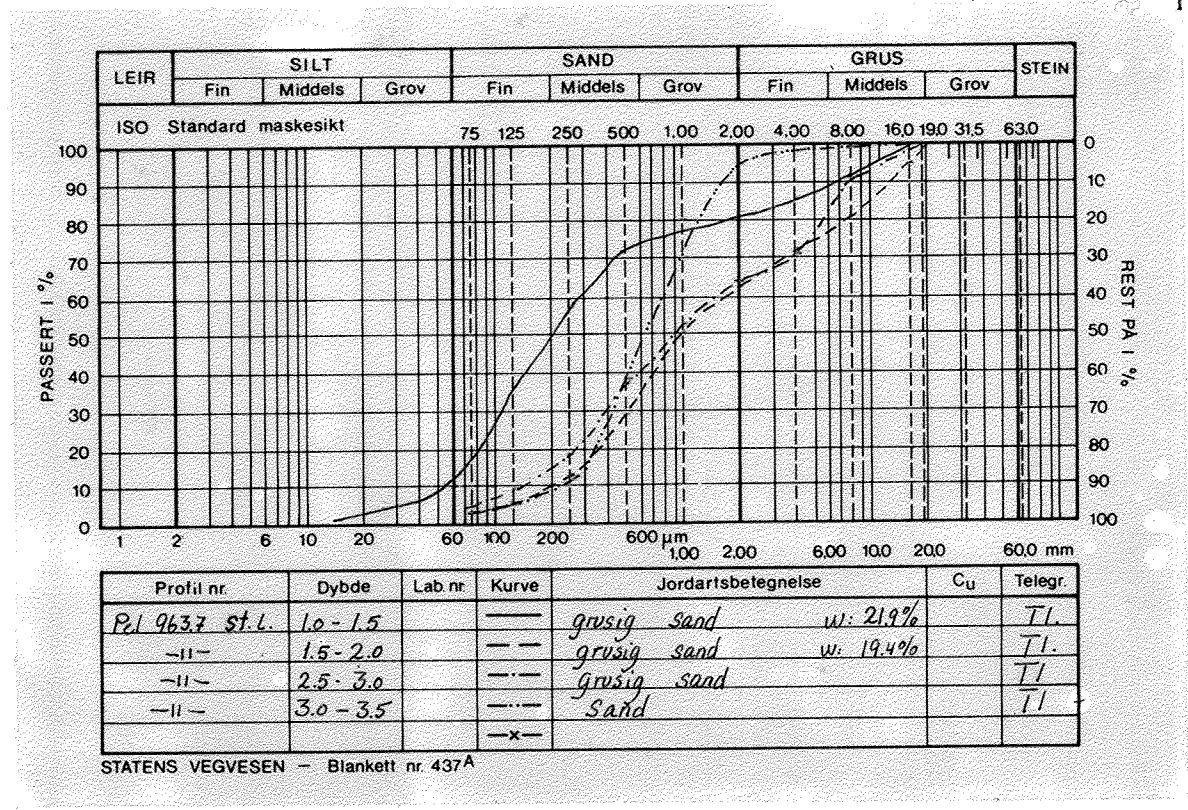
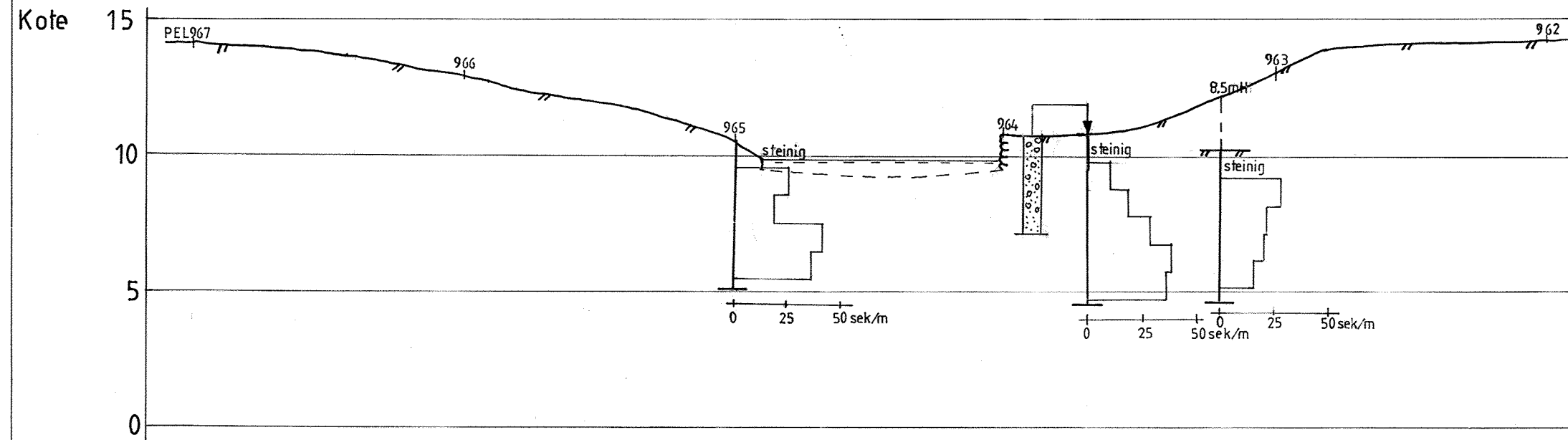
3.0 Grunnforhold

Det er boret ned til kote 5 der boringene er stoppet på fjell eller stein. Grunnen er steinig ca 1,0 m øverst. Under steinlaget grusig sand til kote 8,0 (T1)
Fra kote 8,0 - 7,0 sand

4,0 Konklusjon

Det er ikke synlige skader på eksisterende brukar. Brukara står på stabile telefrie materialer og en vil anbefale at disse brukes til ombyggingen. Brukara som må bygges for utvidelse av brua kan settes direkte på eksisterende telefrie masse i kote 9,3.

LENGDEPROFIL M:1:200



Tegningsgrunnlag:	
Vedlegg til rapport:	
OVERSIKTSKART, LENGEPROFIL	Målestokk Boret: des-80 Tegn.: Jan 81 J.S. Saksbeh.:
GRUNNUNDERSØKELSE: Rv.44 HP04 TENGS- OGNA HELLVIK BRU 01 EGRSUND	Tegning nr. Ld 307A-01
ROGLAND VEGKONTOR - LABORATORIET	