




Datarapport for grunnundersøkelser i Kongsberg



Sunnfjord Geo Center



Prosjektinformasjon og status

Prosjektnummer:	Dokumentkode:	Dokumentnr.:	Dokumenttittel:
2022-06-213A	GT-H30-M30-01	01r	Datarapport for grunnundersøkelser i Kongsberg
Revisjon:	Skildring:	Leveransedato:	
0	Godkjent rapport	13.03.2023	
Kontraktør:		Kontaktinformasjon:	
 Sunnfjord Geo Center		Sunnfjord Geo Center AS Stongfjordvegen 577 6984 Stongfjorden Tlf.: 577 31 900 E-post: post@sunnfjordgeocenter.no Organisasjonsnummer: 998 899 834 MVA	
Fagområde:	Dokumenttype:	Lokalitet:	
Geoteknikk	Rapport	Kongsberg, Kongsberg kommune	
HMS-risikovurdering før feltarbeid:	Dato for risikovurdering	Hending/avvik meldt:	
Risikogruppe 1	10.11.2022	Nei	
Feltarbeid utført av:	Dato for feltarbeid:		
Thomas Austin Stormoen Jenny Sjøstad Hagen	16.11.2022		
Dokument utarbeidet av:	Dato for ferdigstilling:	Signatur:	
Thomas Austin Stormoen Ramin Jalali	24.02.2023	Thomas Austin Stormoen (sign.) Ramin Jalali (sign.)	
Sidemannskontroll gjennomført av:	Godkjent, dato:	Signatur:	
Rev 0: Andrews Omari	27.02.2023	Andrews Omari (sign.)	



Sammendrag

Det er utført grunnundersøkelser for å vurdere områdestabilitet (kvikkleire) og innhente grunnlag for geoteknisk prosjektering av master for luftbåren høyspentlinje i Kongsberg.

Det er utført 23 totalsonderinger, og innhentet poseprøver med fra 15 intervaller fordelt på 7 posisjoner. Boreundersøkelser er utført av Romerike Grunnboring AS, og laboratoriumsundersøkelser er utført av Multiconsult i Oslo.

Undersøkelsene samsvarer med den geologiske forståelsen av området, og viser i hovedsak kornfraksjon sand. Stedvis er det betydelig innhold av silt og grus.



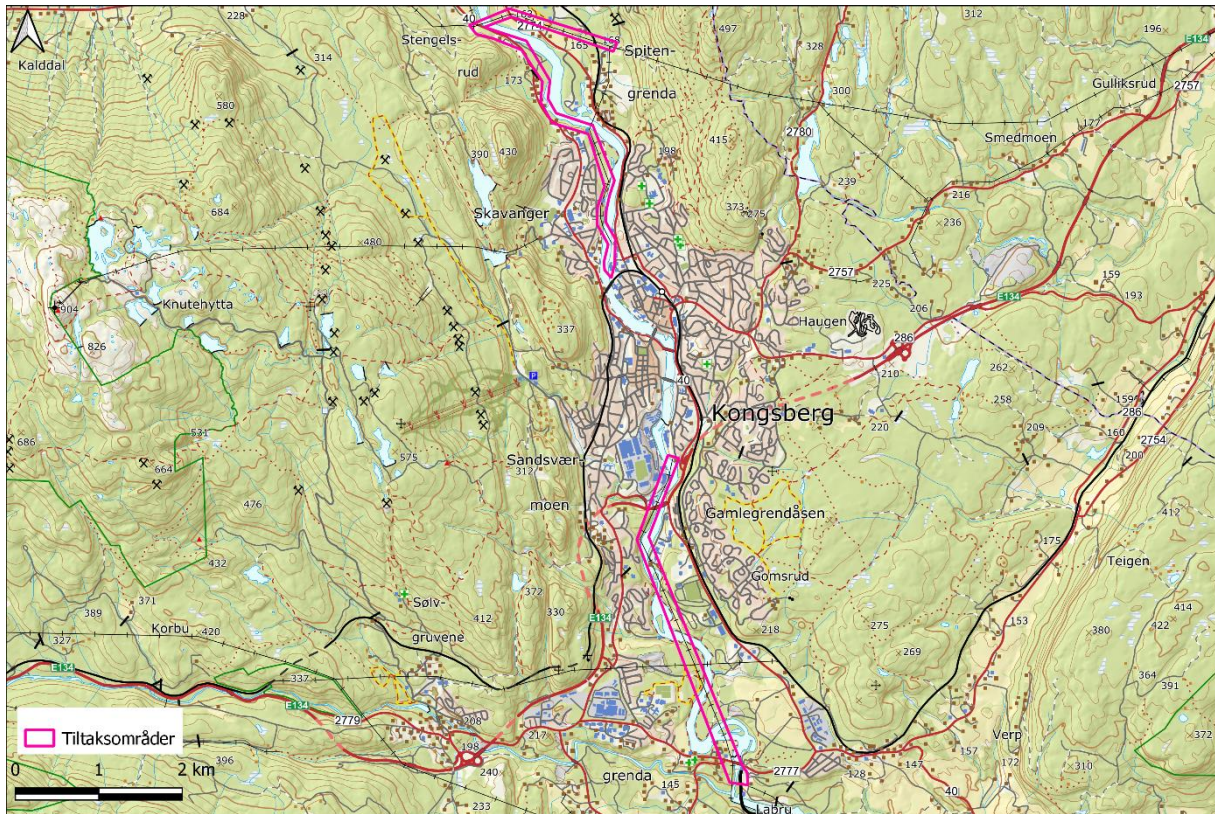
Innholdsliste

1. Innledning	5
2. Grunnundersøkelser	6
2.1 Laboratorieundersøkelser	11
3. Grunnforhold	13
3.1 Bergkontroll	13
3.2 Kwartargeologi.....	13
3.3 Beskrivelse av prøver	14
3.4 Fordeling av løsmasser.....	15
3.5 Grunnvann.....	15
3.6 Kvaliteten på undersøkelsene	15
3.7 Manglende resultat	15
4. Konklusjon fra utførte grunnundersøkelser	16
5. Referanser	17
6. Vedlegg	I
6.1 Resultat fra sonderinger	II
6.2 Prøveresultat.....	XXV
6.3 Bilde av naver	XXXII
6.4 Resultat fra laboratoriumsundersøkelser	LVI

1. Innledning

Sunnfjord Geo Center er engasjert av Jøsok AS, for å gjennomføre vurdering av områdestabilitet og geoteknisk prosjektering av nye høyspentlinjer i Kongsberg. Høyspenttraseen kan deles inn i en nordre og en søndre del (Figur 1).

Denne datarapporten omhandler grunnundersøkelser som ble utført i uke 4 og 5 i 2023. Romerike Grunnboring AS utførte undersøkelsene med hydraulisk borerigg, på oppdrag for Sunnfjord Geo Center AS. Prøver er undersøkt på laboratorium til Multiconsult AS i Oslo.



Figur 1: Plassering av tiltaksområder.

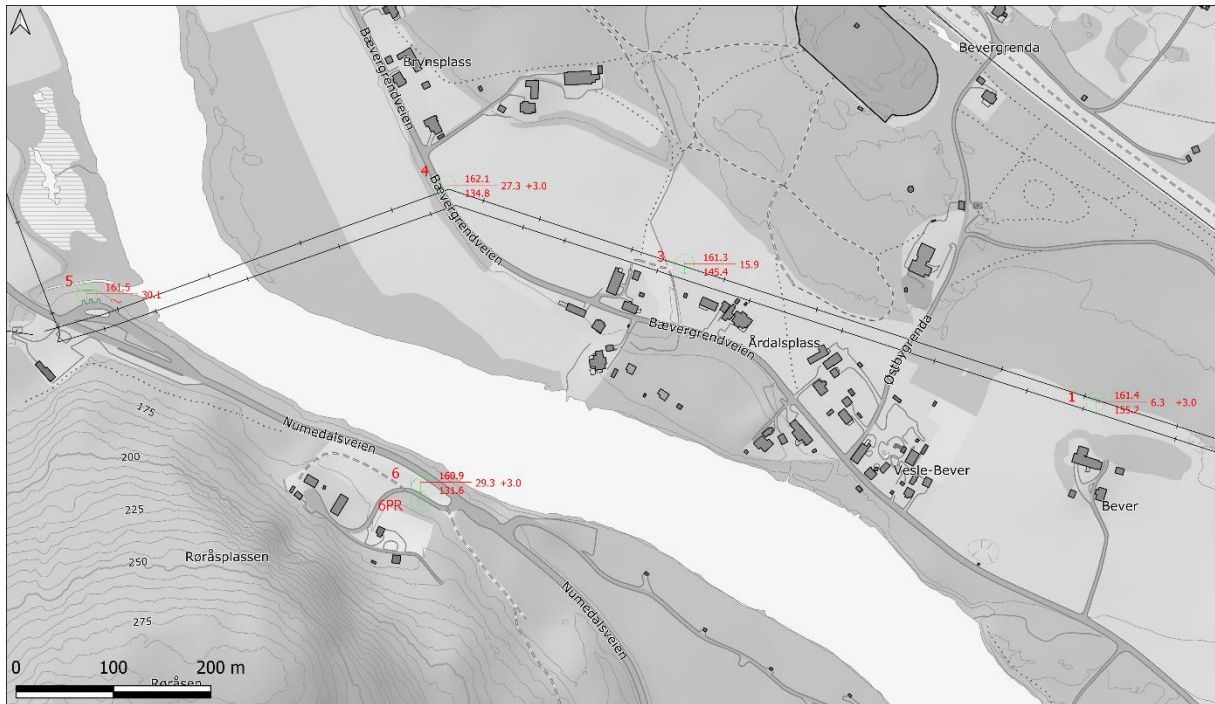
2. Grunnundersøkelser

Totalt er det utført 23 totalsonderinger, og samlet inn 15 forstyrrede poseprøver fra 7 borepunkt. I tillegg er masser tatt opp med naver vurdert visuelt fra foto i ytterligere 10 intervaller fra de samme borepunktene (se vedlegg 6.3).

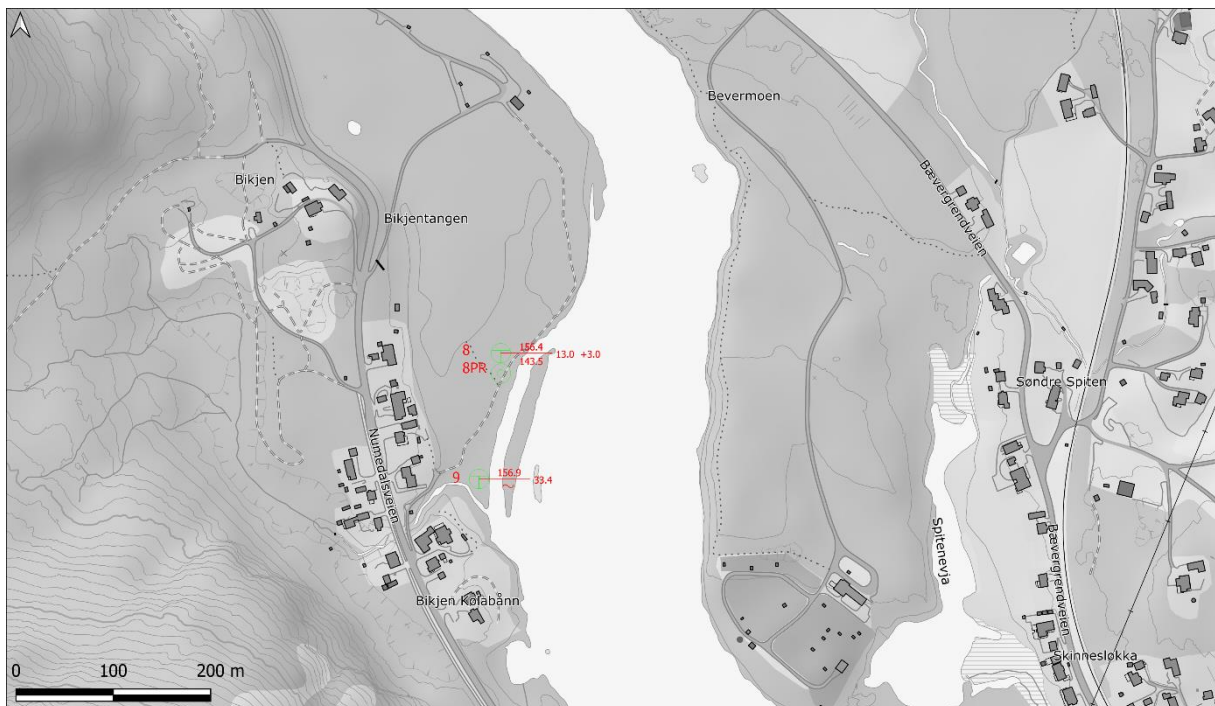
Oversikt over utførte sonderinger og prøveopptak er vist i Tabell 1 og plassering av borepunktene er gitt i Figur 2 - Figur 10.

Tabell 1. Oppsummering av totalsonderingene og prøveopptak. Koordinatsystem: EUREF89 UTM32 NN2000.

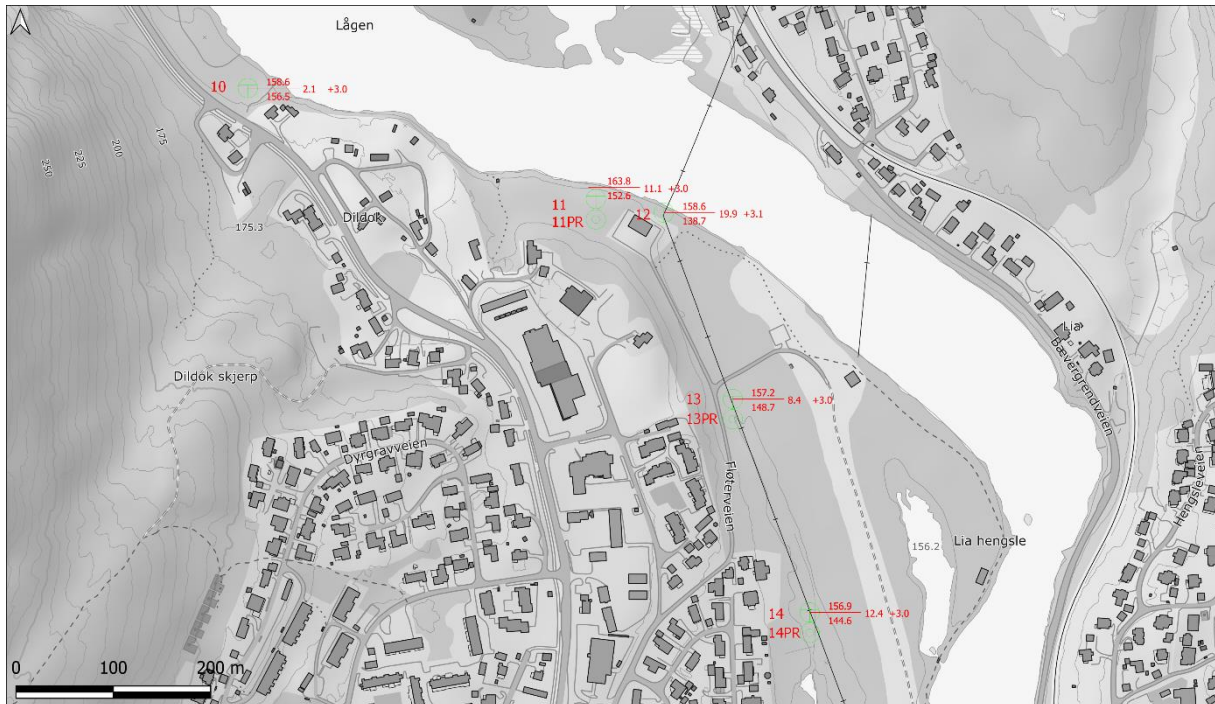
Borhull	x-koordinat	y-koordinat	z- koordinat	Metode	Stoppkode	Løsmasse- mektighet [m]	Bergkontroll [m]	Dato	Kommentar
1	6618201,34	535526,07	161,45	Totalsondering	94	6,28	3,03	23.01.2023	
3	6618343,06	535103,46	161,32	Totalsondering	93	15,93	0,00	23.01.2023	
4	6618423,97	534858,51	162,12	Totalsondering	94	27,30	3,00	23.01.2023	
5	6618312,18	534489,28	161,52	Totalsondering	90	30,12		23.01.2023	
6	6618118,59	534832,17	160,94	Totalsondering	94	29,33	3,00	23.01.2023	
6PR	6618118,59	534832,17	160,94	Poseprøve	90	3,20		24.01.2023	
8	6617591,56	535286,93	156,44	Totalsondering	94	12,98	3,00	30.01.2023	
8PR	6617591,56	535286,93	156,44	Poseprøve	90	2,80		30.01.2023	
9	6617462,29	535264,41	156,88	Totalsondering	90	33,42		30.01.2023	
10	6617158,43	535384,07	158,58	Totalsondering	94	2,05	3,00	30.01.2023	
11	6617044,54	535741,67	163,76	Totalsondering	94	11,12	3,00	31.01.2023	
11PR	6617044,54	535741,67	163,76	Poseprøve	90	4,00		31.01.2023	
12	6617030,45	535811,58	158,57	Totalsondering	94	19,90	3,05	26.01.2023	
13	6616838,98	535882,41	157,16	Totalsondering	94	8,43	3,00	31.02.2023	
13PR	6616838,98	535882,41	157,16	Poseprøve	90	6,00		01.02.2023	
14	6616619,72	535961,38	156,94	Totalsondering	94	12,38	3,00	31.01.2023	
14PR	6616619,72	535961,38	156,94	Poseprøve	90	6,50		31.01.2023	
15	6616401,17	536042,41	156,92	Totalsondering	94	11,93	3,00	31.01.2023	
18	6615867,28	535969,59	161,64	Totalsondering	94	3,12	3,00	31.01.2023	
19	6615658,22	536074,94	157,39	Totalsondering	94	8,88	3,00	23.01.2023	
20	6615321,91	536045,50	158,17	Totalsondering	94	11,15	3,03	25.01.2023	
21	6613070,53	536802,27	134,72	Totalsondering	94	4,03	3,00	25.01.2023	
21PR	6613070,53	536802,27	134,72	Poseprøve	90	4,00		25.01.2023	
22	6612124,20	536431,84	134,98	Totalsondering	93	19,20	0,00	25.01.2023	
23	6611550,10	536692,08	144,98	Totalsondering	94	3,83	3,00	01.02.2023	
25	6610568,57	537086,98	136,39	Totalsondering	94	13,70	3,00	31.01.2023	
26	6610359,46	537170,93	131,30	Totalsondering	94	25,33	3,02	30.01.2023	
27	6609683,30	537455,58	129,44	Totalsondering	94	22,73	3,00	25.01.2023	
27PR	6609683,30	537455,58	129,44	Poseprøve	90	4,00		01.02.2023	
28	6609509,19	537511,01	130,07	Totalsondering	94	3,67	3,00	26.01.2023	
Toltalt						367,31	57,13		



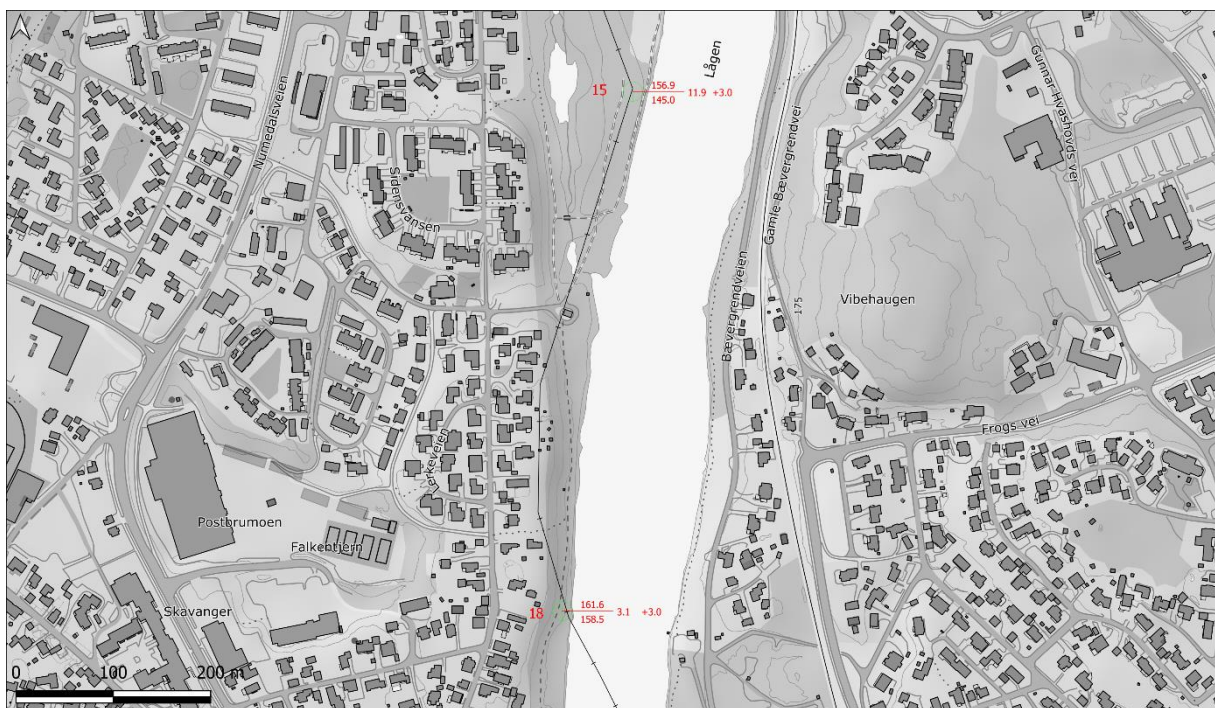
Figur 2. Kart som viser plassering og resultat fra borepunkt 1-6.



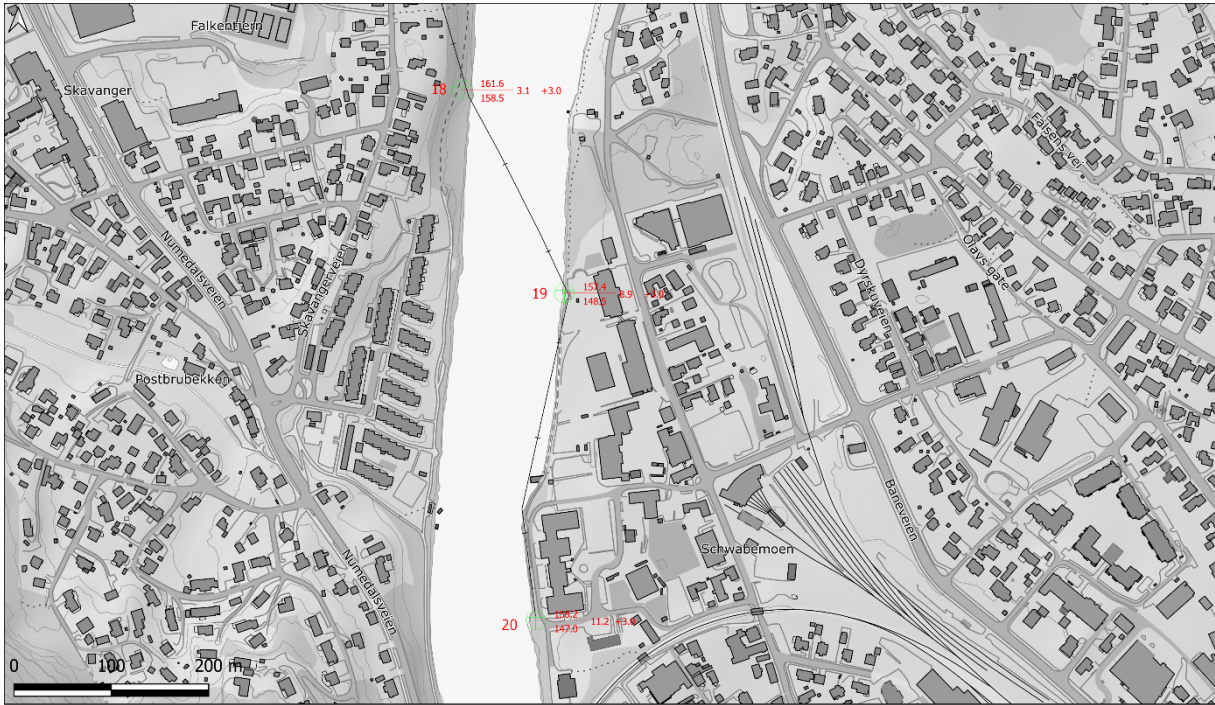
Figur 3. Kart som viser plassering og resultat fra borepunkt 8-9.



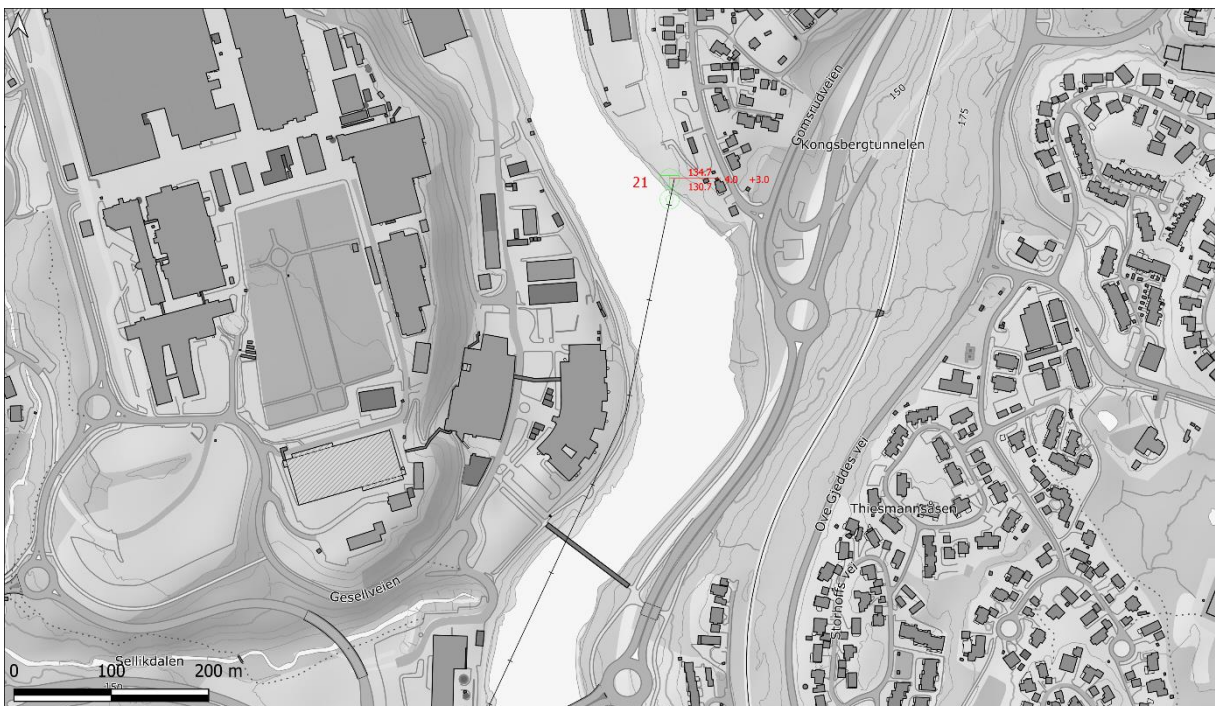
Figur 4. Kart som viser plassering og resultat fra borepunkt 10-14.



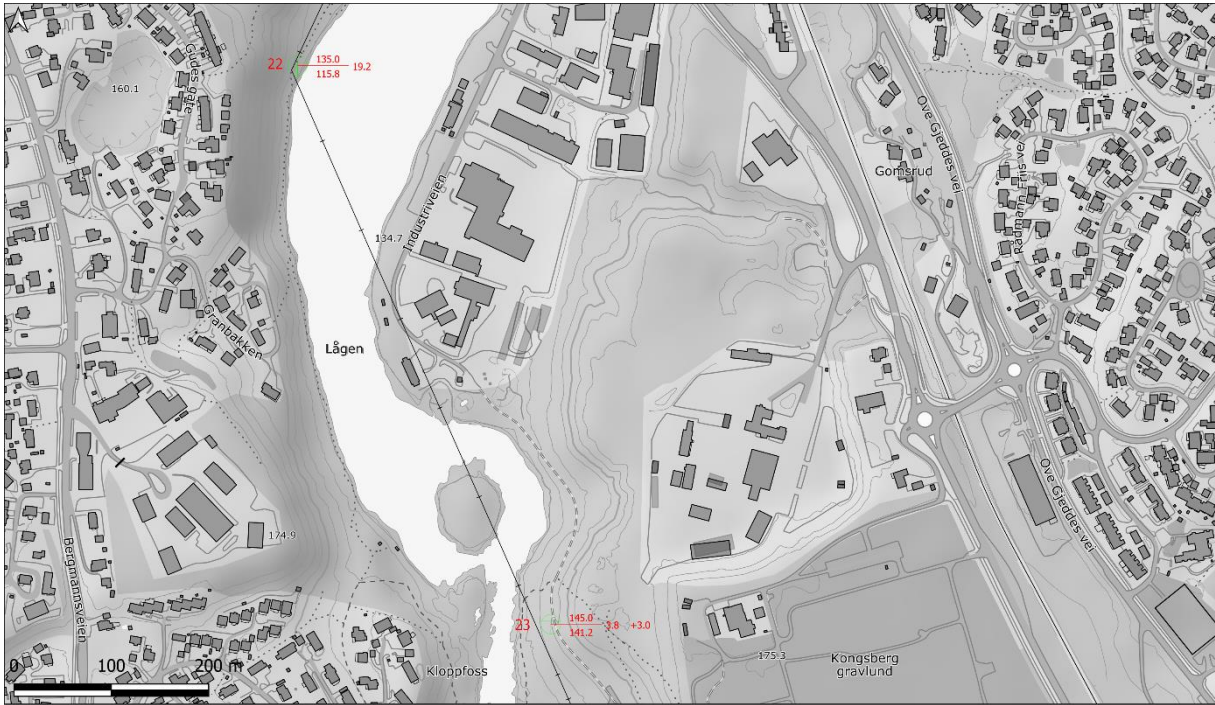
Figur 5. Kart som viser plassering og resultat fra borepunkt 15-18.



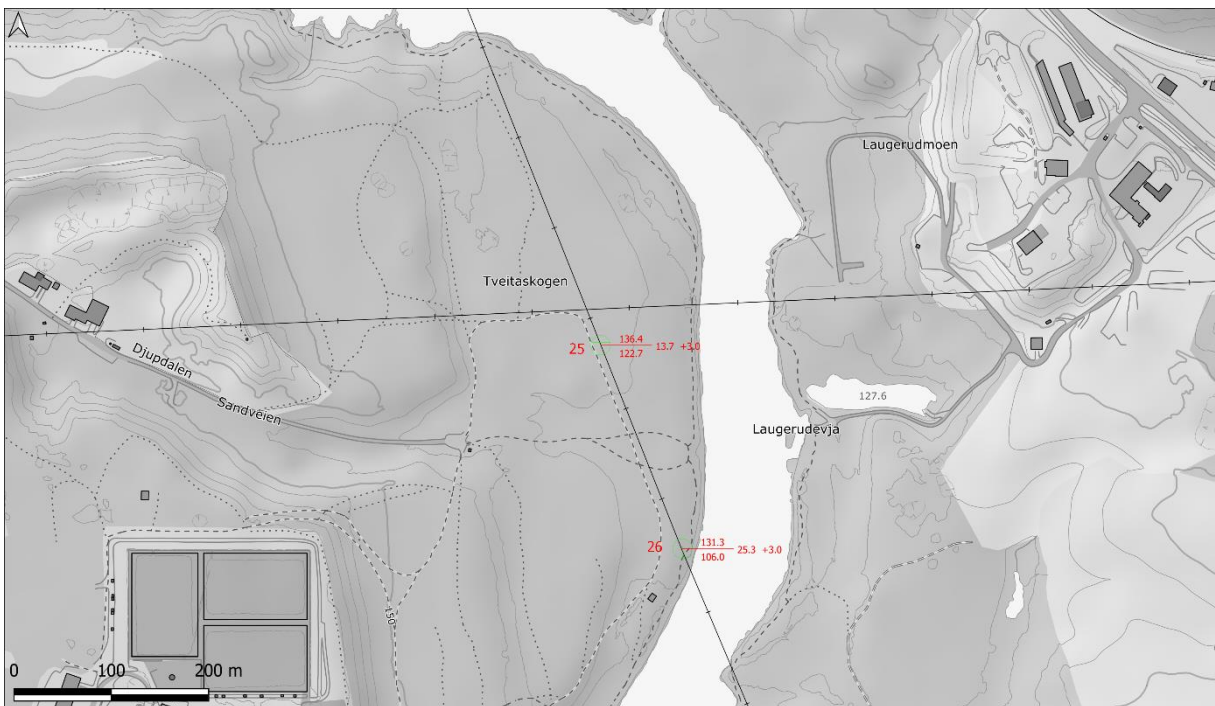
Figur 6. Kart som viser plassering og resultat fra borepunkt 18-20.



Figur 7. Kart som viser plassering og resultat fra borepunkt 21.



Figur 8. Kart som viser plassering og resultat fra borepunkt 2-23.



Figur 9. Kart som viser plassering og resultat fra borepunkt 25-26.



Figur 10. Kart som viser plassering og resultat fra borepunkt 27-28.

2.1 Laboratorieundersøkelser

Undersøkelser av innhentede poseprøver er utført av Multiconsult AS ved deres laboratorium i Oslo. Prøvene er åpnet og undersøkt i perioden 09-17.02.2023.

Utførte undersøkelser og dybdeintervaller er listet i Tabell 2, og presentasjon av resultater i egen rapport fra Multiconsult er vedlagt.

Tabell 2: Resultat fra laboratoriumsundersøkelser av innhentet prøvemateriale.

Borepunkt	Prøvetype	Dybde [m]	Forsøk	Spesialforsøk
6	Naver/ poseprøve	0,7-1,7	Kornfordeling	
6	Naver/ poseprøve	2,2-3,2	Vanninnhold, kornfordeling	Glødetap
8	Naver/ poseprøve	1,8-2,8	Vanninnhold	
11	Naver/ poseprøve	3,4-4,0	Vanninnhold, kornfordeling	Glødetap
13	Naver/ poseprøve	4,0-5,0	Vanninnhold, kornfordeling	Glødetap
13	Naver/ poseprøve	5,0-6,0	Vanninnhold, kornfordeling	Glødetap
14	Naver/ poseprøve	0,0-1,0		
14	Naver/ poseprøve	1,0-2,0	Vanninnhold, kornfordeling	
14	Naver/ poseprøve	2,0-3,0	Vanninnhold, kornfordeling	Glødetap
14	Naver/ poseprøve	5,5-6,5	Vanninnhold, kornfordeling	Glødetap
21	Naver/ poseprøve	2,0-3,0	Vanninnhold, kornfordeling	
21	Naver/ poseprøve	3,0-4,0	Vanninnhold, kornfordeling	Glødetap
27	Naver/ poseprøve	0,5-1,5	Kornfordeling	
27	Naver/ poseprøve	1,5-2,5	Vanninnhold, kornfordeling	
27	Naver/ poseprøve	3,0-4,0	Kornfordeling	Glødetap

3. Grunnforhold

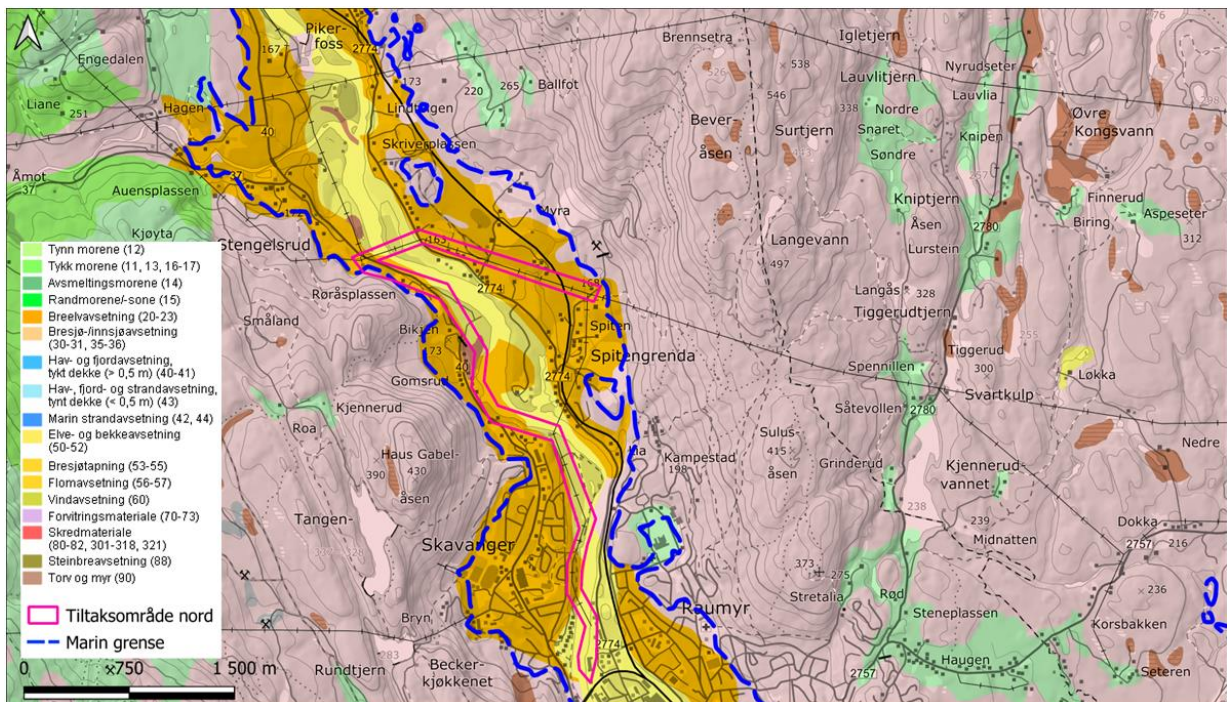
3.1 Bergkontroll

De utførte totalsonderingene er stanset ved antatt bergoverflate, registrert ved ca. 3 m gjennom boring iht. prosedyre for totalsonderinger i *melding 9* fra NGF (2018), eller 30 m dyp.

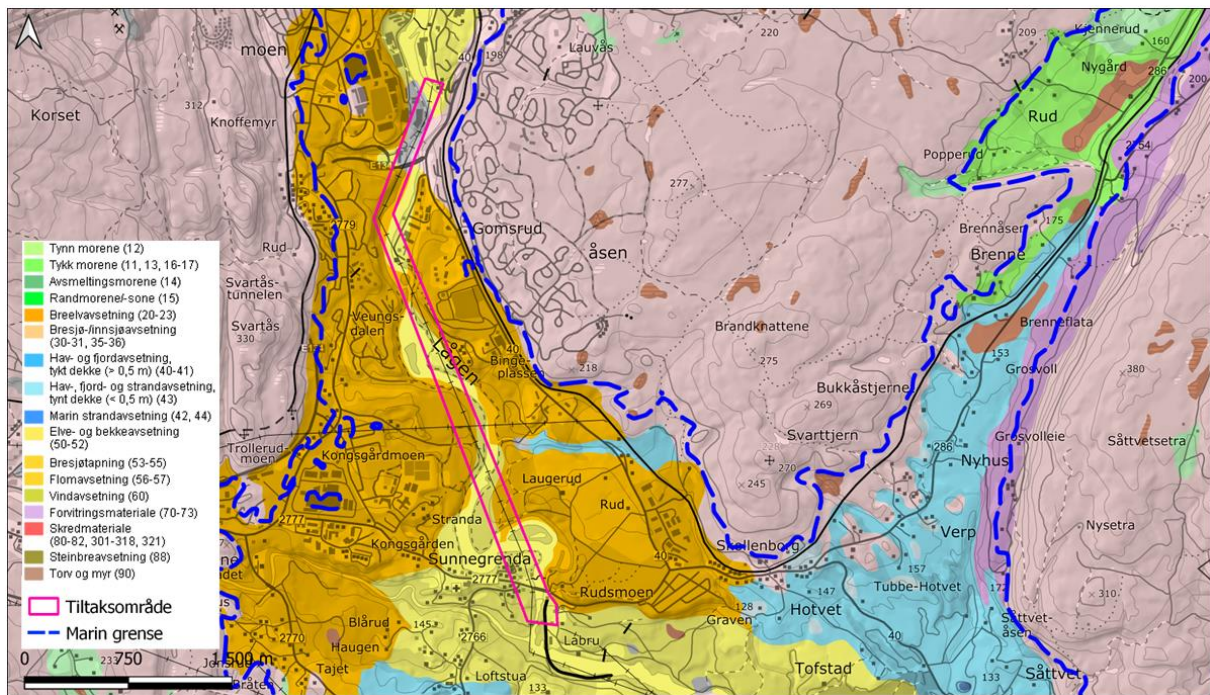
3.2 Kvartærgeologi

Ifølge løsmassekartet til NGU på skala 1:50000 (Bargel, 1990) ligger tiltaksområdet under marin grense, på breelavsetninger og elveavsetninger langs Numedalslågen. Bargel (1990) og Seither m. fl. (2019) beskriver at løsmassene i Kongsberg sentrum utgjør deler av en stor sammenhengende løsmasseavsetning, kalt *Skollenborgsanduren*, som strekker seg fra Pikerfoss i nord til Skollenborg i sør. Senere landheving med påfølgende elveerosjon har trolig fjernet mye av disse avsetningene (Bargel, 1990).

En *sandur* er et forgrenet breelvesystem. Elv- og breelavsetninger består normalt av rundet sand og grus, med mektigheter opptil titalls meter. I områder med lave vannføringshastigheter, som i innersving av meandrerende elver, kroksjøer, bakevjer og bassenger i forgrenede elvesystemer og dødisgroper, kan det avsettes mest finsand og silt. Det er flere dødisgroper i området (Seither m. fl., 2019).



Figur 11. Løsmassekart over det nordre tiltaksområdet, med marin grense markert. Pikerfoss er lengst nord i kartet. Det er kartlagt fyllmasser, elv- og breelavsetninger i tiltaksområdet (ngu.no).



Figur 12. Løsmassekart over det søndre tiltaksområdet, med marin grense markert. Skollenborg er sørøst for tiltaksområdet. Det er kartlagt fyllmasser, elv- og breelavsetninger i tiltaksområdet (ngu.no).

3.3 Beskrivelse av prøver

Prøvene i borepunkt 6PR viser at løsmassene fra 0,7 meter til 1,7 meter dybde består av sandig silt. Fra 2,2 til 3,2 meter dybde hvor prøveserien er avsluttet, består løsmassene av silt med et vanninnhold på 18,7 %. Glødetapet er på 0,4 %. Telegruppen er T4.

Prøvene i borepunkt 8PR viser at løsmassene fra 1,8 meter til 2,8 meter dybde, hvor prøveserien er avsluttet, består av torv med et vanninnhold på 104,9 %. Torv er klassifisert som H7/H9 på von Post skala.

Prøvene i borepunkt 11PR viser at løsmassene fra 3,0 meter til 4,0 meter dybde, hvor prøveserien er avsluttet, består av sandig grusig materiale med et vanninnhold på 3,5%. Glødetapet er på 0,5 %.

Prøvene i borepunkt 13PR viser at løsmassene fra 4,0 meter til 5,0 meter dybde består av sand med et vanninnhold på 24,4 % og glødetapet er på 0,2 %. Fra 5,0 til 6,0 meter dybde, hvor prøveserien er avsluttet, består løsmassene av sand med et vanninnhold på 24,2 % og glødetapet er på 0,2 %.

Prøvene i borepunkt 14PR viser at løsmassene fra 0,0 meter til 1,0 meter dybde består av torv, klassifisert som H8 på von Post skala. Mellom 1,0 og 2,0 meter består løsmassene av sand med et vanninnhold på 27,9%. Fra 2,0 til 3,0 meter dybde består løsmassene av sand med et vanninnhold på 35,9%. Glødetapet er på 1,3%. Ved 5,5-6,5 meter dybde hvor prøveserien er avsluttet, består løsmassene av grusig sand med et vanninnhold på 15,5%. Glødetapet er på 0,7%.

Prøvene i borepunkt 21PR viser at løsmassene fra 2,0 meter til 3,0 meter dybde består av grusig sand med vanninnhold på 12,3%. Ved 3,0-4,0 meter dybde, hvor prøveserien er avsluttet, består løsmassene av sandig, grusig og siltig materiale med et vanninnhold på 16,1%. Glødetapet er på 1,1%.

Prøvene i borepunkt 27PR viser at løsmassene fra 0,5 meter til 1,5 meter dybde består av siltig sand. Mellom 1,5 og 2,5 meter består løsmassene av sand med et vanninnhold på 23,4%. Ved 3,0-4,0 meter dybde består løsmassene av grusig sand. Glødetapet er på 0,5%.

Løsmasser fra ytterlige dybdeintervaller er tatt opp med naver og fotografert (Vedlegg). Bildene viser mest sand, med varierende innhold av grus og finsand/silt.

3.4 Fordeling av løsmasser

Totalsonderingene og prøveresultatene samsvarer med de geologiske beskrivelsene i området, og viser i hovedsak sand. Siltinnholdet og grusinnholdet varierer, og er dominerende i enkelte prøver. Inhomogene og faste masser over fjelloverflaten er trolig morene.

Løsmassemektigheten langs undersøkelsesområdet varierer mellom ca. 0 til mer enn 30 meter.

3.5 Grunnvann

Det er registrert måling av grunnvannsstand i 2 borehull etter prøvetaking. Dette gjelder borehull nr. 13 og 21. Grunnvannsstanden ble målt på hhv. 1,5 og 2 m under terrengoverflaten.

Grunnvannsnivået varierer med nivået til Numedalslågen og nedbør. Målte verdier er kun representative for målingstidspunktet.

3.6 Kvaliteten på undersøkelsene

Kvalitet på grunnundersøkelsene er vurdert som tilfredsstillende, i tråd med NGF melding nr. 9 og 11. På grunn av svært streng kulde er luft benyttet som spylemedium under totalsonderingene i borepunkt 1, 3 og 4. Luft som spylemedium medførte at borestrengen tettet seg i borepunkt 3, og sonderingen stanset før det var boret 3 m i antatt berg. I borepunkt 22 ble det boret 0,2 m i antatt berg, da tilgangen på vann var begrenset (bratt tilkomst og fryst elv). I øvrige punkt ble sonderinger enten boret til ønsket dybde i berg eller stanset ved 30 m.

3.7 Manglende resultat

Det ble forsøkt å ta prøver i Borepunkt 4 og 19, men det mislyktes da det var svært grove masser og stein som naverboret ikke kunne ta prøver gjennom med de tilgjengelige føringsrørene. Det ble senere vurdert at eksisterende datagrunnlag er tilstrekkelig for formålet. Det ble derfor ikke forsøkt optak av nye prøver med lengre føringsrør.



4. Konklusjon fra utførte grunnundersøkelser

Grunnundersøkelsene viser at løsmassene ved de planlagte strømmastene består mest av sand, med varierende innhold av silt og grus. Det er ikke registrert leirfraksjon i sikteanalyser.

Det er varierende, men generelt lavt humushold i massene. Registrert glødetap er fra 0,2 til 1,3 %. I de øvre meterne er det stedvis mye torv, ned til 3 m.

I prøvene med mest silt (PR6) er det betydelig telefarlighet, telegruppe T4, men registrert telegruppe er ellers T1 og T2.

5. Referanser

- Bargel, T., 1990: *Kongsberg. Kvartærgeologi.*; Kongsberg; 17142; 1:50 000; trykt i farger, publisert 1990 av ngu
- Multiconsult, 2022: *Laboratorieundersøkelser*, dokumentkode 10249954-RIG-LAB-RAP, rapport for GU Kongsberg, bestilt av SGC
- Norsk Geoteknisk Forening, 2018: *Veiledningen for utførelse av totalsondering*, melding nr. 9, utgitt 1994, rev. nr. 1
- Norsk Geoteknisk Forening, 2013: *Veiledningen for prøvetaking*, melding nr. 11, utgitt 1997, rev. nr. 1
- Seither, A. m. fl., 2019: *Overvåking av belastede grunnvannsføremønstre i Norge, 2015 – 2018. Typelokaliteter og resultater fra urbane områder og jordbruksarealer*, NGU-rapport 2019.013, NIBIO-rapport 5/40/2019, datert 09.07.2020

Internettisider:

Kart, satellittbilder og topografiske profil:

Kartverket,

<http://www.norgeskart.no>

<http://www.hoydedata.no>

Norge i bilder

<http://www.norgebilder.no>

Geologiske og klimatiske data:

Norges geologiske undersøkelse

<http://www.ngu.no>

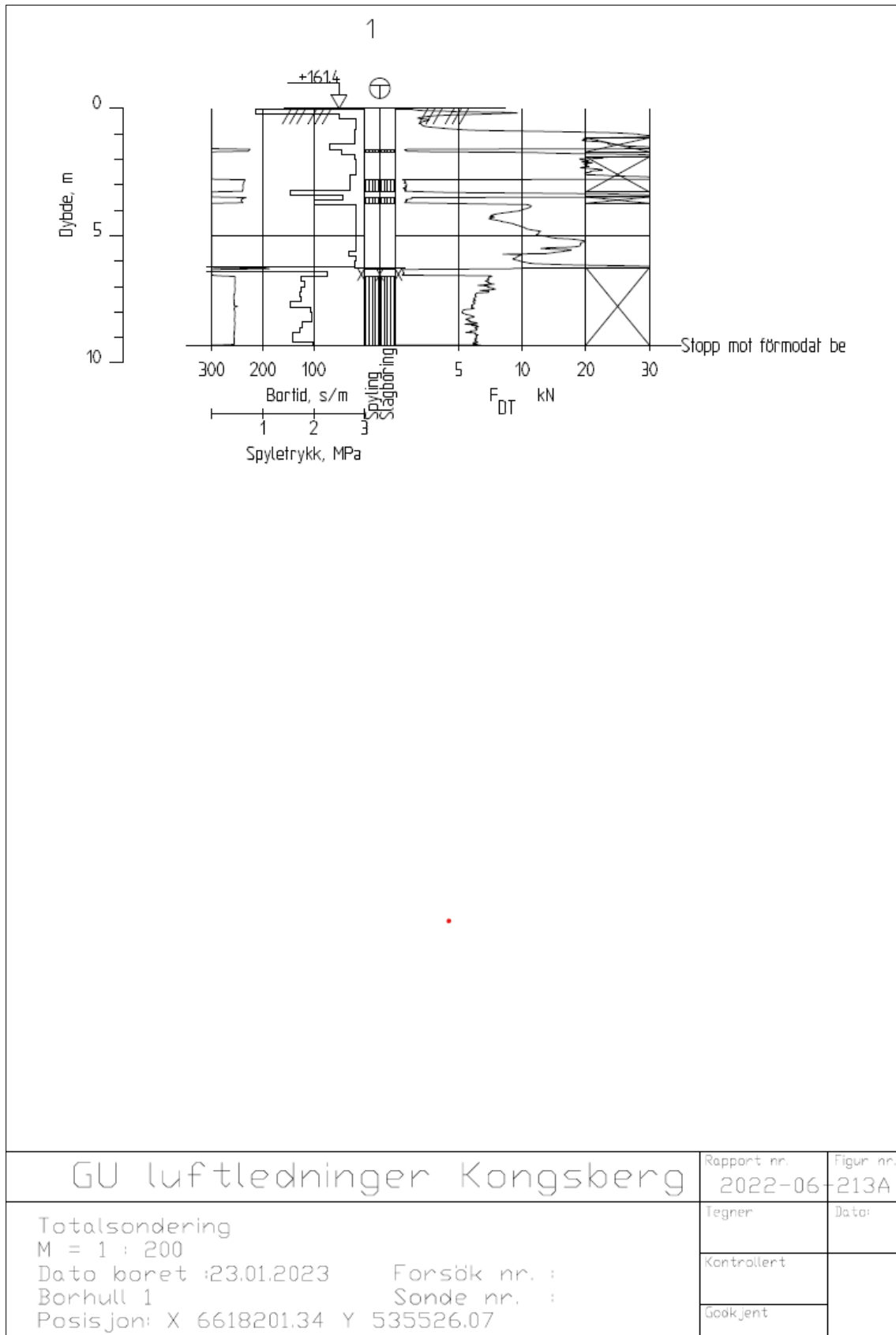
Norges vassdrags- og energidirektorat

<http://www.atlas.nve.no>

6. Vedlegg

6.1	Resultat fra sonderinger	II
6.2	Prøveresultat.....	XXV
6.3	Bilde av naver	XXXII
6.4	Resultat fra laboratoriumsundersøkelser	LVI

6.1 Resultat fra sonderinger



GU luftledninger Kongsberg

Rapport nr. 2022-06-213A

Figur nr. 213A

Totalsondering

M = 1 : 200

Dato boret : 23.01.2023

Forsøk nr. :

Borhull 1

Sonde nr. :

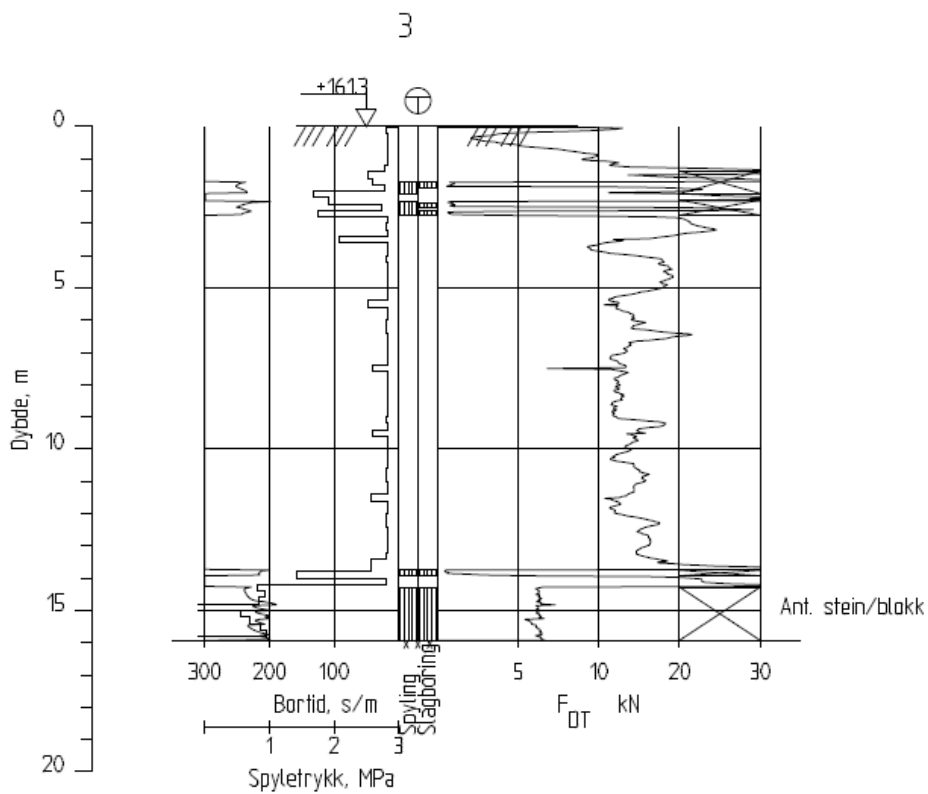
Posisjon: X 6618201.34 Y 535526.07

Tegner

Dato:

Kontrollert

Godkjent



GU luftledninger Kongsberg

Rapport nr. 2022-06-213A

Totalsondering

M = 1 : 200

Dato boret : 23.01.2023

Forsök nr. :

Borhull 3

Sonde nr. :

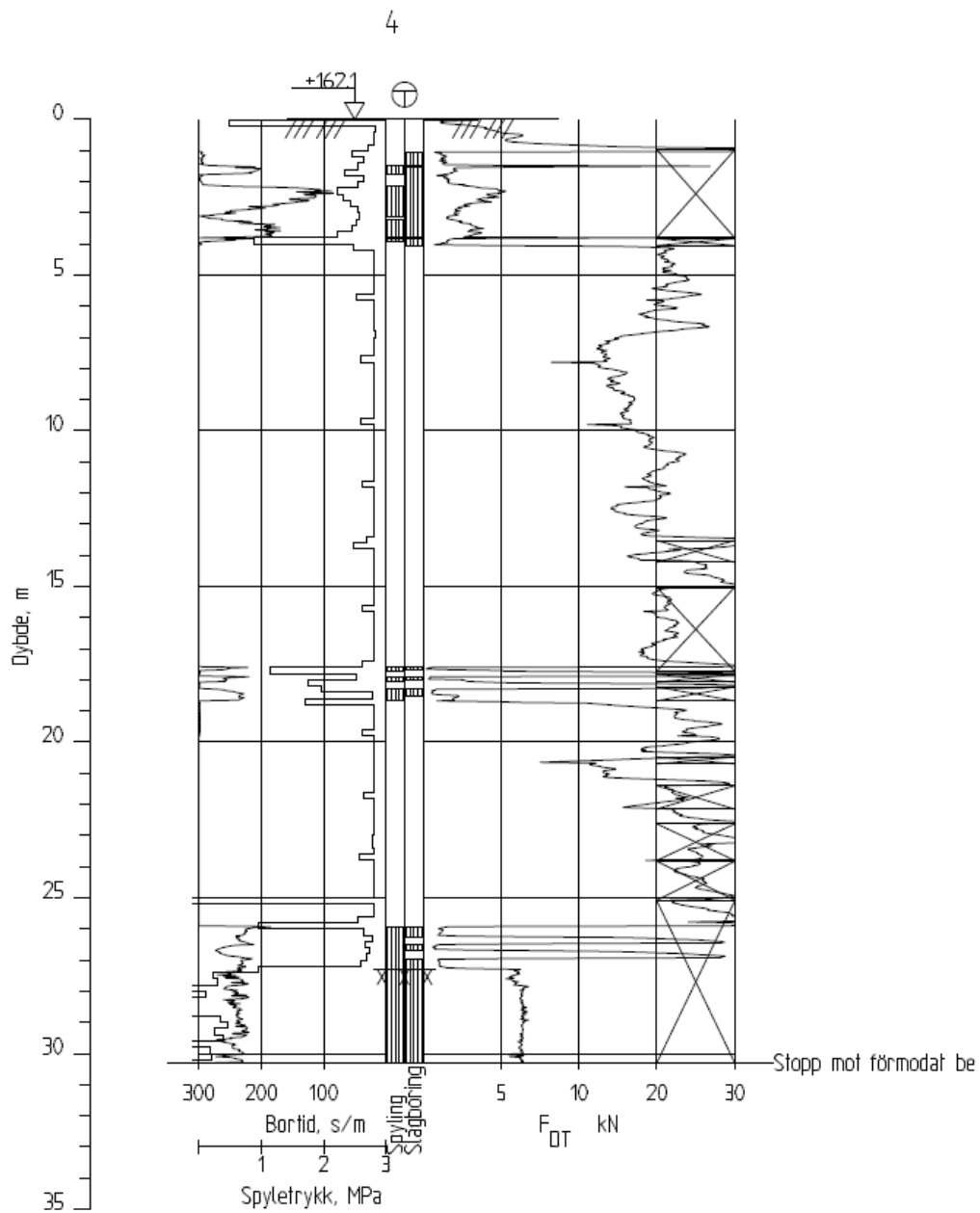
Posisjoni: X 6618343.06 Y 535103.46

Tegner

Dato:

Kontrollert

Godkjent



GU luftledningar Kongsberg

Rapport nr. 2022-06-213A

Tegner

Data:

Totalsondering

M = 1 : 200

Dato boret : 23.01.2023

Försök nr. :

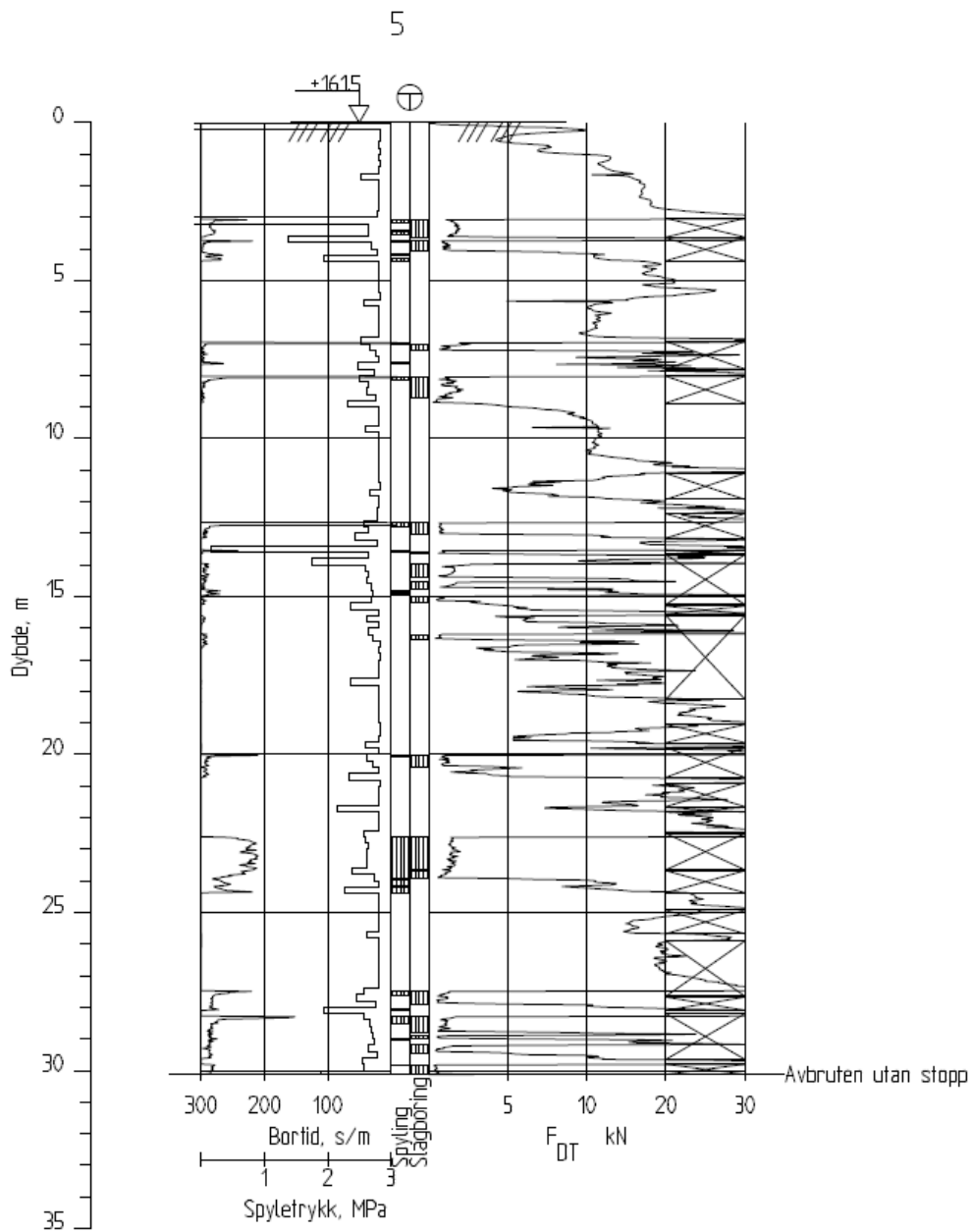
Borhull 4

Sonde nr. :

Position: X 6618423.97 Y 534858.51

Kontrollerat

Gookjent



GU luftledningar Kongsberg

Rapport nr. 2022-06 Figur nr. 213A

Tegner Dato:

Kontrollert

Gøkkjent

Totalsondering

M = 1 : 200

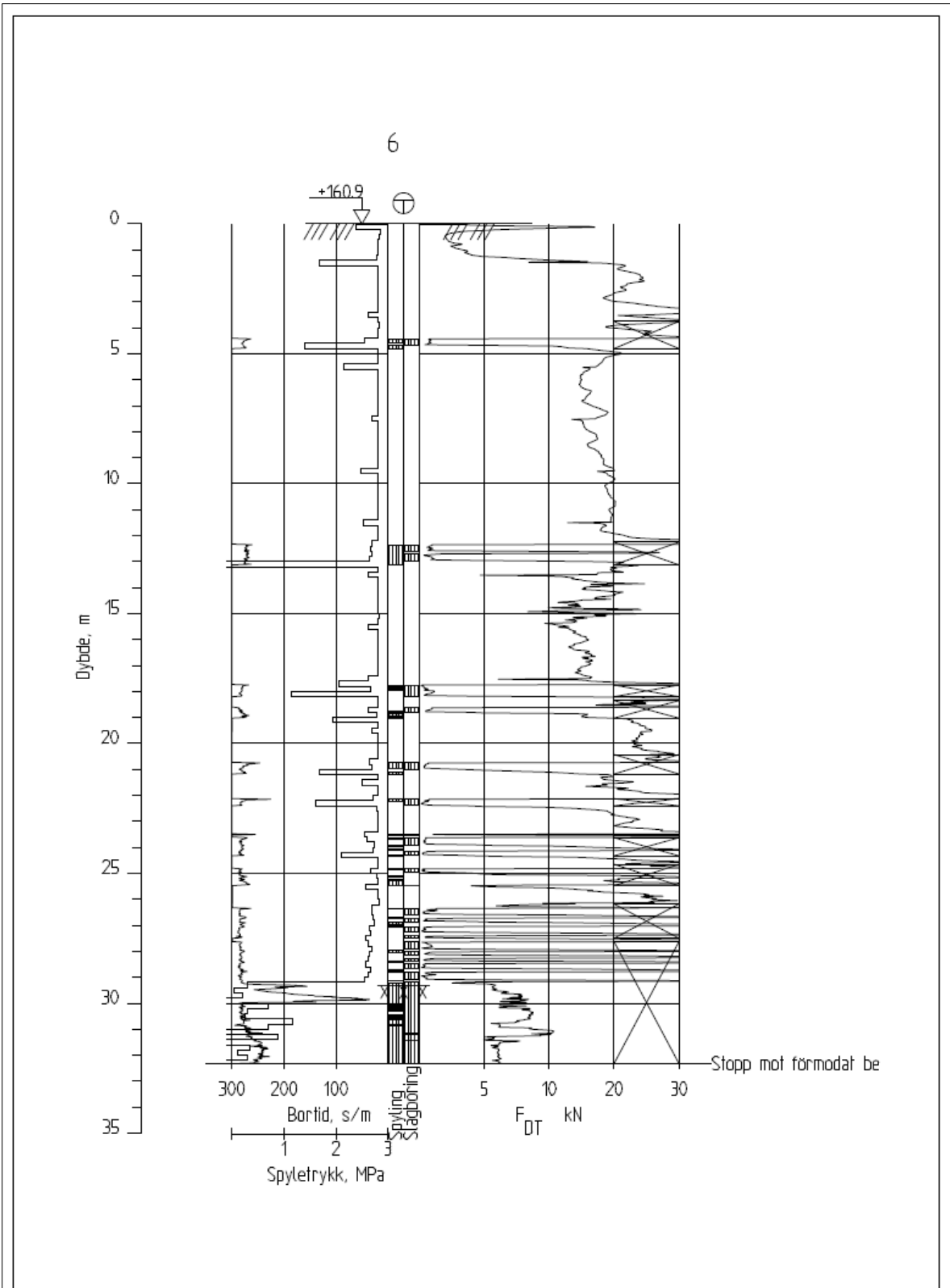
Dato boret : 23.01.2023

Forsøk nr. :

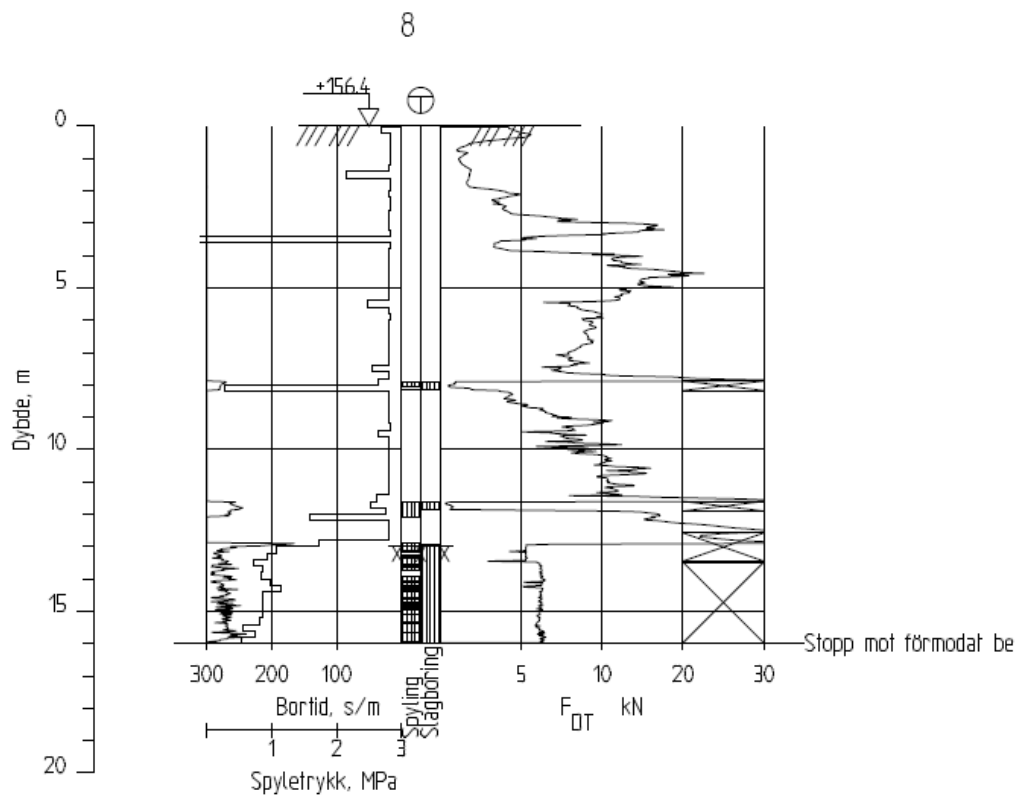
Borhull 5

Sonde nr. :

Posisjon: X 6618312.18 Y 534489.28



<h2 style="margin: 0;">GU luftledninger Kongsberg</h2>		Rapport nr. 2022-06	Figur nr. 213A
Totalsondering M = 1 : 200 Dato boret : 23.01.2023 Forsök nr. : Borhull 6 Sonde nr. : Posisjon: X 6618118.59 Y 534832.17		Tegner	Dato:
		Kontrollert	
		GooKjent	



GU luftledningar Kongsberg

Rapport nr. 2022-06-213A

Figur nr. 213A

Totalsondering

M = 1 : 200

Dato boret : 30.01.2023

Försök nr. :

Borhull 8

Sonde nr. :

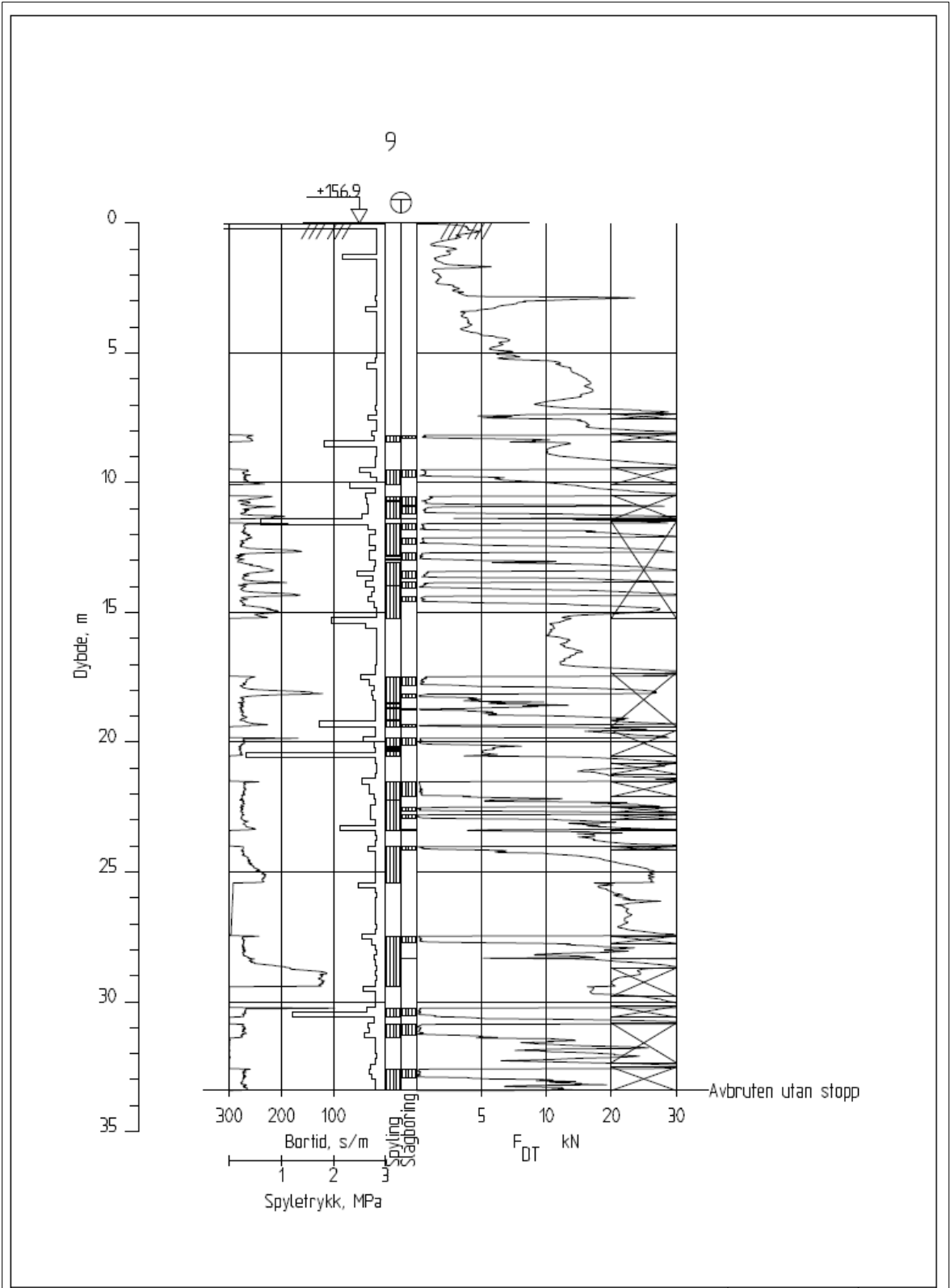
Position: X 6617591.56 Y 535286.93

Tegner

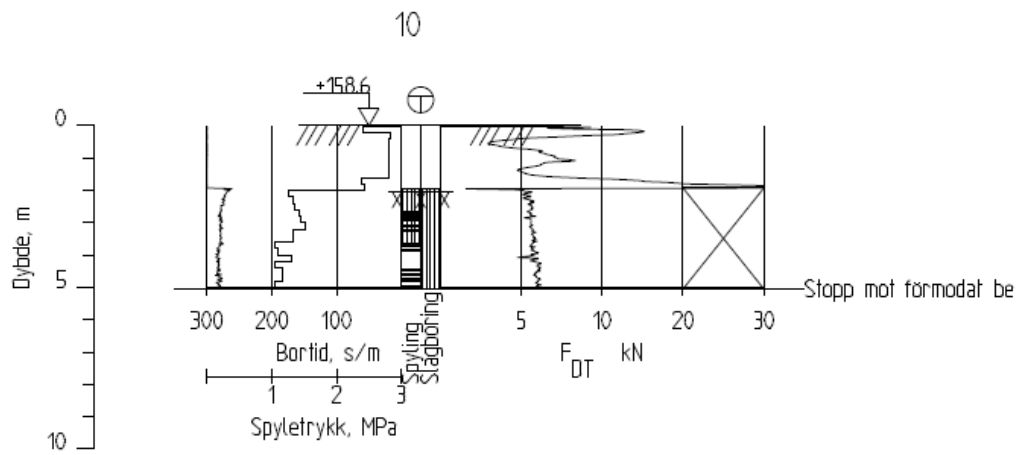
Data:

Kontrollerat

Godkjent



<h2 style="margin: 0;">GU luftledninger Kongsberg</h2>		Rapport nr. 2022-06	Figur nr. 213A
Totalsondering M = 1 : 200 Dato boret : 30.01.2023 Forsøk nr. : Borhull 9 Sonde nr. : Posisjon: X 6617462.29 Y 535264.41		Tegner	Data:
		Kontrollert	
		Godkjent	



GU luftledninger Kongsberg

Rapport nr. 2022-06-213A

Figur nr. 213A

Totalsondering

M = 1 : 200

Dato boret : 30.01.2023

Borhull 10

Posisjon: X 6617158.43 Y 535384.07

Forsøk nr. :

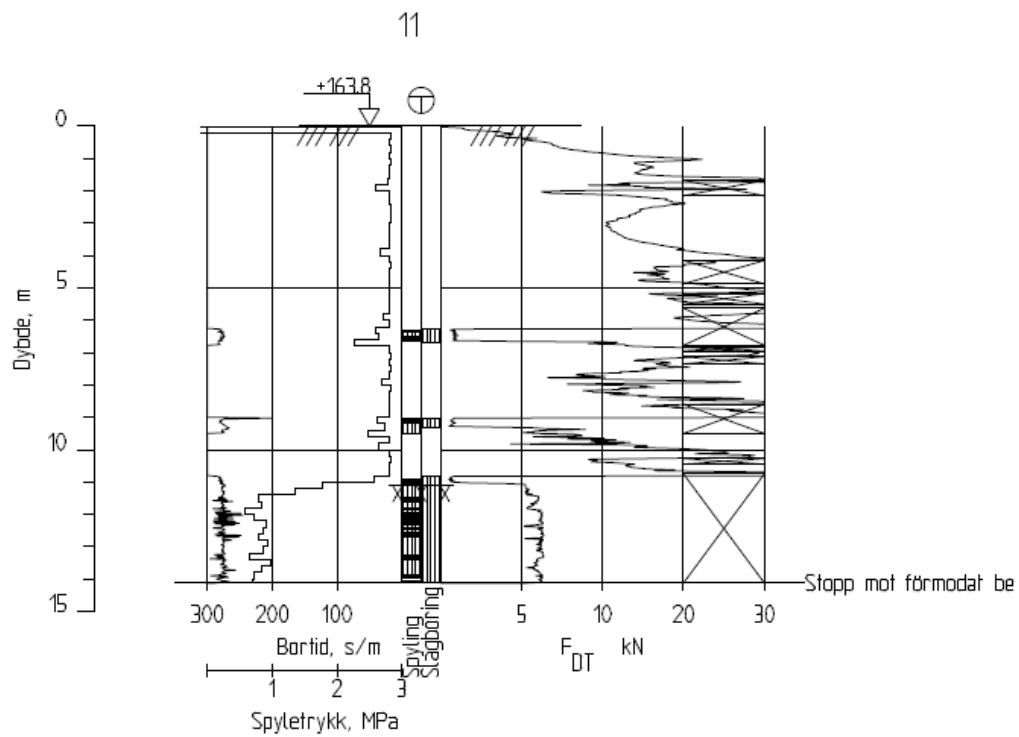
Sonde nr. :

Legner

Kontrollert

Godkjent

Dato:



GU luftledningar Kongsberg

Rapport nr. 2022-06-213A

Tegner

Kontrollerat

Godkänt

Totalsondering

M = 1 : 200

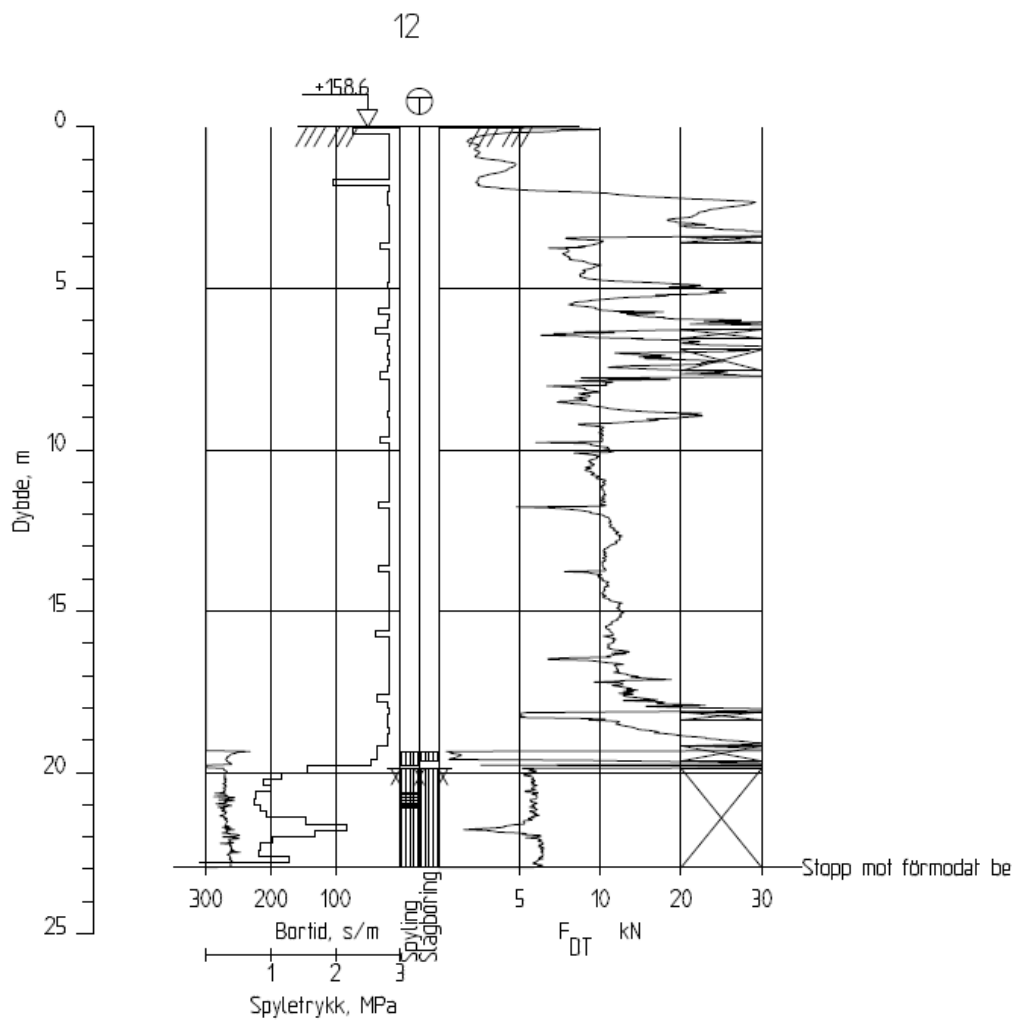
Dato boret : 31.01.2023

Borhull 11

Posisjon: X 6617044.54 Y 535741.67

Försök nr. :

Sonde nr. :



GU luftledningar Kongsberg

Rapport nr. 2022-06-213A

Figur nr. 213A

Totalsondering

M = 1 : 200

Dato boret : 26.01.2023

Försök nr. :

Borhull 12

Sonde nr. :

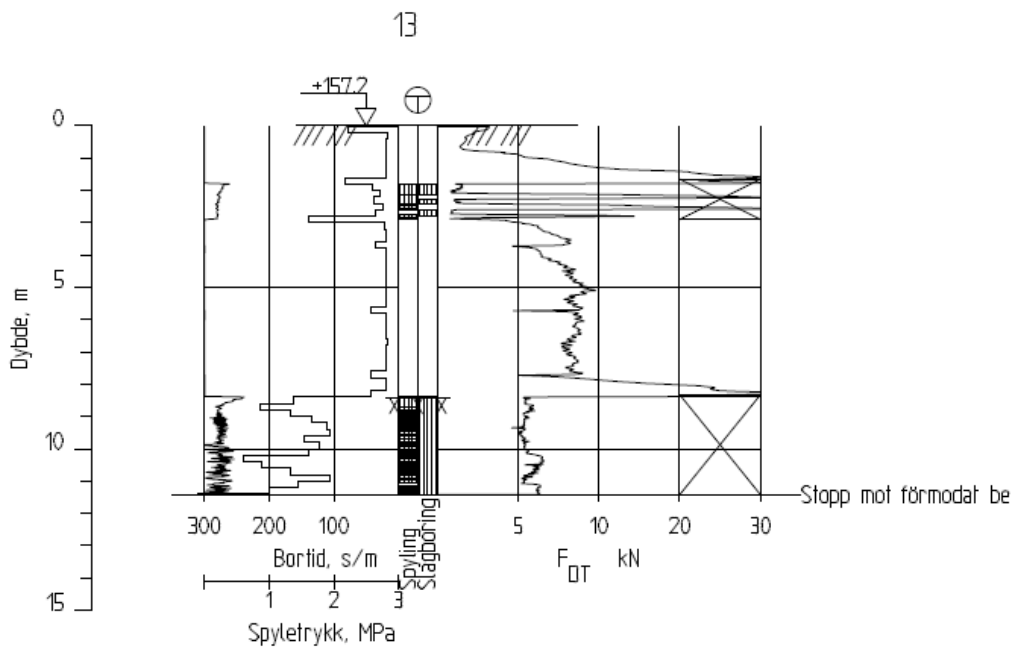
Posisjon: X 6617030.45 Y 535811.58

Tegner

Dato:

Kontrollert

Godkjent



GU luftledningar Kongsberg

Rapport nr. 2022-06	Figur nr. 213A
------------------------	-------------------

Totalsondering

M = 1 : 200

Dato boret : 26.01.2023

Försök nr. :

Borhull 13

Sonde nr. :

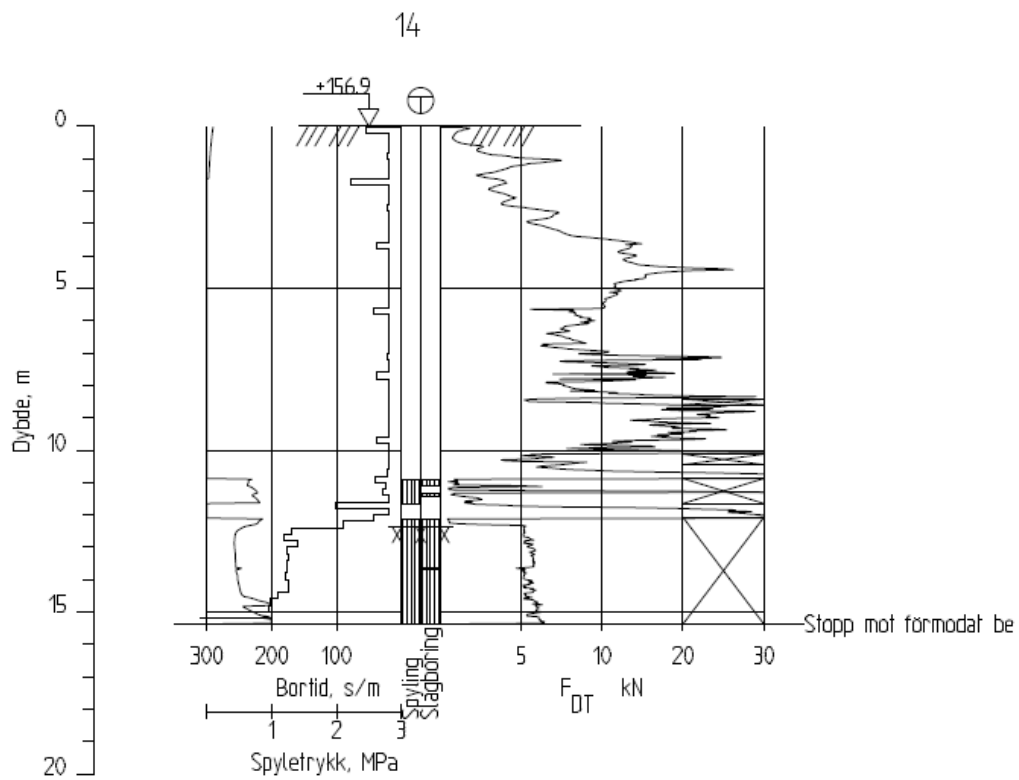
Posisjon: X 6616838.98 Y 535882.41

Tegner

Dato:

Kontrollert

Godkjent



GU luftledningar Kongsberg

Rapport nr. 2022-06-213A

Figur nr. 213A

Totalsondering

M = 1 : 200

Dato boret : 31.01.2023

Försök nr. :

Borhull 14

Sonde nr. :

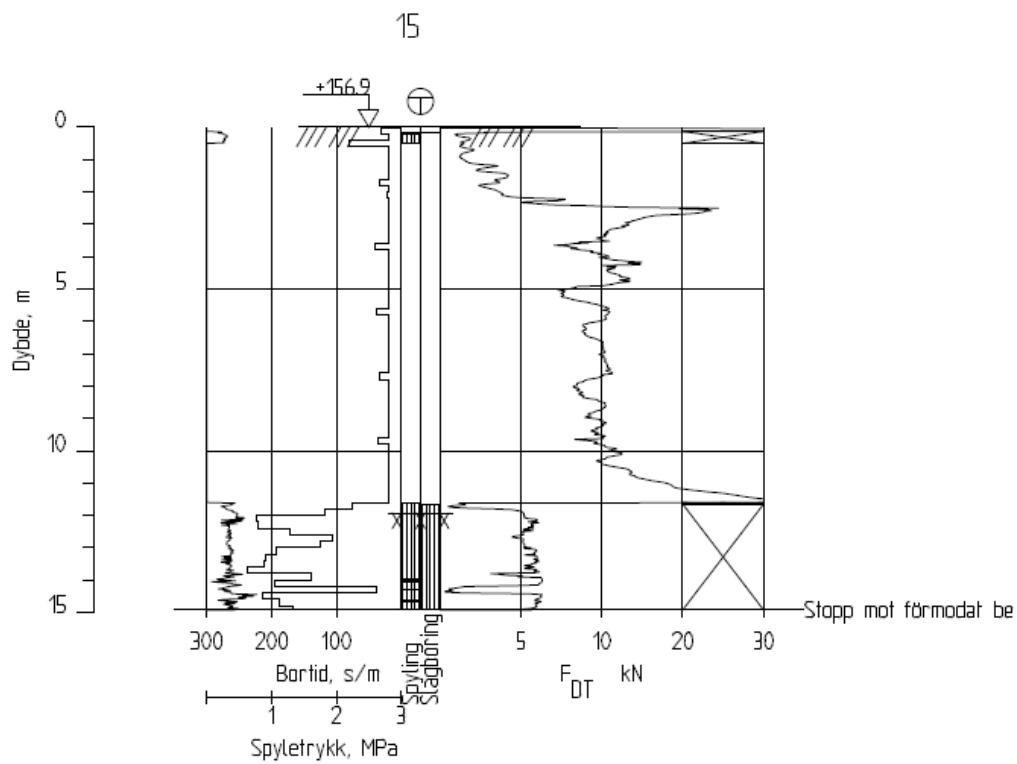
Position: X 6616619.72 Y 535961.38

Tegner

Dato:

Kontrollerat

Godkjent



GU luftledningar Kongsberg

Rapport nr. 2022-06-213A

Figur nr. 213A

Totalsondering

M = 1 : 200

Dato boret : 31.01.2023

Borhull 15

Position: X 6616401.17 Y 536042.41

Försök nr. :

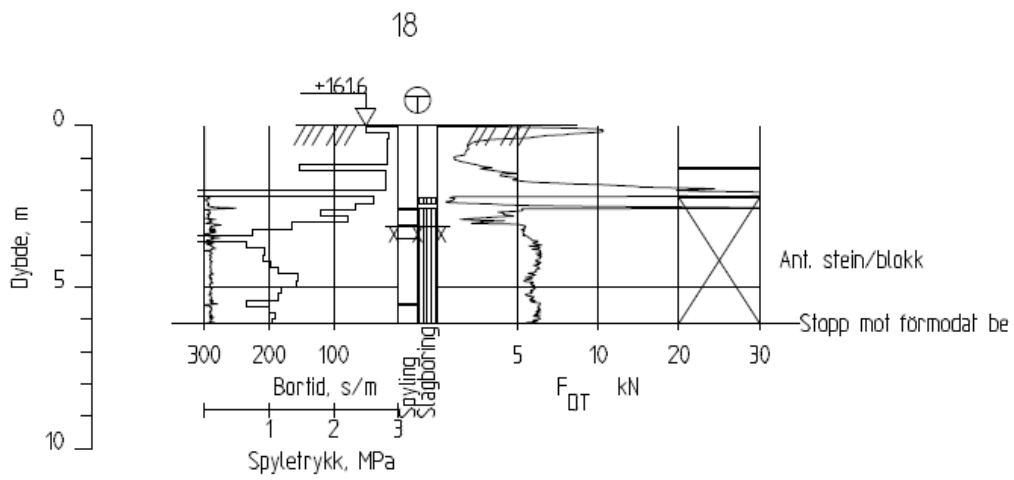
Sonde nr. :

Tegner

Kontrollerat

Godkänt

Dato:



GU luftledninger Kongsberg

Rapport nr. 2022-06-213A

Figur nr. 213A

Totalsondering

M = 1 : 200

Dato boret : 31.01.2023

Forsök nr. :

Borhull 18

Sonde nr. :

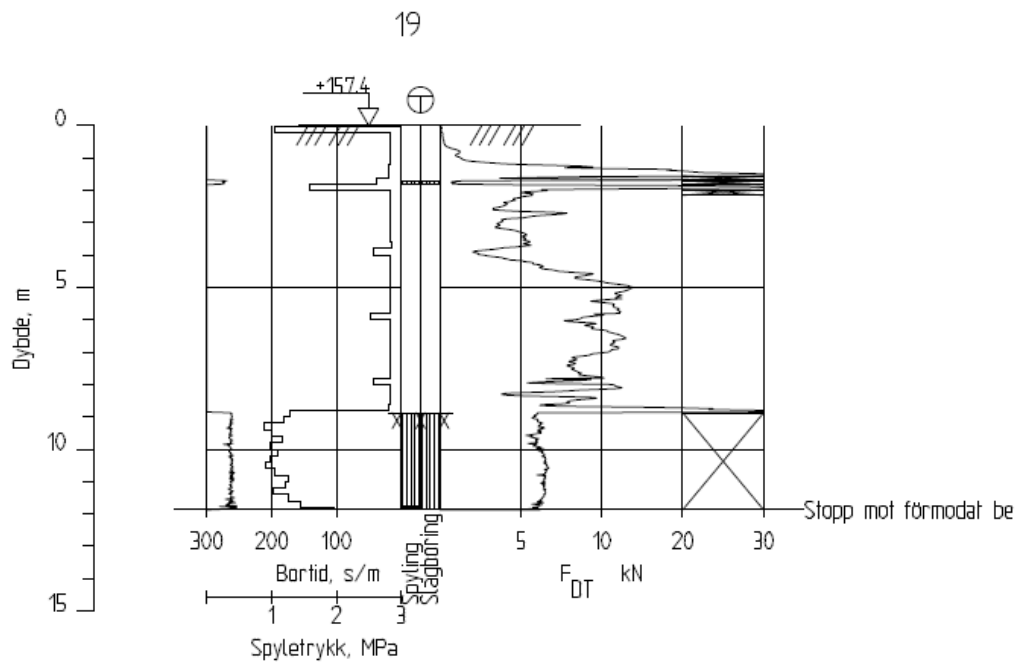
Posisjon: X 6615867.28 Y 535969.59

Tegner

Dato:

Kontrollert

Godkjent



GU luftledningar Kongsberg

Rapport nr. 2022-06-213A

Figur nr. 213A

Totalsondering

M = 1 : 200

Dato boret : 23.01.2023

Försök nr. :

Borhull 19

Sonde nr. :

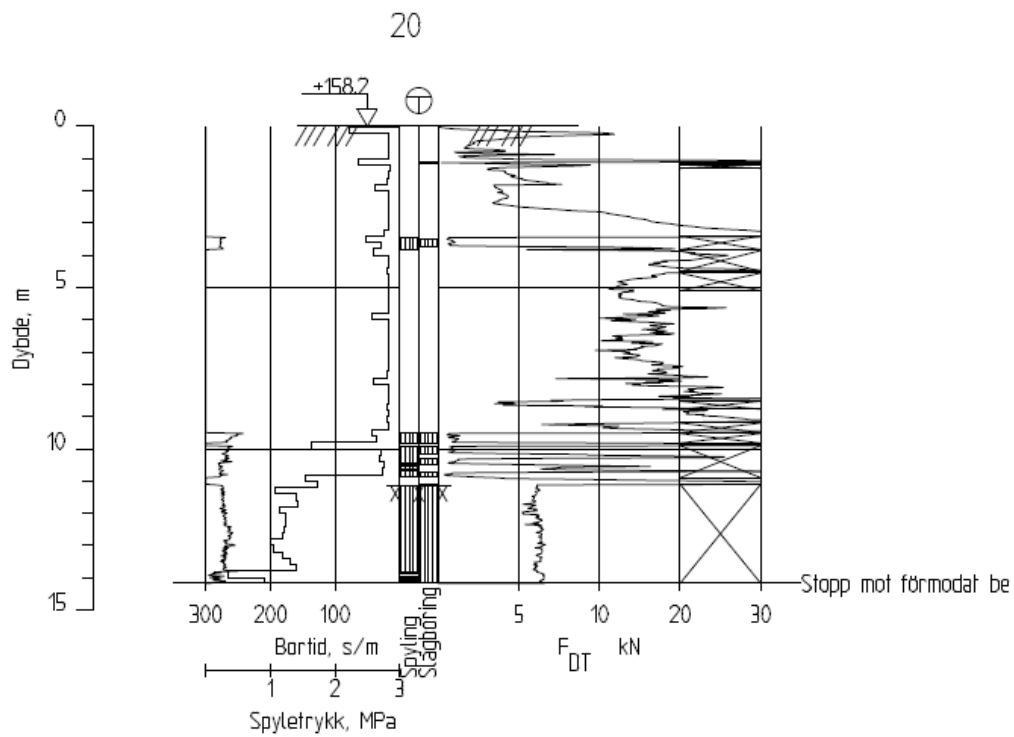
Posisjon: X 6615658.22 Y 536074.94

Tegner

Dato:

Kontrollert

Bookjent



GU luftledningar Kongsberg

Rapport nr.
2022-06-213A

Figur nr.
213A

Totalsondering

M = 1 : 200

Dato boret : 25.01.2023

Försök nr. :

Borhull 20

Sonde nr. :

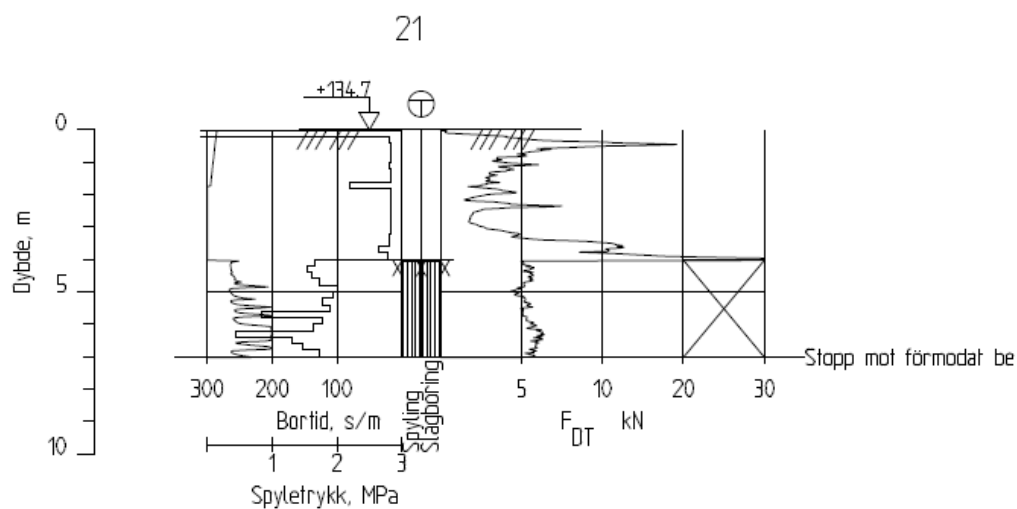
Posisjon: X 6615321.91 Y 536045.50

Tegner

Dato:

Kontrollert

Godkjent



GU luftledningar Kongsberg

Rapport nr. 2022-06-213A

Figur nr. 213A

Totalsondering

M = 1 : 200

Dato boret : 25.01.2023

Försök nr. :

Borhull 21

Sonde nr. :

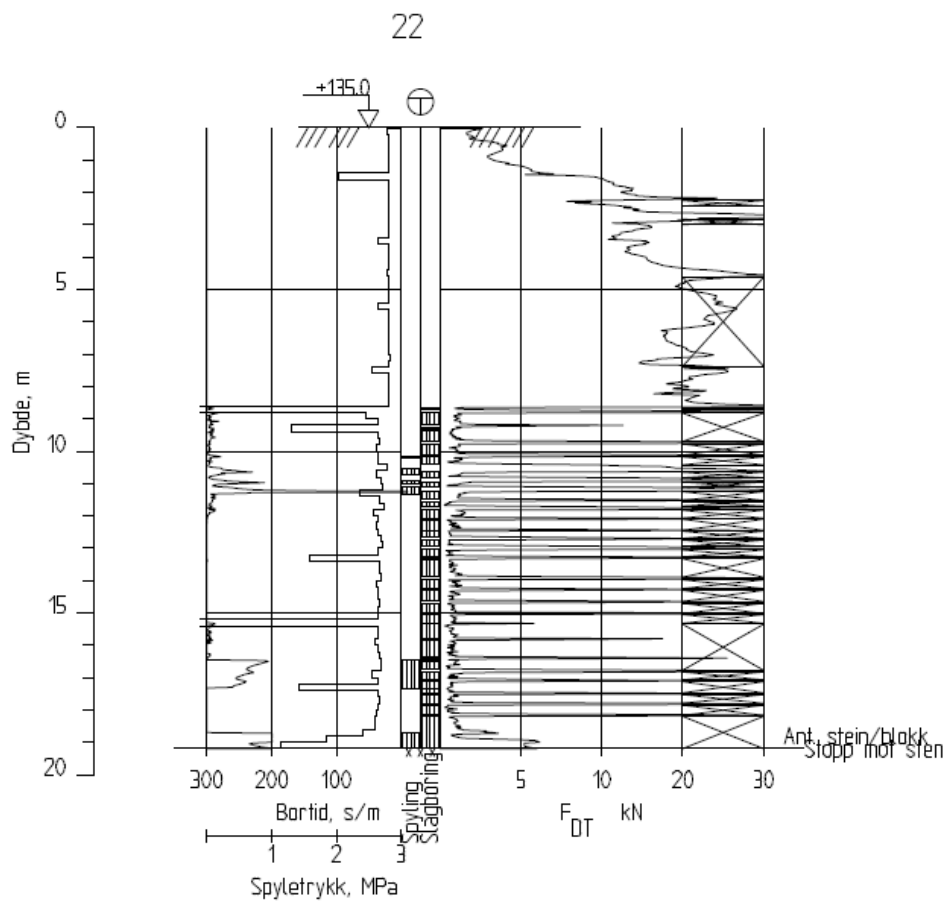
Posisjon: X 6613070.53 Y 536802.27

Tegner

Dato:

Kontrollert

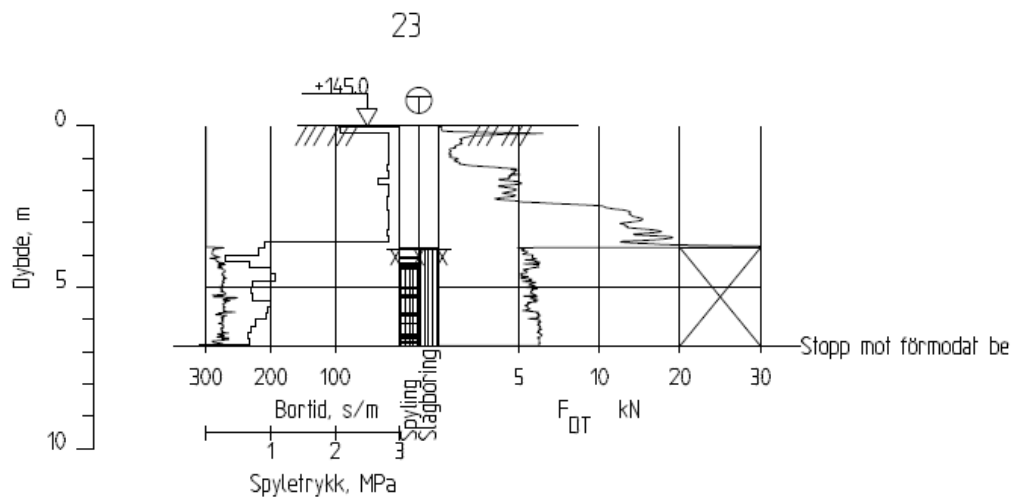
Godkjent



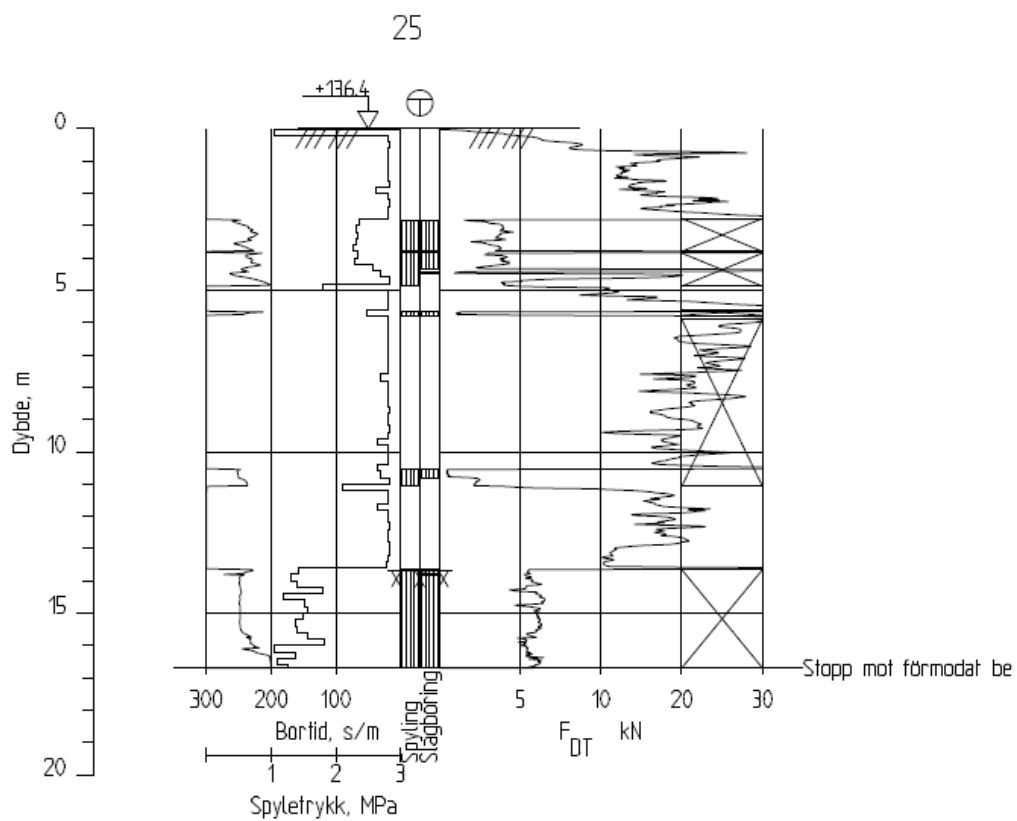
GU luftledninger Kongsberg

Totalsondering
 M = 1 : 200
 Dato boret : 25.01.2023 Forsøk nr. :
 Borhull 22 Sonde nr. :
 Posisjon: X 6612124.20 Y 536431.84

Rapport nr. 2022-06	Figur nr. 213A
Tegner	Dato:
Kontrollert	
Godkjent	



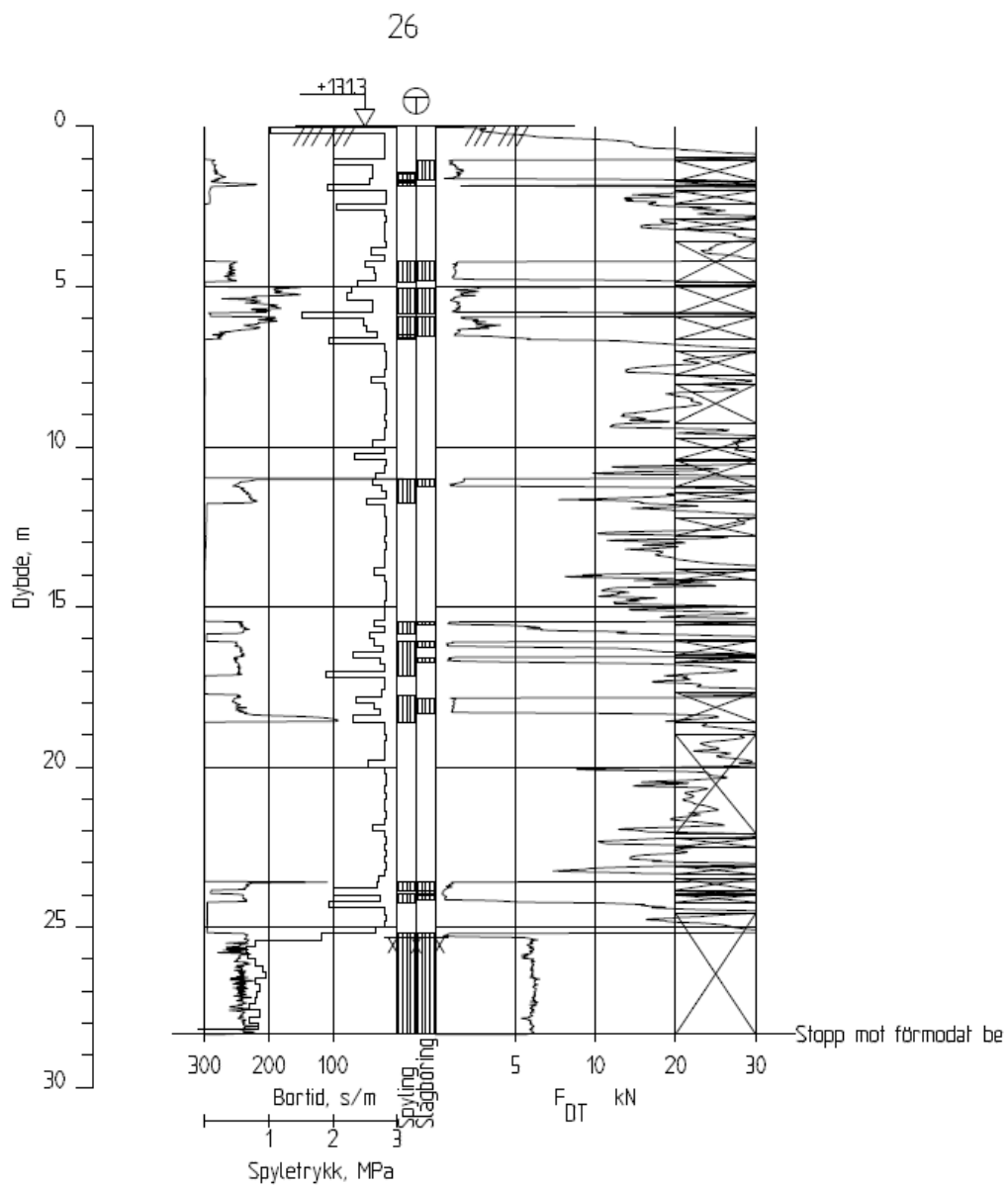
GU luftledningar Kongsberg		Rapport nr. 2022-06	Figur nr. 213A
Totalsondering M = 1 : 200 Dato boret : 01.02.2023 Forsök nr. : Borhull 23 Sonde nr. : Posisjon: X 6611550.10 Y 536692.08		Tegner	Dato:
		Kontrollerat	
		Godkjent	



GU luftledningar Kongsberg

Rapport nr. 2022-06	Figur nr. 213A
Tegner	Dato:
Kontrollerat	
Godkjent	

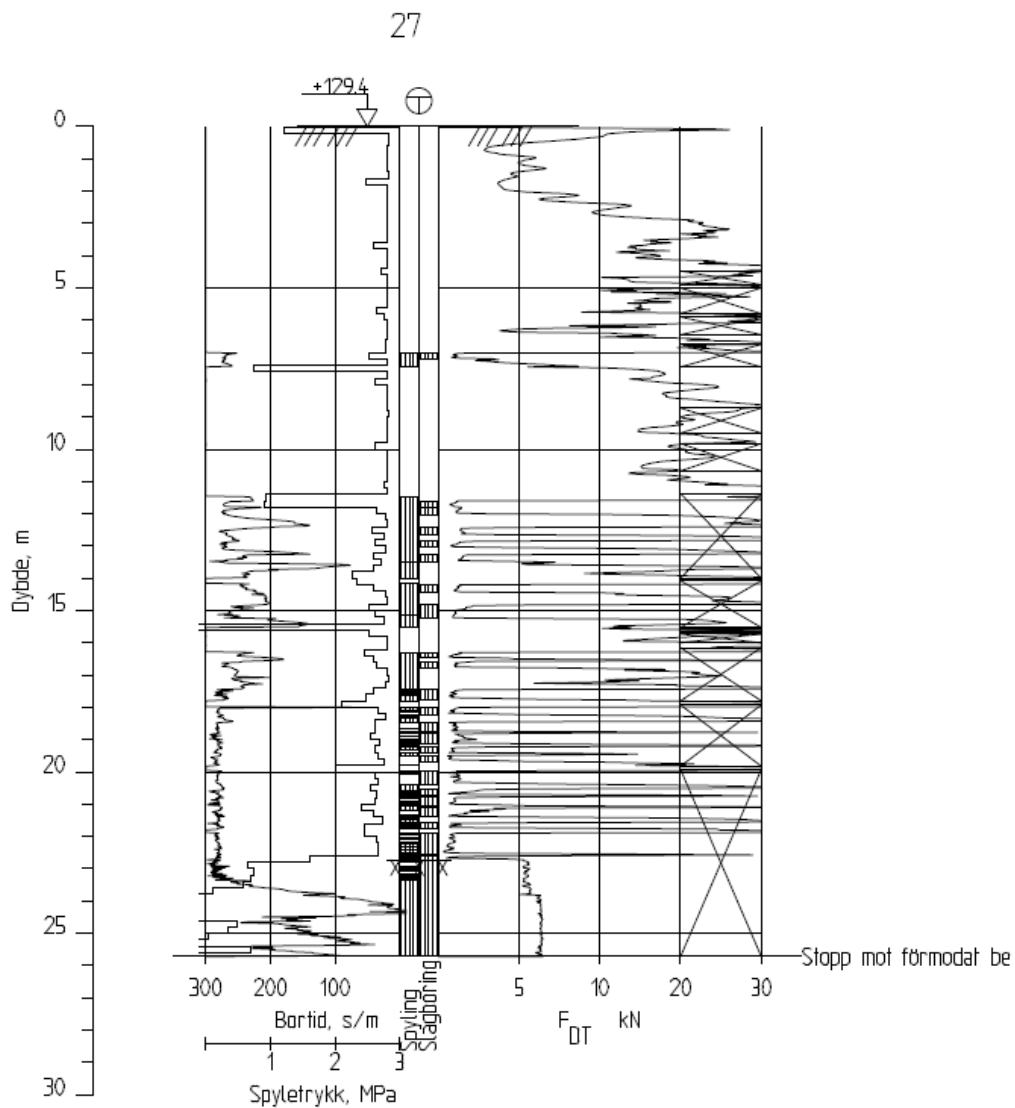
Totalsondering
M = 1 : 200
Dato boret : 31.01.2023 Forsök nr. :
Borhull 25 Sonde nr. :
Posisjon: X 6610568.57 Y 537086.98



GU luftledningar Kongsberg

Rapport nr. 2022-06	Figur nr. 213A
Tegner	Dato:
Kontrollerat	
Godkjent	

Totalsondering
M = 1 : 200
Dato boret : 30.01.2023 Forsök nr. :
Borhull 26 Sonde nr. :
Posisjon: X 6610359.46 Y 537170.93



GU luftledninger Kongsberg

Rapport nr. 2022-06-213A

Tegner

Kontrollerat

Godkänt

Totalsondering

M = 1 : 200

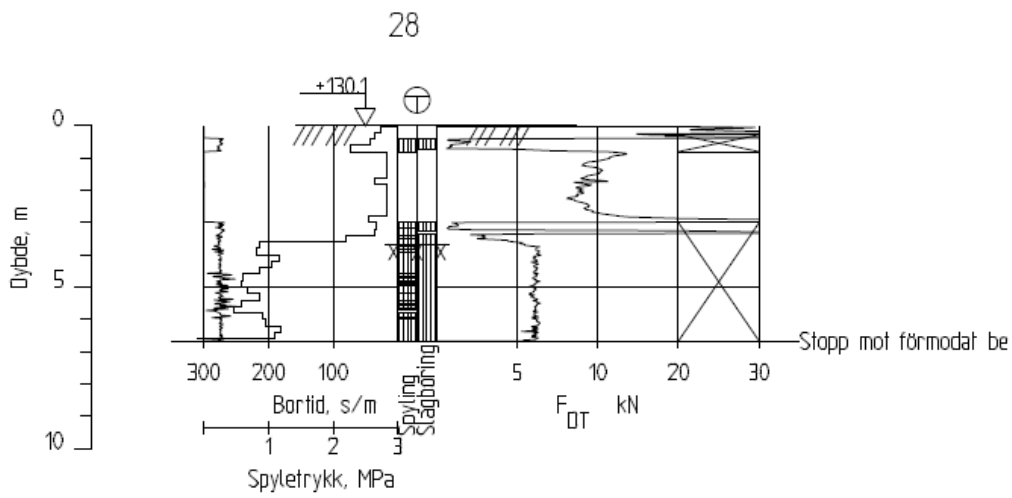
Dato boret : 25.01.2023

Borhull 27

Posisjon: X 6609683.30 Y 537455.58

Försök nr. :

Sonde nr. :



GU luftledningar Kongsberg

Rapport nr. 2022-06-213A

Figur nr. 213A

Totalsondering

M = 1 : 200

Dato boret : 26.01.2023

Borhull 28

Posisjon: X 6609509.19 Y 537511.01

Försök nr. :

Sonde nr. :

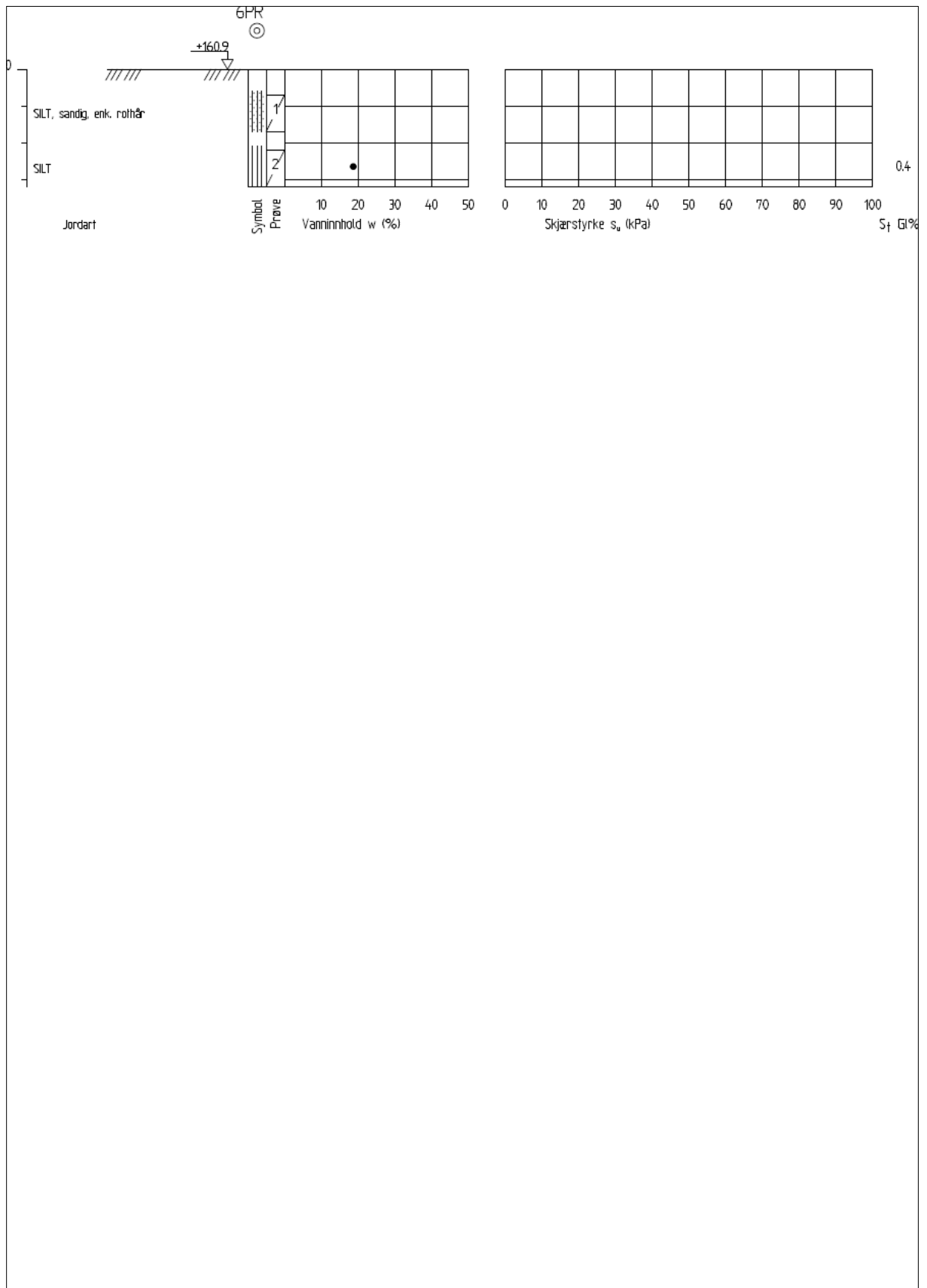
Tegner

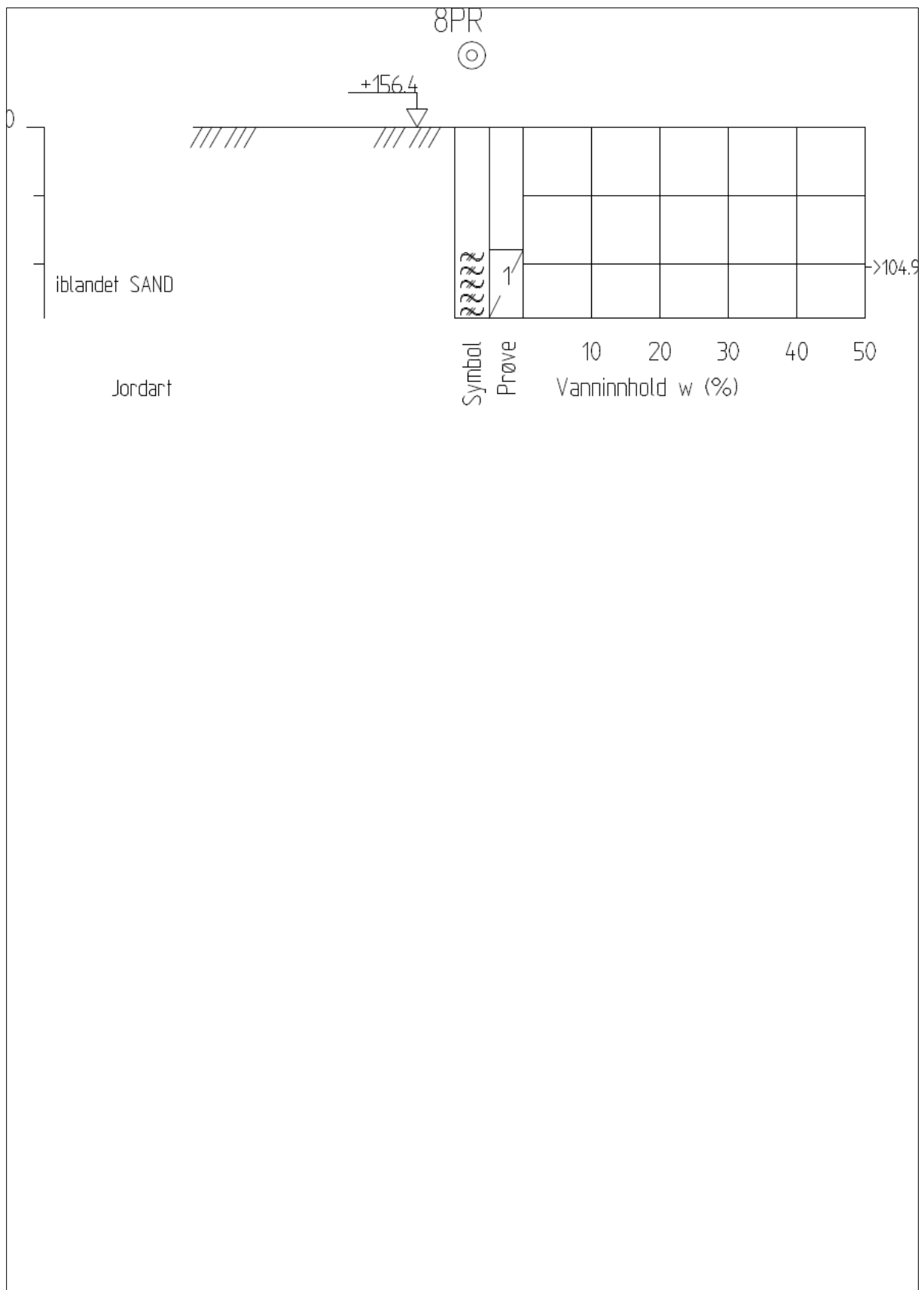
Kontrollerat

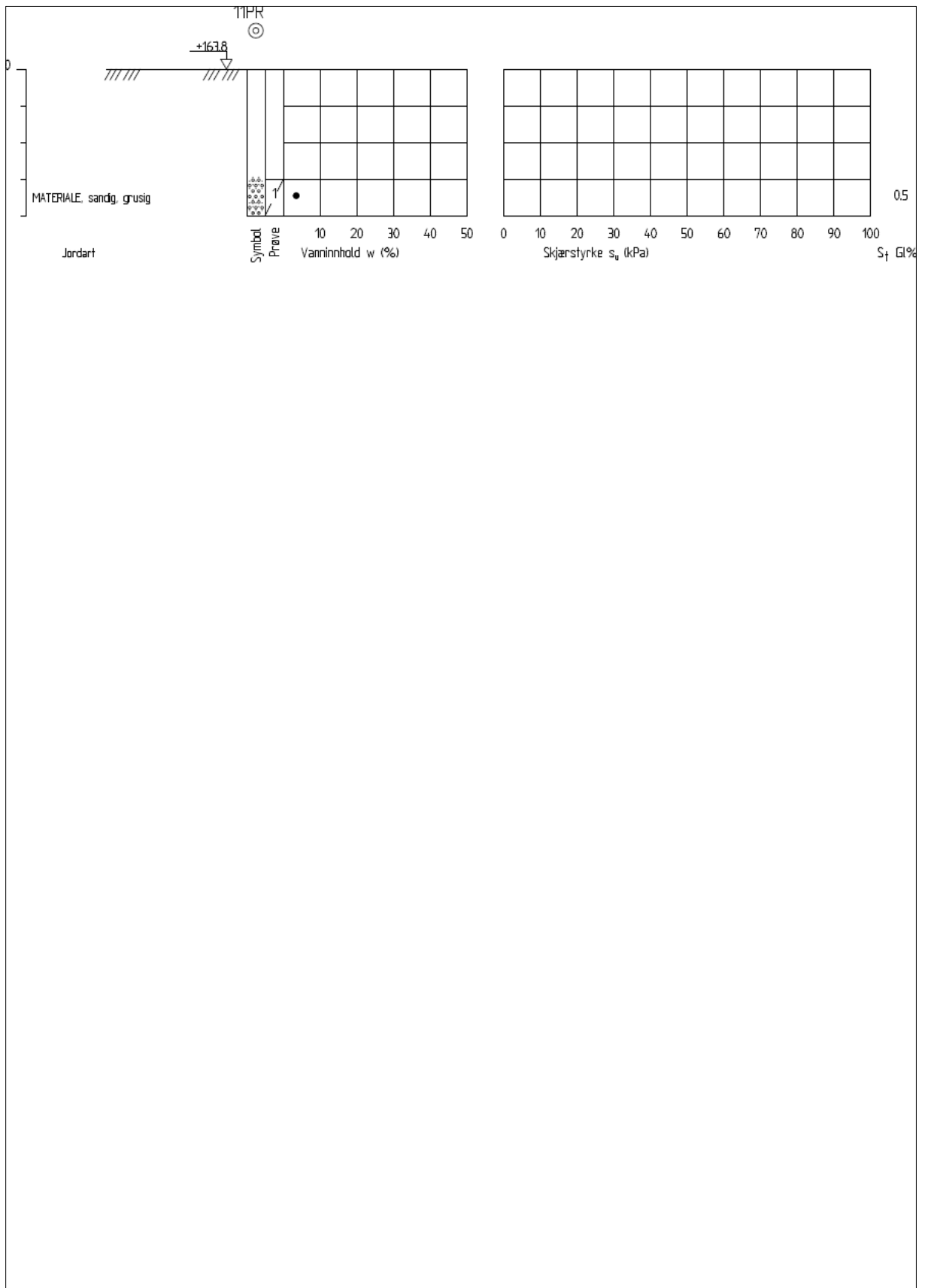
Godkjent

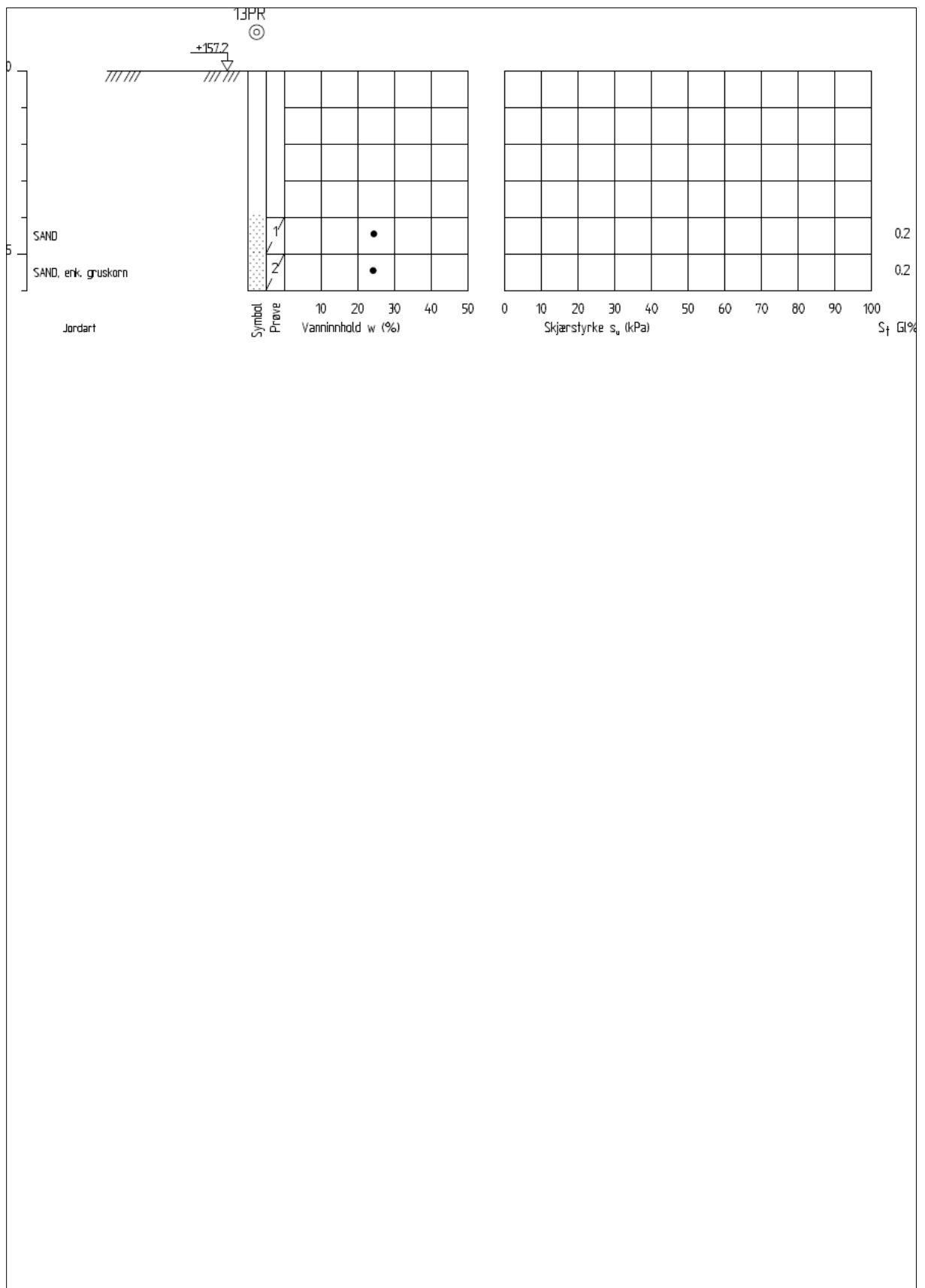
Dato:

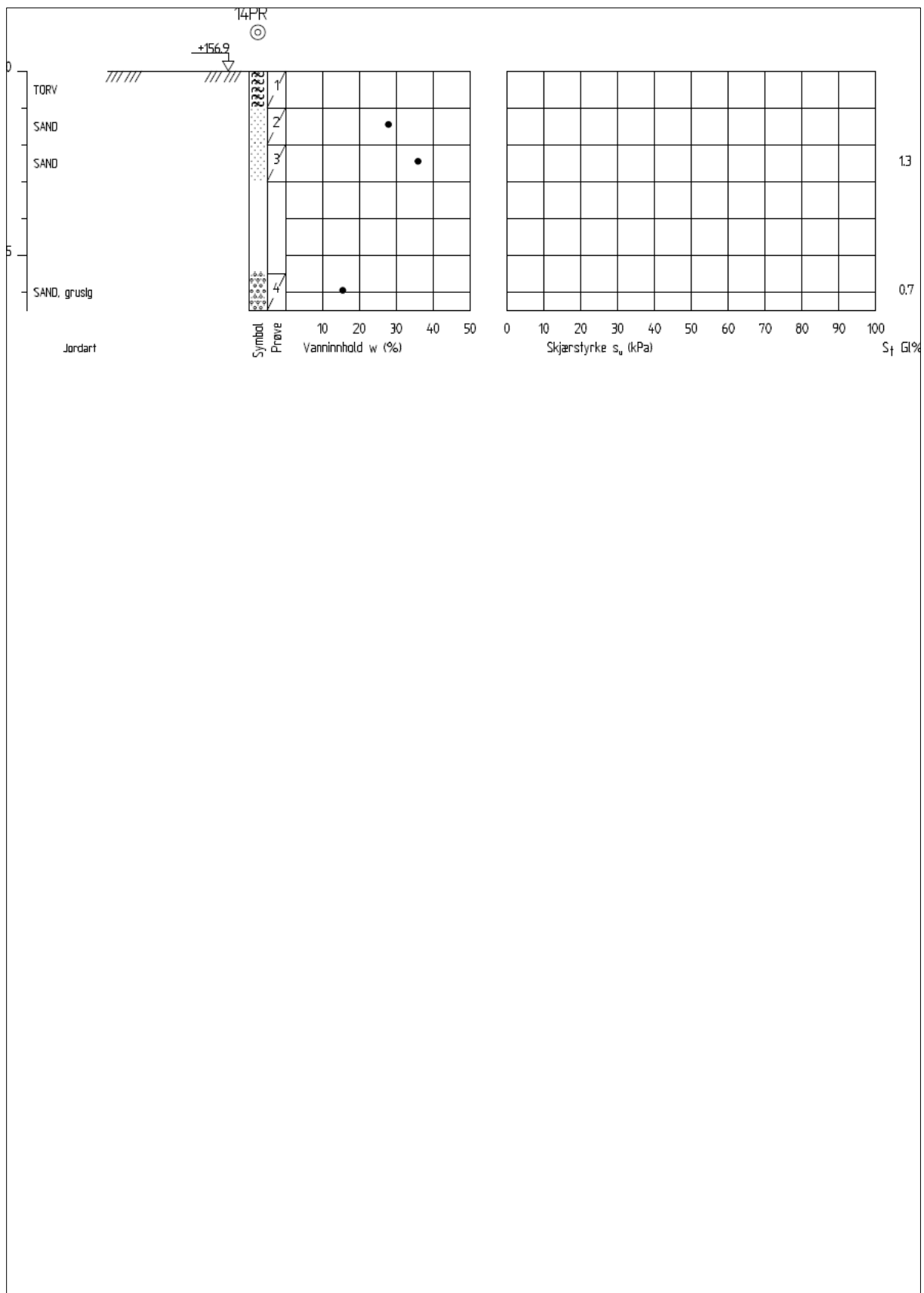
6.2 Prøveresultat

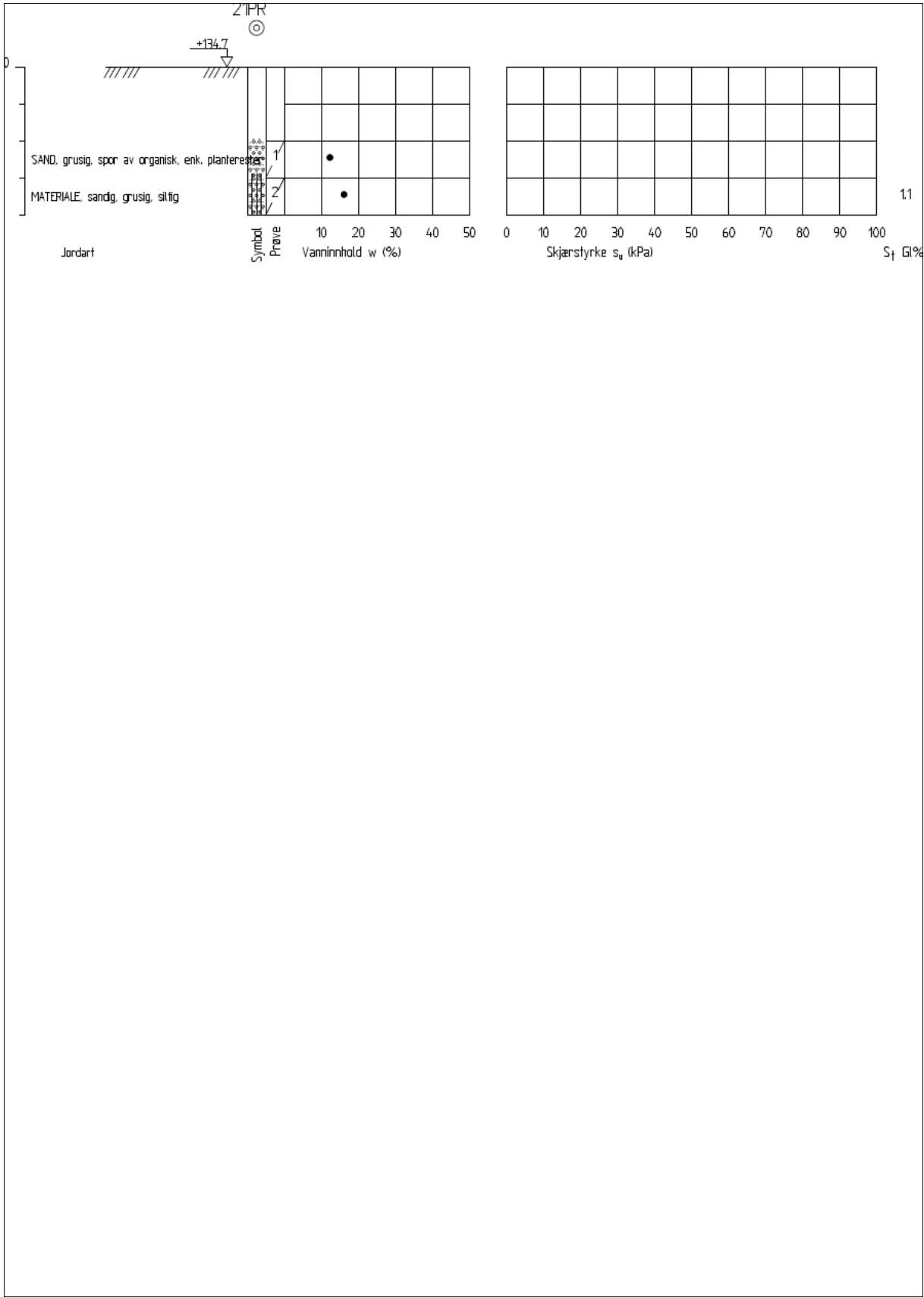


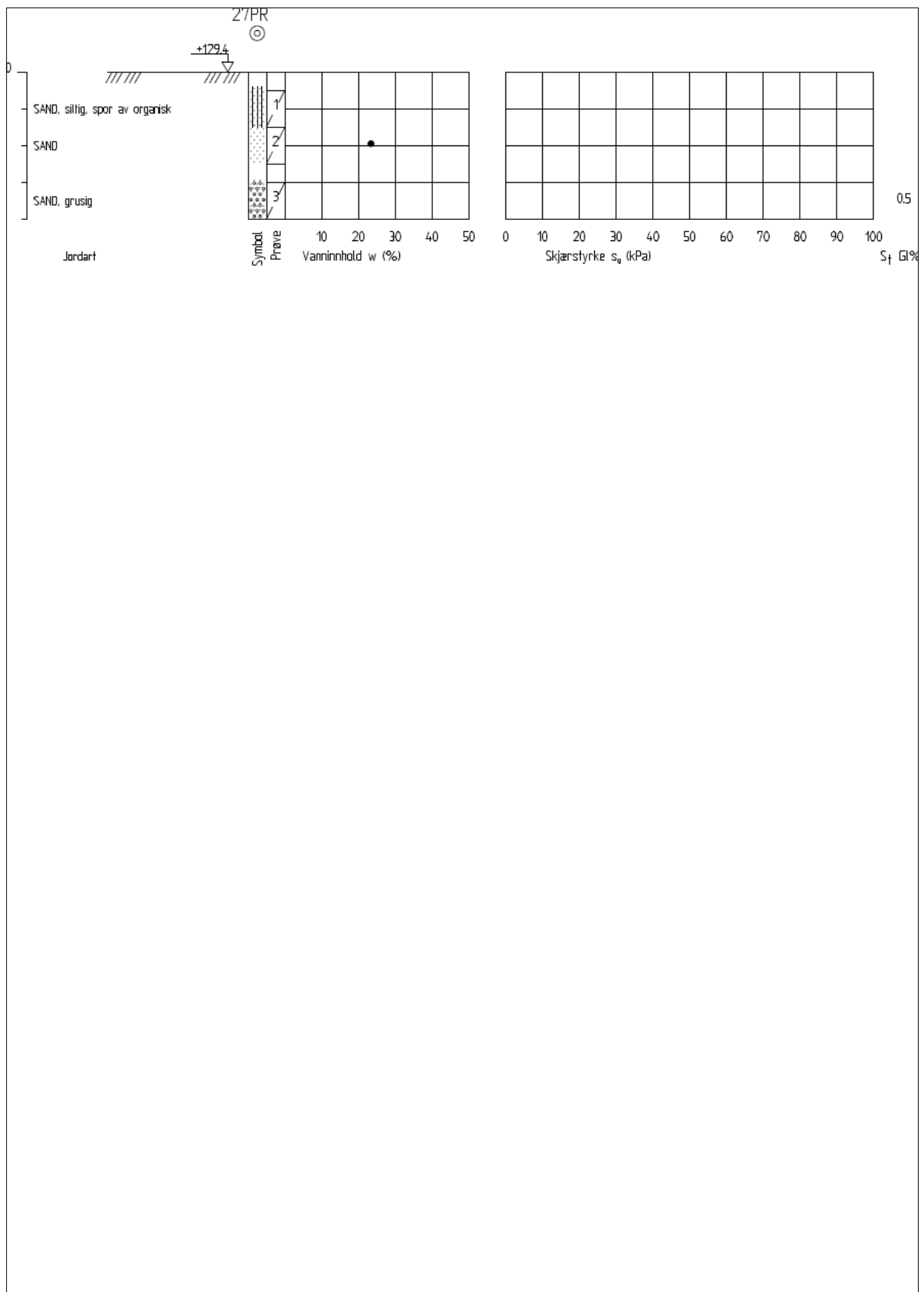












6.3 Bilde av naver



Figur 13. Borepunkt 4. Dyp 0-1 m. Foto: Romerike Grunnboring.



Figur 14. Borepunkt 6. Dyp 0,7-1,7 m. Foto: Romerike Grunnboring.



Figur 15. Borepunkt 6. Dyp 2,2-3,2 m. Foto: Romerike Grunnboring.



Figur 16. Borepunkt 8. Dyp 1,8-2,8 m. Foto: Romerike Grunnboring.



Figur 17. Borepunkt 11. Dyp 0-1 m. Foto: Romerike Grunnboring.



Figur 18. Borepunkt 11. Dyp 1-2 m. Foto: Romerike Grunnboring.



Figur 19. Borepunkt 11. Dyp 2-3 m. Foto: Romerike Grunnboring.



Figur 20. Borepunkt 11. Dyp 3-4 m. Foto: Romerike Grunnboring.



Figur 21. Borepunkt 13. Dyp 0-1 m. Foto: Romerike Grunnboring.



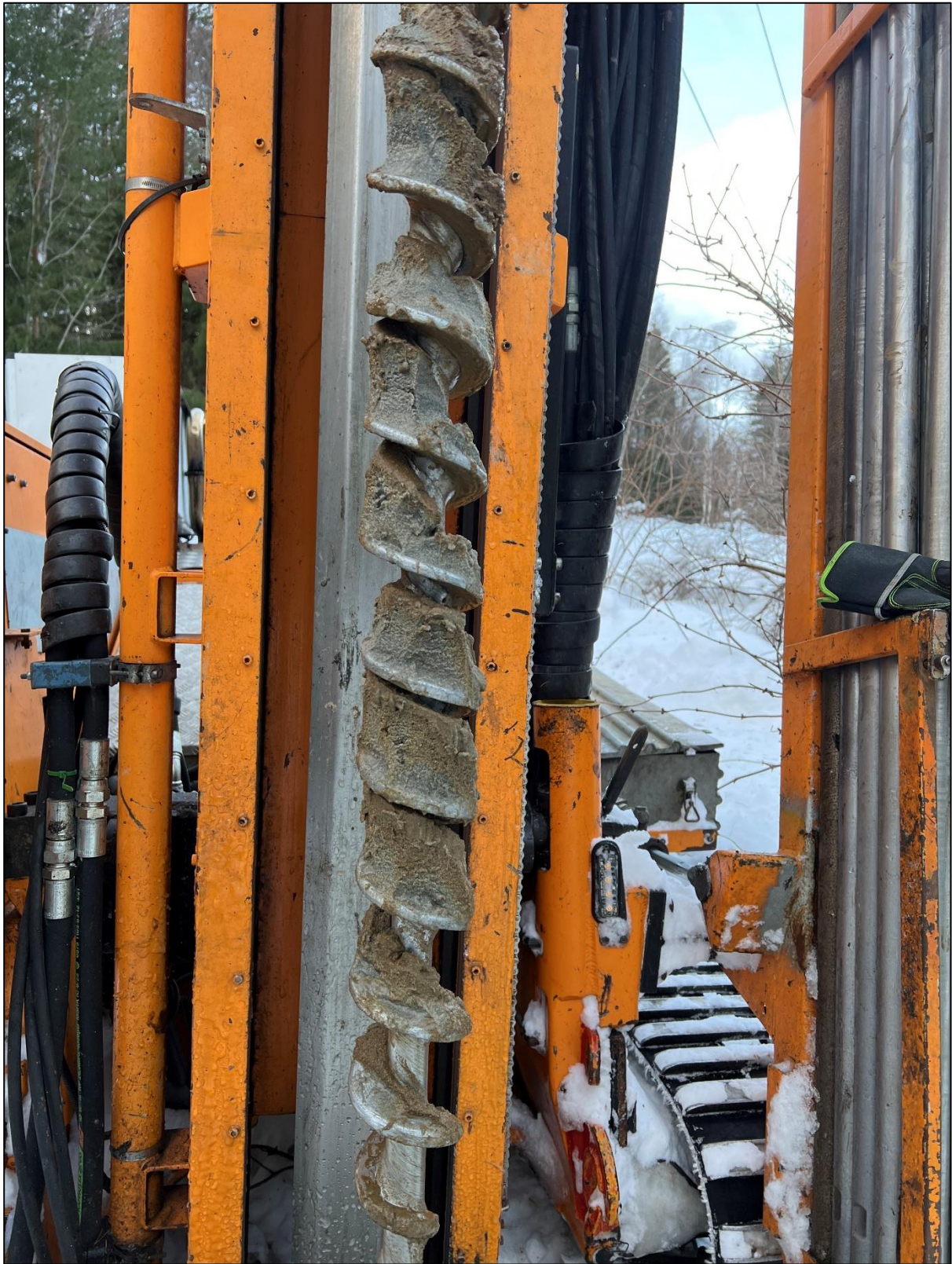
Figur 22. Borepunkt 13. Dyp 1-2 m. Foto: Romerike Grunnboring



Figur 23. Borepunkt 13. Dyp 2-3 m. Foto: Romerike Grunnboring



Figur 24. Borepunkt 13. Dyp 3-4 m. Foto: Romerike Grunnboring



Figur 25. Borepunkt 13. Dyp 4-5 m. Foto: Romerike Grunnboring



Figur 26. Borepunkt 13. Dyp 5-6 m. Foto: Romerike Grunnboring



Figur 27. Borepunkt 14. Dyp 0-1 m. Foto: Romerike Grunnboring



Figur 28. Borepunkt 14. Dyp 1-2 m. Foto: Romerike Grunnboring



Figur 29. Borepunkt 14. Dyp 2-3 m. Foto: Romerike Grunnboring



Figur 30. Borepunkt 14. Dyp 4-5 m. Foto: Romerike Grunnboring



Figur 31. Borepunkt 14. Dyp 5,5-6,5 m. Foto: Romerike Grunnboring



Figur 32. Borepunkt 21. Dyp 2-3 m. Foto: Romerike Grunnboring



Figur 33. Borepunkt 21. Dyp 3-4 m. Foto: Romerike Grunnboring



Figur 34. Borepunkt 27. Dyp 0,5-1,5 m. Foto: Romerike Grunnboring



Figur 35. . Borepunkt 27. Dyp 1,5-2,5 m. Foto: Romerike Grunnboring



Figur 36. Borepunkt 27. Dyp 1,5-2,5 m. Foto: Romerike Grunnboring

6.4 Resultat fra laboratoriumsundersøkelser

RAPPORT

Laboratorieundersøkelser

OPPDRAKSGIVER

Sunnfjord Geo Center

OPPDRAK

GU Kongsberg

DATO / REVISJON: 20. februar 2023 / 00

DOKUMENTKODE: 10249954-RIG-LAB-RAP



Multiconsult

Dette dokumentet har blitt utarbeidet av Multiconsult på vegne av Multiconsult Norge AS eller selskapets klient. Klientens rettigheter til dokumentet er gitt for den aktuelle oppdragsavtalen eller ved anmodning. Tredjeparter har ingen rettigheter til bruk av dokumentet (eller deler av det) uten skriftlig forhåndsgodkjenning fra Multiconsult. Enhver bruk av dokumentet (eller deler av det) til andre formål, på andre måter eller av andre personer eller enheter enn de som er godkjent skriftlig av Multiconsult, er forbudt, og Multiconsult påtar seg intet ansvar for slikt bruk. Deler av dokumentet kan være beskyttet av immaterielle rettigheter og/eller eiendomsrettigheter. Kopiering, distribusjon, endring, behandling eller annen bruk av dokumentet er ikke tillatt uten skriftlig forhåndssamtykke fra Multiconsult eller annen innehaver av slike rettigheter.

RAPPORT

RAPPORT	Laboratorieundersøkelser	DOKUMENTKODE	10249954-RIG-LAB-RAP
OPPDRAG	GU Kongsberg	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAGSGIVER	Sunnfjord Geo Center	OPPDRAGSLEDER	Silje Skibeli Johannessen
KONTAKTPERSON	Thomas Austin Stormoen	UTARBEIDET AV	Anna Molnes
KOORDINATER	Sone: Øst: Nord:	ANSVARLIG ENHET	10101070 GeoLab
GNR./BNR./SNR.	/ /		

SAMMENDRAG

Multiconsult er engasjert av Sunnfjord Geo Center til å utføre laboratorieundersøkelser på prøver fra grunnundersøkelser utført av Romerike Grunnboring AS.

Foreliggende rapport beskriver utførelse og presenterer resultater fra utførte laboratorieundersøkelser.

00	20.02.2023	Første utsendelse av rapport	Anna Molnes	Silje Skibeli Johannessen	Silje Skibeli Johannessen
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

INNHALDSFORTEGNELSE

1	Bakgrunn	5
2	Omfang av laboratorieundersøkelsen	5
3	Prosedyrer for gjennomføring.....	5
4	Resultater	6
4.1	Borpunkt 6	6
4.2	Borpunkt 8	6
4.3	Borpunkt 11	6
4.4	Borpunkt 13	6
4.5	Borpunkt 14	7
4.6	Borpunkt 21	7
4.7	Borpunkt 27	7
5	Tegningsliste.....	8
6	Vedlegg.....	8
6.1	Geotekniske bilag.....	8

1 Bakgrunn

Multiconsult AS har på oppdrag fra Sunnfjord Geo Center utført laboratorieundersøkelser for oppdrag GU Kongsberg. Omfang av undersøkelsen er i henhold til bestilling mottatt fra oppdragsgiver 08.02.2023 og er angitt i tabell i pkt. 2. Prøvetakingen er utført av Romerike Grunnboring AS og prøvene ble levert til vårt laboratorium som poseprøver den 02.02.2023. Multiconsult har ikke vært involvert i bestemmelse av omfang, verken for prøvetaking eller analyse.

2 Omfang av laboratorieundersøkelsen

Laboratorieundersøkelsen ble utført i perioden 09.-17.02.2023 og omfatter følgende undersøkelser:

Undersøkelse	Type	Antall	Merknad/avvik
Prøveåpning	Poser	15	+11 vanninnhold. Vanninnhold for prøve fra BP 27 dybde 3,0-4,0m ble glemt.
Kornfordeling	Tørresikting	11	Følgende korngraderinger utgår grunnet torv: - BP 8 dybde 1,8-2,8m - BP 14 dybde 0,0-1,0m
	Slemming	1	
	Våtsikting + slemming	1	
Organisk innhold	Gløding	8	Følgende glød utgår grunnet torv: - BP 8 dybde 1,8-2,8m - BP 14 dybde 0,0-1,0m Gjennomført ekstra glød grunnet mistanke om organisk innhold: - BP 14 dybde 2,0-3,0m. Faktureres ikke.

3 Prosedyrer for gjennomføring

Multiconsult utfører sine laboratorieundersøkelser i henhold til Norsk standard NS 8000-serien og NS-EN ISO 17892 serien, samt vår interne laboratoriehåndbok som er basert på disse. En oversikt over gjeldende standarder er vist i vedlegg 2.

Gjennomføringen av oppdraget er kvalitetssikret i henhold til Multiconsults styringssystem. Systemet er bygget opp med prosedyrer og beskrivelser som er dekkende for NS-EN ISO 9000 serien og NS-EN ISO/IEC 17025.

4 Resultater

Laboratorieundersøkelsen er utført i henhold til avtalt omfang og følgende resultater er oppnådd:

4.1 Borpunkt 6

Borpunkt:	6	Dybde intervall	Dybde	Vann - innhold	Densitet	Korn - densitet	Glødetap	Flyte - grense	Utrullings - grense	Plastisitets - indeks	Brudd - tøyning	Enaks	Uomrørt konus	Omrørt konus	Sensitivitet	Spesialforsøk		
Beskrivelse	z [m]	w [%]	ρ [g/m ³]	ρ_s [g/cm ³]	Org. [%]	w _l	w _p [%]	I _p	ϵ_f [%]	C _{uuc} [kPa]	C _{ufc} [kPa]	C _{urfc} [kPa]	Sensitivitet		S _r			
SILT, sandig enk. rothår	0,7-1,7	-															K	
		-																
		-																
		-																
SILT	2,2-3,2	-	18,7				0,4										K	
		-																
		-																
		-																

4.2 Borpunkt 8

Borpunkt:	8	Dybde intervall	Dybde	Vann - innhold	Densitet	Korn - densitet	Glødetap	Flyte - grense	Utrullings - grense	Plastisitets - indeks	Brudd - tøyning	Enaks	Uomrørt konus	Omrørt konus	Sensitivitet	Spesialforsøk		
Beskrivelse	z [m]	w [%]	ρ [g/m ³]	ρ_s [g/cm ³]	Org. [%]	w _l	w _p [%]	I _p	ϵ_f [%]	C _{uuc} [kPa]	C _{ufc} [kPa]	C _{urfc} [kPa]	Sensitivitet		S _r			
TORV, H7/H9 iblandet SAND	1,8-2,8	-	104,9															
		-																
		-																
		-																

4.3 Borpunkt 11

Borpunkt:	11	Dybde intervall	Dybde	Vann - innhold	Densitet	Korn - densitet	Glødetap	Flyte - grense	Utrullings - grense	Plastisitets - indeks	Brudd - tøyning	Enaks	Uomrørt konus	Omrørt konus	Sensitivitet	Spesialforsøk		
Beskrivelse	z [m]	w [%]	ρ [g/m ³]	ρ_s [g/cm ³]	Org. [%]	w _l	w _p [%]	I _p	ϵ_f [%]	C _{uuc} [kPa]	C _{ufc} [kPa]	C _{urfc} [kPa]	Sensitivitet		S _r			
MATERIALE, sandig, grusig	3,0-4,0	-	3,5				0,5										K	
		-																
		-																
		-																

4.4 Borpunkt 13

Borpunkt:	13	Dybde intervall	Dybde	Vann - innhold	Densitet	Korn - densitet	Glødetap	Flyte - grense	Utrullings - grense	Plastisitets - indeks	Brudd - tøyning	Enaks	Uomrørt konus	Omrørt konus	Sensitivitet	Spesialforsøk		
Beskrivelse	z [m]	w [%]	ρ [g/m ³]	ρ_s [g/cm ³]	Org. [%]	w _l	w _p [%]	I _p	ϵ_f [%]	C _{uuc} [kPa]	C _{ufc} [kPa]	C _{urfc} [kPa]	Sensitivitet		S _r			
SAND	4,0-5,0	-	24,4				0,2										K	
		-																
		-																
		-																
SAND enk. gruskorn	5,0-6,0	-	24,2				0,2										K	
		-																
		-																
		-																

4.5 Borpunkt 14

Borpunkt:	14		Dybde intervall	Dybde	Vann - innhold	Densitet	Korn - densitet	Glødetap	Flyte - grense	Utrullings - grense	Plastisitets - indeks	Brudd - tøying	Enaks	Uomrørt konus	Omrørt konus	Sensitivitet	Spesialforsøk	
Beskrivelse	z	w	ρ	ρ_s	Org.	w_l	w_p	I_p	ϵ_f	C_{uuc}	C_{ufc}	C_{urfc}	S_r					
	[m]	[%]	[g/m ³]	[g/cm ³]	[%]		[%]		[%]	[kPa]	[kPa]	[kPa]						
TORV, H8	0,0-1,0	-																
		-																
		-																
		-																
SAND	1,0-2,0	-	27,9														K	
		-																
		-																
		-																
SAND	2,0-3,0	-	35,9			1,3											K	
		-																
		-																
		-																
SAND, grusig	5,5-6,5	-	15,5			0,7											K	
		-																
		-																
		-																

4.6 Borpunkt 21

Borpunkt:	21		Dybde intervall	Dybde	Vann - innhold	Densitet	Korn - densitet	Glødetap	Flyte - grense	Utrullings - grense	Plastisitets - indeks	Brudd - tøying	Enaks	Uomrørt konus	Omrørt konus	Sensitivitet	Spesialforsøk	
Beskrivelse	z	w	ρ	ρ_s	Org.	w_l	w_p	I_p	ϵ_f	C_{uuc}	C_{ufc}	C_{urfc}	S_r					
	[m]	[%]	[g/m ³]	[g/cm ³]	[%]		[%]		[%]	[kPa]	[kPa]	[kPa]						
SAND, grusig	2,0-3,0	-	12,3														K	
spor av organisk, enk. planterester		-																
		-																
		-																
MATERIALE, sandig, grusig, siltig	3,0-4,0	-	16,1			1,1											K	
		-																
		-																
		-																

4.7 Borpunkt 27

Borpunkt:	27		Dybde intervall	Dybde	Vann - innhold	Densitet	Korn - densitet	Glødetap	Flyte - grense	Utrullings - grense	Plastisitets - indeks	Brudd - tøying	Enaks	Uomrørt konus	Omrørt konus	Sensitivitet	Spesialforsøk	
Beskrivelse	z	w	ρ	ρ_s	Org.	w_l	w_p	I_p	ϵ_f	C_{uuc}	C_{ufc}	C_{urfc}	S_r					
	[m]	[%]	[g/m ³]	[g/cm ³]	[%]		[%]		[%]	[kPa]	[kPa]	[kPa]						
SAND, siltig	0,5-1,5	-															K	
spor av organisk		-																
		-																
		-																
SAND	1,5-2,5	-	23,4														K	
		-																
		-																
		-																
SAND, grusig	3,0-4,0	-				0,5											K	
		-																
		-																
		-																

5 Tegningsliste

10249954-RIG-TEG-200	Geotekniske data, borpunkt 6
10249954-RIG-TEG-201	Geotekniske data, borpunkt 8
10249954-RIG-TEG-202	Geotekniske data, borpunkt 11
10249954-RIG-TEG-203	Geotekniske data, borpunkt 13
10249954-RIG-TEG-204	Geotekniske data, borpunkt 14
10249954-RIG-TEG-205	Geotekniske data, borpunkt 21
10249954-RIG-TEG-206	Geotekniske data, borpunkt 27
10249954-RIG-TEG-300	Kornfordelingskurver, borpunkt 6, 11 og 13
10249954-RIG-TEG-301	Kornfordelingskurver, borpunkt 14 og 21
10249954-RIG-TEG-302	Kornfordelingskurver, borpunkt 27

6 Vedlegg

6.1 Geotekniske bilag

1. Laboratorieforsøk
2. Oversikt over metodestandarder og retningslinjer

Dybde (m)	Jordart	Kt.	Prøve	Test	Vanninnhold og konsistensgrenser (%)						ρ (g/cm ³)	ρ_s (g/cm ³)	Org. (%)	Udrenert skjærfasthet (kPa)						S_t (-)	
					0	10	20	30	40	50				60	0	10	20	30	40		50
0																					
1																					
2	TORV, H7/H9		iblandet SAND								105										
3																					
4																					
5																					
6																					
7																					
8																					
9																					
10																					
11																					
12																					
13																					
14																					
15																					
16																					
17																					
18																					
19																					
20																					

Symboler:

- T: Treaksialforsøk
- Ø: Ødometerforsøk
- K: Korngradering

- ρ Densitet
- ρ_s Korndensitet
- Org. Organisk innhold
- S_t Sensitivitet

- Vanninnhold
- Plastisitetsindeks (I_p)

- ▽ Uomrørt konus
- ▼ Omrørt konus

- Enakialforsøk (strek angir aksial tøyning (%) ved brudd)

Grunnvannstand:
Borbok: RGB

Sunnfjord Geo Center AS

Utarbeidet
SISJ

Kontrollert
ANNM

Godkjent
SISJ

GU Kongsberg

Borpunkt
8

Dato
20.02.2023

Revisjon
00

Multiconsult

Prøveserie
V.1.10 15.02.2023

Oppdragsnummer
10249954

Tegningsnummer
RIG-TEG-201

Dybde	Jordart	Prøve	Test	Vanninnhold og konsistensgrenser (%)							ρ (g/cm ³)	ρ_s (g/cm ³)	Org. (%)	Udrenert skjærfasthet (kPa)						S_t (-)
				0	10	20	30	40	50	60				0	10	20	30	40	50	
0																				
1																				
2																				
3	MATERIALE, sandig, grusig	Kt.	K	○								0,5								
4																				
5																				
6																				
7																				
8																				
9																				
10																				
11																				
12																				
13																				
14																				
15																				
16																				
17																				
18																				
19																				
20																				

Symboler:

- T: Treaksialforsøk
- Ø: Ødometerforsøk
- K: Korngradering

Grunnvannstand:
Borbok: RGB

- ρ Densitet
- ρ_s Korndensitet
- Org. Organisk innhold
- S_t Sensitivitet

- Vanninnhold
- Plastisitetindeks (I_p)

- ▽ Uomrørt konus
- ▼ Omrørt konus
- Enaksialforsøk (strek angir aksial tøyning (%) ved brudd)

Sunnfjord Geo Center AS

GU Kongsberg

Utarbeidet

Kontrollert

Godkjent

SISJ

ANNM

SISJ

Borpunkt

Dato

Revisjon

11

17.02.2023

00

Oppdragsnummer

Tegningsnummer

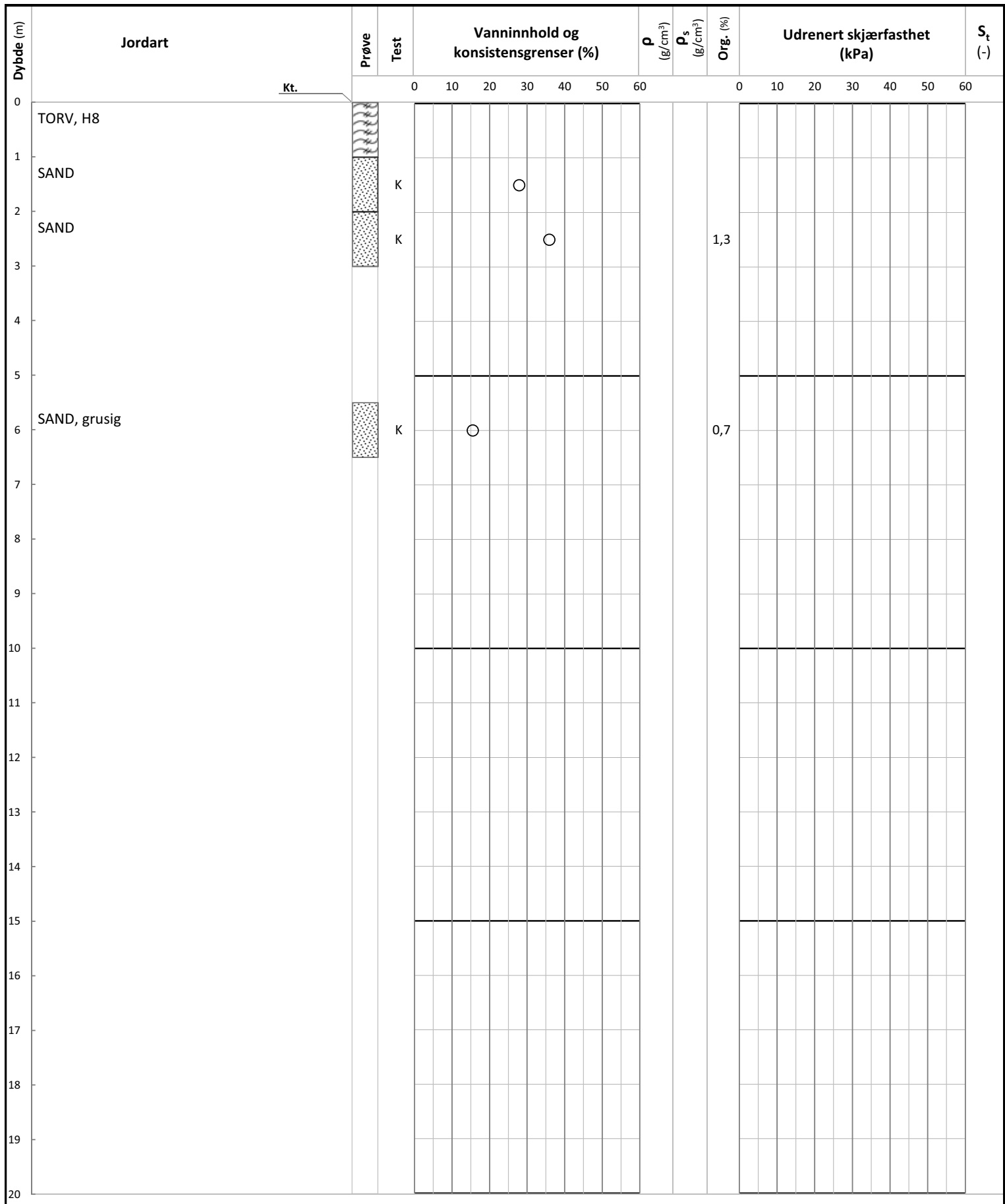
10249954

RIG-TEG-202

Multiconsult

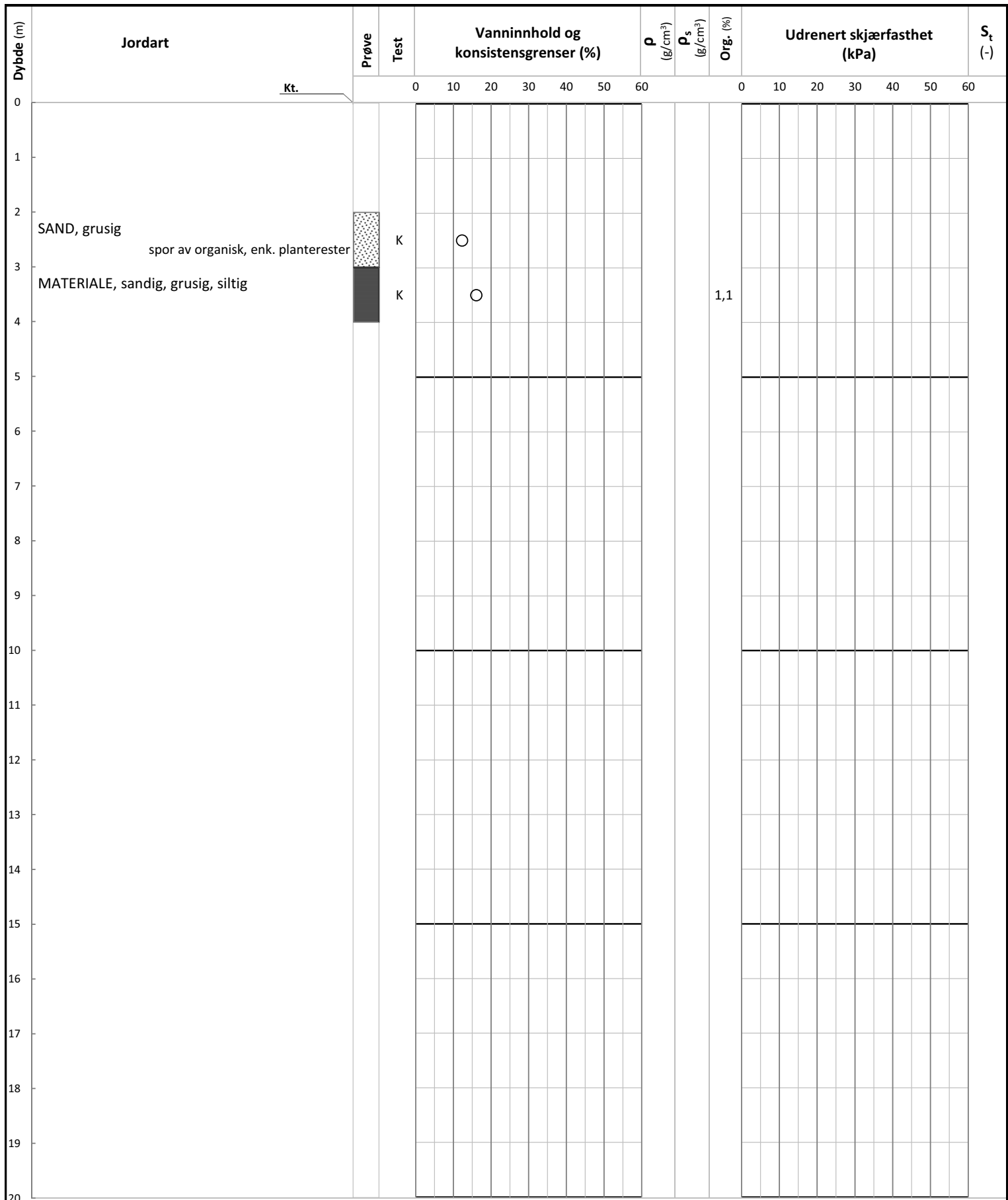
Prøveserie

V.1.10 15.02.2023



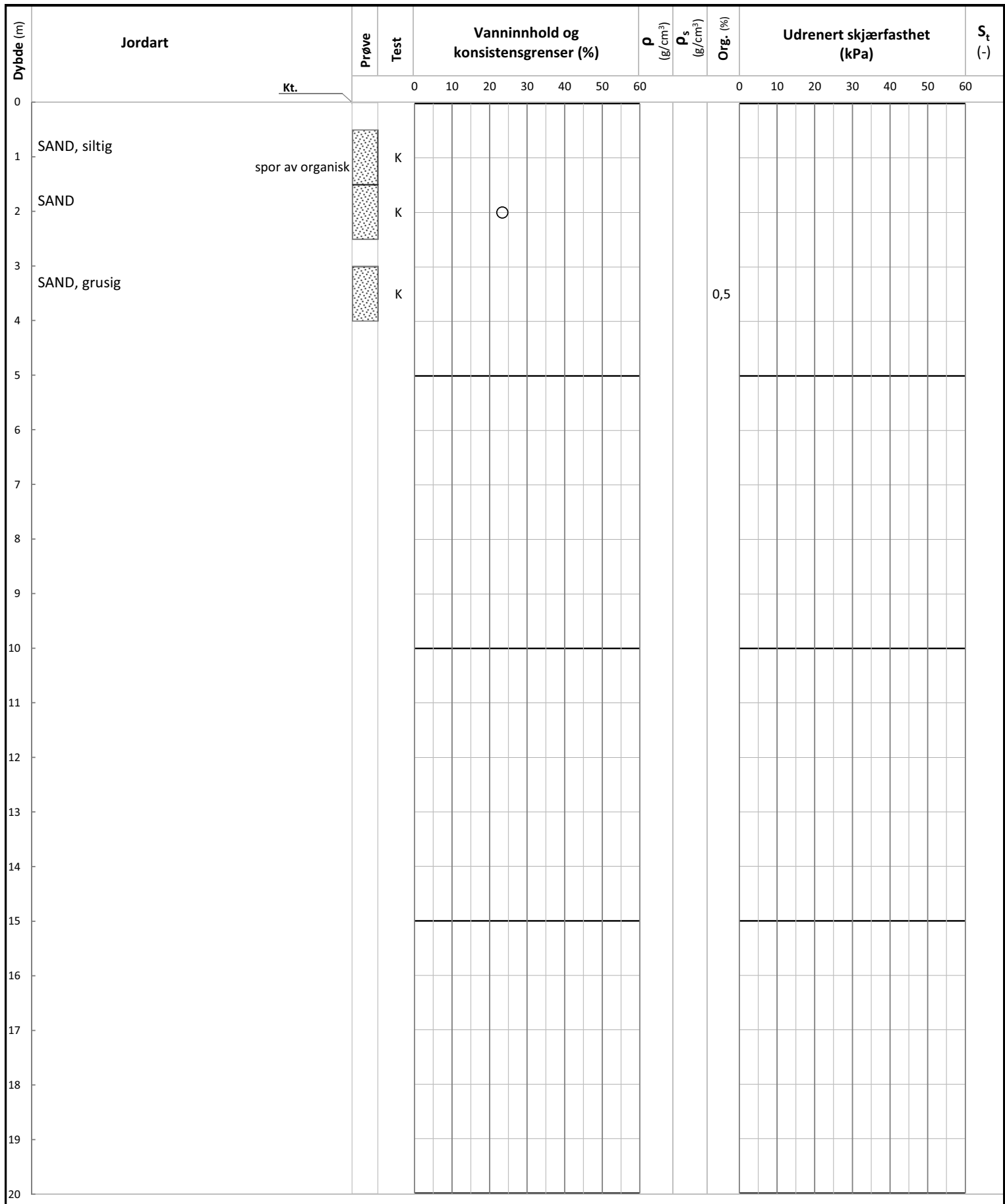
Symboler:	T: Treaksialforsøk ø: Ødometerforsøk K: Korngradering	ρ Densitet ρ_s Korndensitet Org. Organisk innhold S_t Sensitivitet	○ Vanninnhold — Plastisitetsindeks (I_p)	▽ Uomrørt konus ▼ Omrørt konus Enaksialforsøk (strek angir aksiall tøyning (%) ved brudd)
------------------	---	---	---	---

Sunnfjord Geo Center AS	Utarbeidet	Kontrollert	Godkjent
	SISJ	ANNM	SISJ
GU Kongsberg	Borpunkt	Dato	Revisjon
	14	17.02.2023	00
Multiconsult	Oppdragsnummer	Tegningsnummer	
	Prøveserie V1.10 15.02.2023	10249954	RIG-TEG-204



Symboler:	T: Treaxialforsøk Ø: Ødometerforsøk K: Korngradering	ρ Densitet ρ_s Korndensitet Org. Organisk innhold S_t Sensitivitet	○ Vanninnhold — Plastisitetsindeks (I_p)	▽ Uomrørt konus ▼ Omrørt konus Enaksialforsøk (strek angir aksiall tøyning (%) ved brudd)
------------------	--	---	---	---

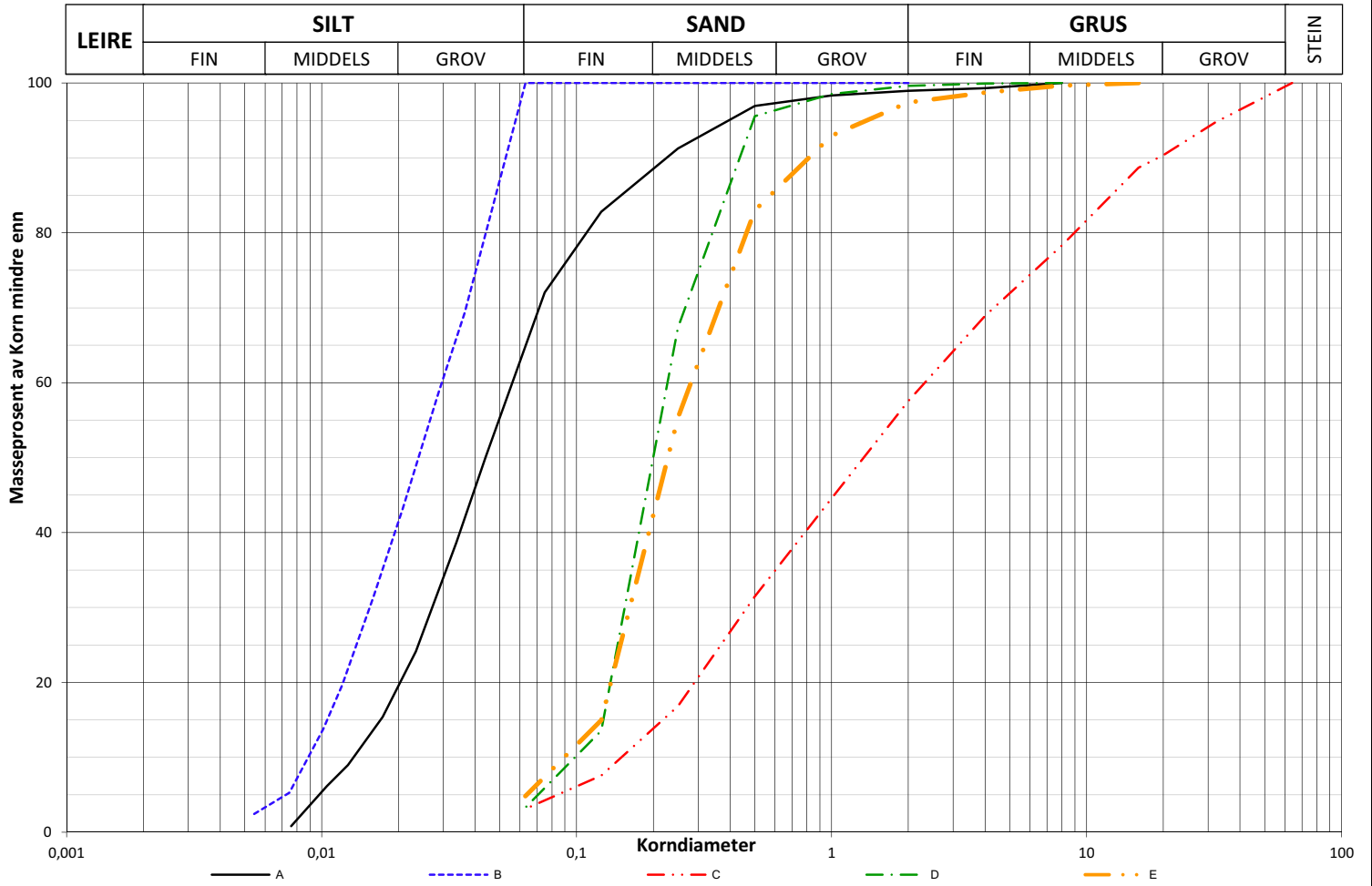
Sunnfjord Geo Center AS	Utarbeidet	Kontrollert	Godkjent
	SISJ	ANNM	SISJ
GU Kongsberg	Borpunkt	Dato	Revisjon
	21	17.02.2023	00
Multiconsult	Oppdragsnummer	Tegningsnummer	
	Prøveserie V1.10 15.02.2023	10249954	RIG-TEG-205



Symboler:	T: Treaksialforsøk Ø: Ødometerforsøk K: Korngradering	ρ Densitet ρ_s Korndensitet Org. Organisk innhold S_t Sensitivitet	○ Vanninnhold — Plastisitetsindeks (I_p)	▽ Uomrørt konus ▼ Omrørt konus Enaksialforsøk (strek angir aksiall tøyning (%) ved brudd)
------------------	---	---	---	---

Sunnfjord Geo Center AS	Utarbeidet	Kontrollert	Godkjent
	SISJ	ANNM	SISJ
GU Kongsberg	Borpunkt	Dato	Revisjon
	27	17.02.2023	00
Multiconsult	Oppdragsnummer	Tegningsnummer	
	Prøveserie V1.10 15.02.2023	10249954	RIG-TEG-206

Prøve	Borpunkt	Dybde (m)	*Jordartsbetegnelse	Anmerkinger	Metode		
					TS	VS	HYD
A	6	0,7-1,7	SILT, sandig		X	X	
B	6	2,2-3,2	SILT				X
C	11	3,0-4,0	MATERIALE, sandig, grusig	Telefarlighet beregnet på korn <20mm	X		
D	13	4,0-5,0	SAND		X		
E	13	5,0-6,0	SAND		X		



METODE:

TS = Tørssikt

VS = Våtsikt

HYD = Hydrometer

*Jordartsbetegnelse er basert på massefraksjoner fra tabellen under, avvik fra grafen kan forekomme.

**Telefarlighet er beregnet fra massefraksjonene i tabellen under.

Prøve	w (%)	Glødetap %	**Telegruppe	Masse % < diameter (mm)			0,002 - 0,063 mm (%)	0,063 - 2 mm (%)	2 - 63 mm (%)	D ₁₀ mm	D ₃₀ mm	D ₅₀ mm	D ₆₀ mm
				< 0,002	< 0,02	< 0,2							
A			T4		19,2	87,9	62,1	36,8	1,1	0,0134	0,0276	0,0440	0,0580
B			T4		41,2	100,0	97,7	2,3		0,0090	0,0155	0,0243	0,0297
C			T1			13,1		57,5	42,3	0,1580	0,4749	1,4199	2,4340
D			T1			45,8		99,6	0,4	0,1035	0,1632	0,2097	0,2330
E			T1			39,2		97,4	2,6	0,0947	0,1716	0,2335	0,2921

Sunnfjord Geo Center AS

Utarbeidet

METS

Kontrollert

SISJ

Godkjent

SISJ

GU Kongsberg

Borpunkt

-

Dato

17.02.2023

Revisjon

0

Multiconsult

Korngradering

V.1.17.4 16.02.2023

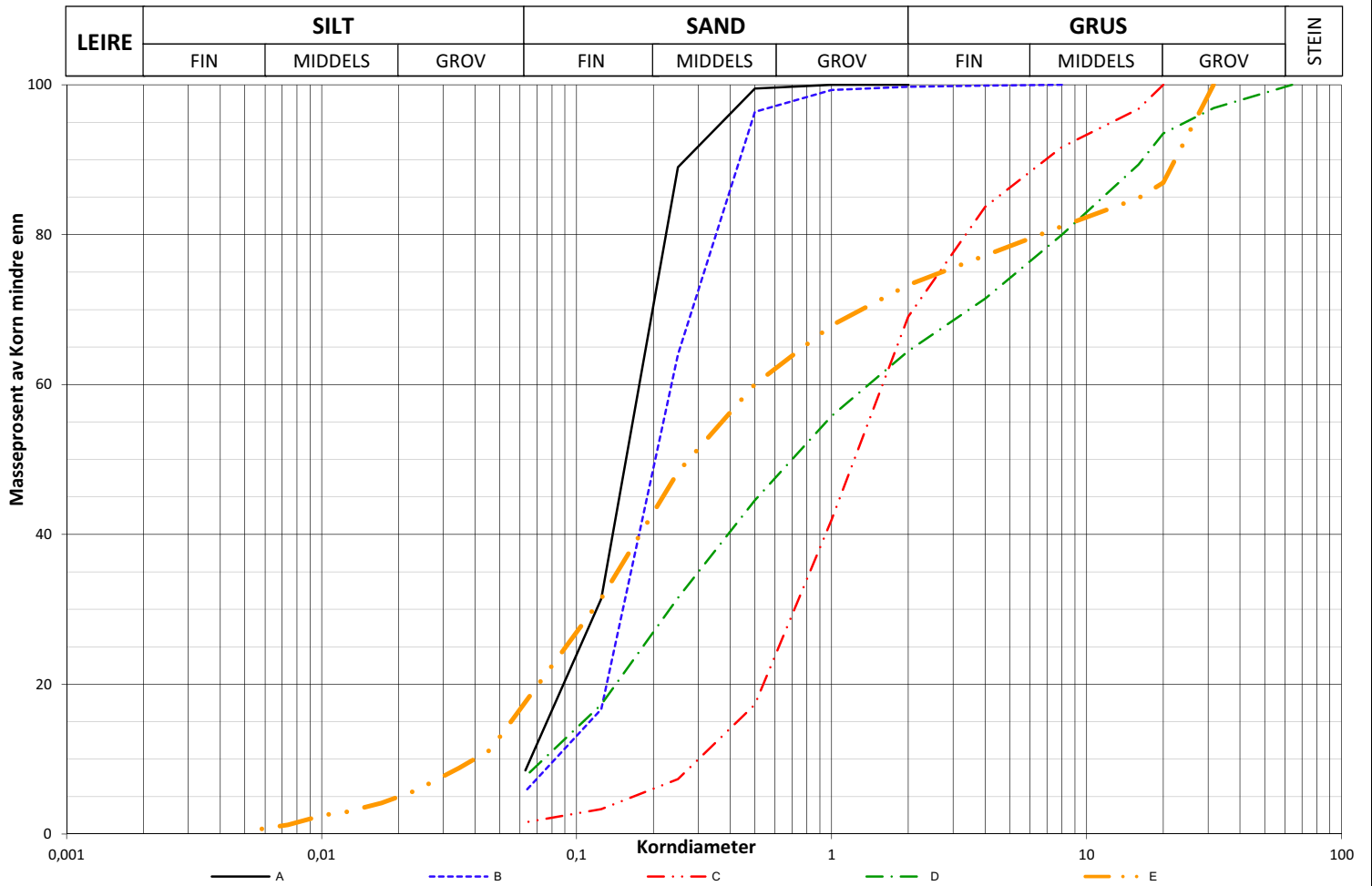
Oppdragsnummer

10249954

Tegningsnummer

RIG-TEG-300

Prøve	Borpunkt	Dybde (m)	*Jordartsbetegnelse	Anmerkinger	Metode		
					TS	VS	HYD
A	14	1,0-2,0	SAND		X		
B	14	2,0-3,0	SAND		X		
C	14	5,5-6,5	SAND, grusig		X		
D	21	2,0-3,0	SAND, grusig	Telefarlighet beregnet på korn <20mm	X		
E	21	3,0-4,0	MATERIALE, sandig, grusig, siltig	Telefarlighet beregnet på korn <20mm	X		X



METODE:

TS = Tørssikt VS = Våtsikt HYD = Hydrometer

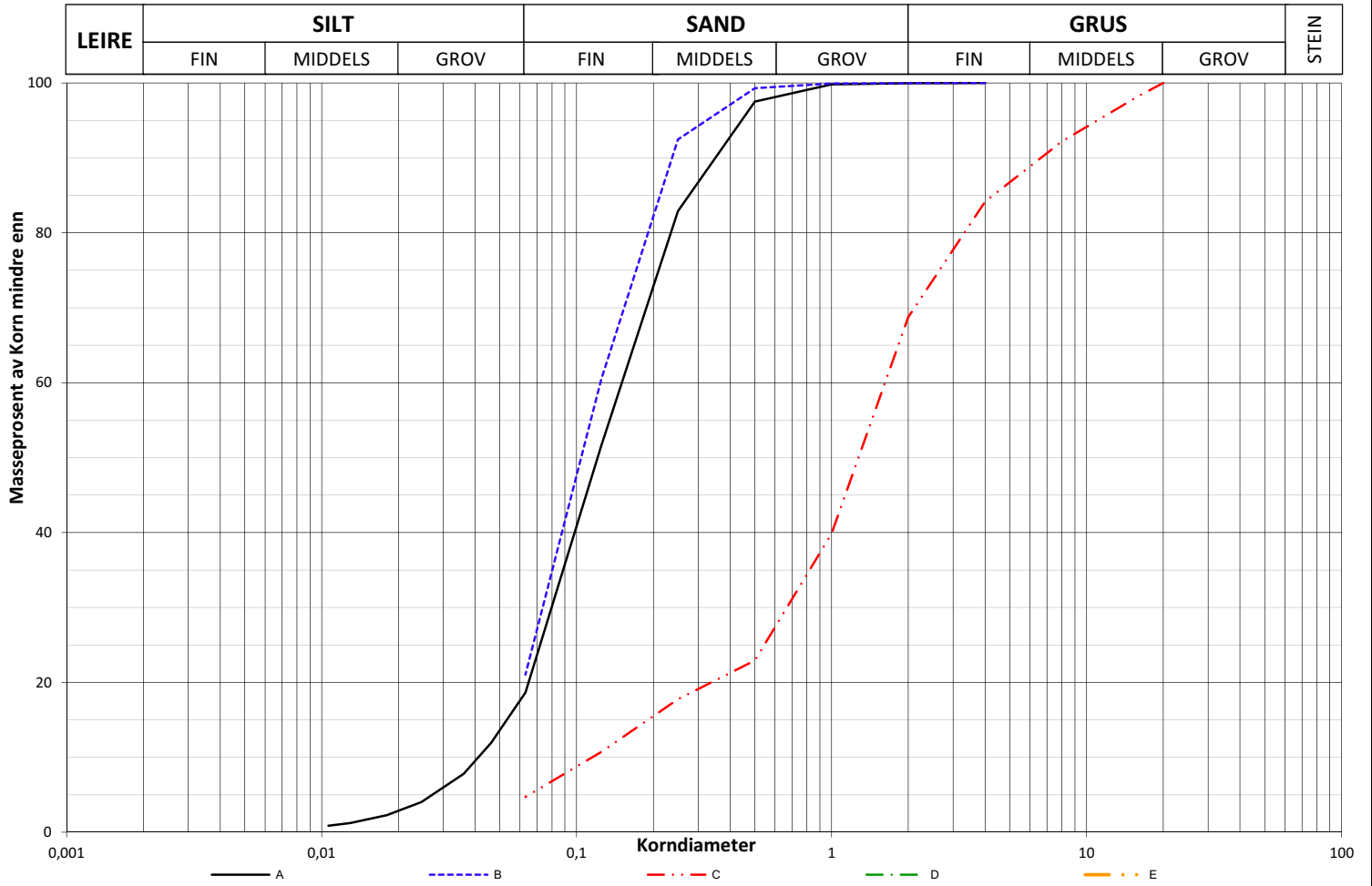
*Jordartsbetegnelse er basert på massefraksjoner fra tabellen under, avvik fra grafen kan forekomme.

**Telefarlighet er beregnet fra massefraksjonene i tabellen under.

Prøve	w (%)	Glødetap %	**Telegruppe	Masse % < diameter (mm)			0,002 - 0,063 mm (%)	0,063 - 2 mm (%)	2 - 63 mm (%)	D ₁₀ mm	D ₃₀ mm	D ₅₀ mm	D ₆₀ mm
				< 0,002	< 0,02	< 0,2							
A			T1			65,9		100,0		0,0671	0,1212	0,1654	0,1871
B			T1			45,1		99,7	0,3	0,0873	0,1602	0,2130	0,2395
C			T1			5,7		69,1	30,9	0,3167	0,7579	1,2975	1,6662
D			T1			25,8		64,4	35,5	0,0779	0,2366	0,7424	1,4866
E			T2		4,9	41,6	16,9	56,4	26,7	0,0402	0,1186	0,2858	0,4994

Sunnfjord Geo Center AS		Utarbeidet	Kontrollert	Godkjent
		METS	SISJ	SISJ
GU Kongsberg		Borpunkt	Dato	Revisjon
		-	17.02.2023	0
Multiconsult		Oppdragsnummer	Tegningsnummer	
		10249954	RIG-TEG-301	

Prøve	Borpunkt	Dybde (m)	*Jordartsbetegnelse	Anmerkinger	Metode		
					TS	VS	HYD
A	27	0,5-1,5	SAND, siltig		X		X
B	27	1,5-2,5	SAND		X		X
C	27	3,0-4,0	SAND, grusig		X		
D							
E							



METODE:

TS = Tørrsikt

VS = Våtsikt

HYD = Hydrometer

*Jordartsbetegnelse er basert på massefraksjoner fra tabellen under, avvik fra grafen kan forekomme.

**Telefarlighet er beregnet fra massefraksjonene i tabellen under.

Prøve	w (%)	Glødetap %	**Telegruppe	Masse % < diameter (mm)			0,002 - 0,063 mm (%)	0,063 - 2 mm (%)	2 - 63 mm (%)	D ₁₀ mm	D ₃₀ mm	D ₅₀ mm	D ₆₀ mm
				< 0,002	< 0,02	< 0,2							
A			T1		2,8	70,4	17,9	82,1	0,0	0,0415	0,0844	0,1220	0,1586
B			T1			79,6		100,0	0,0		0,0771	0,1086	0,1243
C			T1			14,9		68,7	31,3	0,1178	0,7090	1,3513	1,6976
D													
E													

Sunnfjord Geo Center AS

Utarbeidet

METS

Kontrollert

SISJ

Godkjent

SISJ

GU Kongsberg

Borpunkt

-

Dato

17.02.2023

Revisjon

0

Multiconsult

Korngradering

V.1.17.4 16.02.2023

Oppdragsnummer

10249954

Tegningsnummer

RIG-TEG-302

Laboratorieundersøkelser utføres for sikker klassifisering og bestemmelse av mekaniske egenskaper. Forsøkene utføres på prøver som er tatt opp i felt. For utførelsesstandarder henvises det til «Geoteknisk bilag 3 – Oversikt over metodestandarder og retningslinjer».

MINERALSKE JORDARTER

Ved prøveåpning klassifiseres og indentifiseres jordarten. Mineralske jordarter klassifiseres vanligvis på grunnlag av korngraderingen. Betegnelse og kornstørrelser for de enkelte fraksjonene er:

Fraksjon	Leire	Silt	Sand	Grus	Stein	Blokk
Kornstørrelse [mm]	<0,002	0,002-0,063	0,063-2	2-63	63-630	>630

En jordart kan inneholde en eller flere av fraksjonene over. Jordarten benevnes i henhold til korngraderingen med substantiv for den fraksjon som har dominerende betydning for jordartens egenskaper og adjektiv for medvirkende fraksjoner (for eksempel siltig sand). Leirinnholdet har størst betydning for benevnelse av jordarten. Morene er en usortert breavsetning som kan inneholde alle fraksjoner fra leir til blokk. Den største fraksjonen angis først i beskrivelsen etter egne benevningsregler, for eksempel grusig morene.

ORGANISKE JORDARTER

Organiske jordarter klassifiseres på grunnlag av jordartens opprinnelse og omdanningsgrad. De viktigste typer er:

Benevnelse	Beskrivelse
Torv	Myrplanter, mer eller mindre omdannet
<ul style="list-style-type: none"> Fibrig torv 	Fibrig med lett gjenkjennelig plantestruktur. Viser noe styrke
<ul style="list-style-type: none"> Delvis fibrig torv, mellomtorv 	Gjenkjennelig plantestruktur, ingen styrke i planterestene
<ul style="list-style-type: none"> Amorf torv, svarttorv 	Ingen synlig plantestruktur, svampig konsistens
Gytje og dy	Nedbrutt struktur av organisk materiale, kan inneholde mineralske bestanddeler
Humus	Planterester, levende organismer sammen med ikke-organisk innhold
Mold og matjord	Sterkt omdannet organisk materiale med løs struktur, utgjør vanligvis det ovre jordlaget

KORNFORDELINGSANALYSER

En kornfordelingsanalyse utføres ved våt eller tørr sikting av fraksjonene med diameter $d > 0,063$ mm. For mindre partikler bestemmes den ekvivalente korndiameteren ved slemmeanalyse og bruk av hydrometer. I slemmeanalysen slemmes materialet opp i vann og densiteten av suspensjonen måles ved bestemte tidsintervaller. Kornfordelingen kan da bestemmes fra Stokes lov om sedimentering av kuleformede partikler i vann. Det vil ofte være nødvendig med en kombinasjon av metodene.

VANNINNHOOLD

Vanninnholdet angir masse av vann i % av masse tørt (fast) stoff i massen og bestemmes fra tørking av en jordprøve ved 110°C i 24 timer.

KONSISTENSGRENSER

Konsistensgrensene (Atterbergs grenser) for en jordart angir vanninnholdsområdet der materialet er plastisk (formbart). Flytegrensen angir vanninnholdet der materialet går fra plastisk til flytende tilstand. Plastisitetsgrensen (utrullingsgrensen) angir vanninnholdet der materialet ikke lenger kan formes uten at det sprekker opp. Plastisitetsindeksen $I_p = w_f - w_p$ (%) angir det plastiske området for jordarten og benyttes til klassifisering av plastisiteten. Er det naturlige vanninnholdet høyere enn flytegrensen blir materialet flytende ved omrøring (vanlig for kvikkeleire).

HUMUSINNHOOLD

Humusinnholdet kan bestemmes ved kolorimetri og bruk av natronlut (NaOH-forbindelse), glødning av jordprøve i varmeovn eller våt-oksidasjon med hydrogenperoksyd. Metoden angir innholdet av humufiserte organiske bestanddeler i en relativ skala.

DENSITET, TYNGDETETTHET, PORETALL OG PORØSITET

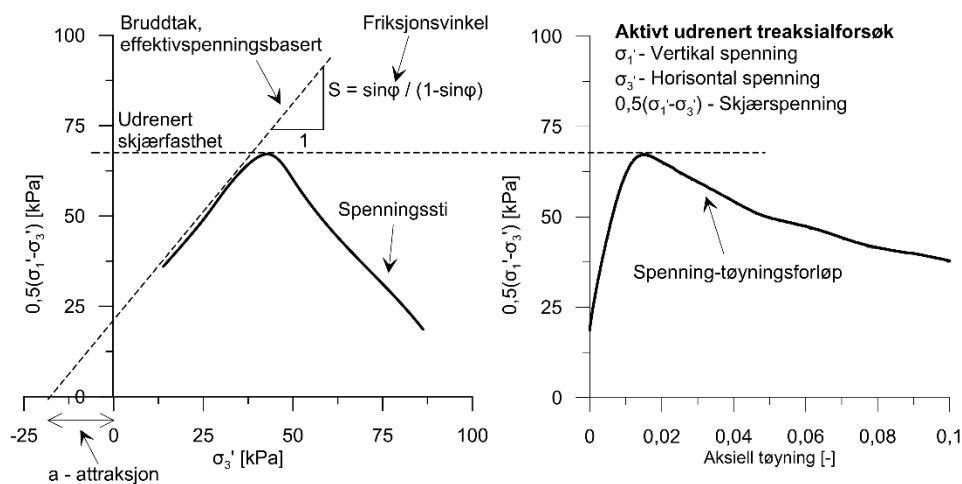
Navn	Symbol	Enhet	Beskrivelse
Densitet	ρ	g/cm^3	Masse av prøve per volumenhet. Bestemmes for hel sylinder og utskåret del
Korndensitet	ρ_s	g/cm^3	Masse av fast stoff per volumenhet fast stoff
Tørr densitet	ρ_d	g/cm^3	Masse tørt stoff per volumenhet
Tyngdetetthet	γ	kN/m^3	Tyngde av prøve per volumenhet ($\gamma = \rho g = \gamma_s(1+w/100)(1-n/100)$, der g er tyngdeakselerasjonen)
Spesifikk tyngdetetthet	γ_s	kN/m^3	Tyngde av fast stoff per volumenhet fast stoff ($\gamma_s = \rho_s g$)
Tørr tyngdetetthet	γ_d	kN/m^3	Tyngde av tørt stoff per volumenhet ($\gamma_d = \rho_d g = \gamma_s(1-n/100)$)
Poretall	e	-	Volum av porer dividert med volum av fast stoff ($e = n/(1-n)$, n som desimaltall)
Porøsitet	n	%	Volum av porer i % av totalt volum av prøven ($n = e/(1+e)$)

SKJÆRFASTHET

Skjærfastheten beskriver jordens styrke og benyttes bla. til beregning av motstand mot utglidninger og grunnbrudd. Skjærfasthet benyttes i beregninger av skråningsstabilitet og bæreevne. For korttidsbelastninger i finkornige materialer (leire) oppfører jorden seg udrenert og skjærfastheten beskrives ved udrenert skjærfasthet. Over lengre tidsintervaller vil oppførselen karakteriseres som drenert. Det benyttes da effektivspenningsparametere.

Effektive skjærfasthetsparametre a (attraksjon) og $\tan \phi$ (friksjon) bestemmes ved treaksiale belastningsforsøk på uforstyrrede (leire) eller innbyggede prøver (sand). Skjærfastheten er avhengig av effektiv normalspenning (totalspenning – poretrykk) på kritisk plan. Forsøksresultatene fremstilles som spenningsstier som viser spenningsutvikling og tilhørende tøyningutvikling i prøven frem mot brudd. Fra disse, samt fra annen informasjon, bestemmes karakteristiske verdier for skjærfasthetsparametre for det aktuelle problemet.

Udrenert skjærfasthet c_u (kPa) bestemmes som den maksimale skjærspenning et materiale kan påføres før det bryter sammen i en situasjon med raske spenningsendringer uten drenering av poretrykk. I laboratoriet bestemmes denne egenskapen ved enaksiale trykkforsøk (c_{ut}), konusforsøk (uforstyrret c_{ufc} , omrørt c_{urfc}), udrenerte treaksialforsøk (kompresjon/aktiv c_{uA} , avlastning/passiv c_{uP}) og direkte skjærforsøk (c_{uD}). Udrenert skjærfasthet kan også bestemmes i felt ved for eksempel trykksondering med poretrykksmåling (CPTU) ($c_{u\text{CPTU}}$) eller vingebor (uforstyrret c_{uv} , omrørt c_{uvr}).

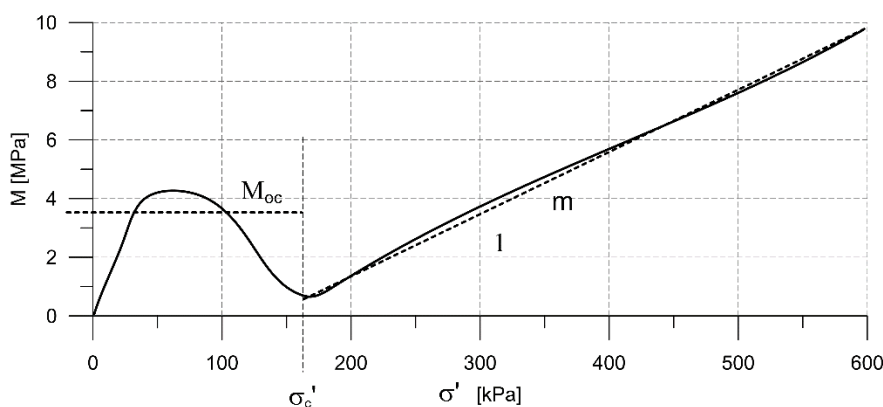


SENSITIVITET

Sensitiviteten $St = c_u/c_r$ uttrykker forholdet mellom en leires udrenerte skjærfasthet i uforstyrret og omrørt tilstand. Denne størrelsen kan bestemmes fra konusforsøk i laboratoriet eller ved vingeborforsøk i felt. Kvikkleire har for eksempel meget lav omrørt skjærfasthet ($c_r < 0,5$ kPa NS8015, $c_r < 0,33$ kPa ISO 17892-6), og viser derfor som regel meget høye sensitivitetsverdier.

DEFORMASJONS- OG KONSOLIDERINGSEGENSKAPER

Jordartens deformasjons- og konsolideringsegenskaper benyttes ved beregning av setninger og deformasjoner. Disse mekaniske egenskapene bestemmes ved hjelp av belastningsforsøk i ødometer. Jordprøven bygges inn i en stiv ring som forhindrer sideveis deformasjon. Belastningen skjer vertikalt med trinnvis eller kontinuerlig økende last/spenning (σ'). Sammenhørende verdier for spenning og deformasjon (tøyning ϵ) registreres, og materialets stivhet (deformasjonsmodul) kan beregnes som $M = \Delta\sigma' / \Delta\epsilon$. Denne presenteres som funksjon av vertikalspenningen. En sentral parameter som tolkes i sammenheng med ødometerforsøk er forkonsolideringsspenningen (σ'_c). Dette er det største lastnivået som jorda har opplevd tidligere (f.eks. tidligere overlaging eller islast). Deformasjonsmodulen viser typisk forskjellig oppførsel under og over forkonsolideringsspenningen. I leire vil stivheten for spenningsnivåer under σ'_c representeres ved en konstant stivhetsmodul M_{oc} . For spenningsnivåer over σ'_c vil stivheten øke med økende spenning. Denne økningen kan beskrives ved modultallet m .



TELEFARLIGHET

En jordarts telefarlighet bestemmes ut i fra kornfordelingskurven eller ved å måle den kapillære stighøyde for materialet. Telefarligheten klassifiseres i gruppene T1 (Ikke telefarlig), T2 (Litt telefarlig), T3 (Middels telefarlig) og T4 (Meget telefarlig) etter SVV Håndbok N200.

KOMPRIMERINGSEGENSKAPER

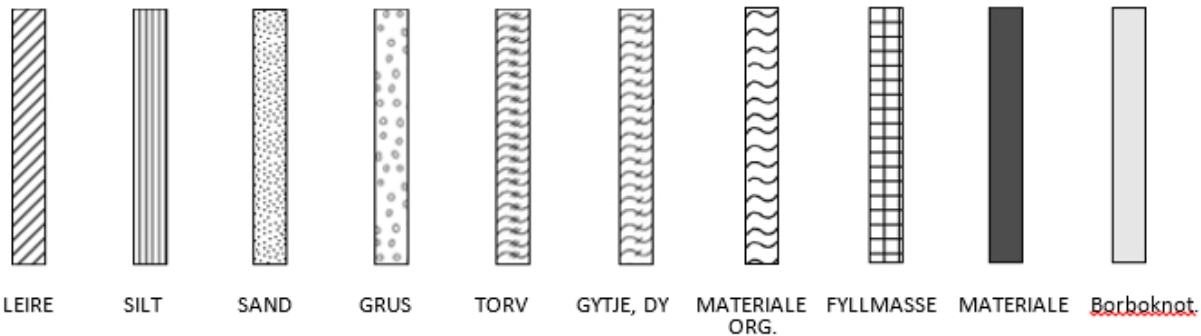
Ved komprimering av en jordart oppnås tettere lagring av mineralkornene. Komprimeringsegenskapene for en jordart bestemmes ved at prøver med forskjellig vanninnhold komprimeres med et bestemt komprimeringsarbeid (Standard eller Modifisert Proctor). Resultatene fremstilles i et diagram som viser tørr densitet ρ_d som funksjon av innbyggingsvanninnhold w_i . Den maksimale tørrdensiteten som oppnås (ρ_{dmax}) benyttes ved spesifisering av krav til utførelsen av komprimeringsarbeider. Det tilhørende vanninnhold benevnes optimalt vanninnhold (w_{opt}).

PERMEABILITET

Permeabiliteten defineres som den vannmengden q som under gitte betingelser vil strømme gjennom et jordvolum pr. tidsenhet. Generelt bestemmes permeabiliteten fra følgende sammenheng: $q = kiA$, der A er bruttoareal av tverrsnittet normalt på vannets strømningsretning og i = hydraulisk gradient i strømningsretningen (= potensialforskjell pr. lengdeenhet). Permeabiliteten kan bestemmes ved strømningsforsøk i laboratoriet, ved konstant eller fallende potensial, eventuelt ved pumpe- eller strømningsforsøk i felt samt ødometerforsøk.

OPPTEGNING AV PRØVESERIE - PRØVESKRAVERING

Analyserte prøver skraveres på prøveserietegningen i henhold til hovedbenevnelsen av materialet. Det er i tillegg en egen skravering for eventuelle notater hentet fra borbok til den gjeldende prøveserien. De ulike skraveringene er som følger:



NB: Med mindre en kornfordelingsanalyse er utført, er dette kun en subjektiv og veiledende klassifisering som er basert på laborantens visuelle vurdering av materialet.

LEIRE: Leirinnholdet er større enn 15 %

SILT: Siltinnholdet er større enn 45 % og leirinnholdet er mindre enn 15 %

SAND: Sandinnholdet er større enn 60 % og leirinnholdet er mindre enn 15 %

GRUS: Grusinnholdet er større enn 60 % og leirinnholdet er mindre enn 15 %

MATERIALE: Brukes når materialet har en slik sammensetning at ingen av de ovennevnte betegnelse kan benyttes. Dette fremkommer normalt fra en kornfordelingsanalyse

TORV: Mer eller mindre omvandlede planterester

GYTJE/DY: Består av vannavsatte plante- og dyrerester. De kan virke fete og elastiske

MATERIALE ORG.: Sterkt omdannet organisk materiale med løs struktur

FYLLMASSE: Avsetninger som ikke er naturlige (utlagte masser)

Borboknotat: Merknader fra borleder (hentet fra borbok), f.eks. «tom sylinder», «foringsrør», «forboring» osv.

OPPTEGNING AV PRØVESERIE - SPESIALFORSØK – Korngradering (K) / Treksialforsøk (T) / Ødometerforsøk (Ø)

Eventuelt utførte spesialforsøk på en prøveserie markeres med K, T eller Ø ved tilhørende prøve. Markeringene indikerer ikke nøyaktig dybde for spesialforsøkene, men er referanse til at det foreligger egne tegninger for forsøket inkludert resultater og ytterlig forsøksinformasjon.

OPPTEGNING AV PRØVESERIE - SYMBOLFORKLARING - Vanninnhold og konsistensgrenser

Vanninnhold og konsistensgrenser utført ved rutineundersøkelsen fremvises på prøveserietegningen ved plassering av symboler på tilhørende graf. Dersom et vanninnhold overstiger grafens maksimumsgrense vil verdien oppgis i siffer ved grafens øvre ytterpunkt.

Vanninnhold w		Plastisitetsgrense w_p	
		Flytegrense w_f	

OPPTEGNING AV PRØVESERIE - SYMBOLFORKLARING - Udrenert skjærfasthet

Resultatene fra utførte konus- og enaksiale trykkforsøk ved rutineundersøkelsen fremvises på prøveserietegningen ved plassering av symboler på tilhørende graf. Dersom en skjærfasthetverdi overstiger grafens maksimumsgrense vil verdien oppgis i siffer ved grafens øvre ytterpunkt.

Uomrørt konus c_{urfc}		Omrørt konus c_{urfc}	
Enaksialt trykkforsøk Strek angir aksial tøyning (%) ved brudd		Omrørt konus $c_{urfc} \leq 2,0 \text{ kPa}$	0,9

METODESTANDARDER OG RETNINGSLINJER – LABORATORIEUNDERSØKELSER

Laboratorieundersøkelser beskrevet i geotekniske bilag, samt terminologi og klassifisering benyttet i rapportering, baserer seg på følgende standarder og referansedokumenter:


Dokument	Tema
NS8000	Konsistensgrenser – terminologi
NS8001, NS-EN ISO 17892-12:2018	Støtflytegrense
NS8002, NS-EN ISO 17892-12:2018	Konusflytegrense
NS8003, NS-EN ISO 17892-12:2018	Plastisitetsgrense (utrullingsgrense)
NS8004	Svinggrense
NS8005, NS-EN ISO 17892-4:2016	Kornfordelingsanalyse
NS8010, NS-EN ISO 14688-1 og -2	Jord – bestanddeler og struktur. Klassifisering og indentifisering.
NS8011, NS-EN ISO 17892-2:2014	Densitet
NS8012, NS-EN ISO 17892-3:2015	Korndensitet
NS8013, NS-EN ISO 17892-1:2014	Vanninnhold
NS8014	Poretall, porøsitet og metningsgrad
NS-EN ISO 17892-6:2017	Skjærfasthet ved konusforsøk
NS8016, NS-EN ISO 17892-7:2018	Skjærfasthet ved enaksialt trykkforsøk
NS-EN ISO 17892-11:2019	Permeabilitetsforsøk
NS-EN ISO 17892-5:2017	Ødometerforsøk, trinnvis belastning
NS8018	Ødometerforsøk, kontinuerlig belastning
NS-EN ISO/TS 17892-8 og -9:2018	Treaksialforsøk (UU, CD)
Statens vegvesen Håndbok R210	Laboratorieundersøkelser

**Geotekniske
parametere og
stabilitetsvurdering av
utgraving for nye
strømmaster i
Kongsberg kommune**



Sunnfjord Geo Center

Prosjektinformasjon og status

Prosjektnummer:	Dokumentkode:	Dokumentnr.:	Dokumenttittel:
2022-06-213C	GT-H30-M02-00	01r	Geotekniske parametere og stabilitetsvurdering av utgraving for nye strømmaster i Kongsberg kommune
Revisjon:	Beskrivelse:	Leveransedato:	
0	Godkjent rapport	11.05.2023	
Kontraktør:		Kontaktinformasjon:	
 Sunnfjord Geo Center		Sunnfjord Geo Center AS Stongfjordvegen 577 6984 Stongfjorden Tlf.: 577 31 900 E-post: post@sunnfjordgeocenter.no Organisasjonsnummer: 998 899 834 MVA	
Fagområde:	Dokumenttype:	Lokalitet:	
Geoteknikk	Rapport	Kongsberg, Kongsberg kommune	
HMS-risikovurdering før feltarbeid:	Dato for risikovurdering	Hendelse/avvik meldt:	
Risikogruppe 1	15.11.2022	Nei	
Feltarbeid utført av:	Dato for feltarbeid:		
Thomas Austin Stormoen Jenny Sjøstad Hagen	16.11.2022		
Rapport utarbeidet av:	Dato for ferdigstilling:	Signatur:	
Rev 0: Andrews Omari Rev 0: Ragnhild L. Norang	09.05.2023 09.05.2023	Andrews Omari (sign.) Rev 0: Ragnhild L. Norang (sign.)	
Sidemannskontroll gjennomført av:	Godkjent, dato:	Signatur:	
Rev 0: Reza Alikarami	11.05.2023	Reza Alikarami (sign.)	

Sammendrag

Sunnfjord Geo Center er engasjert av Jøsok AS for å gjennomføre en vurdering av geotekniske parametere og lokalstabilitet for utgraving for strømmaster for luftbårne høyspentkabler i Kongsberg i Kongsberg kommune. Prosjektering som dokumenterer tilstrekkelig bæreevne, sikkerhet mot setninger og lokalstabilitet på fundamenter inngår ikke i dette oppdraget.

Tiltaket går i to etapper langs Numedalslågen. Nordre etappe går fra Spiten til trafostasjon på Stengelsrud, og videre sørover til Glabak i Kongsberg sentrum. Søndre etappe går fra Gamle Gomsrudvei til Labru. 27 master er planlagt langs den nordre etappen, i tillegg til 3 stk ved trafostasjon på Stengelsrud. 22 master er planlagt langs den søndre etappen.

Totalt er det utført 23 totalsonderinger, og samlet inn 15 poseprøver fra 7 borepunkt. De utførte totalsonderingene er stanset ved antatt bergoverflate, registrert ved ca. 3 m, eller ca. 30 m dyp dersom fjelloverflaten ikke er påtruffet. Grunnundersøkelsene samsvarer med de geologiske beskrivelsene i området, og viser i hovedsak elveavsatt sand. Silt- og grusinnholdet varierer, og er dominerende i enkelte prøver. Inhomogene og faste masser over fjelloverflaten er trolig morene. På flater nær elveløpet, er det flere steder myr og torv i de øvre meterne.

Alle torvmasser/ løst lagrede masser må fjernes før fundamenter plasseres.

Bruddkapasitet ved 1,5 m under eksisterende terreng ligger mellom 270 og 580 kPa. Avhengig av belastning fra masten kan de fleste master fundamenteres 1,5 m under eksisterende terreng, etter masseutskifting.

I områder hvor utgravingsnivå er lavere enn elvenivå, særlig ved mast 18 og 19 i nordlig etappe, må det vurderes tiltak for å håndtere vann i byggegrop. Ved større utgravingsdybder enn det som er beskrevet må sikring av byggegropene med spunt eller pelefundamentering vurderes. Slike tiltak bør i så fall sikres gjennom prosjektering.

Vi anbefaler at byggegrop for master 5 og 6 i sørlig etappe sikres med spunt, for å unngå høye utgravingskråninger. Pelefundamentering er alternativer som kan vurderes for disse mastene.

Fundamenter burde støpes så snart som mulig etter utgravinger. I tillegg kan det regnes behov for sprengning i noen områder hvor fundamenter er plassert. Det anbefales at arbeider i utgravde grøper unngås i perioder med store nedbørmengder.

Ved utførelse av arbeidet må en ta hensyn til fare for utglidninger og ras. Det er derfor et krav at eventuelle prosedyrer for dette følges i detalj. Dette er særlig viktig i de områdene hvor det er påvist torv. I byggefasen skal entreprenøren, for de kritiske arbeidsoperasjonene masseutskifting og utgraving av eventuelle løsmasser lage risikovurdering (sikker jobbanalyse). Alle arbeider med utgravinger og grøftarbeider bør utføres iht. veileder for grøftarbeid fra RVO (13). Det er knyttet risiko til utglidninger i bratte graveskråninger, og innsynkning i områdene med torv.

Innholdsfortegnelse

1. Innledning	1
2. Grunnforhold og Plassering av strømmaster	2
2.1 Fordeling av løsmasser.....	2
2.2 Grunnvann.....	2
3. Geotekniske parametere	12
3.1 Materialparametere	12
3.2 Valgt materialparametere for master ved Spiten og Stengelsrud til Glabak.....	12
3.3 Valgte materialparametere for master Gamle Gomsrudvei til Labru	19
4. Lokalstabilitet for utgravinger for fundamenter	24
4.1 Stabilitetsberegninger av utgravinger for masts fundament og vurdering av disse (drenert)	24
4.2 Vurdering av utgravinger for master ved Spiten og Stengelsrud til Glabak etter stabilitetsvurderinger	25
4.3 Vurdering av utgravinger for master Gamle Gomsrudvei til Labru etter stabilitetsvurderinger	29
5. Konklusjon	32
6. Referanser	33

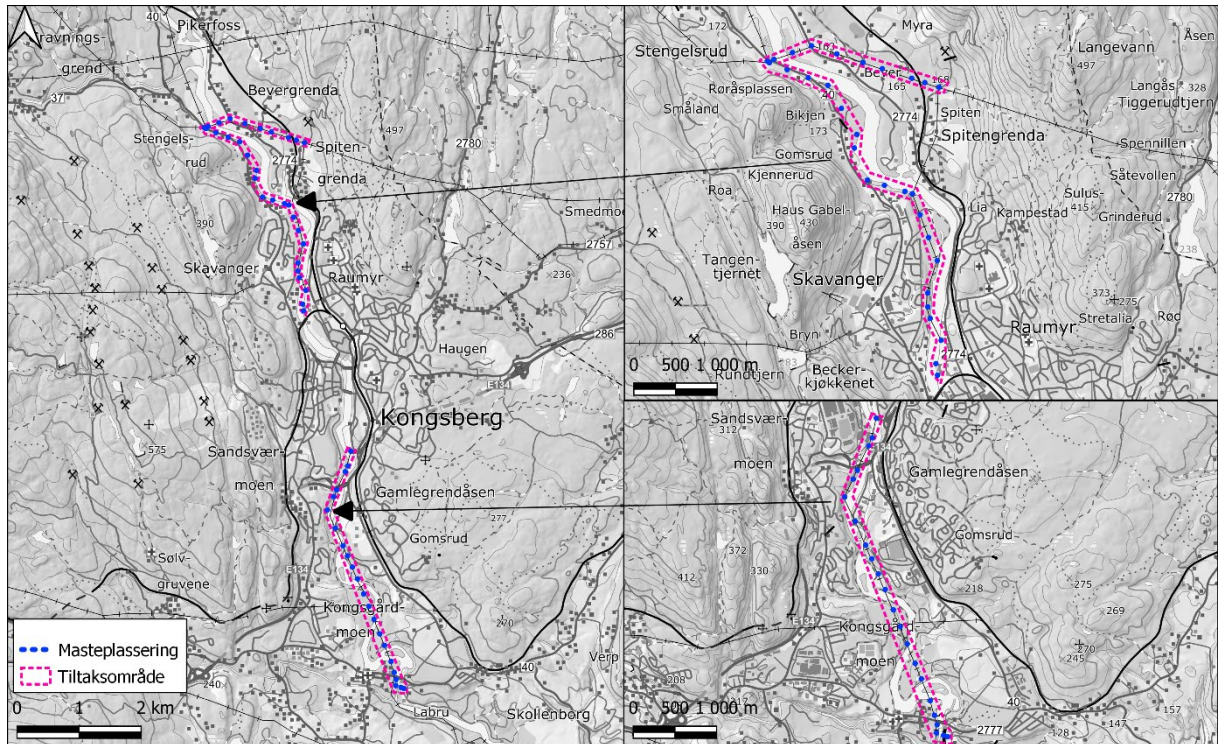
Tabell 1: Vedleggs- og tegningsoversikt.

Vedleggsoversikt			
Bilag nr.	Tittel	Sider	
Bilag 1	Tegningsforklaring (for geotekniske kart og profiler)	4	
Bilag 2	Oversiktskart i målestokk 1:50000	1	
Bilag 3	Stabilitetsberegning, terrengprofil 45-45, Nordre etappe	1	
Bilag 4	Stabilitetsberegning, terrengprofil 3-3, Nordre etappe	1	
Bilag 5	Stabilitetsberegning, terrengprofil 6-6, Nordre etappe	1	
Bilag 6	Stabilitetsberegning, terrengprofil 10-10, Nordre etappe	1	
Bilag 7	Stabilitetsberegning, terrengprofil 1EKS-1EKS, Søndre etappe	1	
Tegninger			
Nr.	Tittel	Målestokk	Format
	Nordre etappe fra Spiten og Stengelsrud til Glabak		
T01	Terrengprofil 45-45	1:200	A2
T02	Terrengprofil 47-47	1:200	A2
T03	Terrengprofil 48-48	1:200	A2
T04	Terrengprofil 50-50	1:200	A2
T05	Terrengprofil 3-3	1:200	A2
T06	Terrengprofil 6-6	1:200	A2
T07	Terrengprofil 7-7	1:200	A2
T08	Terrengprofil 8-8	1:200	A2
T09	Terrengprofil 10-10	1:200	A2
T10	Terrengprofil 11-11	1:200	A2
T11	Terrengprofil 12-12	1:200	A2
T12	Terrengprofil 13-13	1:200	A2

T13	Terrengprofil 14-14	1:200	A2
T14	Terrengprofil 18-18	1:200	A2
T15	Terrengprofil 19-19	1:200	A2
T16	Terrengprofil 20-20	1:200	A2
	Søndre etappe fra Gamle Gomsrudvei til Labru		
T30	Terrengprofil 1EKS-1EKS	1:200	A2
T31	Terrengprofil 5S-5S	1:200	A0
T32	Terrengprofil 6S-6S	1:200	A0
T32	Terrengprofil 7S-7S	1:200	A0
T33	Terrengprofil 8S-8S	1:200	A0
T34	Terrengprofil 10-10	1:200	A1
T35	Terrengprofil 11S-11S	1:200	A0
T36	Terrengprofil 12S-12S	1:200	A0
T37	Terrengprofil 13S-13S	1:200	A0
T38	Terrengprofil 14S-14S	1:200	A0
T39	Terrengprofil 17S-17S	1:200	A0
T40	Terrengprofil 18S-18S	1:200	A0

1. Innledning

Sunnfjord Geo Center er engasjert av Jøsok AS for å vurdere geotekniske parametere og lokalstabilitet for utgravinger ifm. utbygging av strømmaster for luftbårne høyspentkabler i Kongsberg (Figur 1). Tiltaket strekker seg i to etapper langs Numedalslågen. Nordre tiltaksområde strekker seg fra Spiten og Stengelsrud til Glabak i Kongsberg sentrum, og søndre etappe fra Gamle Gomsrudvei til Labru. 27 master er planlagt i den nordre delen, i tillegg til 3 stk ved trafostasjon på Stengelsrud. 22 master er planlagt i den søndre delen.



Figur 1: Plassering av tiltaksområdet som er markert på kartet med rosa stiplet polygon (Kilde: www.norgeskart.no).

2. Grunnforhold og Plassering av strømmaster

2.1 Fordeling av løsmasser

Totalt er det utført 23 totalsonderinger, og samlet inn 15 poseprøver fra 7 borepunkt. De utførte totalsonderingene er stanset ved antatt bergoverflate, registrert ved ca. 3 m gjennom boring iht. prosedyre for totalsonderinger i *melding 9* fra NGF (12), eller 30 m dyp.

Totalsonderingene og prøveresultatene samsvarer med de geologiske beskrivelsene i området, og viser i hovedsak sand. Silt- og grusinnholdet varierer, og er dominerende i enkelte prøver. Inhomogene og faste masser over fjelloverflaten er trolig morene.

Løsmassemektigheten langs undersøkelsesområdet varierer mellom ca. 0 til mer enn 30 meter. Det henvises til SGC sin datarapport (3) for ytterligere informasjon om grunnforhold.

2.2 Grunnvann

For å estimere grunnvannstand ved de ulike mastpunktene er det brukt tidligere målinger av grunnvannstand i området, observasjoner gjort på befaring samt en geologisk tolkning av terrenget. Avvik fra estimerte grunnvannsforhold kan oppstå og må rapporteres.

Fra SGC sin datarapport (3) er det beskrevet at det er registrert måling av grunnvannsstand i 2 borehull etter prøvetaking. Dette gjelder borehull nr. 13 og 21. Grunnvannsstanden ble målt til hhv. 1,5 og 2 m under terrengoverflaten. Grunnvannsnivået varierer med nivået til Numedalslågen og nedbør, og målte verdier er kun representative for målingstidspunktet.

Norges geologiske undersøkelse (NGU) har gjort repeterte målinger av grunnvannstand i 5 punkt i et område mellom de to tiltaksområdene (8). Grunnvannstanden ble i dette området målt til mellom 1,5 m og 9,5 m under terrengnivå. Målingene viste også at grunnvannet hovedsakelig lå høyere enn elvenivået, og strømmet fra grunnvannsforekomsten og ut mot elven i største delen av året, utenom i perioden juli – august 2018, hvor elvenivået lå høyere enn grunnvannsnivået, noe som indikerer en reversering av grunnvannstrømmen.

Statens Vegvesen har også gjennomført to målinger av grunnvannstand omtrent 550 m vest for Numedalslågen, nord i det søndre tiltaksområdet (9 og 10). Disse målingene er gjort ved et terrengnivå på omtrent 157 moh. og 172 moh., og viser en grunnvannstand hhv. 2,1 m og 1 m under terrengnivå.

I en flomsituasjon vil grunnvannstanden øke. Fra SGC sin flomfarevurdering (11) fremkommer det at mast 50, 6, 7, 8, 11, 12, 13, 14, 17, 18 og 19 i det nordre tiltaksområdet, og mast 6, 7, 14 og 17 i det søndre tiltaksområdet, er plassert i 200-årsflomsonen.

2.2.1 Nordre tiltaksområde

Elven/bekken mellom mast 45 og 44 indikerer et lokalt grunnvannsnivå på omtrent 160 moh., noe som medfører at estimert grunnvannstand for mast 44 og 45 trolig vil være <5 m. Grunnvannstanden i områdene langs Numedalslågen er estimert å være i omtrentlig samme nivå som Numedalslågen (ca. 156 moh.), og høyere opp fra elvenivået dess lengre vekk fra elven.

2.2.2 Søndre tiltaksområde

I det søndre tiltaksområdet er det, på vestsiden av Numedalslågen, 2 målinger av grunnvannstand. Disse er tatt omtrent 550 m vest for elven, ved ca. 172 moh. og 157 moh., og

viser en grunnvannstand på hhv. 1 m og 2,1 m under terrengnivå. Like ved renner Sellikbekken, som i området er lokalisert omtrent 160-153 moh. Mast 5 og 6 ligger i dette området tett på elven, omtrent 146,5 moh. og 135 moh., og grunnvannstanden er derfor estimert å ligge relativt tett på terrengoverflaten ved mastene.

I nærhet av mast 7 renner det flere små bekker som indikerer at grunnvannstand ligger tett på terrengoverflaten, omtrent 132 moh. Mellom mast 9 og 11 er det også flere mindre elver/bekker som indikerer at grunnvannstand ligger tett på terrengoverflaten, omtrent 132 moh.

Nord for mast 12 renner Svartåstjernbekken, og like sør for denne renner det også en liten bekk. I området renner disse på omtrent 140/135-126 moh., og indikerer at grunnvannstand ligger tett på terrengoverflaten ved mast 12. Det er tolket at det samme gjelder for mast 13 og 14. Mast 15 og 16 er lokalisert på en flate, omtrent 9-10 m ovenfor Numedalslågen, og det er estimert at grunnvannstand er rundt 5 m under terrengoverflaten. Mast 17 og 18 ligger i dette området tett på elven, omtrent 129 moh. og 130 moh., og grunnvannstanden er derfor estimert å ligge relativt tett på terrengoverflaten ved mastene.

Tabell 2: Estimert grunnvannstand for master i traseen Nordre spiten – Stengelsrud. I dette området ligger elveoverflaten på omtrent ca. 156 moh.

Mastpunkt (nr)	Ca. plassering (moh)	Eksisterende mast/fundamentert på fjell	GVS (under terrengnivå)	Estimert GVS (under terrengnivå)
42	171	Fundamentert på fjell		< 5 m, 4 m
43	169	Trolig grunt til fjell		< 5 m, 3 m
44	167	Trolig grunt til fjell		< 5 m, ca. 1 m
45	161			< 5 m, ca. 1 m
46	163			< 5 m, ca. 3 m
48	161			< 5 m, ca. 2
49	162			< 5 m, ca. 3 m
50	160			< 5 m, ca. 2 m
51	161			< 5 m, ca. 2 m

Tabell 3: Estimert grunnvannstand for master i traseen Stengelsrud – Glabak. I dette området ligger elveoverflaten på omtrent ca. 156 moh. – 155 moh.

Mastpunkt	Ca. plassering (moh)	Eksisterende mast/fundamentert på fjell	GVS (under terrengnivå)	Estimert GVS (under terrengnivå)
1	163			< 5 m, ca. 2 m
2	166,5			> 5 m
3	161			< 5 m, ca. 3 m
4	159			< 5 m, ca. 2 m
5	157,5			< 5 m, ca. 1 m

6	156,5			Myr – grunnvannstand omtrent ved terrengnivå
7	156,7			Myr – grunnvannstand omtrent ved terrengnivå
8	158			< 5 m, ca. 1,5 m
9	161			< 5 m, ca. 3 m
10	161			< 5 m, ca. 3 m
11	157			< 5 m, ca. 1 m
12	157		SGC borepunkt nr. 13 viser vannstand 1,5 m under terrengnivå (januar 2023)	Myr (befaring november 2022)
13	156,5			Myr (befaring november 2022) < 5 m, ca. 1 m
14	156,5			Myr (befaring november 2022) < 5 m, ca. 1 m
15	171			> 5 m
16	170,5			> 5 m
17	159	Eksisterende fundament tyder på at det er fundamentert på fjell (befaring 2022)		< 5 m, ca. 2,5 m
18	157,5			< 5 m, ca. 1 m
19	155	Eksisterende fundament tyder på at det er fundamentert på fjell. I Numedalslågen.		0 m, i Numedalslågen
20	157,5			< 5 m, ca. 1 m

Tabell 4: Estimert grunnvannstand for master i traseen Glomsrud – Skollenborg. I dette området ligger elveoverflaten på omtrent ca. 128 moh. – 126 moh.

Mastpunkt	Ca. plassering (moh)	Eksisterende mast/fundamentert på fjell	GVS (under terrengnivå)	Estimert GVS (under terrengnivå)
1	134		SGC borepunkt nr. 21 viser vannstand 2 m under terrengnivå (januar 2023)	
2		Eksisterende master		
3		Eksisterende master		
4		Eksisterende master		
5	146,5			< 5 m, ca. 2 m
6	135			< 5 m, ca. 1 m
7	132			< 5 m, ca. 1 m
8	140			Rundt 5 m
9	139			Rundt 5 m
10	133,5			< 5 m, ca. 1 m
11	132,5			< 5 m, ca. 1,5 m
12	139	Fjell i dagen i nærhet til mast		< 5 m, ca. 3 m
13	136			< 5 m, ca. 2,5 m
14	131			< 5 m, ca. 2 m
15	134,5			Rundt 5 m
16	135			Rundt 5 m
17	129			< 5 m, ca. 1 m
18	130			< 5 m, ca. 1,5 m
19	125	Fra ortofoto: Tynt løsmassedekke/ fundamentert på fjell		
20	121	Fra ortofoto: Fundamentert på fjell		
21	117,5	Fra ortofoto: Fundamentert på fjell		

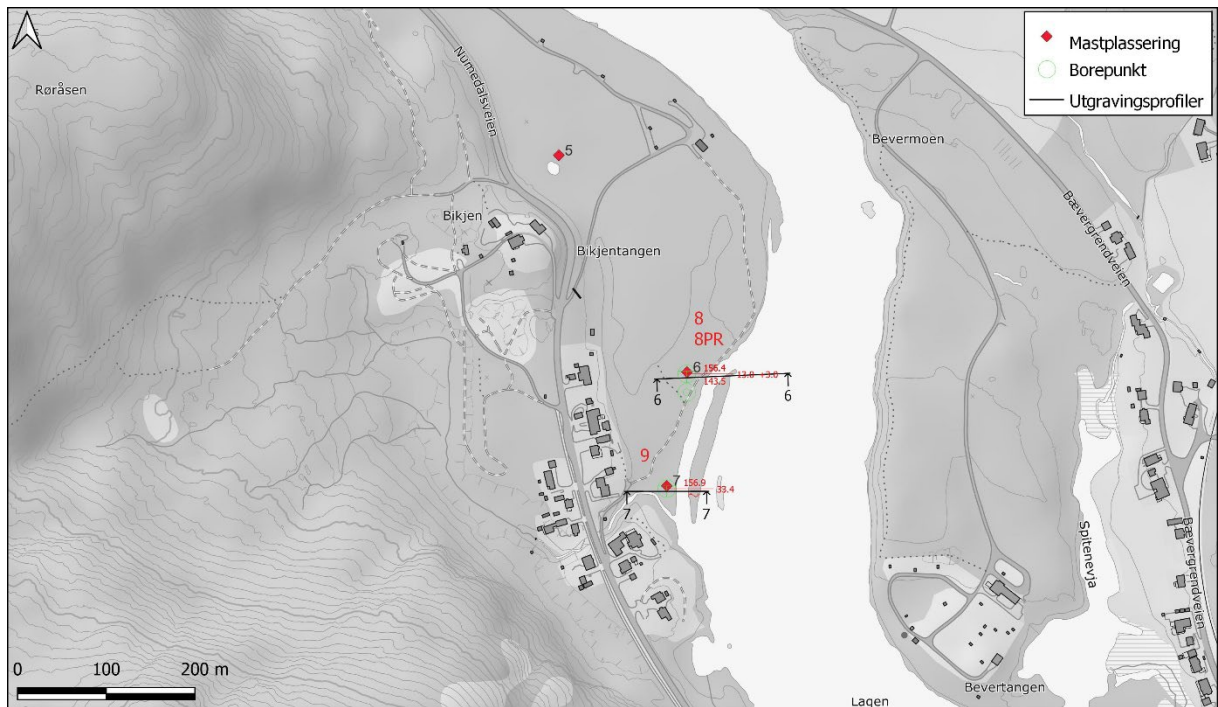
22	111	Fra ortofoto: Tynt løsmassedekke/ fundamentert på fjell		
----	-----	--	--	--

2.3 Plassering av strømmaster

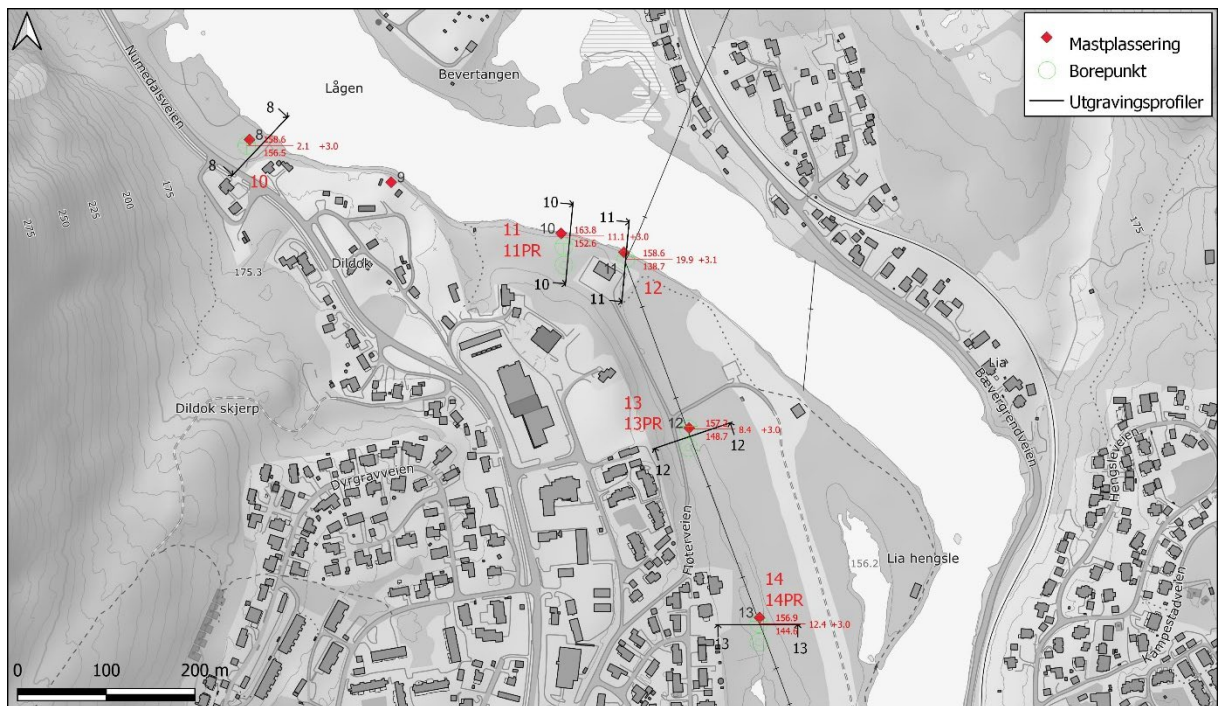
Oversikt over plassering av strømmaser, utgravingsprofil for stabilitetsberegning og plassering av borepunktene er vist i Figur 2 til Figur 12.



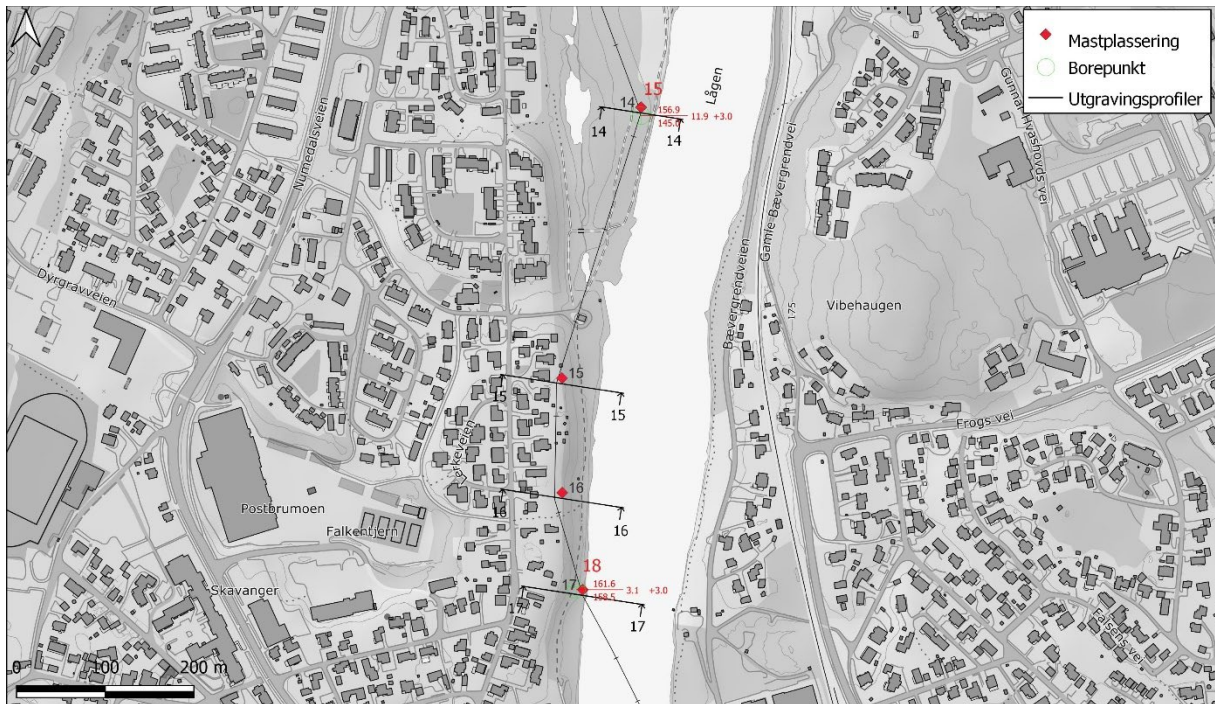
Figur 2: Kart som viser plassering og resultat fra borepunkt 1-6 og master 1-5, 45-46, 48-51 og stativ.



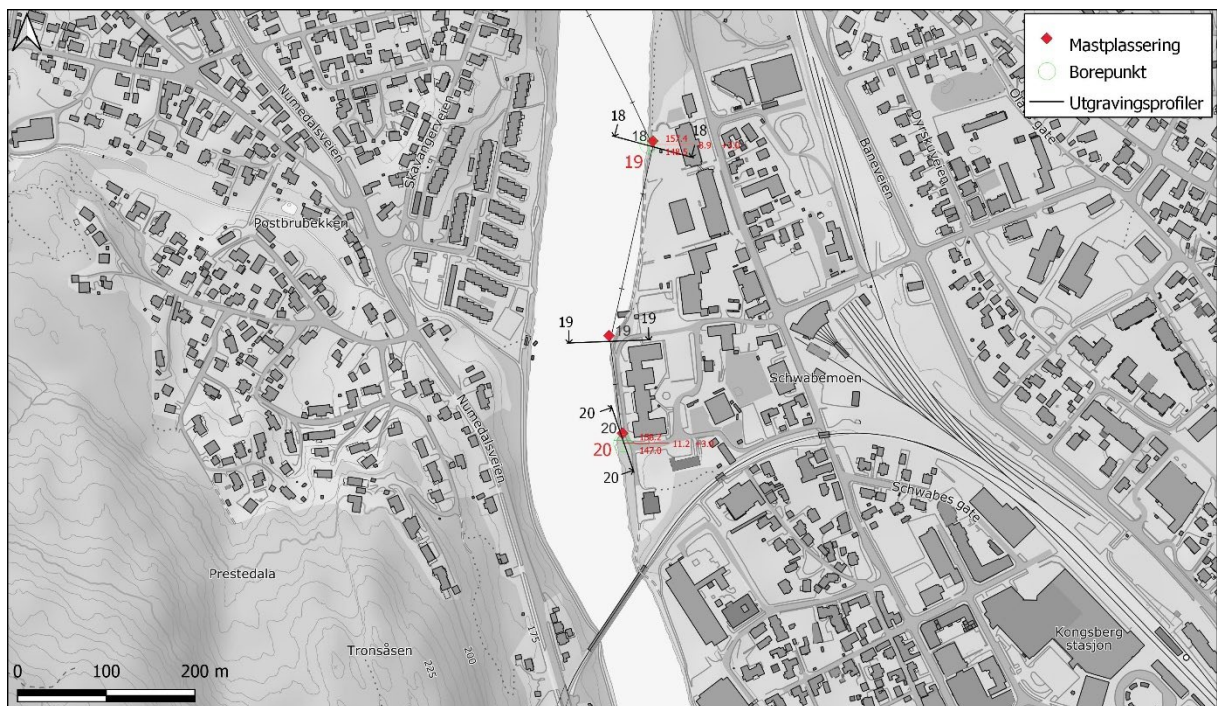
Figur 3: Kart som viser plassering og resultat fra borepunkt 8-9 og master 5-7.



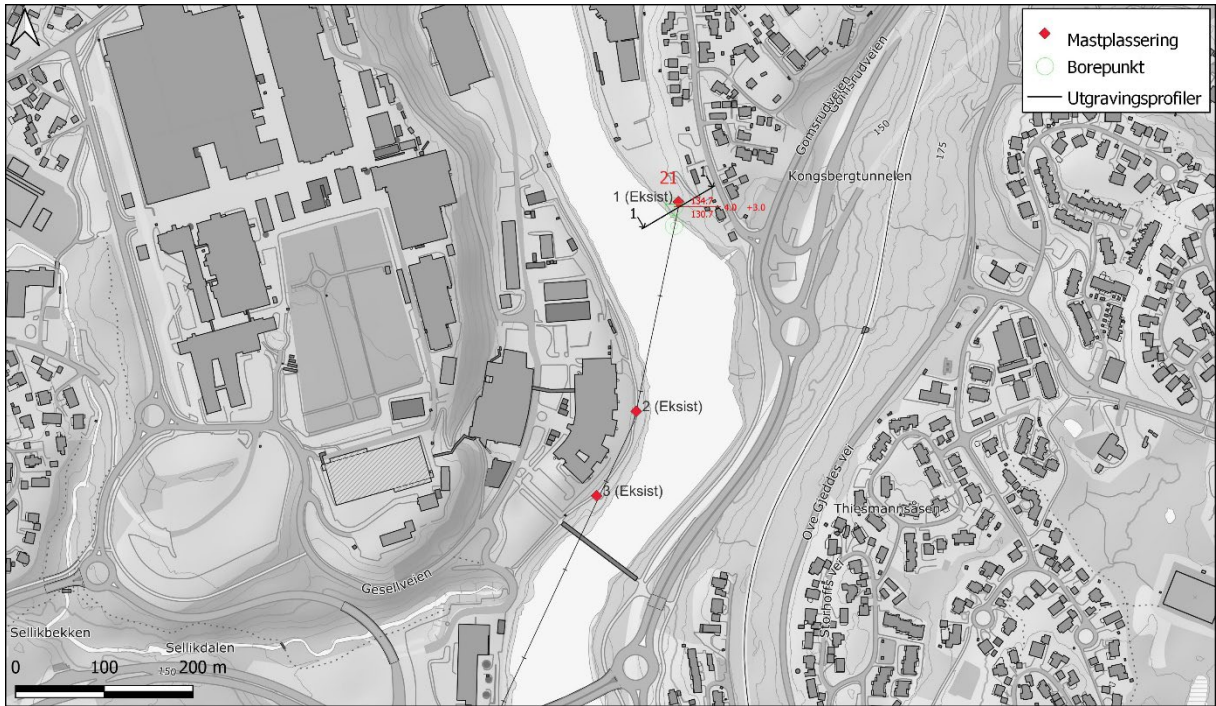
Figur 4: Kart som viser plassering og resultat fra borepunkt 10-14 og master 8-13.



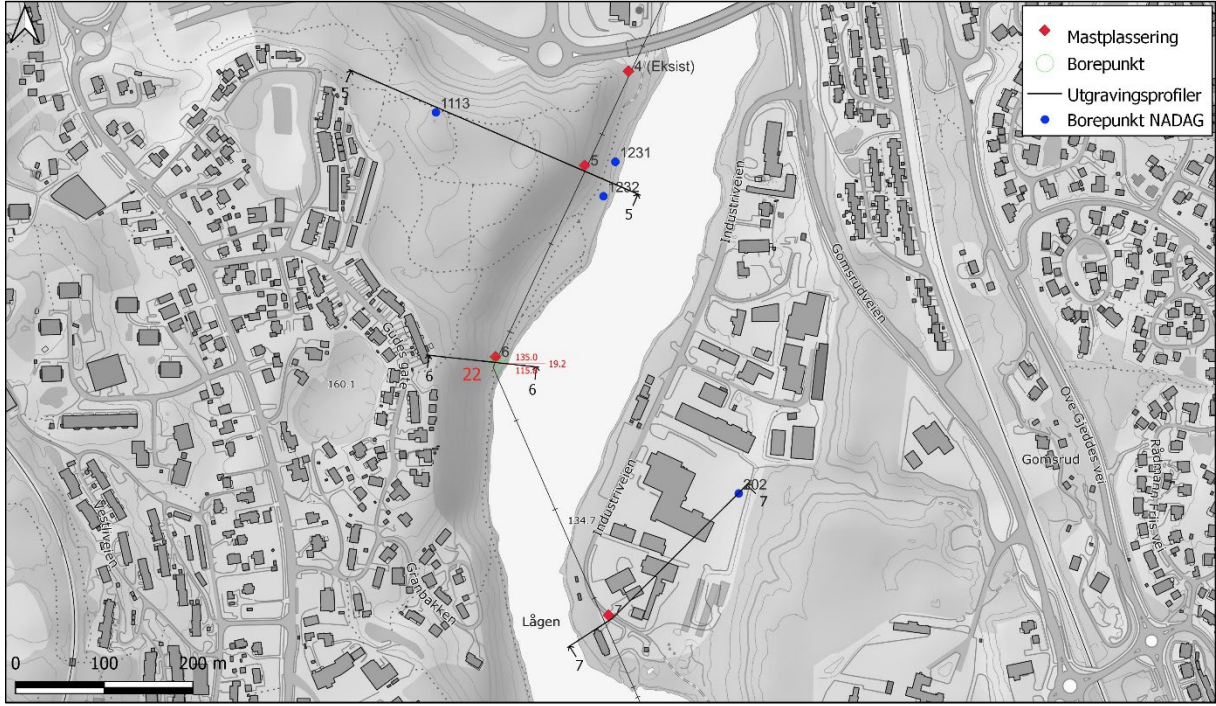
Figur 5: Kart som viser plassering og resultat fra borepunkt 15,18 og master 14-17.



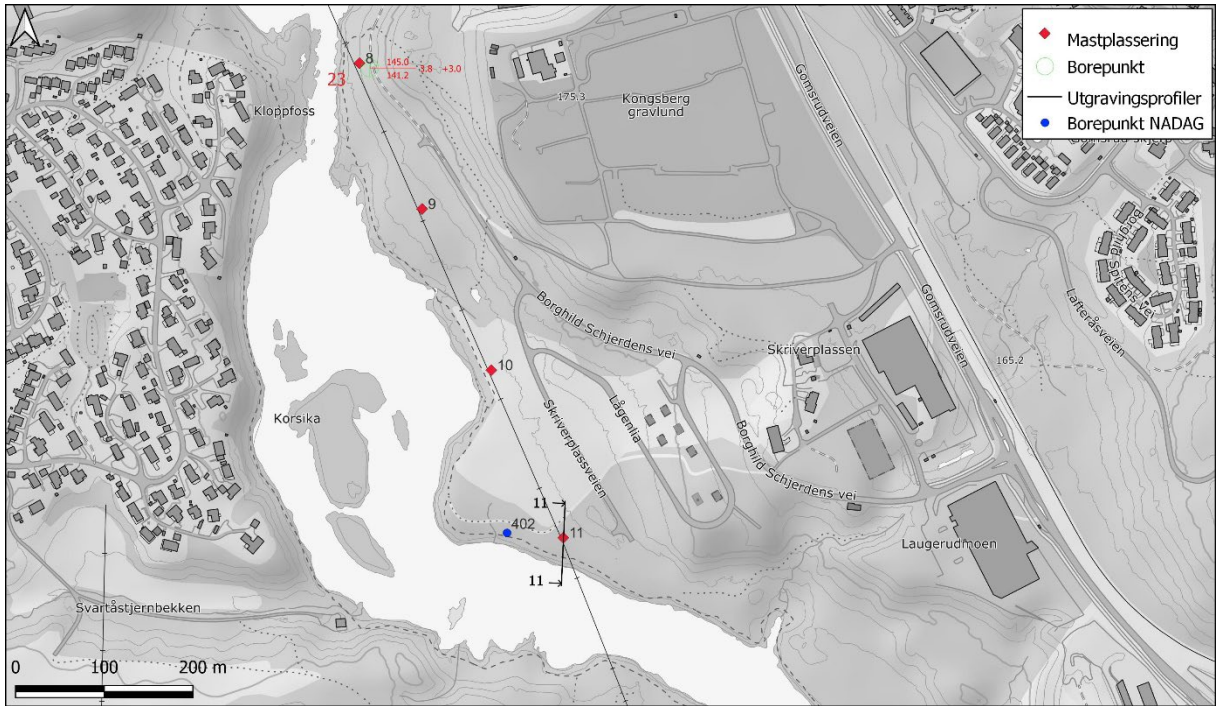
Figur 6: Kart som viser plassering og resultat fra borepunkt 18-20 og master 18-20.



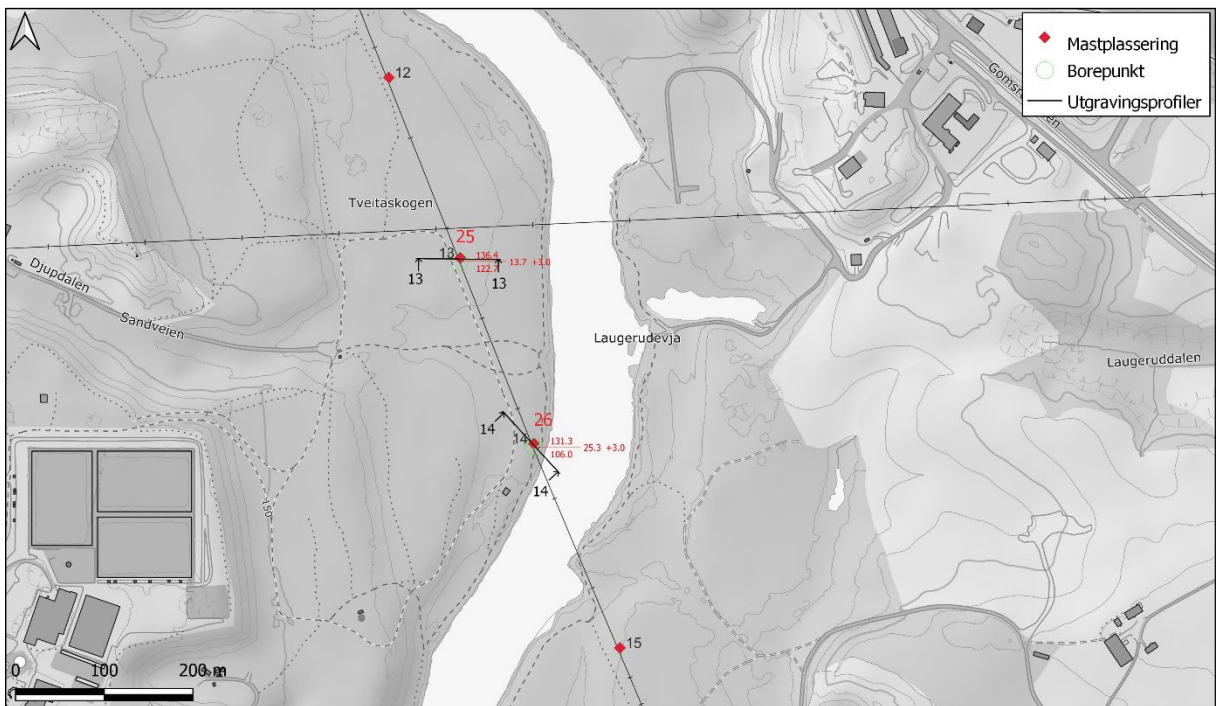
Figur 7: Kart som viser plassering og resultat fra borepunkt 21 og master eksisterende 1-3 og utgravingsprofiler.



Figur 8: Kart som viser plassering og resultat fra borepunkt 22 og master 4-7 og utgravingsprofiler.



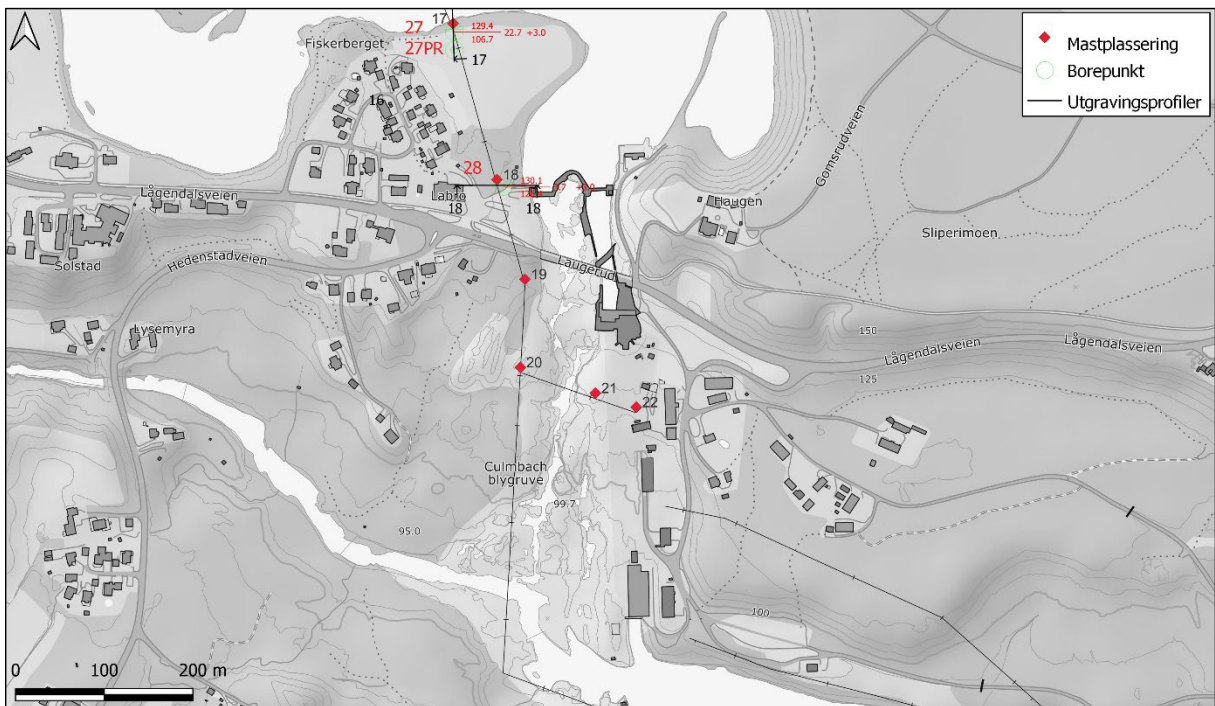
Figur 9: Kart som viser plassering og resultat fra borepunkt 23 og master 8-11 og utgravingsprofiler.



Figur 10: Kart som viser plassering og resultat fra borepunkt 25-26 og master 12-15 og utgravingsprofiler.



Figur 11: Kart som viser plassering og resultat fra borepunkt 27-28 og master 16-19 og utgravingsprofiler.



Figur 12: Kart som viser plassering og resultat fra borepunkt 27-28 og master 17-22 og utgravingsprofiler.

3. Geotekniske parametere

3.1 Materialparametere

Materialparametere er tolket fra utførte laboratorieforsøk på opptatte prøver og totalsonderinger. Løsmassene består i all hovedsak av friksjonsmasser. Det er ikke utført treksforsøkene. Erfaringsverdier iht. håndbøker V220 (2) og NEK 445 (1) for jordmaterialer ligger til grunn for valg av geotekniske parametere, vist i Tabell 5-Tabell 32 geotekniske parametere. Det bemerkes at parametere fra NEK 445 ikke har attraksjon unntatt løsmasser med siltinnhold. Vi har benyttet attraksjonsparametere fra håndbok V220 som er avhengig av lagringsfastheten. Når det gjelder bruddkapasitet, $P_{Rd 1,5}$, og faktor, κ , er disse uthentet fra NEK. I tillegg er det utført beregninger av bruddkapasitet fra håndbok V220.

3.2 Valgt materialparametere for master ved Spiten og Stengelsrud til Glabak

3.2.1 Materialparametere for master 43-46

Geotekniske parametere er tolket fra totalsondering i borepunkt 1. Totalsonderingen viser at det er ca. 0,7 m med løst lagrede masser øverst. Deretter er det ca. 3 m med fastere lagrede masser og det er benyttet økt rotasjon. Under dette laget er det ca. 2,6 m med middels lagrede masser til berg.

Tabell 5: Valg av geotekniske parametere for videre dimensjonering av fundamenter og beregninger av lokalstabilitet for utgravingskråninger.

Lag nr.	Jordarter	Dybde (m)		Densitet		Friksjonvinkel	Attraksjon	Bruddkapasitet Ved dybde \leq 1,5 m	Faktor
		Topp	Bunn	ρ_i/ρ_j (kN/m^3)		φ ($^\circ$)	a (kPa)	P_{Rd} kN/m^2	κ
				NEK/SVV	NEK/SVV	NEK/SVV	NEK		
1	Torv	0,00	0,73	12	2	-	-		
2	Sand	0,73	3,73	18	8	35/36	0/5	540/530	6,7
3	Sandig siltig	3,73	6,33	18	8	30/34	5/5		

3.2.2 Materialparametere for mast 47

Geotekniske parametere er tolket fra totalsondering i borepunkt 3. Totalsonderingen viser at det er ca. 1,0 m med løst lagrede masser. Deretter er det ca. 1,75 m med faste lagrede masser og det er benyttet økt rotasjon i dette laget. Under dette laget er det ca. 10,8 m med middels faste masser. Deretter er det ca. 2,4 faste masser til berg.

Tabell 6: Valg av geotekniske parametere for videre dimensjonering av fundamenter og beregninger av lokalstabilitet for utgravingskråninger.

Lag nr.	Jordarter	Dybde (m)		Densitet		Friksjonvinke l	Attraksjo n	Bruddkapasite t Ved dybde \leq 1,5 m	Faktor
		Topp	Bunn	ρ_i/ρ_j (kN/m^3)		φ ($^\circ$)	a (kPa)	P_{Rd} kN/m^2	κ
				NEK/SVV	NEK/SVV	NEK/SVV	NEK		
1	Torv	0,00	1,00	12	2	-	-		
2	Sand	1,00	2,75	18	8	35/36	0/5	540/530	6,7
3	Sandig siltig	2,75	13,53	18	8	30/34	5/5		
4	Morene masser	13,53	15,92	19	9	35/38	15/5		

3.2.3 Materialparametere for mast 48

Geotekniske parametere er tolket fra totalsondering i borepunkt 4. Totalsonderingen viser at det er ca. 0,7 m med løst lagrede masser. Deretter er det ca. 3,35 m med faste masser og det er benyttet økt rotasjon i dette laget. Under dette laget er det ca. 9,3 m med middels faste masser. Deretter er det ca. 13,92 m faste masser til berg og det er benyttet økt rotasjon i dette laget.

Tabell 7: Valg av geotekniske parametere for videre dimensjonering av fundamenter og beregninger av lokalstabilitet for utgravingskråninger.

Lag nr.	Jordarter	Dybde (m)		Densitet		Friksjonvinkel	Attraksjon	Bruddkapa- t Ved dybde ≤ 1,5 m	Faktor
		Topp	Bunn	p _i /p _j (kN/m ³)		φ (°)	a (kPa)	P _{Rd} kN/m ²	κ
				NEK/SVV	NEK/SVV	NEK/SVV	NEK/SVV	NEK	
1	Torv	0,00	0,70	12	2	-	-		
2	Grus	0,70	4,05	19	9	35/38	0/5	540/580	6,7
3	Sandig siltig	4,05	13,38	18	8	30/34	5/5		
4	Grusig sandig	13,38	25,92	19	9	35/37	0/5		
5	Morene masser	25,92	27,30	19	9	35/38	15/5		

3.2.4 Materialparametere for master 49, 50, 1 og stativ

Geotekniske parametere er tolket fra totalsondering i borepunkt 5. Totalsondering viser at det er ca. 3,0 m med middels faste masser. Deretter er det ca. 1,4 m med fast lagrede masser og det er benyttet økt rotasjon i dette laget. Under dette laget er det ca. 6,6 m med middels-faste lagrede masser. Deretter er det ca. 19,2 m faste masser til totalsonderingen ble avsluttet, og det er benyttet økt rotasjon i dette laget.

Tabell 8: Valg av geotekniske parametere for videre dimensjonering av fundamenter og beregninger av lokalstabilitet for utgravingskråninger.

Lag nr.	Jordarter	Dybde (m)		Densitet		Friksjonvinkel	Attraksjon	Bruddkapa- t Ved dybde ≤ 1,5 m	Faktor
		Topp	Bunn	p _i /p _j (kN/m ³)		φ (°)	a (kPa)	P _{Rd} kN/m ²	κ
				NEK/SVV	NEK/SVV	NEK/SVV	NEK/SVV	NEK	
1	Sand	0,00	3,00	18	8	33/35	-/5	405/485	5,4
2	Grus	3,00	4,40	19	9	35/38	0/5		
3	Sandig Siltig grusig	4,40	11,00	18	8	34 ¹⁾ /35	5/5		
4	Grusig sandig	11,00	30,10	19	9	37/37	0/5		

1) Parametere er ikke gitt i NEK 445 og verdi som står i tabell er gjennomsnitt verdi av de aktuelle jordartene fra NEK 445

3.2.5 Materialparametere for master 2, 3, 4

Geotekniske parametere er tolket fra totalsondering i borepunkt 6 og prøveserien fra det samme hullet. Totalsondering viser at det er ca. 0,7 m med løst lagrede masser. Deretter er det ca. 23,5 m med middels-fast lagrede masser og det er benyttet økt rotasjon i noen dybder i dette laget. Deretter er det ca. 5,8 m fastemasser til berg og det er benyttet økt rotasjon i dette laget.

Tabell 9: Valg av geotekniske parametere for videre dimensjonering av fundamenter og beregninger av lokalstabilitet for utgravingskråninger.

Lag nr.	Jordarter	Dybde (m)		Densitet		Friksjonvinkel	Attraksjon	Bruddkapsitet	Faktor
		Topp	Bunn	p _i /p _j [*] (kN/m ³)		φ (°)	a (kPa)	P _{Rd} kN/m ²	κ
				NEK/SVV	NEK/SVV	NEK/SVV	NEK/SVV	NEK	
1	Torv	0,00	0,70	12	2	-	-		
2	Sandig siltig	0,70	11,85	18	8	30/34	5/5	270 ¹⁾ /440	4,7 ¹⁾
3	Sand	11,85	23,53	18	8	35/36	0/5		
4	Morene masser	23,53	29,33	19	9	35/38	15/5		

- 1) Bruddkapsitet for sandig siltig står ikke i NEK 445, vi har tatt verdi for jordart (stiv, med ikke kohesiv tillegg). Vi mener at friksjonsvinkel for dette laget er lavt 25°. Derfor er det stor forskjell mellom bruddkapsitet NEK og SVV. Det anbefales å bruke verdi fra SVV.

3.2.6 Materialparametere for master 5 og 6

Geotekniske parametere er tolket fra totalsondering i borepunkt 8 og prøveserien fra det samme hullet. Totalsondering viser at det er ca. 3,0 m med løst lagrede masser. Deretter er det ca. 10,2 m med middels lagrede masser til berg og det er benyttet økt rotasjon i noen dybder i dette laget.

Tabell 10: Valg av geotekniske parametere for videre dimensjonering av fundamenter og beregninger av lokalstabilitet for utgravingskråninger.

Lag nr.	Jordarter	Dybde (m)		Densitet		Friksjonvinkel	Attraksjon	Bruddkapsitet	Faktor
		Topp	Bunn	p _i /p _j [*] (kN/m ³)		φ (°)	a (kPa)	P _{Rd} kN/m ²	κ
				NEK/SVV	NEK/SVV	NEK/SVV	NEK/SVV	NEK	
1	Sandig Torv	0,00	2,80	19 ¹⁾	9 ¹⁾	35 ¹⁾ /38 ¹⁾	0/5	540 ¹⁾ /580 ¹⁾	6,7
2	Sandig Siltig	2,80	8,00	18	8	30/34	5/5		
3	Sand	8,00	13,00	18	8	33/35	0/5		

- 1) Det skal masseutskiftes 2,8 m sandig torv med tilført komprimert grus. Verdi er bruddkapsitet for grus ved 1,5 meter.

3.2.7 Materialparametere for mast 7

Geotekniske parametere er tolket fra totalsondering i borepunkt 9. Totalsondering viser at det er ca. 2,8 m med løst lagrede masser. Deretter er det ca. 4,6 m med middels lagrede masser. Under dette laget er det ca. 7,9 m med fast masser og det er benyttet økt rotasjon i dette laget. Deretter er det ca. 1,83 m med middels lagrede masser. Under dette laget er det ca. 16,4 m med fast masser til totalsondering ble avsluttet og det er benyttet økt rotasjon i dette laget.

Tabell 11: Valg av geotekniske parametere for videre dimensjonering av fundamenter og beregninger av lokalstabilitet for utgravingskråninger.

Lag nr.	Jordarter	Dybde (m)		Densitet		Friksjonvinkel	Attraksjon	Bruddkapsitet	Faktor
		Topp	Bunn	p _i /p _j [*] (kN/m ³)		φ (°)	a (kPa)	P _{Rd} kN/m ²	κ
				NEK/SVV	NEK/SVV	NEK/SVV	NEK/SVV	NEK	
1	sandig Torv	0,00	2,80	19 ¹⁾	9 ¹⁾	35 ¹⁾ /38 ¹⁾	-/5	540/580	6,7
2	Sandig siltig	2,80	7,35	18	8	30/34	5/5		

3	Grusig sandig	7,35	15,22	19	9	35/37	0/5		
4	Sandig siltig	15,22	17,05	18	8	30/34	5/5		
5	Grusig sandig	17,05	33,42	9	9	35/37	0/5		

- 1) Det skal masseutskiftes 2,8 m sandig torv med tilført komprimert grus. Verdi er bruddkapasitet for grus ved 1,5 meter.

3.2.8 Materialparametere for master 8 og 9

Geotekniske parametere er tolket fra totalsondering i borepunkt 10. Totalsondering viser at det er ca. 2,1 m med løst lagrede masser til berg.

Tabell 12: Valg av geotekniske parametere for videre dimensjonering av fundamenter og beregninger av lokalstabilitet for utgravingsskråninger.

Lag nr.	Jordarter	Dybde (m)		Densitet		Friksjonsvinkel	Attraksjon	Bruddkapasitet Ved dybde ≤ 1,5 m	Faktor
		Topp	Bunn	p _j /p _{j'} (kN/m ³)	φ (°)	a (kPa)	P _{Rd} kN/m ²	κ	
									NEK/SVV
1	Sandig siltig	0,00	2,05	18	8	30/34	5/5	270/440	4,7

- 1) Bruddkapasitet for sandig siltig står ikke i NEK 445, vi har tatt verdi for jordart (stiv, med ikke kohesivt tillegg). Vi mener at friksjonsvinkel for dette laget er lavt 25°. Derfor er det stor forskjell mellom bruddkapasitet for NEK og SVV. Det anbefales å bruke verdi fra SVV.

3.2.9 Materialparametere for mast 10

Geotekniske parametere er tolket fra totalsondering i borepunkt 11 og prøveserien fra det samme hullet. Totalsondering viser at det er ca. 4,0 m med middels lagrede masser. Deretter er det ca. 7,1 m med fast lagrede masser til berg og det er benyttet økt rotasjon i noen dybder i dette laget.

Tabell 13: Valg av geotekniske parametere for videre dimensjonering av fundamenter og beregninger av lokalstabilitet for utgravingsskråninger.

Lag nr.	Jordarter	Dybde (m)		Densitet		Friksjonsvinkel	Attraksjon	Bruddkapasitet Ved dybde ≤ 1,5 m	Faktor
		Topp	Bunn	p _j /p _{j'} (kN/m ³)	φ (°)	a (kPa)	P _{Rd} kN/m ²	κ	
									NEK/SVV
1	Sandig grusig	0,00	4,00	19	9	35/37	0/5	540/530	6,7
2	Sandig grusig	4,00	11,12	19	9	35/38	0/5		

3.2.10 Materialparametere for mast 11

Geotekniske parametere er tolket fra totalsondering i borepunkt 12. Totalsondering viser at det er ca. 1,8 m med løst lagrede masser. Deretter er det ca. 6,0 m med middels-fast lagrede masser. Under dette laget er det ca. 9,2 m med middel fast lagrede masser. Deretter er det ca. 2,9 m med middel-fast lagrede masser til berg og det er benyttet økt rotasjon i noen dybder i dette laget.

Tabell 14: Valg av geotekniske parametere for videre dimensjonering av fundamenter og beregninger av lokalstabilitet for utgravingskråninger.

Lag nr.	Jordarter	Dybde (m)		Densitet		Friksjonvinkel	Attraksjon	Bruddkapasitet Ved dybde ≤ 1,5 m	Faktor
		Topp	Bunn	p _i /p _j (kN/m ³)		φ (°)	a (kPa)	P _{Rd} kN/m ²	κ
				NEK/SVV	NEK/SVV	NEK/SVV	NEK/SVV	NEK/SVV	NEK
1	Torv	0,00	1,80	19 ¹⁾	9 ¹⁾	35 ¹⁾ /38 ¹⁾	0/5	540/580	6,7
2	Sandig siltig grusig	1,80	7,80	18	8	34 ²⁾ /35	5/5		
3	Sandig siltig	7,80	17,00	18	8	30/34	5/5		
4	Sandig siltig grusig	17,00	19,90	18	8	34 ²⁾ /35	5 ²⁾ /5		

- 1) Det skal masseutskiftes 1,8 m sandig torv med tilført komprimert grus. Verdi er bruddkapasitet for grus ved 1,5 meter.
- 2) Parametere er ikke gitt i NEK 445 og verdi som står i tabell er gjennomsnitt verdi av de aktuelle jordartene fra NEK 445

3.2.11 Materialparametere for mast 12

Geotekniske parametere er tolket fra totalsondering i borepunkt 13. Totalsondering viser at det er ca. 0,7 m med løst lagrede masser. Deretter er det ca. 2,2 m med fast lagrede masser og det er benyttet økt rotasjon i dette laget. Under dette laget er det ca. 5,5 m med fast lagrede masser til berg.

Tabell 15: Valg av geotekniske parametere for videre dimensjonering av fundamenter og beregninger av lokalstabilitet for utgravingskråninger.

Lag nr.	Jordarter	Dybde (m)		Densitet		Friksjonvinkel	Attraksjon	Bruddkapasitet Ved dybde ≤ 1,5 m	Faktor
		Topp	Bunn	p _i /p _j (kN/m ³)		φ (°)	a (kPa)	P _{Rd} kN/m ²	κ
				NEK/SVV	NEK/SVV	NEK/SVV	NEK/SVV	NEK/SVV	NEK
1	Torv	0,00	0,73	12	2	-	-	/-	
2	Sandig grusig	0,73	2,90	19	9	35/38	0/5	540/580	6,7
3	Sand	2,90	8,43	18	8	35/36	0/5		

3.2.12 Materialparametere for mast 13

Geotekniske parametere er tolket fra totalsondering i borepunkt 14 og prøveserien fra det samme hullet. Totalsondering viser at det er ca. 1,0 m med løst lagrede masser. Deretter er det ca. 2,2 m med middels fast lagrede masser. Under dette laget er det ca. 4,1 m med fast lagrede masser til berg og det er benyttet økt rotasjon i dette laget.

Tabell 16: Valg av geotekniske parametere for videre dimensjonering av fundamenter og beregninger av lokalstabilitet for utgravingskråninger.

Lag nr.	Jordarter	Dybde (m)		Densitet		Friksjonvinkel	Attraksjon	Bruddkapasitet Ved dybde ≤ 1,5 m	Faktor
		Topp	Bunn	p _i /p _j (kN/m ³)		φ (°)	a (kPa)	P _{Rd} kN/m ²	κ
				NEK/SVV	NEK/SVV	NEK/SVV	NEK/SVV	NEK/SVV	NEK

1	Torv	0,00	1,00	12	2	-	-		
2	Sand	1,00	8,33	18	8	35/35	0/5	405/485	5,4
3	Sandig grusig	8,33	12,38	19	9	35/37	0/5		

3.2.13 Materialparametere for mast 14

Geotekniske parametere er tolket fra totalsondering i borepunkt 15. Totalsondering viser at det er ca. 1,2 m med løst lagrede masser. Deretter er det ca. 10,7 m med middels fast lagrede masser til berg.

Tabell 17: Valg av geotekniske parametere for videre dimensjonering av fundamenter og beregninger av lokalstabilitet for utgravingskråninger.

Lag nr.	Jordarter	Dybde (m)		Densitet		Friksjonvinke l	Attraksjo n	Bruddkpasite t Ved dybde ≤ 1,5 m	Faktor
		Topp	Bunn	p _i /p _j (kN/m ³)	φ (°) NEK/SVV	a (kPa) NEK/SVV	P _{Rd} kN/m ² NEK/SVV	κ NEK	
1	Torv	0,00	1,20	12	2	-	-		
2	Sand	1,20	11,93	18	8	35/35	0/5	405/485	5,4

3.2.14 Materialparametere for master 15 og 16

Geotekniske parametere er tolket fra totalsondering som Norconsult (5), Statens vegvesen (6) og Rambøll (7), har utført i dette området. Resultater er sammenlignet med vårt i borepunkt 18. Totalsondering viser at det er ca. 0,3 m med løst lagrede masser. Deretter er det ca. 10,2 m med middels fast lagrede masser til berg. Sanden i dette området har lavt vanninnholdet.

Tabell 18: Valg av geotekniske parametere for videre dimensjonering av fundamenter og beregninger av lokalstabilitet for utgravingskråninger.

Lag nr.	Jordarter	Dybde (m)		Densitet		Friksjonvinke l	Attraksjo n	Bruddkpasite t Ved dybde ≤ 1,5 m	Faktor
		Topp	Bunn	p _i /p _j (kN/m ³)	φ (°) NEK/SVV	a (kPa) NEK/SVV	P _{Rd} kN/m ² NEK/SVV	κ NEK	
1	Torv	0,00	0,30	12	2	-	-		
2	Sand	0,30	10,50	18	8	35/35	0/5	405/485	5,4

3.2.15 Materialparametere for mast 17

Geotekniske parametere er tolket fra totalsondering i borepunkt 18. Totalsondering viser at det er ca. 1,0 m med løst lagrede masser. Deretter er det ca. 2,1 m med middels fast lagrede masser til berg.

Tabell 19: Valg av geotekniske parametere for videre dimensjonering av fundamenter og beregninger av lokalstabilitet for utgravingskråninger.

Lag nr.	Jordarter	Dybde (m)		Densitet		Friksjonvinkel	Attraksjon	Bruddkapa- t Ved dybde ≤ 1,5 m	Faktor
		Topp	Bunn	p_i/p_j (kN/m ³)		ϕ (°)	a (kPa)	P_{Rd} kN/m ²	κ
				NEK/SVV	NEK/SVV	NEK/SVV	NEK/SVV	NEK	
1	Torv	0,00	1,00	12	2	-	-		
2	Sand	1,00	3,12	18	8	35/35	0/5	405/485	

3.2.16 Materialparametere for mast 18

Geotekniske parametere er tolket fra totalsondering i borepunkt 19. Totalsondering viser at det er ca. 1,1 m med løst lagrede masser. Deretter er det ca. 1,05 m med fast lagrede masser. Under dette laget er det ca. 6,7 m med middels fast til berg.

Tabell 20: Valg av geotekniske parametere for videre dimensjonering av fundamenter og beregninger av lokalstabilitet for utgravingskråninger.

Lag nr.	Jordarter	Dybde (m)		Densitet		Friksjonvinkel	Attraksjon	Bruddkapa- t Ved dybde ≤ 1,5 m	Faktor
		Topp	Bunn	p_i/p_j (kN/m ³)		ϕ (°)	a (kPa)	P_{Rd} kN/m ²	κ
				NEK/SVV	NEK/SVV	NEK/SVV	NEK/SVV	NEK	
1	Torv	0,00	1,10	12	2	-	-		
2	Grusig sandig	1,10	2,15	19	9	35/38	0/5	540/580	6,7
3	Sand	2,15	8,8	18	8	36	0/5		

3.2.17 Materialparametere for master 19 og 20

Geotekniske parametere er tolket fra totalsondering i borepunkt 20. Totalsondering viser at det er ca. 0,65 m med løst lagrede masser. Deretter er det ca. 1,85 m med middels fast lagrede masser. Under dette laget er det ca. 7,0 m med middels til faste masser. Deretter er det ca. 1,7 m med fast lagrede masser til berg.

Tabell 21: Valg av geotekniske parametere for videre dimensjonering av fundamenter og beregninger av lokalstabilitet for utgravingskråninger.

Lag nr.	Jordarter	Dybde (m)		Densitet		Friksjonvinkel	Attraksjon	Bruddkapa- t Ved dybde ≤ 1,5 m	Faktor
		Topp	Bunn	p_i/p_j (kN/m ³)		ϕ (°)	a (kPa)	P_{Rd} kN/m ²	κ
				NEK/SVV	NEK/SVV	NEK/SVV	NEK/SVV	NEK	
1	Torv	0,00	0,65	12	2	-	-		
2	Siltig sandig grusig	0,65	2,50	18	8	34/35	0/5	405/485	5,4
3	Sandig grusig	2,50	9,50	19	9	35/37	0/5		
4	Morene masser	9,50	11,15	19	9	35/38	15/5		

3.3 Valgte materialparametere for master Gamle Gomsrudvei til Labru

3.3.1 Materialparametere for mast 1 Eksisterende

Geotekniske parametere er tolket fra totalsondering i borepunkt 21. Totalsondering viser at det er ca. 4,1 m med middels fast lagrede masser til berg.

Tabell 22: Valg av geotekniske parametere for videre dimensjonering av fundamenter og beregninger av lokalstabilitet for utgravingskråninger.

Lag nr.	Jordarter	Dybde (m)		Densitet		Friksjonvinkel	Attraksjon	Bruddkpasitet Ved dybde ≤ 1,5 m	Faktor
		Topp	Bunn	p _i /p _j ' (kN/m ³)		φ (°)	a (kPa)	P _{Rd} kN/m ²	κ
				NEK/SVV	NEK/SVV	NEK/SVV	NEK/SVV	NEK	
1	Grusig sand	0,00	3,00	19	9	35/37	0/5	405/550	5,4
2	Sandig grusig siltig matr.	3,00	4,05	18	8	34/35	0/5		

3.3.2 Materialparametere for mast 5

Geotekniske parametere er tolket fra totalsondering som Statens vegvesen (6) har utført i dette området. Det er borepunkt 1231 og 1232 og prøve 1232P som ligger i dette området. Totalsonderinger viser at det er ca. 5 m med middel fast-fast lagrede masser. Det er brukt økt rotasjon i borepunkt 1231 i hele dette laget. Under dette laget er det ca. 10,7-14,4 m med middels til fast masser til totalsonderinger ble avsluttet.

Tabell 23: Valg av geotekniske parametere for videre dimensjonering av fundamenter og beregninger av lokalstabilitet for utgravingskråninger.

Lag nr.	Jordarter	Dybde (m)		Densitet		Friksjonvinkel	Attraksjon	Bruddkpasitet Ved dybde ≤ 1,5 m	Faktor
		Topp	Bunn	p _i /p _j ' (kN/m ³)		φ (°)	a (kPa)	P _{Rd} kN/m ²	κ
				NEK/SVV	NEK/SVV	NEK/SVV	NEK/SVV	NEK	
1	Sandig grusig	0,00	14,4	19	9	35/37	0/5	540/550	6,7

3.3.3 Materialparametere for mast 6

Geotekniske parametere er tolket fra totalsondering i borepunkt 22. Totalsondering viser at det er ca. 0,8 m med løst lagrede masser. Deretter er det ca. 8,1 m med middels fast - fast lagrede masser og det er benyttet økt rotasjon i noen dybder i dette laget. Under dette laget er det ca. 10,5 m med fast lagrede masser til berg og det er benyttet økt rotasjon i dette laget.

Tabell 24: Valg av geotekniske parametere for videre dimensjonering av fundamenter og beregninger av lokalstabilitet for utgravingskråninger.

Lag nr.	Jordarter	Dybde (m)		Densitet		Friksjonvinkel	Attraksjon	Bruddkpasitet Ved dybde ≤ 1,5 m	Faktor
		Topp	Bunn	p _i /p _j ' (kN/m ³)		φ (°)	a (kPa)	P _{Rd} kN/m ²	κ
				NEK/SVV	NEK/SVV	NEK/SVV	NEK/SVV	NEK	
1	Torv	0,00	0,80	12	2	-	-		
2	Sandig grusig	0,80	8,70	19	9	35/37	0/5	540/550	6,7

3	Morene masser	8,7	19,20	19	9	35/38	15/5		
---	---------------	-----	-------	----	---	-------	------	--	--

3.3.4 Materialparametere for mast 7

Geotekniske parametere er tolket fra totalsondering som Statens vegvesen (6) har utført i dette området. Det er borepunkt 202 som ligger i dette området. Totalsonderinger viser at det er ca. 0,5 m med løst lagrede masser. Under dette laget er det ca. 1,3 m med fast masser til berg og det er brukt økt rotasjon i dette laget.

Tabell 25: Valg av geotekniske parametere for videre dimensjonering av fundamenter og beregninger av lokalstabilitet for utgravingskrånninger.

Lag nr.	Jordarter	Dybde (m)		Densitet		Friksjonvinkel	Attraksjon	Bruddkapasitet Ved dybde ≤ 1,5 m	Faktor
		Topp	Bunn	p_i/p_j (kN/m ³)		ϕ (°)	a (kPa)	P_{Ra} kN/m ²	κ
				NEK/SVV	NEK/SVV	NEK/SVV	NEK		
1	Torv	0,00	0,50	12	2	-	-		
2	Grusig sandig	0,50	1,80	19	9	35/37	0/5	540/550	6,7

3.3.5 Materialparametere for master 8 og 9

Geotekniske parametere er tolket fra totalsondering i borepunkt 23. Totalsondering viser at det er ca. 1,2 m med løst lagrede masser. Under dette laget er det ca. 2,6 m med middel fast lagrede masser til berg.

Tabell 26: Valg av geotekniske parametere for videre dimensjonering av fundamenter og beregninger av lokalstabilitet for utgravingskrånninger.

Lag nr.	Jordarter	Dybde (m)		Densitet		Friksjonvinkel	Attraksjon	Bruddkapasitet Ved dybde ≤ 1,5 m	Faktor
		Topp	Bunn	p_i/p_j (kN/m ³)		ϕ (°)	a (kPa)	P_{Ra} kN/m ²	κ
				NEK/SVV	NEK/SVV	NEK/SVV	NEK		
1	Torv	0,00	1,20	12	2	-	-		
2	Sandig siltig	1,20	3,83	18	8	30/34	5/5	270/440	

- 1) Bruddkapasistet for sandig siltig står ikke i NEK 445, vi har tatt verdi for jordart (stiv, med ikke kohesivt tillegg). Vi mener at friksjonsvinkel for dette laget er lavt 25°. Derfor er det stor forskjell mellom bruddkapasistet NEK og SVV. Det anbefales å bruke verdi fra SVV.

3.3.6 Materialparametere for master 10 og 11

Geotekniske parametere er tolket fra totalsondering i Borepunkter 402, 501 og 834 som er hentet fra NADAG. Totalsondering viser at det er ca. 0,2 til 1,0 m med løst lagrede masser. Deretter er det ca. 20,2 til 34,7 m med fast lagrede masser til berg og det er benyttet økt rotasjon i flere dybder.

Tabell 27: Valg av geotekniske parametere for videre dimensjonering av fundamenter og beregninger av lokalstabilitet for utgravingsskrånninger.

Lag nr.	Jordarter	Dybde (m)		Densitet		Friksjonvinkel	Attraksjon	Bruddkapsitet Ved dybde ≤ 1,5 m	Faktor
		Topp	Bunn	p _i /p _{i'} (kN/m ³)		φ (°)	a (kPa)	P _{Rd} kN/m ²	κ
				NEK/SVV	NEK/SVV	NEK/SVV	NEK/SVV	NEK/SVV	NEK
1	Sand	0,00	2,60	18	8	35/36	0/5	540/530	6,7
2	Sandig grusig	2,60	28,12	19	9	35/37	0/5		
3	Morene masser	28,12	35,74	19	9	35/38	15/5		

3.3.7 Materialparametere for mast 12 og 13

Geotekniske parametere er tolket fra totalsondering i borepunkt 25. Totalsondering viser at det er ca. 2,8 m med middels fast lagrede masser. Deretter er det ca. 8,3 m med fast lagrede masser og det er benyttet økt rotasjon i dette laget. Under dette laget er det ca. 2,6 m med middels fast lagrede masser til berg.

Tabell 28: Valg av geotekniske parametere for videre dimensjonering av fundamenter og beregninger av lokalstabilitet for utgravingsskrånninger.

Lag nr.	Jordarter	Dybde (m)		Densitet		Friksjonvinkel	Attraksjon	Bruddkapsitet Ved dybde ≤ 1,5 m	Faktor
		Topp	Bunn	p _i /p _{i'} (kN/m ³)		φ (°)	a (kPa)	P _{Rd} kN/m ²	κ
				NEK/SVV	NEK/SVV	NEK/SVV	NEK/SVV	NEK/SVV	NEK
1	Sand	0,00	2,78	18	8	33/35	0/5	405/485	5,4
2	Sandig grusig	2,78	11,08	19	9	35/38	0/5		
3	Sand	11,08	13,70	18	8	35/36	0/5		

3.3.8 Materialparametere for mast 14

Geotekniske parametere er tolket fra totalsondering i borepunkt 26. Totalsondering viser at det er ca. 1,1 m med middels fast lagrede masser. Deretter er det ca. 24,23 m med fast lagrede masser til berg og det er benyttet økt rotasjon i dette laget.

Tabell 29: Valg av geotekniske parametere for videre dimensjonering av fundamenter og beregninger av lokalstabilitet for utgravingsskrånninger.

Lag nr.	Jordarter	Dybde (m)		Densitet		Friksjonvinkel	Attraksjon	Bruddkapsitet Ved dybde ≤ 1,5 m	Faktor
		Topp	Bunn	p _i /p _{i'} (kN/m ³)		φ (°)	a (kPa)	P _{Rd} kN/m ²	κ
				NEK/SVV	NEK/SVV	NEK/SVV	NEK/SVV	NEK/SVV	NEK/SVV
1	Sand	0,00	1,10	18	8	33/35	0/5		
2	Sandig grusig	1,10	25,33	19	9	35/38	0/5	540/580	6,7

3.3.9 Materialparametere for master 15 og 16

Geotekniske parametere er tolket fra totalsondering i borepunkt 840 som er hentet fra NADAG. Totalsondering viser at det er ca. 0,4 m med løst lagrede masser. Deretter er det ca. 29,3 m med fast lagrede masser til berg og det er benyttet økt rotasjon i dette laget.

Tabell 30: Valg av geotekniske parametere for videre dimensjonering av fundamenter og beregninger av lokalstabilitet for utgravingskråninger.

Lag nr.	Jordarter	Dybde (m)		Densitet		Friksjonsvinkel	Attraksjon	Bruddkapsitet Ved dybde ≤ 1,5 m	κ
		Topp	Bunn	p _i /p _j (kN/m ³)		φ (°)	a (kPa)	P _{Rd} kN/m ²	
				NEK/SVV	NEK/SVV	NEK/SVV	NEK/SVV	NEK	
1	Sand	0,00	3,93	18	8	35/36	0/5	540/530	6,7
2	Sandig grusig	3,93	24,61	19	9	35/37	0/5		
3	Morene masser	24,61	29,70	19	9	35/38	15/5		

3.3.10 Materialparametere for mast 17

Geotekniske parametere er tolket fra totalsondering i borepunkt 27 og prøveserien fra det samme hullet. Totalsondering viser at det er ca. 1,5 m med løst lagrede masser. Fra 1,5 m til 4,5 er det løst-middels fast masser. Deretter er det ca. 18,2 m med middels fast til fast lagrede masser til berg og det er benyttet økt rotasjon i dette laget.

Tabell 31: Valg av geotekniske parametere for videre dimensjonering av fundamenter og beregninger av lokalstabilitet for utgravingskråninger.

Lag nr.	Jordarter	Dybde (m)		Densitet		Friksjonsvinkel	Attraksjon	Bruddkapsitet Ved dybde ≤ 1,5 m	Faktor
		Topp	Bunn	p _i /p _j (kN/m ³)		φ (°)	a (kPa)	P _{Rd} kN/m ²	κ
				NEK/SVV	NEK/SVV	NEK/SVV	NEK/SVV	NEK/SVV	
1	Torv	0,00	0,50	12	2	-	-		
2	Siltig sand	0,50	1,50	18	8	30/34	5/5		
3	Sand	1,50	4,50	18	8	33/35	0/5	405/440	5,4
4	Sandig grusig	4,50	11,50	19	9	35/37	0/5		
5	Morene masser	11,50	22,73	19	9	35/38	15/5		

3.3.11 Materialparametere for mast 18

Geotekniske parametere er tolket fra totalsondering i borepunkt 28 Totalsondering viser at det er ca. 0,8 m med fast lagrede masser. Deretter er det ca. 2,2 m med middels fast lagrede masser. Under dette laget er det 0,67 med fast masser til berg og det er benyttet økt rotasjon i dette laget.

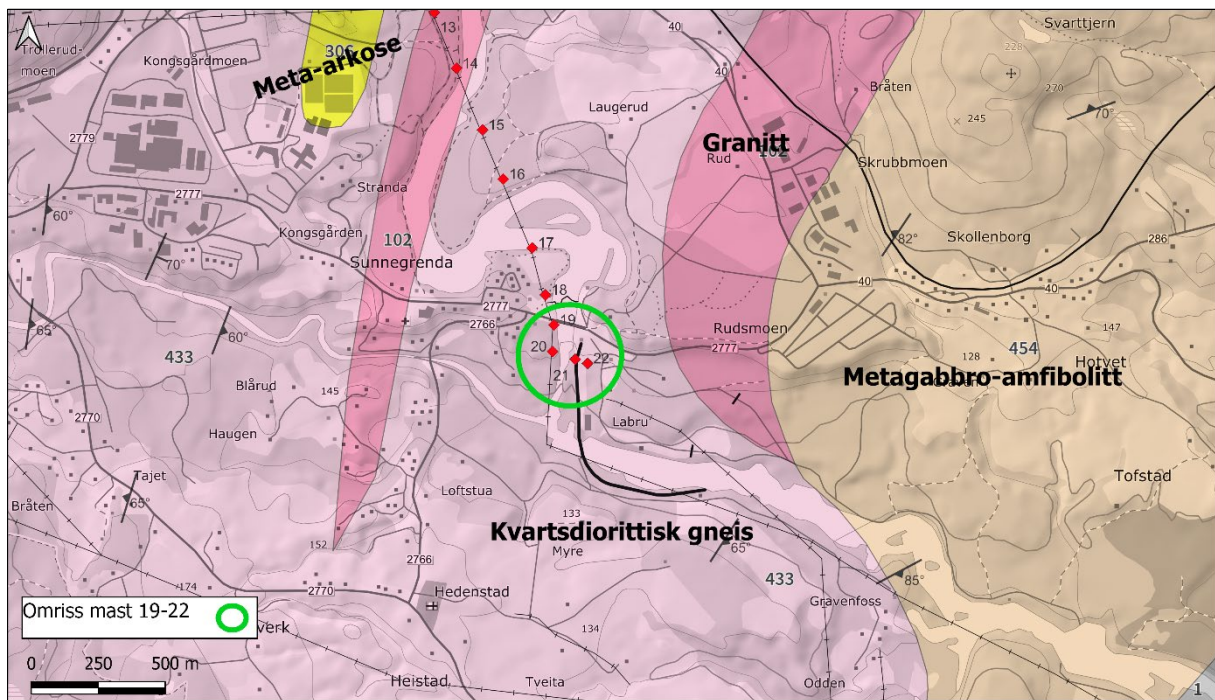
Tabell 32: Valg av geotekniske parametere for videre dimensjonering av fundamenter og beregninger av lokalstabilitet for utgravingsskråninger.

Lag nr.	Jordarter	Dybde (m)		Densitet		Friksjonvinkel	Attraksjon	Bruddkapasitet	Faktor
		Topp	Bunn	ρ_i/ρ_j (kN/m ³)		φ (°)	a (kPa)	P_{Ra} kN/m ²	
				NEK/SVV	NEK/SVV	NEK/SVV	NEK/SVV	NEK/SVV	
1	Grusig sandig	0,00	0,80	19	9	35/37	0/5		
2	Siltig sand	0,80	3,00	18	8	30/34	0/5	270/440	
3	Sandig grusig	3,00	3,67	19	9	37	0/5		

- 1) Bruddkapasitet for sandig siltig står ikke i NEK 445, vi har tatt verdi for jordart (stiv, med ikke kohesiv tillegg). Vi mener at friksjonsvinkel for dette laget er lavt 25°. Derfor er det stor forskjell mellom bruddkapasitet NEK og SVV. Det anbefales å bruke verdi fra SVV.

3.3.12 Materialparametere for mast 19, 20 og 22

Dersom det er løsmasser i planlagt området ved mast 19, 20 og 22 vil det sannsynlig være lite eller grunt til fjell. Eventuell torv må masseutskiftes, og master bør fundamenteres på fjell. Ifølge NGU sin berggrunnskart er det kvartsdiorittisk gneis i dette området.



Figur 13: Berggrunnskart for det området. Kilde: www.ngu.no

4. Lokalstabilitet for utgravinger for fundamenter

Mastene skal være AC 132 kV. I henhold til NEK 445 bør mastefundamenter for ledninger som overskrider AC 45 kV betraktes som fundamenter av geoteknisk kategori 2. Utfra dette har SGC valgt geoteknisk kategori 2 for lokalstabilitet for utgraving for fundamenter. Sammenliknet med tiltak iht. pbl. §20-1 vurderer SGC at sikkerhet bør dokumenteres tilsvarende tiltak i konsekvens-/pålitelighetsklasse (CC/RC) 2. I tråd med håndbok N200 fra SVV anbefaler SGC at materialkoeffisient, γ_m settes til 1,4 for effektivspenningsanalyser med nøytralt brudd. SGC vurderer at kontrollklassen for vurdering av lokalstabilitet ved utgraving for fundament, avgrensestil intern systematisk kontroll (kollegakontroll).

Fundamentdybde og bredde er ikke fastslått, og det vil bl.a. være avhengig av de geotekniske parameterne. Minste anbefalte utgravingsdybde er til bunn av løst lagrede masser (torv, matjord og setningsømfintlig materiale) som ligger øverst i løsmassedekke ved de fleste mastepunktene.

Det er antatt en utgravingsbredde på 6,0 meter.

4.1 Stabilitetsberegninger av utgravinger for masts fundament og vurdering av disse (drenert)

Programvaren GeoSuite Stability ble brukt i alle beregningene, med parametere beskrevet i kap. 3.2 og 3.3. Plassering av utvalgt snitt er vist i Figur 2 til Figur 12. Beregningsresultatene med følgende materialfaktorer, γ_m , er listet i Tabell 33.

Tabell 33: Sikkerhetsfaktor (materialfaktor) oppnådd ved stabilitetsberegninger

Terreng profil	Bilag nr.	Beregningsmetode	Materialfaktor, γ_m	Påkrevd sikkerhet til γ_m	Situasjon og Merknad
45-45	8	aφ	1,51	1,40	Utgraving på høyre side, helning på 1:1,5.
		aφ	1,51	1,40	Utgraving på venstre side, helning på 1:1,5
3-3	9	aφ	2,47	1,40	Utgraving på høyre side, helning på 1:1,5.
		aφ	2,38	1,40	Utgraving på venstre side, helning på 1:1,5
6-6	10	aφ	1,80	1,40	Utgraving på høyre side, helning på 1:1,5.
		aφ	1,94	1,40	Utgraving på venstre side, helning på 1:1,5.
10-10	11	aφ	1,69	1,40	Utgraving på høyre side, helning på 1:1,5
		aφ	1,70	1,40	Glideflate fra utgraving til elva
1EKS-1EKS		aφ	1,50	1,40	Utgraving på venstre side, helning på 1:1,5
		aφ	1,39 ¹⁾	1,40	Utgravingskråning på 1:3. Glideflate mot

1) Dette kan aksepteres siden det er midlertid utgraving.

Stabilitetsberegninger viser at det er tilstrekkelig stabilitet med utgravingskråninger på 1:1,5 og 1:2 for graveseksjon av 6*6 m og 3,5 m dyp i de fleste masteplasseringene (Bilag 3-7). Utførte beregninger viser at sikkerhetsfaktorer er større eller likt krav til materialfaktor $\gamma_m \geq 1,4$.

Stabilitet for utgraving ved mast 5 og 6 i sørlig etappe er ikke tilstrekkelig. Nedenfor er beskrivelse av utgravinger for de forskjellige master etter stabilitetsvurderinger, og anbefalinger for områder hvor stabilitet for utgravinger ikke er tilstrekkelig.

4.2 Vurdering av utgravinger for master ved Spiten og Stengelsrud til Glabak etter stabilitetsvurderinger

4.2.1 Utgravinger for Master 43,44, 45, 46

I dette området er det ca. 0,7 m med torv over gode masser. Vi anbefaler at minste utgravingsdybde skal være 1,5 m og utgravingshelning skal ikke være brattere enn 1:1,5 i henhold til tegn. T01. Dersom det er behov for utgravingsdybde større enn 3,5 m skal utgravingshelning ikke være brattere enn 1:2.

4.2.2 Utgravinger for Master 47

I dette området er det ca. 1,0 m med torv over gode masser. Vi anbefaler at minste utgravingsdybde skal være 1,5 m og utgravingshelning skal ikke være brattere enn 1:1,5 i henhold til tegn. T02. Dersom det er behov for utgravingsdybde større enn 3,5 m skal utgravingshelning ikke være brattere enn 1:2.

4.2.3 Utgravinger for Master 48

I dette området er det gode masser på øverste nivå av eksisterende terrengoverflate. Vi anbefaler minste utgravingsdybde 1,5 meter, og utgravingshelning skal ikke være brattere enn 1:1,5 i henhold til tegn. T03. Dersom det er behov for utgravingsdybde større enn 3,5 m skal utgravingshelning ikke være brattere enn 1:2.

4.2.4 Utgravinger for Master 49, 50, 1 og Stativ

I dette området er det gode masser på øverste nivå av eksisterende terrengoverflate. Minste utgravingsdybde skal være 1,5 m og utgravingshelning skal ikke være brattere enn 1:1,5 i henhold til tegn. T04. Dersom det er behov for utgravingsdybde større enn 3,5 m skal utgravingshelning ikke være brattere enn 1:2.

4.2.5 Utgravinger for Master 2, 3, 4

I dette området er det ca. 2,4 m med torv på øverst nivå av eksisterende terrengoverflate, over gode masser. Vi anbefaler at minste utgravingsdybde skal være 2,4 m og utgravingshelning skal ikke være brattere enn 1:1,5 i henhold til tegn. T05. Dersom det er behov for utgravingsdybde større enn 3,5 m skal utgravingshelning ikke være brattere enn 1:2. Fundamenter kan plassert ca. 1,5 m under eksisterende terreng etter masseutskifting av ca. 2,4 m torv.

4.2.6 Utgravinger for Master 5, 6

I dette området er det ca. 3,0 m med sandig torv på øverst nivå av eksisterende terrengoverflate, over gode masser. Vi anbefaler at minste utgravingsdybde skal være 3,0 m og utgravingshelning skal ikke være brattere enn 1:1,5 i henhold til tegn. T06. Dersom det er behov for utgravingsdybde større enn 3,5 m skal utgravingshelning ikke være brattere enn 1:2.

Fundamenter kan plassert ca. 1,5 m under eksisterende terreng etter masseutskifting av ca. 3,0 m sandig torv.

4.2.7 Utgravinger for Mast 7

I dette området er det ca. 2,8 m med sandig torv over gode masser på øverst nivå av eksisterende terrengoverflate. Vi anbefaler at minste utgravingsdybde skal være 2,8 m og utgravingshelning skal ikke være brattere enn 1:1,5 i henhold til tegn. T07. Dersom det er behov for utgravingsdybde større enn 3,5 m skal utgravingshelning ikke være brattere enn 1:2. Fundamenter kan plassert ca. 1,5 m under eksisterende terreng etter masseutskifting av ca. 2,8 m sandig torv.

4.2.8 Utgravinger for Master 8, 9

I dette området er det gode masser på øverst nivå av eksisterende terrengoverflate. Vi anbefaler at minste utgravingsdybde skal være 1,5 m og utgravingshelning skal ikke være brattere enn 1:1,5 i henhold til tegn. T08. Dersom det er behov for utgravingsdybde større enn 3,5 m skal utgravingshelning ikke være brattere enn 1:2.

4.2.9 Utgravinger for Mast 10

I dette området er det gode masser på øverst nivå av eksisterende terrengoverflate. Vi anbefaler at minste utgravingsdybde skal være 1,5 m og utgravingshelning skal ikke være brattere enn 1:1,5 i henhold til tegn. T09. Dersom det er behov for dypere byggegrøp skal utgravingshelning ikke være brattere enn 1:2.

4.2.10 Utgravinger for Mast 11

I dette området er det ca. 1,8 m med torv over gode masser på øverst nivå av eksisterende terrengoverflate. Vi anbefaler at minste utgravingsdybde skal være 1,8 m og utgravingshelning skal ikke være brattere enn 1:1,5 i henhold til tegn. T10. Dersom det er behov for utgravingsdybde større enn 3,5 m skal utgravingshelning ikke være brattere enn 1:2. Fundamenter kan plassert ca. 1,5 m under eksisterende terreng etter masseutskifting av ca. 1,8 m torv.

4.2.11 Utgravinger for Mast 12

I dette området er det ca. 0,7 m med torv over gode masser på øverst nivå av eksisterende terrengoverflate. Vi anbefaler at minste utgravingsdybde skal være 1,5 m og utgravingshelning skal ikke være brattere enn 1:1,5 i henhold til tegn. T11. Dersom det er behov for utgravingsdybde større enn 3,5 m skal utgravingshelning ikke være brattere enn 1:2.

4.2.12 Utgravinger for Mast 13

I dette området er det ca. 1,0 m med torv over gode masser på øverst nivå av eksisterende terrengoverflate. Vi anbefaler at minste utgravingsdybde skal være 1,6 m og utgravingshelning

skal ikke være brattere enn 1:1,5 i henhold til tegn. T12. Dersom det er behov for utgravingsdybde større enn 3,5 m skal utgravingshelning ikke være brattere enn 1:2.

4.2.13 Utgravinger for Mast 14

I dette området er det ca. 1,2 m med torv over gode masser på øverst nivå av eksisterende terrengoverflate. Vi anbefaler at minste utgravingsdybde skal være 1,5 m og utgravingshelning skal ikke være brattere enn 1:1,5 i henhold til tegn. T13. Dersom det er behov for utgravingsdybde større enn 3,5 m skal utgravingshelning ikke være brattere enn 1:2.

4.2.14 Utgravinger for Mast 15 og 16

I dette området er det ca. 0,3 m med torv over gode masser på øverst nivå av eksisterende terrengoverflate. Vi anbefaler at minste utgravingsdybde skal være 1,5 m og utgravingshelning skal ikke være brattere enn 1:1,5 i henhold til tegn. T14. Dersom det er behov for utgravingsdybde større enn 3,5 m skal utgravingshelning ikke være brattere enn 1:2.

4.2.15 Utgravinger for Mast 17

I dette området er det ca. 1,0 m med torv over gode masser på øverst nivå av eksisterende terrengoverflate. Vi anbefaler at minste utgravingsdybde skal være 1,5 m og utgravingshelning skal ikke være brattere enn 1:1,5 i henhold til tegn. T15. Dersom det er behov for dypere byggegrop skal utgravingshelning ikke være brattere enn 1:2. Det må regnes med rensning og sprengning.

4.2.16 Utgravinger for Mast 18

I dette området er det ca. 1,1 m med torv over gode masser på øverst nivå av eksisterende terrengoverflate. Vi anbefaler at minste utgravingsdybde skal være 1,5 m og utgravingshelning skal ikke være brattere enn 1:1,5 i henhold til tegn. T16. Dersom utgravingsdybde er ca. 1,8 m under eksisterende terreng må det vurderes tiltak for å håndtere vann som kommer inn byggegrop fra elva, se Figur 14. Det må vurderes spunting ved utgravingsdybde større enn 2,0. Dersom det er behov for utgravingsdybde større enn 3,5 m skal utgravingshelning ikke være brattere enn 1:2.



Figur 14: Plassering av masten 18. Det bør vurderes handtering av vann fra elva ved utgraving som er større enn 1,8 m under eksisterende terreng.

4.2.17 Utgravinger for Mast 19

I dette området er det ca. 0,7 m med torv over gode masser på øverst nivå av eksisterende terrengoverflate. Det ser ut til at den nye masten er plassert i elva. Det vil være vanskelig å bruke utgravinger uten støttekonstruksjon (eks. spunt) grunnet elva vil flomme byggegropen ved utgraving. Vi anbefaler spunting for utgraving eller masten fundamenteres på peler. Dette må prosjekteres. Dersom det skal brukes utgraving anbefale vi at minste utgravingsdybde skal være 1,5 m og utgravingshelning på venstre side skal ikke være brattere enn 1,2 i henhold til tegn. T17. Det vil være behov for å handtere vannet som flommer inn i byggegrop.



Figur 15: Plassering av eksisterende mast 19. Den nye masten er plassert i elva. Det anbefales spunting for utgraving eller masten fundamenteres på peler.

4.2.18 Utgravinger for Mast 20

I dette området er det ca. 0,7 m med torv over løst lagrede masser på øverst nivå av eksisterende terrengoverflate. Vi anbefaler at minste utgravingsdybde skal være 1,5 m og utgravingshelning skal ikke være brattere enn 1:1,5 i henhold til tegn. T18. Dersom det er behov for utgravingsdybde større enn 3,5 m skal utgravingshelning ikke være brattere enn 1:2. Dersom utgraving går under elveløpet må det vurderes tiltak for å håndtere vann som renner inn byggegrop fra elva.

4.3 Vurdering av utgravinger for master Gamle Gomsrudvei til Labru etter stabilitetsvurderinger

4.3.1 Utgravinger for Mast 1 Eksisterende

I dette området er det gode masser på øverst nivå av eksisterende terrengoverflate. Vi anbefaler at minste utgravingsdybde skal være 1,5 m og utgravingshelning skal ikke være brattere enn 1:1,5 i henhold til tegn. T30. Dersom det er behov for dypere byggegrop skal utgravingshelning ikke være brattere enn 1:2.

4.3.2 Utgravinger for Mast 5

Denne masten er plassert i midten av en høy skråning. Selv om det er gode masser i denne skråningen, vil utgraving med skråning på 1:1,5 med 1,5 og 3,5 m gi en skråningshøyde på ca. 18 og 21 m (tegn. T31).

Vi anbefaler at dersom det må utgraves for å bygge fundament i dette området må det brukes spunt eller støttekonstruksjon. I tillegg kan det vurderes å bruke pelefundamentering for denne masten. Pelefundamentering og spunting kan være en løsning som unngår graving i skråning, men kan gi utfordringer med anleggsareal. Spunten eller pelefundamentering må prosjekteres.

4.3.3 Utgravinger for Mast 6

Denne masten er plassert i midten av en høy skråning. Selv om det er gode masser i denne skråningen vil utgraving med skråning på 1:1,5 med 1,5 og 3,5 m ned hvor masten er plassert gir utgravingsråning dybde på ca. 29 og 32 m hhv. i henhold til tegn. T32.

Vi anbefaler at dersom det må utgraves for å bygge fundament i dette området må det brukes spunt eller støttekonstruksjon. I tillegg kan det vurderes å bruke pelefundamentering for denne masten. Pelefundamentering og spunting kan være en løsning som unngår graving i skråning, men kan gi utfordringer med anleggsareal. Spunten eller pelefundamentering må prosjekteres.

4.3.4 Utgravinger for Mast 7

I dette området er det ca. 0,5 m av torv over gode masser på øverst nivå av eksisterende terrengoverflate. Vi anbefaler at minste utgravingsdybde skal være 1,5 m og utgravingshelning skal ikke være brattere enn 1:1,5 i henhold til tegn. T33. Dersom det er behov for utgravingsdybde større enn 3,5 m skal utgravingshelning ikke være brattere enn 1:2.

4.3.5 Utgravinger for Mast 8, 9

I dette området er gode masser på øverst nivå av eksisterende terrengoverflate. Vi anbefaler at minste utgravingsdybde skal være 1,5 m og utgravingshelning skal ikke være brattere enn 1:1,5 i henhold til tegn. T34. Det bemerkes at det kan være grunt til berg eller berg i det området. Det må regnes med sprengning før fundamentering. Dersom det er behov for utgravingsdybde større enn 3,5 m skal utgravingshelning ikke være brattere enn 1:2.

4.3.6 Utgravinger for Mast 10, 11

I dette området er det gode masser på øverst nivå av eksisterende terrengoverflate. Vi anbefaler at minste utgravingsdybde skal være 1,5 m og utgravingshelning skal ikke være brattere enn 1:1,5 i henhold til tegn. T35. Dersom det er behov for utgravingsdybde større enn 3,5 m skal utgravingshelning ikke være brattere enn 1:2.

4.3.7 Utgravinger for Mast 12, 13

I dette området er det gode masser på øverst nivå av eksisterende terrengoverflate. Vi anbefaler at minste utgravingsdybde skal være 1,5 m og utgravingshelning skal ikke være brattere enn

1:1,5 i henhold til tegn. T36. Dersom det er behov for utgravingsdybde større enn 3,5 m skal utgravingshelning ikke være brattere enn 1:2.

4.3.8 Utgravinger for Mast 14

I dette området er det gode masser på øverst nivå av eksisterende terrengoverflate. Vi anbefaler at minste utgravingsdybde skal være 1,5 m og utgravingshelning skal ikke være brattere enn 1:1,5 i henhold til tegn. T37. Dersom det er behov for utgravingsdybde større enn 3,5 m skal utgravingshelning ikke være brattere enn 1:2.

4.3.9 Utgravinger for Mast 15,16

I dette området er det gode masser på øverst nivå av eksisterende terrengoverflate. Vi anbefaler at minste utgravingsdybde skal være 1,5 m og utgravingshelning skal ikke være brattere enn 1:1,5 i henhold til tegn. T38. Dersom det er behov for utgravingsdybde større enn 3,5 m skal utgravingshelning ikke være brattere enn 1:2.

4.3.10 Utgravinger for Mast 17

I dette området er det ca. 0,5 m med torv over løst lagrede masser på øverst nivå av eksisterende terrengoverflate. Vi anbefaler at minste utgravingsdybde skal være 1,5 m og utgravingshelning skal ikke være brattere enn 1:1,5 i henhold til tegn. T39. Dersom det er behov for utgravingsdybde større enn 3,5 m skal utgravingshelning ikke være brattere enn 1:2.

4.3.11 Utgravinger for Mast 18

I dette området er det gode masser på øverst nivå av eksisterende terrengoverflate. Vi anbefaler at minste utgravingsdybde skal være 1,5 m og utgravingshelning skal ikke være brattere enn 1:1,5 i henhold til tegn. T40. Dersom det er behov for utgravingsdybde større enn 3,5 m skal utgravingshelning ikke være brattere enn 1:2.

4.3.12 Utgravinger for Master 19,20,22

I dette området er det grunt til berg eller berg i dagen. Det kan bli behov for rensning og sprengning. Dersom det er stor mektighet av grove løsmasser skal utgravingshelning ikke være brattere enn 1,5.

5. Konklusjon

Alle torvmasser/ løst lagrede masser må fjernes til fast grunn før fundamenter plasseres.

Bruddkpasitet ved 1,5 m under eksisterende terreng ligger mellom 270 og 580 kPa. Avhengig av belastning fra mastene kan de fleste master fundamenteres 1,5 m under eksisterende terreng etter masseutskifting av løsere topplag.

Fundamenter burde støpes så snart som mulig etter utgravinger. I tillegg kan det regnes behov for sprengning i noen områder hvor fundamenter er plassert. Det anbefales at arbeider i utgravde groper unngås i perioder med store nedbørmengder. Det anbefales at utgravd skråninger restaureres som før gravinger.

For å estimere grunnvannstand ved de ulike mastpunktene er det brukt tidligere målinger av grunnvannstand i området, observasjoner gjort på befaring samt en geologisk tolkning av terrenget. På bakgrunn av dette er det vurdert at grunnvannstanden ligger relativt tett på terrengoverflaten (< 5 meter) ved de fleste mastpunktene.

I områder hvor utgravinger går under elvenivå, særlig mast 18 og 19 mellom Stengelsrud – Glabakk, må det vurderes tiltak for å håndtere vann som renner inn i byggegrop fra elva. Dersom utgravingsdybde er større enn det som er beskrevet i denne rapporten må det vurderes spunting for utgraving eller pelefundamentering. Spunting eller pelefundamentering må prosjektere.

Vi anbefaler spunting for utgraving for master 5 og 6 mellom Gamle Gomsrudvei til Labru grunnet høy utgravingsråningshøyde. I tillegg kan pelefundamentering for disse mastene vurderes.

Prosjektering som dokumenterer tilstrekkelig bæreevne, sikkerhet mot setninger og lokalstabilitet på fundamenter inngår ikke i dette oppdraget.

Ved utførelse av arbeidet må en ta hensyn til fare for utglidninger og ras. Det er derfor et krav at eventuelle prosedyrer for dette følges i detalj. Dette er særlig viktig i de områdene hvor det er påvist torv. I byggefasen skal entreprenøren, for de kritiske arbeidsoperasjonene, dvs. masseutskifting og utgraving av eventuelle løsmasser, lage risikovurdering (sikker jobbanalyse). Alle arbeider med utgravinger og grøftarbeider bør utføres iht. veileder for grøftarbeid fra RVO (13). Det er knyttet risiko til utglidninger i bratte graveskråninger, og innsynkning i områdene med torv.

6. Referanser

1. Norsk Elektroteknisk Komité: Luftledninger over 1, NEK 445:2016: NEK EN 50341-1:2012
2. Statens Vegvesen (SVV), 2022: *Håndbok V220, Geoteknikk i vegbygging*. Vegdirektoratet, juli 2022.
3. Sunnfjord Geo Center (SGC), 2023: 2022-06-213A-01r *Datarapport for grunnundersøkelser i Kongsberg i Kongsberg kommune*.
4. Sunnfjord Geo Center (SGC), 2023: 2022-06-213B-01r *Vurdering av områdestabilitet for nye strømmaster i Kongsberg i Kongsberg kommune*.
5. Norconsult AS, 2021: *Datarapport for Geotekniske grunnundersøkelser: G/S-bru over Lågen, nord i Kongsberg kommune*.
6. Statens Vegvesen (SVV), 1980: *Urapporterte grunnboringer Rv.8 HP:05 Kongsberg-Stengelsrud i Kongsberg kommune*.
7. Rambøll, 2018 *GS Bru Lågen Nord, 1350025315-G-RAP-001 i Kongsberg kommune*.
8. Norges Geologiske Undersøkelse (NGU), 2019. *Kongsberg – Kartlegging og overvåking av typelokaliteter for grunnvann med antropogen belastning*. Rapport nr.: 2019.016 prosjektnr.: 366500.
9. Statens Vegvesen, 2012. *Geoteknikk, E134 Damåsen-Saggrenda, Hovedlinje Sellikdalen*. Rapportnr. FD531A-16, prosjektnr. 2012061319-02.
10. Statens Vegvesen, 2017. *Geoteknikk, E134 Bergmannsgata, Kongsberg*. Rapportnr. Fd875A nr.1, prosjektnr. 205418.
11. Sunnfjord Geo Center (SGC), 2022: 2022-06-213D-01r *Flomfarevurdering for Numedalslågen i forbindelse med nye luftledninger i Kongsberg, Viken fylkeskommune*
12. Norsk Geoteknisk Forening (NGF), 2018: *veiledning for utførelse av totalsondering, melding nr. 9, rev. 1*.



BILAG 1: Tegningsforklaring

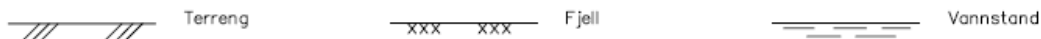
Symbol	Metode	Anmerkning	Symbol	Metode	Anmerkning
●	2401 Dreiesondering	Sondering m. registrering av motstand.	■	2410 Setningsmåling	Nivellementspunkt.
⊙	2402 Prøveserie	Prøvene tatt med boringsredskap (skovbor, prøvetager, diamantkjernebor m.m.)	⊖	2411 S.P.T.	Standard Penetration Test
□	2403 Prøvegrop	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 Vinge-boring	Måling av uorrørt og orrørt 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 normert. Q_0 registreres.	⊕	2418 Totalsondering	Kombinasjonsboring gjennom løsmasser og fjell.

NIVÅER OG DYBDER (i meter)

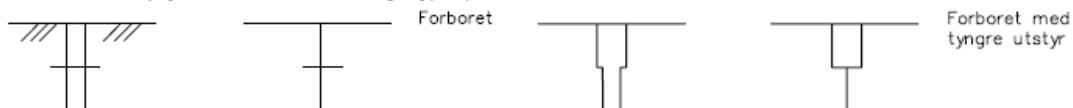
$$\begin{matrix} \star & \frac{12,8}{-5,7} & 18,5+3,0 \end{matrix}$$

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.

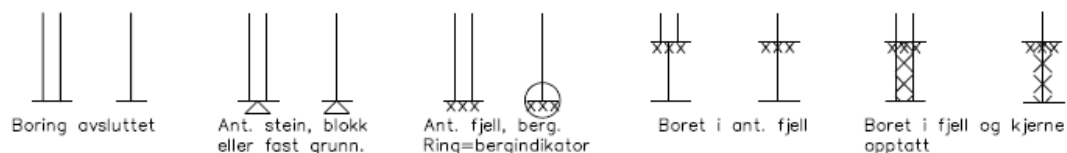
OPPTEGNING I PROFIL Generelt



FORBORING (Gjelder alle sonderingstyper)

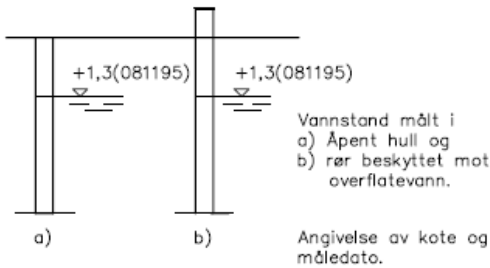


AVSLUTNING AV BORING (Gjelder alle sonderingstyper)

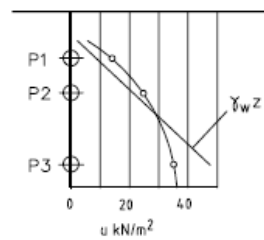




GRUNNVANNSTAND



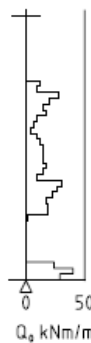
PORETRYKK



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 Q_0 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

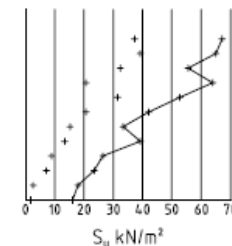
ENKEL SONDERING



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

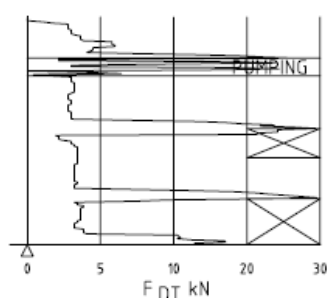
Ved enkel sondering
med slagbormaskin og
sondering med fjellrigg
kan synk vises som
sek/m.

+ 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 område og uom-
rørte skjærstyrke.

DREIETRYKKSUNDERING

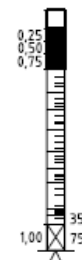


Vanlig boring med 25 omdr./min.
Pumping

Økt rotasjon

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

DREIESONDERING

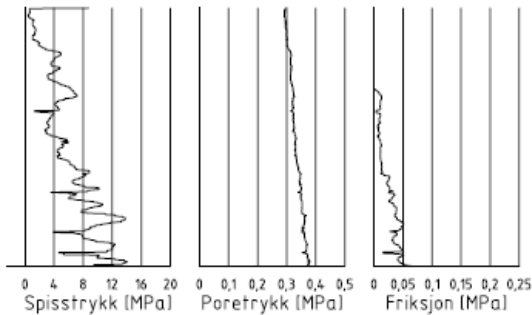


Forboringdybde markeres og
diameter angis i mm. Vertikal-
lasten i kN angis på borhullets
v. side. Endring i belastning
vises ved tverrstrek. Synk uten
dreining markeres med skygge-
legging eller raster.

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 ned-
drivingsmåte vises m. hel tverrstre.

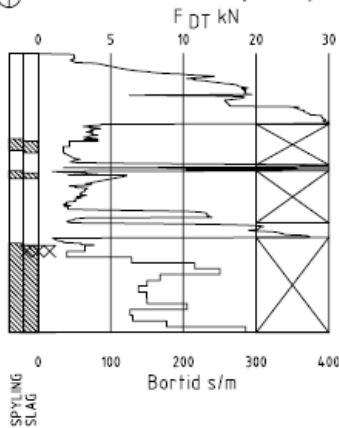


▽ CPT / TRYKKSONDERING



Trykksøndering med poretrykksmåling og friksjonsmåling. Borhullet 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.

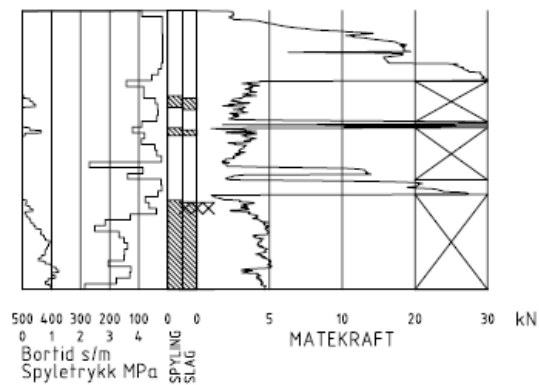
⊕ TOTALSONDERING (alt. 1)



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

Målt nedpressingskraft vises som funksjon av dybden der hvor boringen er utført med prosedyre som for dreiestrykksøndering. 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 søndering 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 Sønderingsmotstand 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 Tørrskorpe
- 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 Splying begynner
- 73 Splying slutter
- 74 Slag starter
- 75 Slag slutter
- 76 Slag og splying starter samt.

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

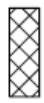
STOPPKODER

- 90 Søndering 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



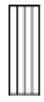
Stein og blokk



Grus



Sand



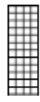
Silt



Leire



Skjell



Fyllmasse



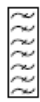
Trerester
Sagflis



Matjord



Torv
Planterester



Gytje, dy
(vannavsatt)

Anmerkning

T = tørrskorpe
Leire: 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.
Tyngdetetthet / densitet Tyngdetetthet Densitet Tørr densitet Korndensitet	γ ρ ρ _d ρ _s		Tyngdetetthet 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} vP		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.

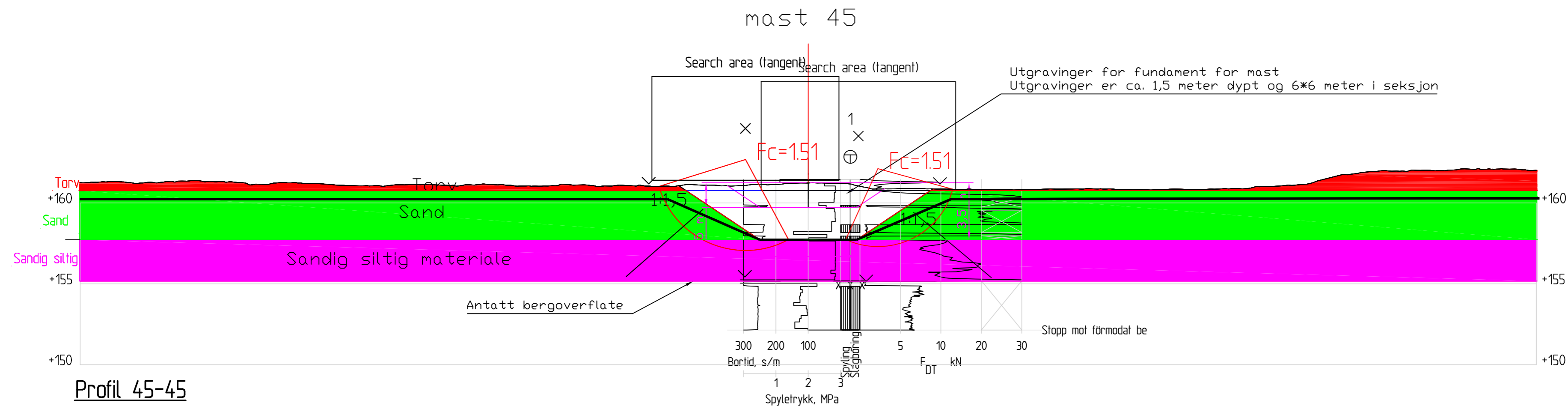


Senterposisjon: 199736.58, 6625619.68
Koordinatsystem: EPSG:25833
Utskriftsdato: 10.05.2023



BILAG 3

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Torv	12.00	2.00			15.0	100	100	100
Sand	18.00	8.00	36.0	3.6				
Sandig siltig	18.00	8.00	34.0	3.4				



Profil 45-45

1 : 200

c:\users\andrewsomari\onedrive - sunnfjord geo center as\dokumenter\geosuite\kongsberg gp\05 geosuite\stabgraf.rvt\profil 45-45.dwg

Fc=1,51
afi-Glideflate mot høyre

Fc=1,51
afi-Glideflate mot venstre

Utgravinger

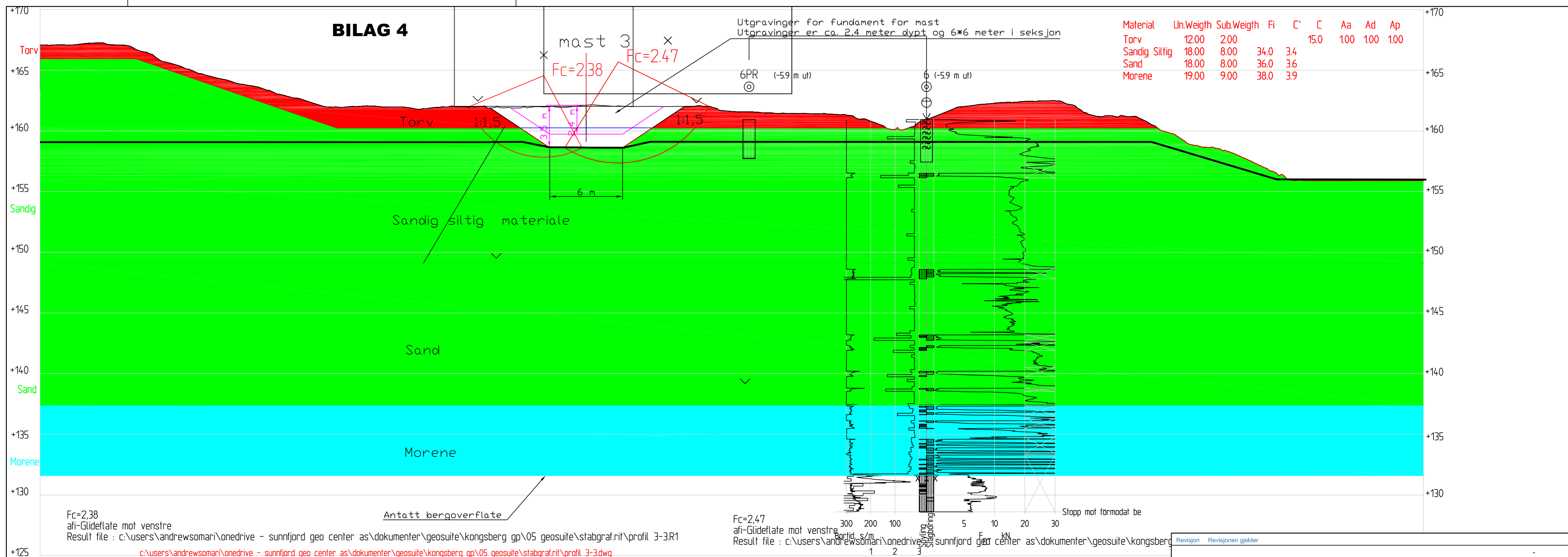
Lagdelling av løsmasser

Bergoverflate

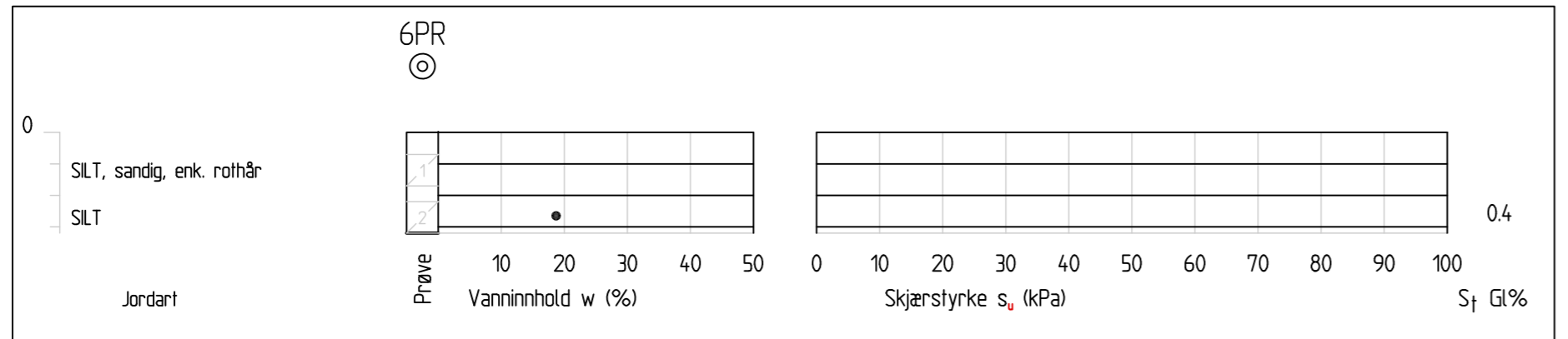
Senter punkt for mast

Revisjon		Revisjonen gjelder	
Sunnfjord Geo Center		Dato	28.04.2023
GP luftledning Kongsberg, Kongsberg kommune		Oppdragsgiver	Jøsok AS
Terrengprofil 45-45		Prosjektnummer	2022-06-213C
Utgravinger for mastefundamenter 43,44,45,46		Målestokk (format)	1:200 (A0)
Byggesak		Koordinatsystem	EUREF89 UTM32/ NN2000
Tegnet av	Kontrollert av	Godkjent av	Tegningsnummer / revisjonsbokstav
Andrews	Reza	-	T01

BILAG 4



Profil 3-3
1 : 200



Revisjon		Revisjonen gjelder	
Dato	28.04.2023	Oppdragsgiver	Josok AS
Prosjektnummer	2022-06-213C	Målestokk (format)	1:200 (A0)
Koordnatsystem		EUREF89 UTM32/ NN2000	
Tegnet av	Kontrollert av	Godkjent av	
Andrews	Reza	-	
Tegningsnummer / revisjonsbokstav			

Sunnfjord Geo Center

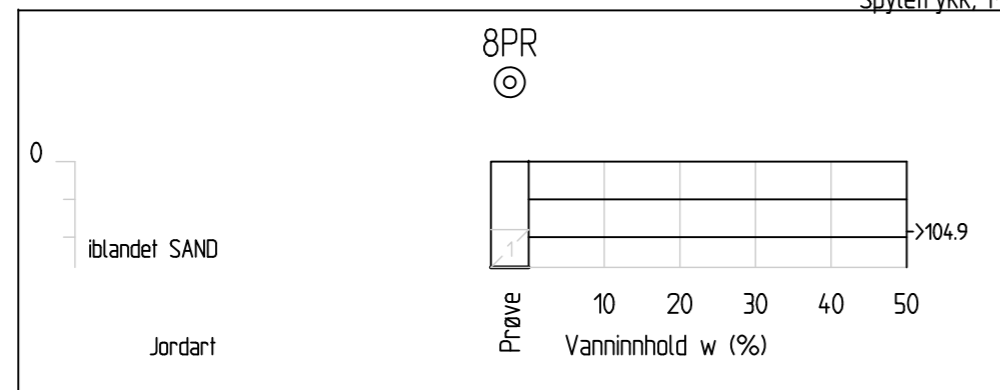
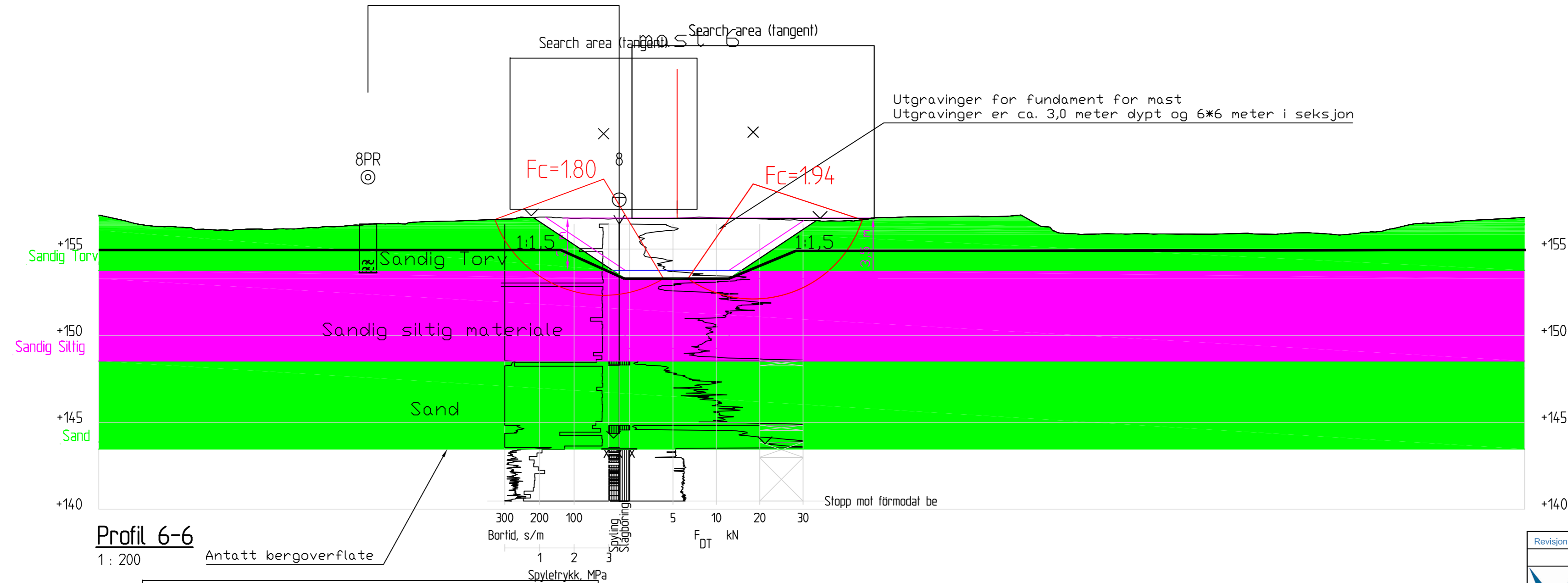
GP luftledning Kongsberg, Kongsberg kommune

Terrengprofil 3-3

Utgravinger for mastefundamenter 43,44,45,46

Byggesak

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Sandig Torv	15.00	5.00			15.0	1.00	1.00	1.00
Sandig Siltig	18.00	8.00	34.0	3.4				
Sand	18.00	8.00	36.0	3.6				



Fc=1,80
afi-Glideflate mot høyre
Result file : c:\users\andrewsomari\onedrive - sunnfjord geo center as\dokumenter\geosuite\kongsberg gp\05 geosuite\stabgraf.rit\profil

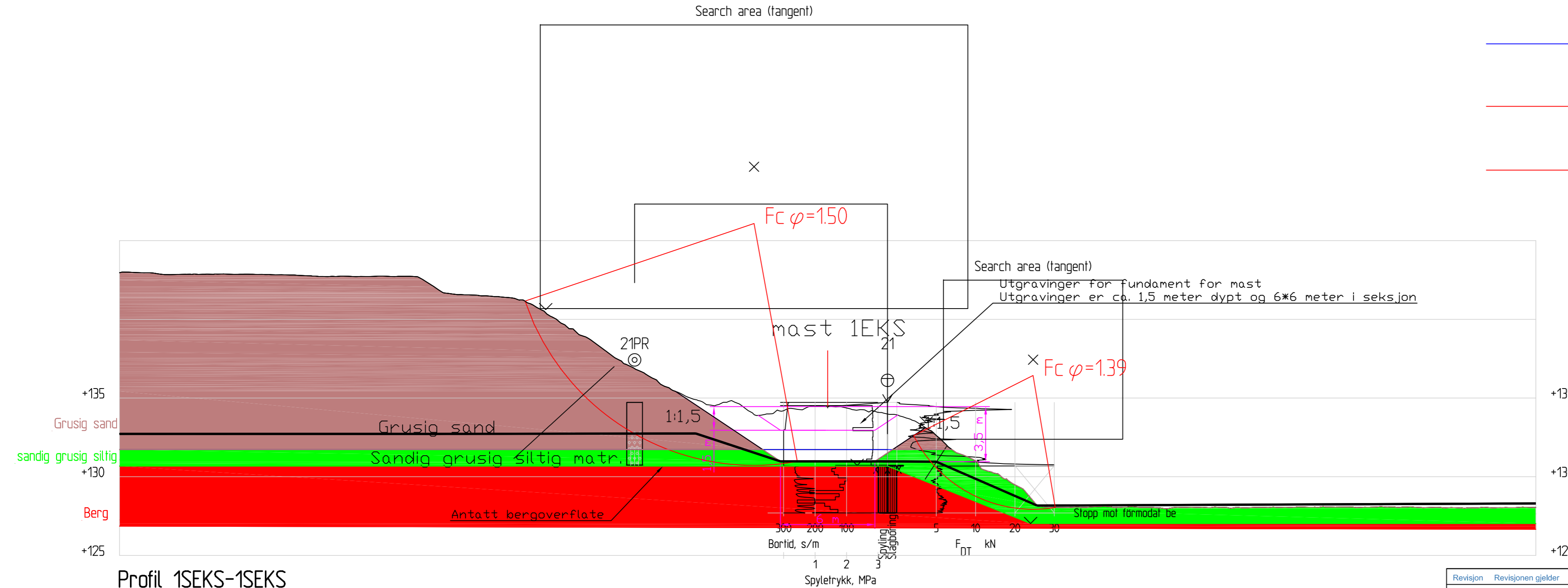
Fc=1,94
afi-Glideflate mot venstre
Result file : c:\users\andrewsomari\onedrive - sunnfjord geo center as\dokumenter\geosuite\kongsberg gp\05 geosuite\stabgraf.rit\profil

Revisjon		Revisjonen gjelder	
Sunnfjord Geo Center		Dato	28.04.2023
GP luftledninger Kongsberg, Kongsberg kommune		Oppdragsgiver	Jøsok AS
Terrengprofil 6-6		Prosjektnummer	2022-06-213C
Utgravinger for mastfundamenter 6		Målestokk (format)	1:200 (A0)
Byggesak		Koordinatsystem	EUREF89 UTM32/ NN2000
Tegnet av	Kontrollert av	Godkjent av	Tegningsnummer /
Andrews	Reza	-	revisjonsbokstav

BILAG 7

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Grusig sand	19.00	9.00	37.0	38				
sandig grusig	18.00	8.00	35.0	35				
Berg	28.00	26.00	45.0	500.0				

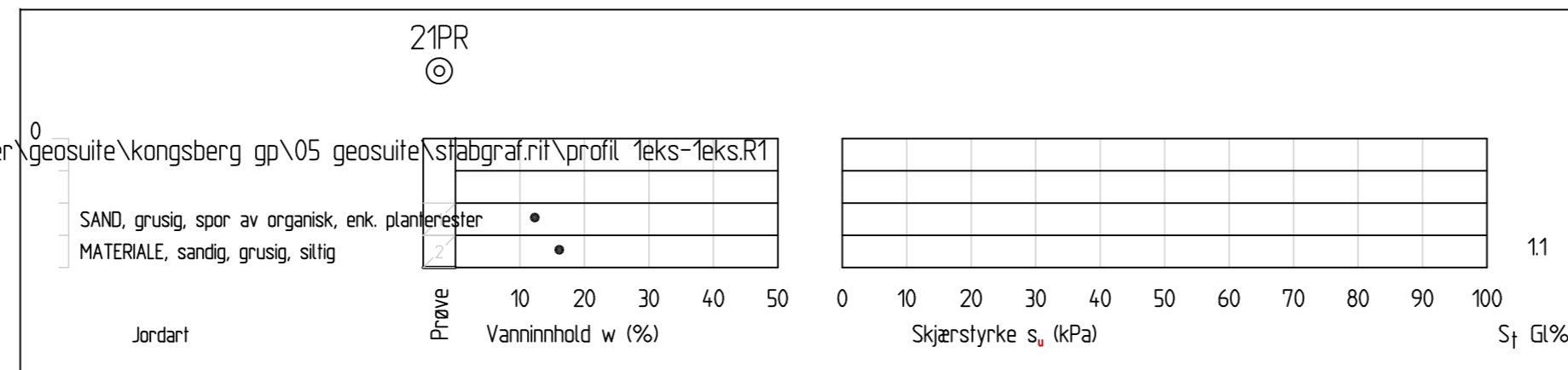
- Utgravinger
- Lagdeling av løsmasser
- Bergoverflate
- Senter punkt for mast



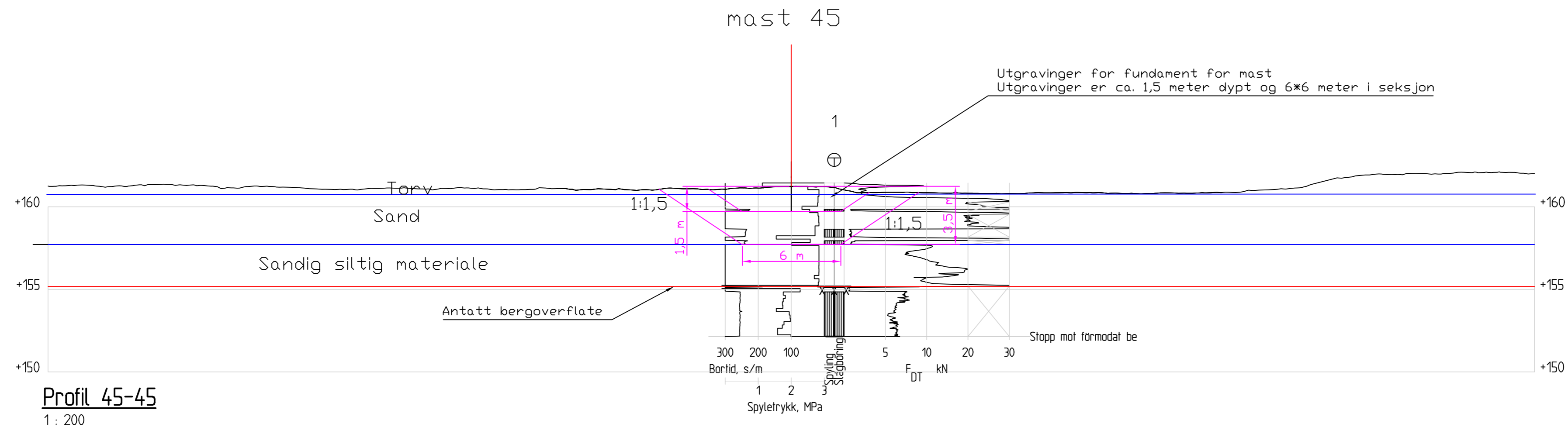
Profil 1SEKS-1SEKS

1 : 200

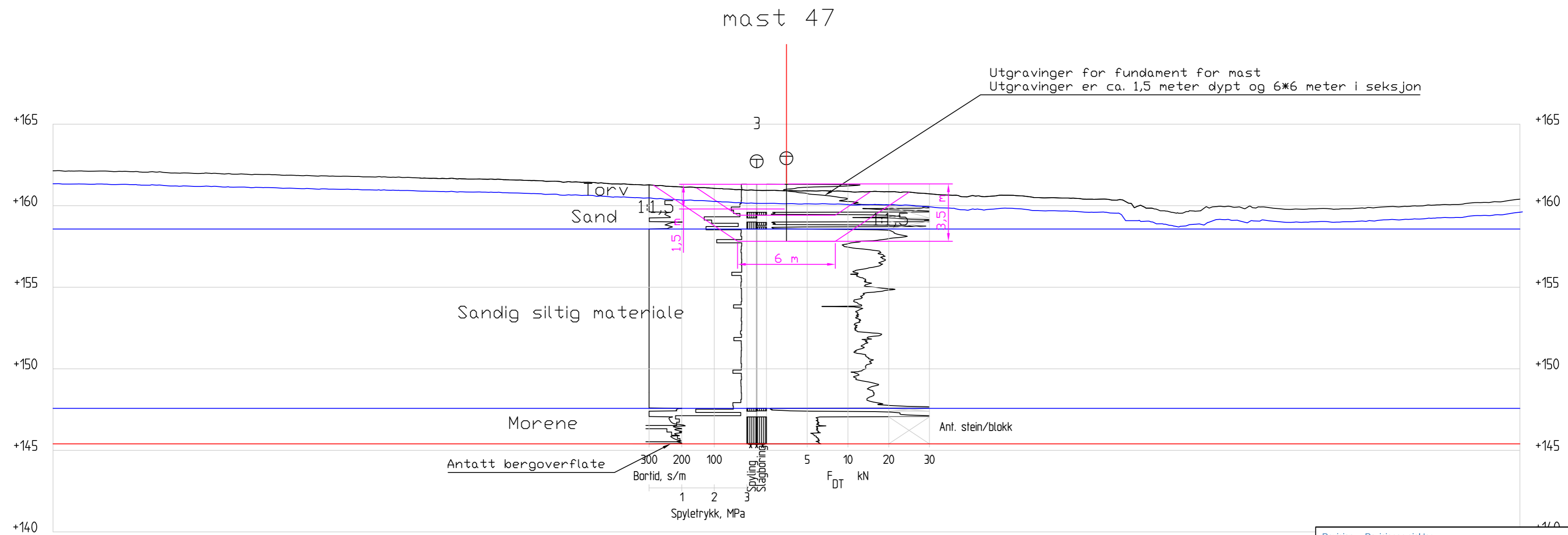
F_{cfi}=1,50
afi-Glideflate mot høyre
Result file : c:\users\andrewsomari\onedrive - sunnfjord geo center as\dokumenter\geosuite\kongsberg gp\05 geosuite\stabgraf.rif\profil 1eks-1eks.R1



Revisjon		Revisjonen gjelder	
Sunnfjord Geo Center		Dato	30.04.2023
GP Luftledning Kongsberg, Kongsberg kommune		Oppdragsgiver	Jøsok AS
Terrengprofil 1EKS-1EKS		Prosjektnummer	2022-06-213C
Utgravinger for mastefundamenter 1EKS		Målestokk (format)	1:200 (A2)
Byggesak		Koordinatsystem	EUREF89 UTM32/ NN2000
Tegnet av	Kontrollert av	Godkjent av	Tegningsnummer / revisjonsbokstav
Andrews	Reza	-	T30

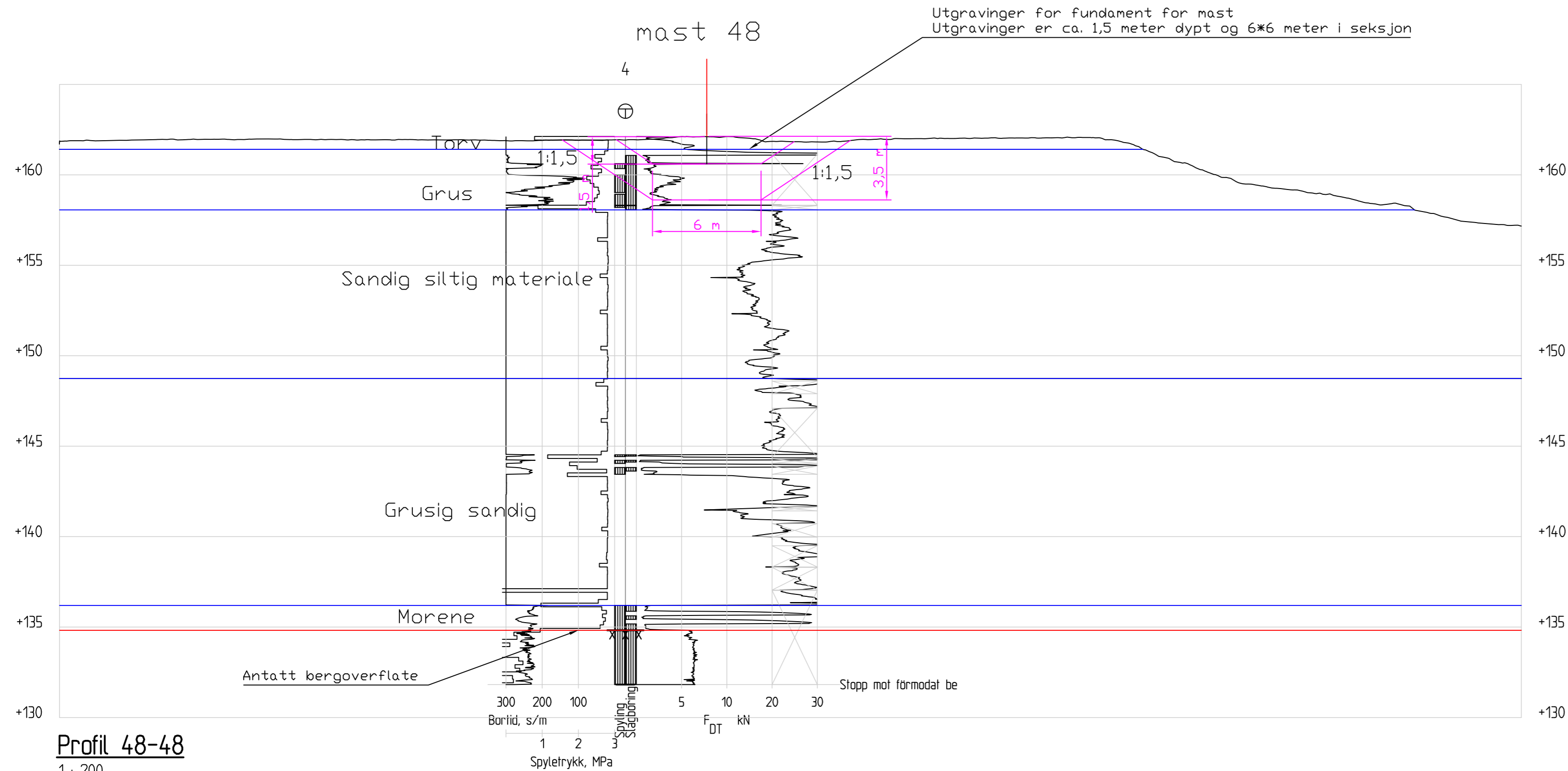


Revisjon		Revisjonen gjelder	
		Dato	28.04.2023
		Oppdragsgiver	Jøsok AS
GP Luftledninger Kongsberg, Kongsberg kommune		Prosjektnummer	2022-06-213C
Terrengprofil 45-45			
Utgravinger for mastefundamenter 43,44,45,46		Målestokk (format)	1:200 (A0)
Byggesak		Koordinatsystem	EUREF89 UTM32/ NN2000
Tegnet av	Kontrollert av	Godkjent av	Tegningsnummer / revisjonsbokstav
Andrews	Reza	-	T01




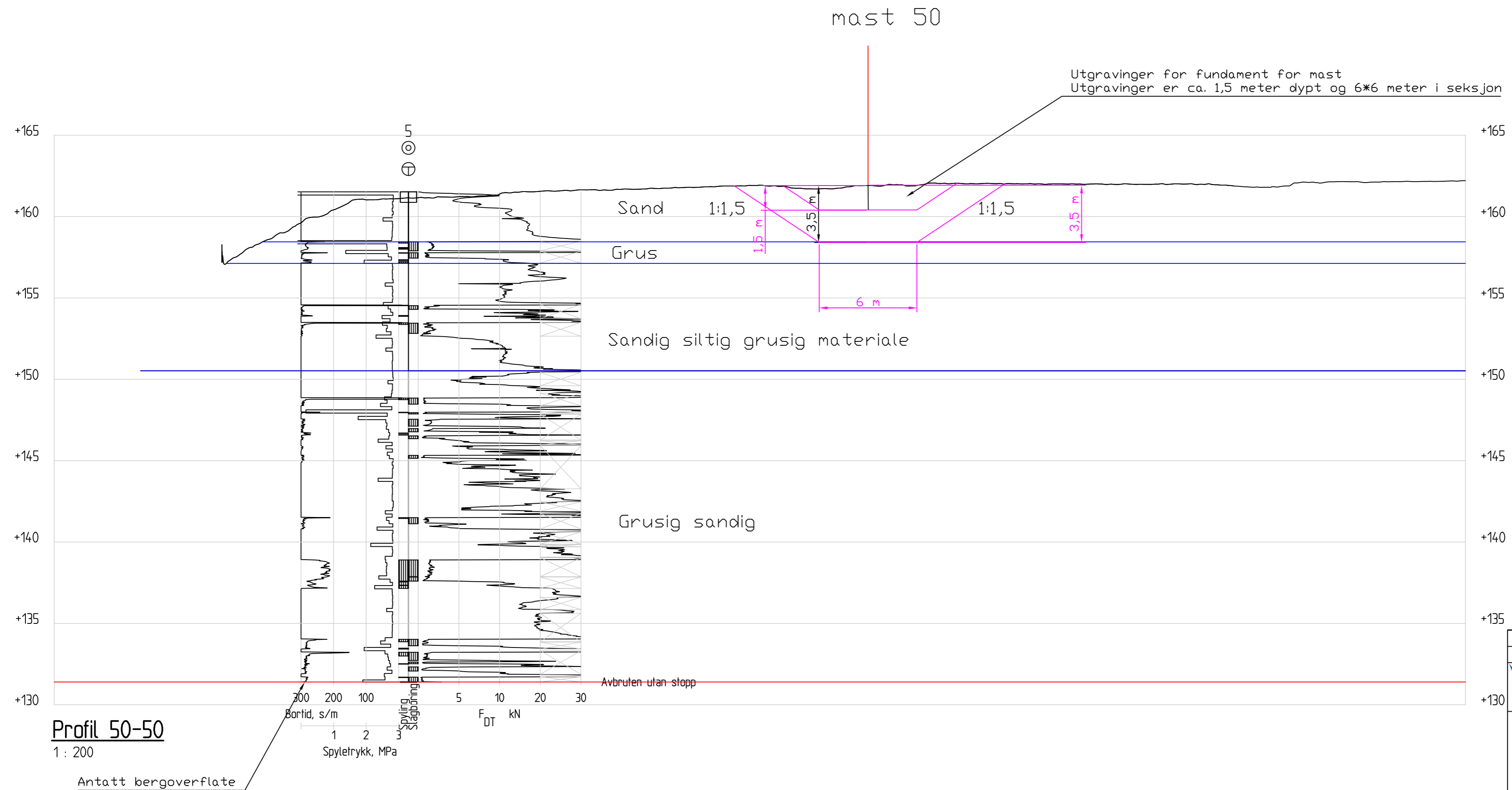
Profil 47-47
1 : 200

Revisjon		Revisjonen gjelder	
		Dato	28.04.2023
		Oppdragsgiver	Jøsok AS
GP Luftledninger Kongsberg, Kongsberg kommune		Prosjektnummer	2022-06-213C
Terrengprofil 47-47			
Utgravinger for mastefundamenter 47		Målestokk (format)	1:200 (A0)
Byggesak		Koordinatsystem	EUREF89 UTM32/ NN2000
Tegnet av	Kontrollert av	Godkjent av	
Andrews	Reza	-	
		Tegningsnummer / revisjonsbokstav	T02

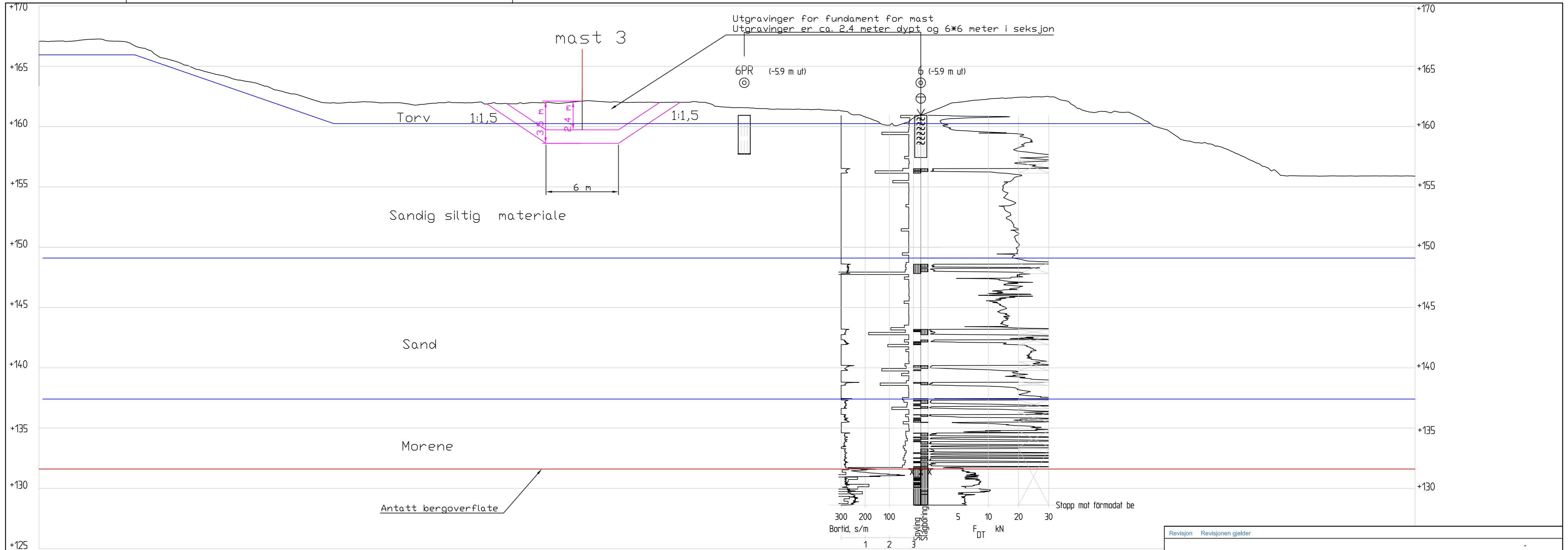


Profil 48-48
1 : 200

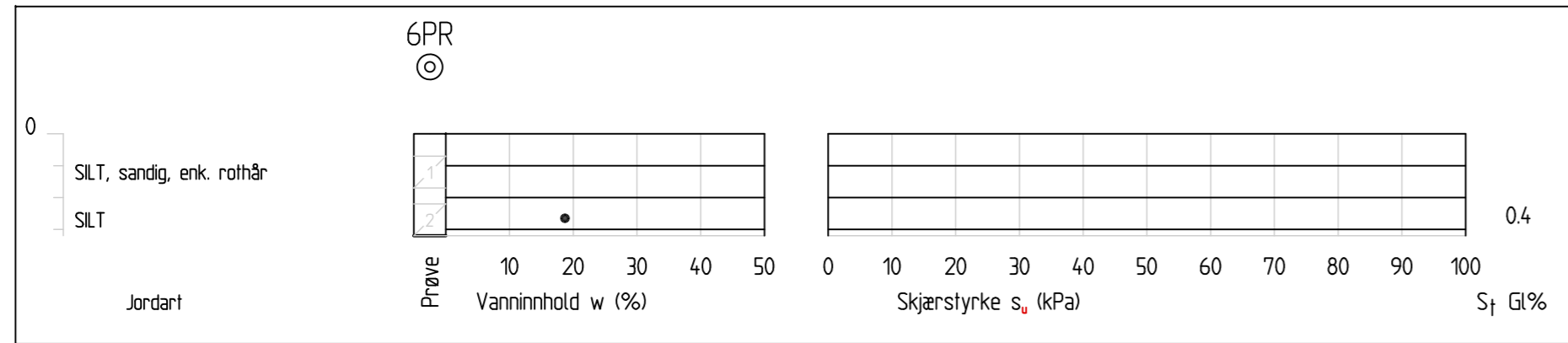
Revisjon Revisjonen gjelder			
 Sunnfjord Geo Center		Dato	28.04.2023
		Oppdragsgiver	Jøsok AS
GP Luftledninger Kongsberg, Kongsberg kommune		Prosjektnummer	2022-06-213C
Terrengprofil 48-48 Utgravinger for mastefundamenter Byggesak		Målestokk (format)	1:200 (A0)
		Koordinatsystem	EUREF89 UTM32/ NN2000
Tegnet av	Kontrollert av	Godkjent av	
Andrews	Reza	-	
		Tegningsnummer / revisjonsbokstav	T03



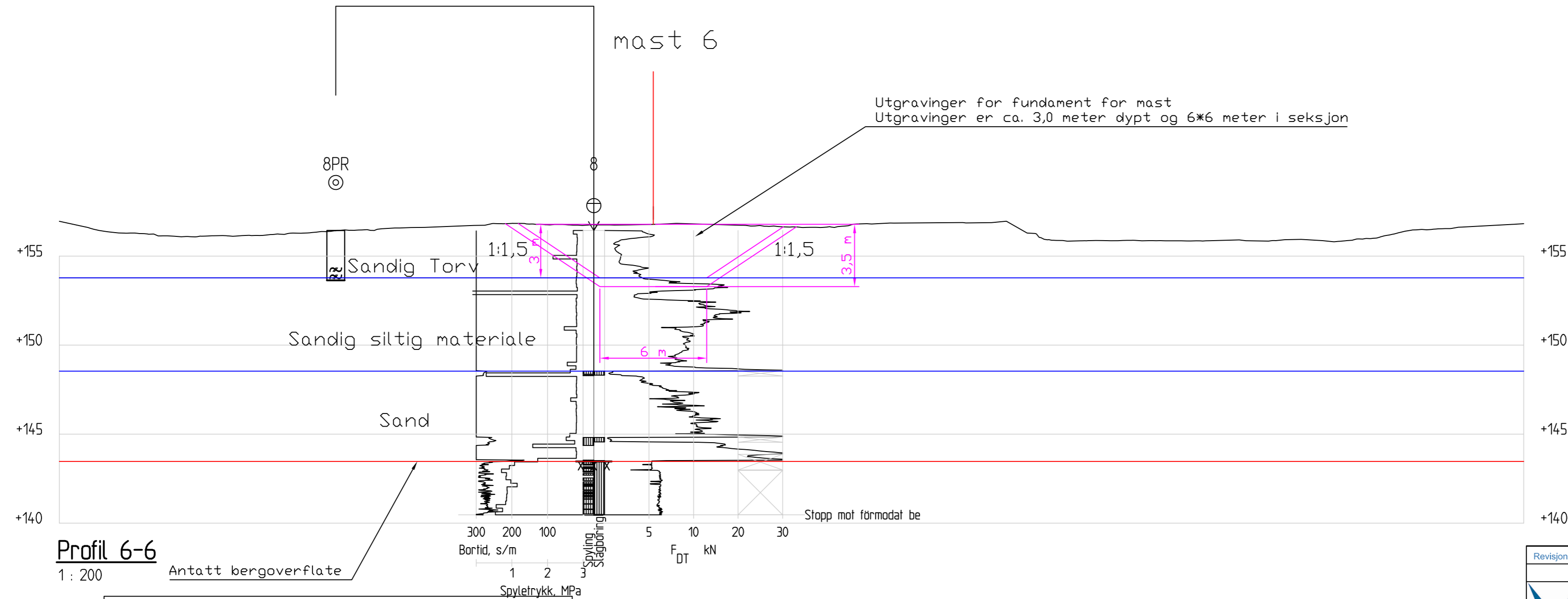
Revisjon Revisjonen gjelder			
Sunnfjord Geo Center		Dato	28.04.2023
		Oppdragsgiver	Jøsok AS
GP Luftledninger Kongsberg, Kongsberg kommune		Prosjektnummer	2022-06-213C
Terrengprofil 50-50 Utgravinger for mastefundamenter 49,50,1 og Stativ Byggesak		Målestokk (format)	1:200 (A0)
		Koordinatsystem	EUREF89 UTM32/ NN2000
Tegnet av	Kontrollert av	Godkjent av	Tegningsnummer / revisjonsbokstav
Andrews	Reza	-	T04



Profil 3-3
1 : 200



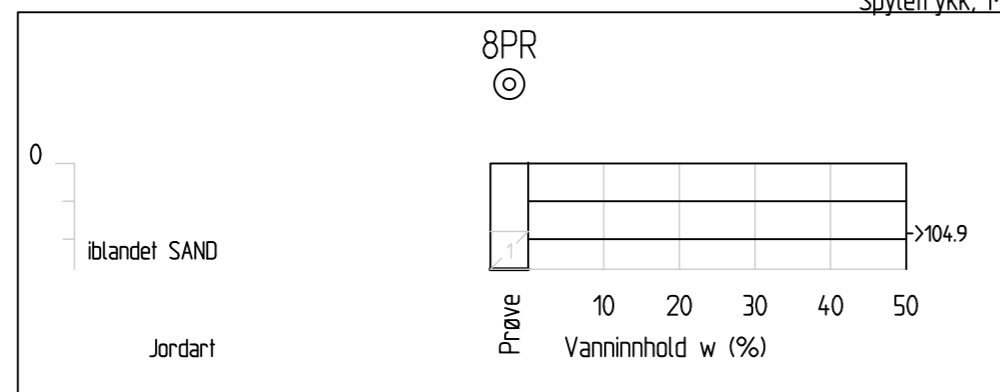
Revisjon		Revisjonen gjelder	
Sunnfjord Geo Center		Dato	28.04.2023
GP luftledninger Kongsberg, Kongsberg kommune		Oppdragsgiver	Jøsok AS
Terrengprofil 3-3		Prosjektnummer	2022-06-213C
Utgravinger for mastefundamenter 2,3,4		Målestokk (format)	1:200 (A0)
Byggesak		Koordinatsystem	EUREF89 UTM32/ NN2000
Tegnet av	Kontrollert av	Godkjent av	Tegningsnummer / revisjonsbokstav
Andrews	Reza	-	T05



Profil 6-6

1: 200

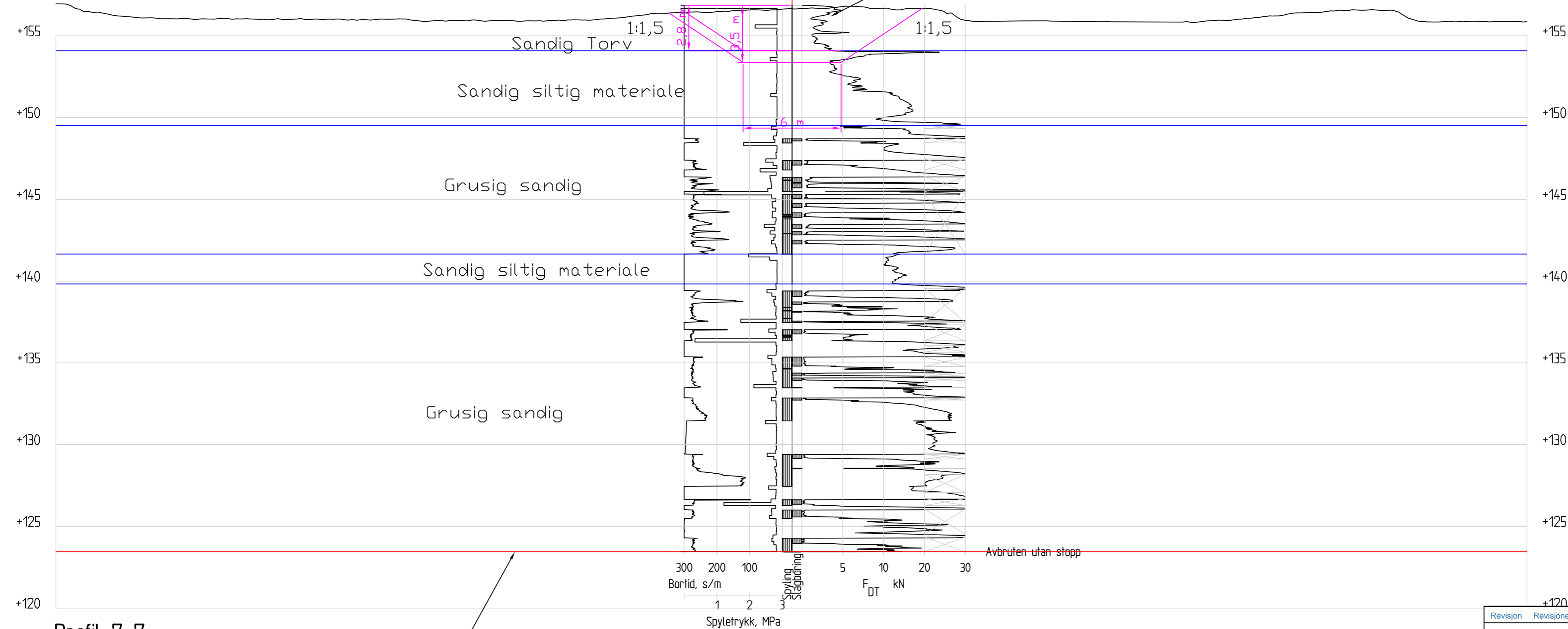
Antatt bergoverflate



Revisjon Revisjonen gjelder		-	
		Dato	28.04.2023
		Oppdragsgiver	Jøsok AS
GP Luftledninger Kongsberg, Kongsberg kommune		Prosjektnummer	2022-06-213C
Terrengprofil 6-6 Utgravinger for mastefundamenter 5,6 Byggesak		Målestokk (format)	1:200 (A0)
		Koordinatsystem	EUREF89 UTM32/ NN2000
Tegnet av	Kontrollert av	Godkjent av	
Andrews	Reza	-	
Tegningsnummer / revisjonsbokstav		T06	


mast 7

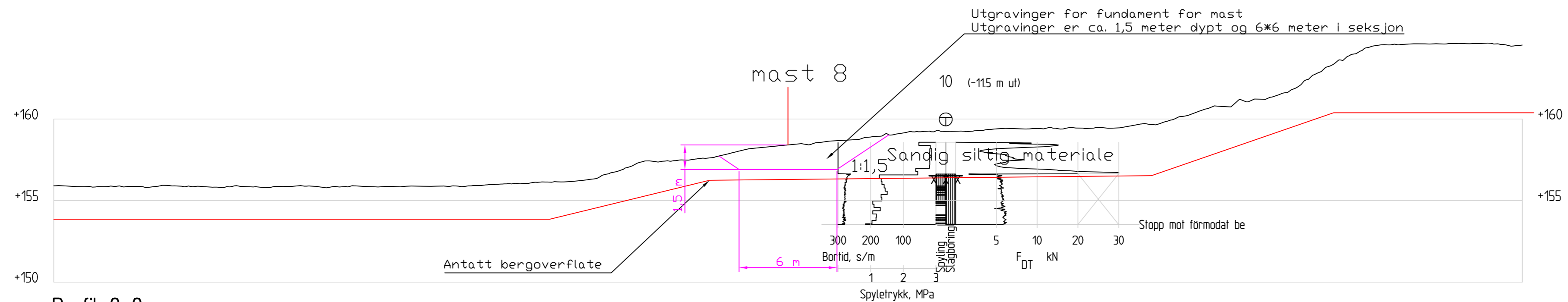
Utgravinger for fundament for mast
Utgravinger er ca. 2,8 meter dypt og 6*6 meter i seksjon



Profil 7-7
1 : 200


Antatt bergoverflate

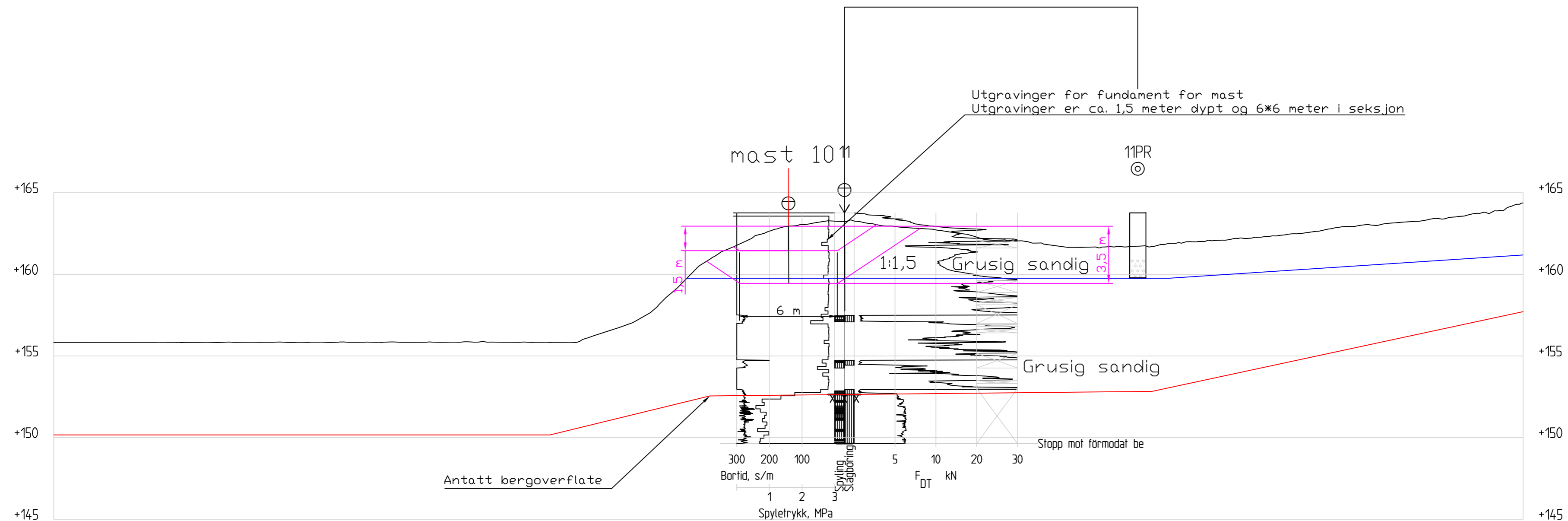
Revisjon		Revisjonen gjelder	
 Sunnfjord Geo Center		Dato	28.04.2023
		Oppdragsgiver	Jøsok AS
GP Luftledninger Kongsberg, Kongsberg kommune		Prosjektnummer	2022-06-213C
Terrengprofil 7-7 Utgravinger for mastefundamenter 7 Byggesak		Målestokk (format)	1:200 (A0)
		Koordinatsystem	EUREF89 UTM32/ NN2000
Tegnet av	Kontrollert av	Godkjent av	
Andrews	Reza	-	
		Tegningsnummer / revisjonsbokstav	T07



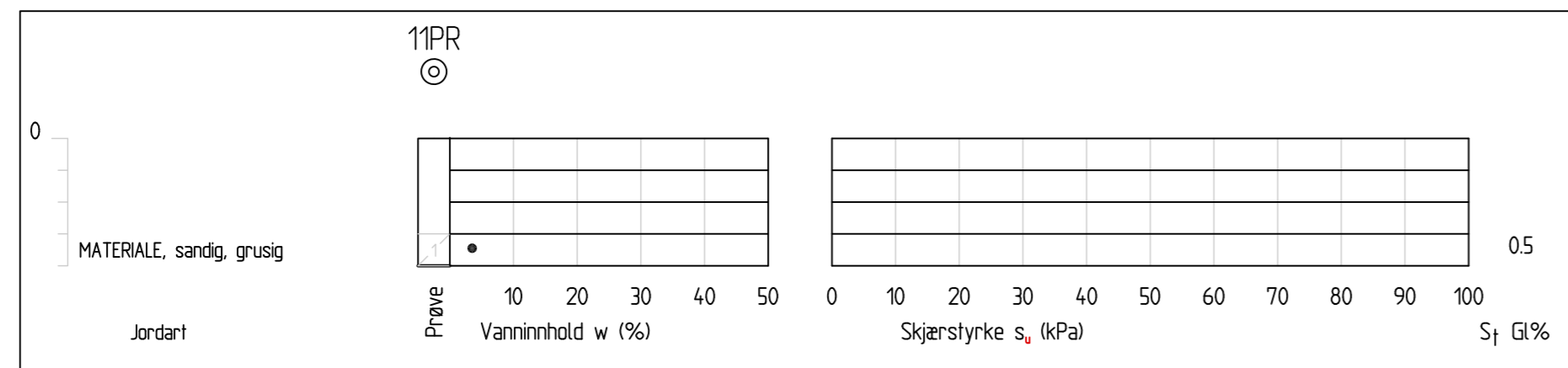
Profil 8-8

1 : 200

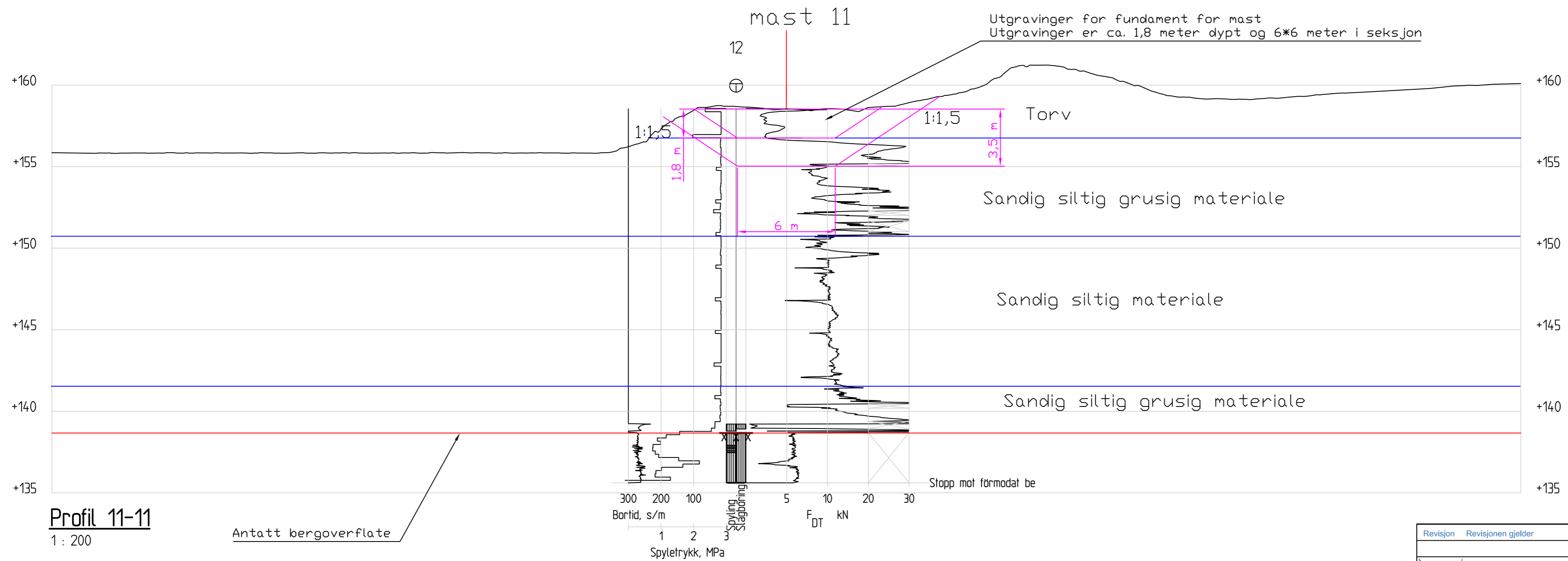
Revisjon		Revisjonen gjelder	
 Sunnfjord Geo Center		Dato	28.04.2023
		Oppdragsgiver	Jøsok AS
GP Luftledninger Kongsberg, Kongsberg kommune		Prosjektnummer	2022-06-213C
Terrengprofil 8-8 Utgravinger for mastefundamenter 8 Byggesak		Målestokk (format)	1:200 (A0)
		Koordinatsystem	EUREF89 UTM32/ NN2000
Tegnet av	Kontrollert av	Godkjent av	Tegningsnummer / revisjonsbokstav
Andrews	Reza	-	T08




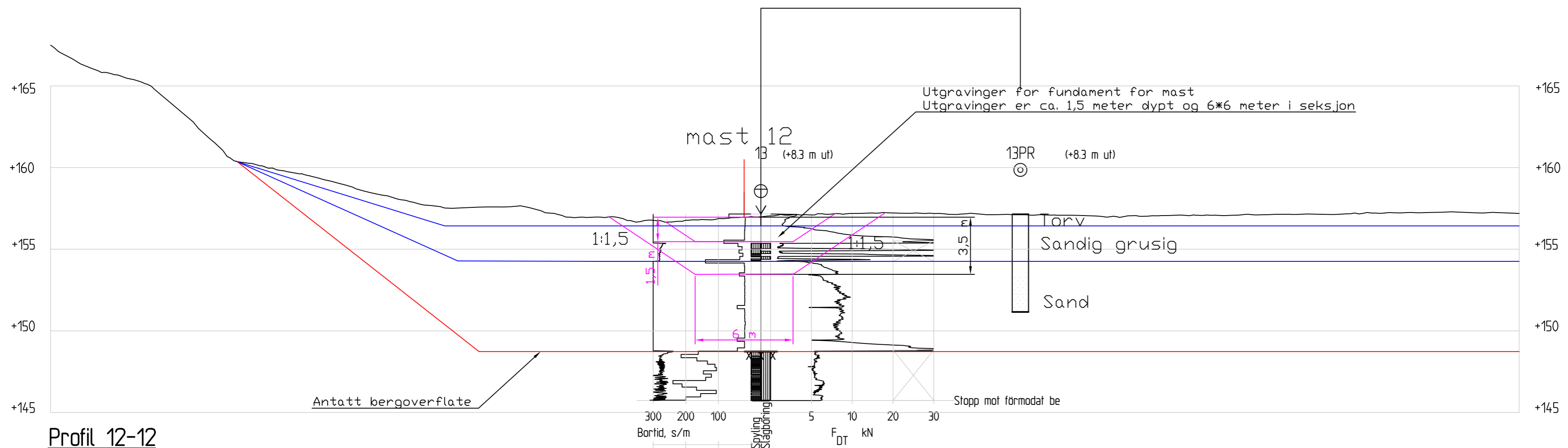
Profil 10-10
1 : 200



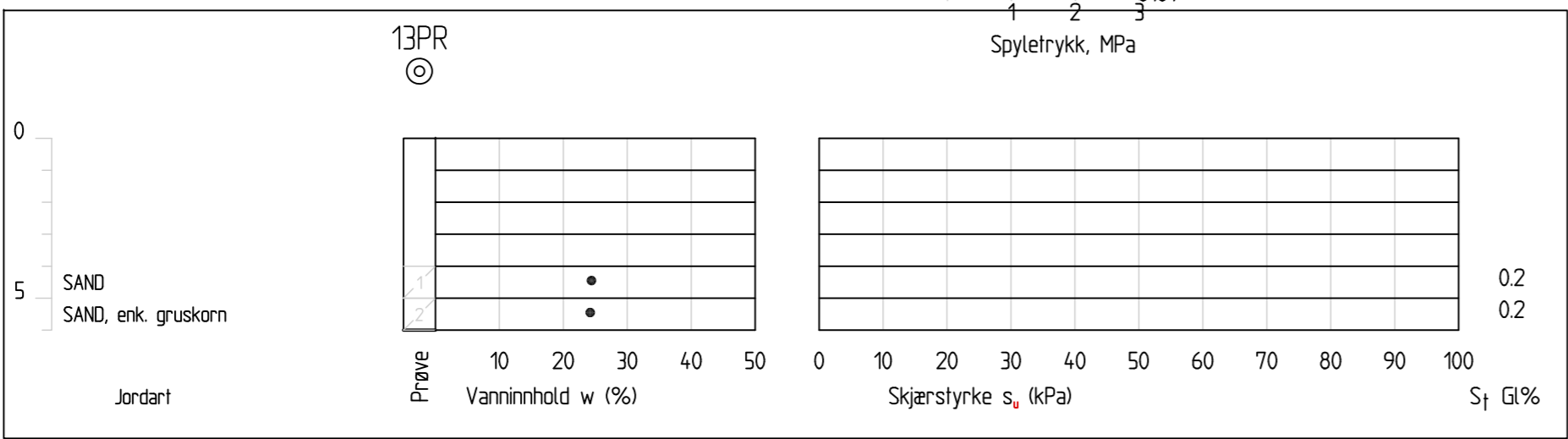
Revisjon		Revisjonen gjelder	
Sunnfjord Geo Center		Dato	30.04.2023
GP Luftledninger Kongsberg, Kongsberg kommune		Oppdragsgiver	Jøsok AS
Terrengprofil 10-10		Prosjektnummer	2022-06-213C
Utgravinger for mastefundamenter 10		Målestokk (format)	1:200 (A0)
Byggesak		Koordinatsystem	EUREF89 UTM32/ NN2000
Tegnet av	Kontrollert av	Godkjent av	Tegningsnummer / revisjonsbokstav
Andrews	Reza	-	T09



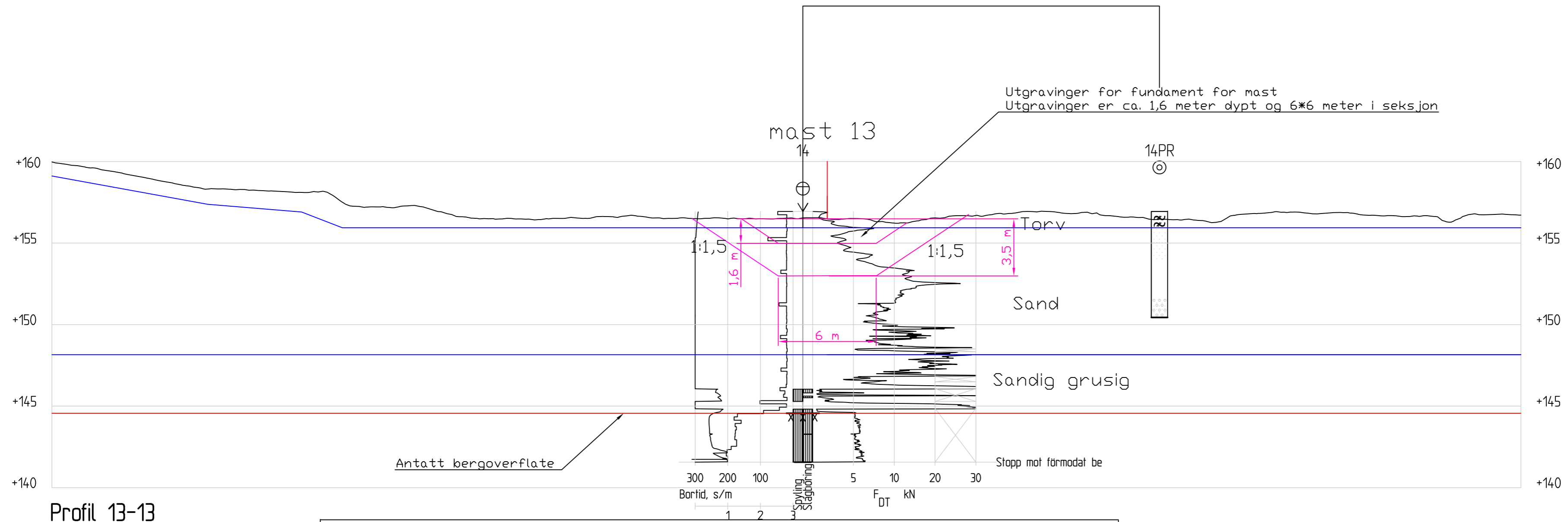
Revisjon		Revisjonen gjelder	
 Sunnfjord Geo Center		Dato	30.04.2023
GP Luftledninger Kongsberg, Kongsberg kommune		Oppdragsgiver	Jøsok AS
Terrengprofil 11-11		Prosjektnummer	2022-06-213C
Utgravinger for mastefundamenter 11		Målestokk (format)	1:200 (A0)
Byggesak		Koordinatsystem	EUREF89 UTM32/ NN2000
Tegnet av	Kontrollert av	Godkjent av	Tegningsnummer / revisjonsbokstav
Andrews	Reza	-	T10



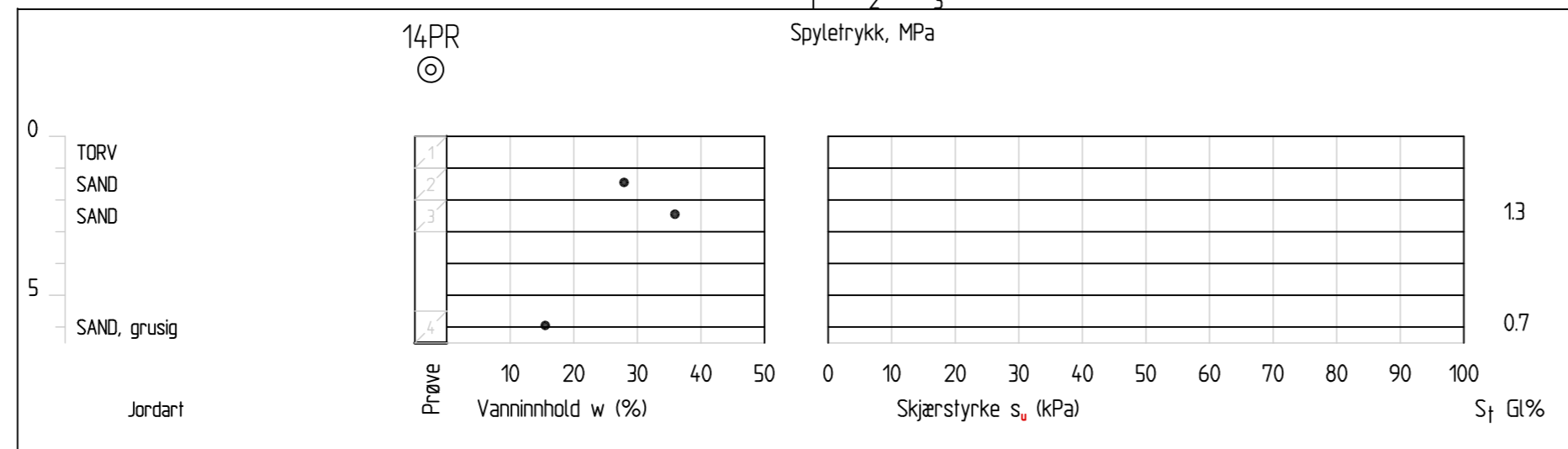
Profil 12-12
1 : 200



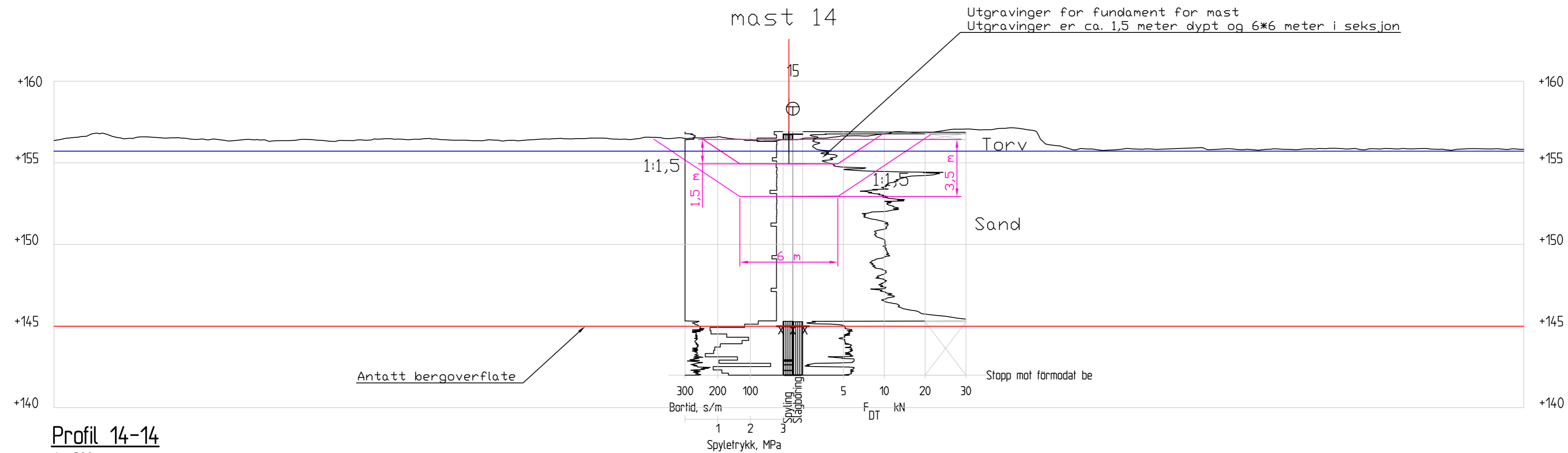
Revisjon Revisjonen gjelder			
 Sunnfjord Geo Center GP Luftledninger Kongsberg, Kongsberg kommune		Dato	30.04.2023
		Oppdragsgiver	Jøsok AS
Terrengprofil 12-12 Byggesak Utgravinger for mastefundamenter 12		Prosjektnummer	2022-06-213C
		Målestokk (format)	1:200 (A0)
		Koordinatsystem	EUREF89 UTM32/ NN2000
Tegnet av	Kontrollert av	Godkjent av	Tegningsnummer / revisjonsbokstav
Andrews	Reza	-	T11



Profil 13-13
1 : 200

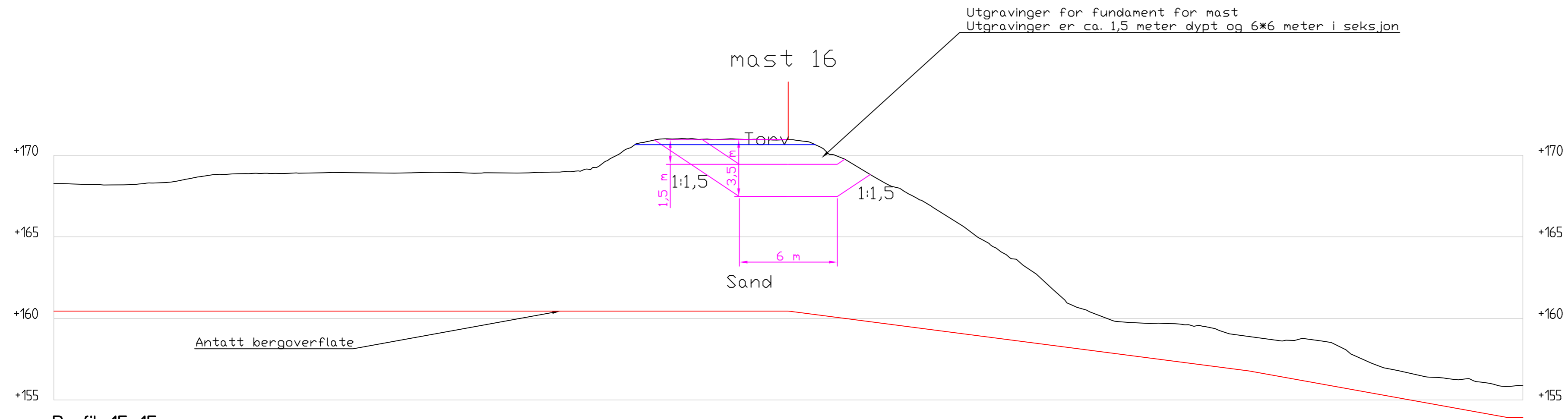


Revisjon Revisjonen gjelder			
 Sunnfjord Geo Center GP luftledninger Kongsberg, Kongsberg kommune		Dato	30.04.2023
		Oppdragsgiver	Jøsok AS
Terrengprofil 13-13 Utgravinger for mastefundamenter 13 Byggesak		Prosjektnummer	2022-06-213C
		Målestokk (format)	1:200 (A0)
		Koordinatsystem	EUREF89 UTM32/ NN2000
Tegnet av	Kontrollert av	Godkjent av	Tegningsnummer / revisjonsbokstav
Andrews	Reza	-	T12




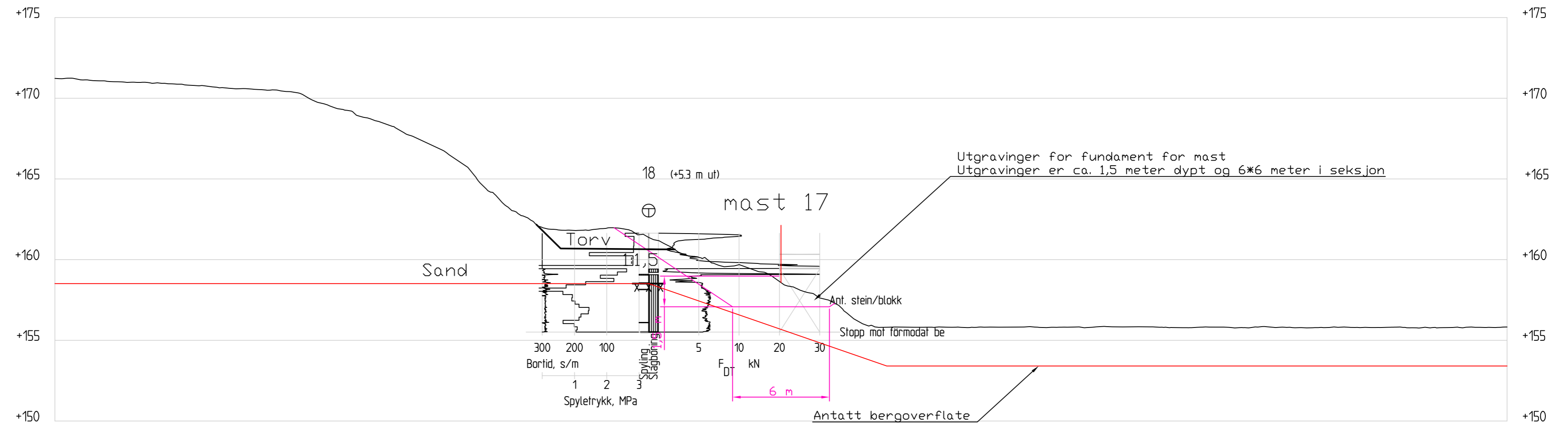
Profil 14-14
1 : 200

Revisjon		Revisjonen gjelder	
		Dato	30.04.2023
		Oppdragsgiver	Jøsok AS
GP Luftledninger Kongsberg, Kongsberg kommune		Prosjektnummer	2022-06-213C
Terrengprofil 14-14			
Utgravinger for mastefundamenter 14		Målestokk (format)	1:200 (A0)
Byggesak		Koordinatsystem	EUREF89 UTM32/ NN2000
Tegnet av	Kontrollert av	Godkjent av	Tegningsnummer / revisjonsbokstav
Andrews	Reza	-	T13



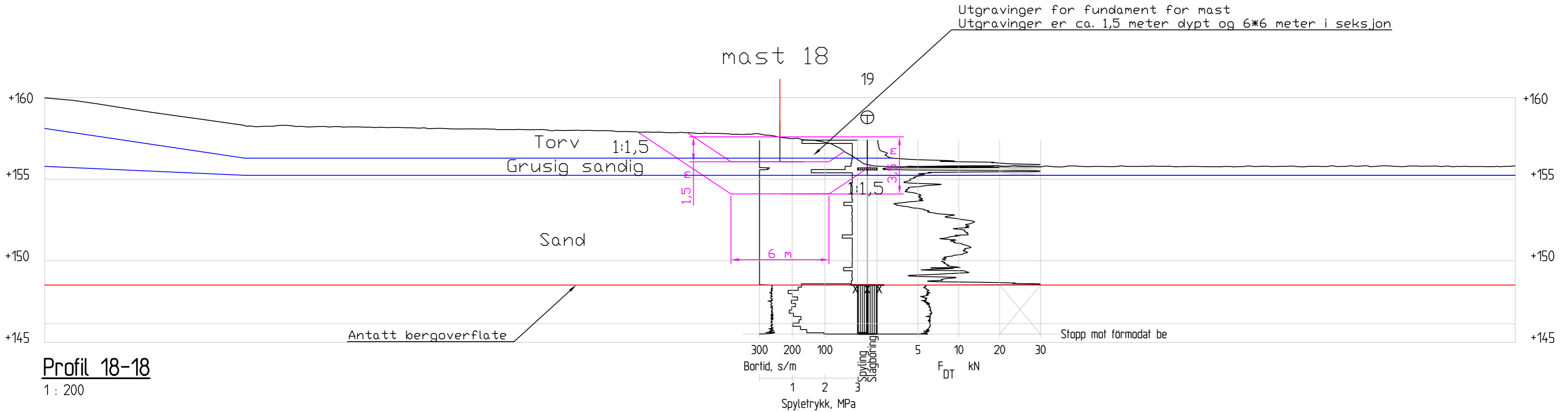
Profil 15-15
1 : 200

Revisjon		Revisjonen gjelder	
 Sunnfjord Geo Center		Dato	30.04.2023
		Oppdragsgiver	Jøsok AS
GP Luftledninger Kongsberg, Kongsberg kommune		Prosjektnummer	2022-06-213C
Terrengprofil 15-15 Utgravinger for mastefundamenter 15,16 Byggesak		Målestokk (format)	1:200 (A0)
		Koordinatsystem	EUREF89 UTM32/ NN2000
Tegnet av	Kontrollert av	Godkjent av	
Andrews	Reza	-	
		Tegningsnummer / revisjonsbokstav	T14



Profil 17-17
1 : 200

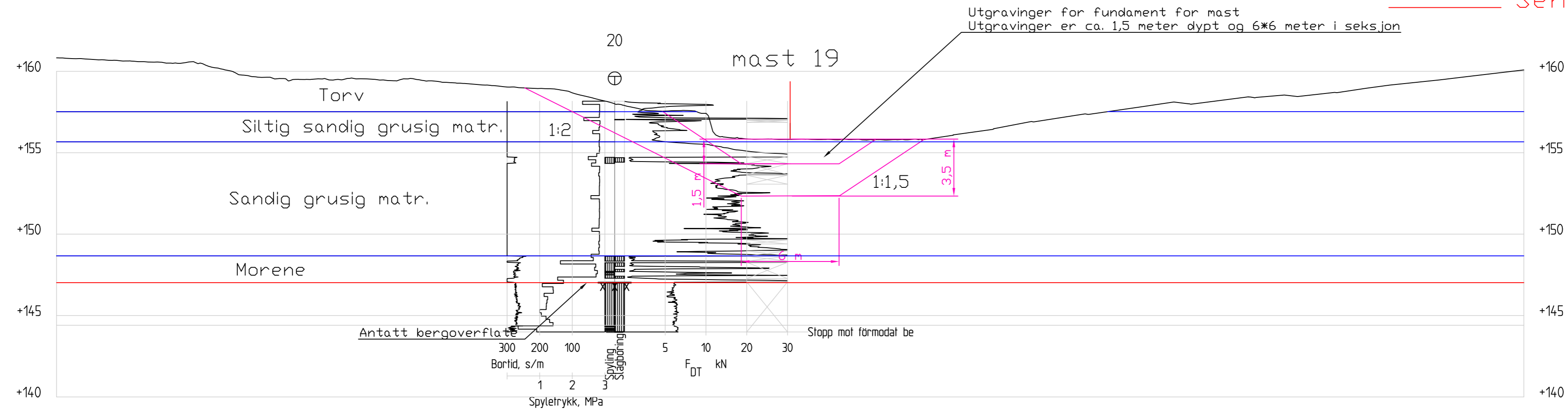
Revisjon		Revisjonen gjelder	
		Dato	04.05.2023
		Oppdragsgiver	Jøsok AS
GP luftledninger Kongsberg, Kongsberg kommune		Prosjektnummer	2022-06-213C
Terrengprofil 17-17 Utgravinger for mastefundamenter 17 Byggesak		Målestokk (format)	1:200 (A0)
		Koordinatsystem	EUREF89 UTM32/ NN2000
Tegnet av	Kontrollert av	Godkjent av	Tegningsnummer / revisjonsbokstav
Andrews	Reza	-	T15




Profil 18-18
1 : 200

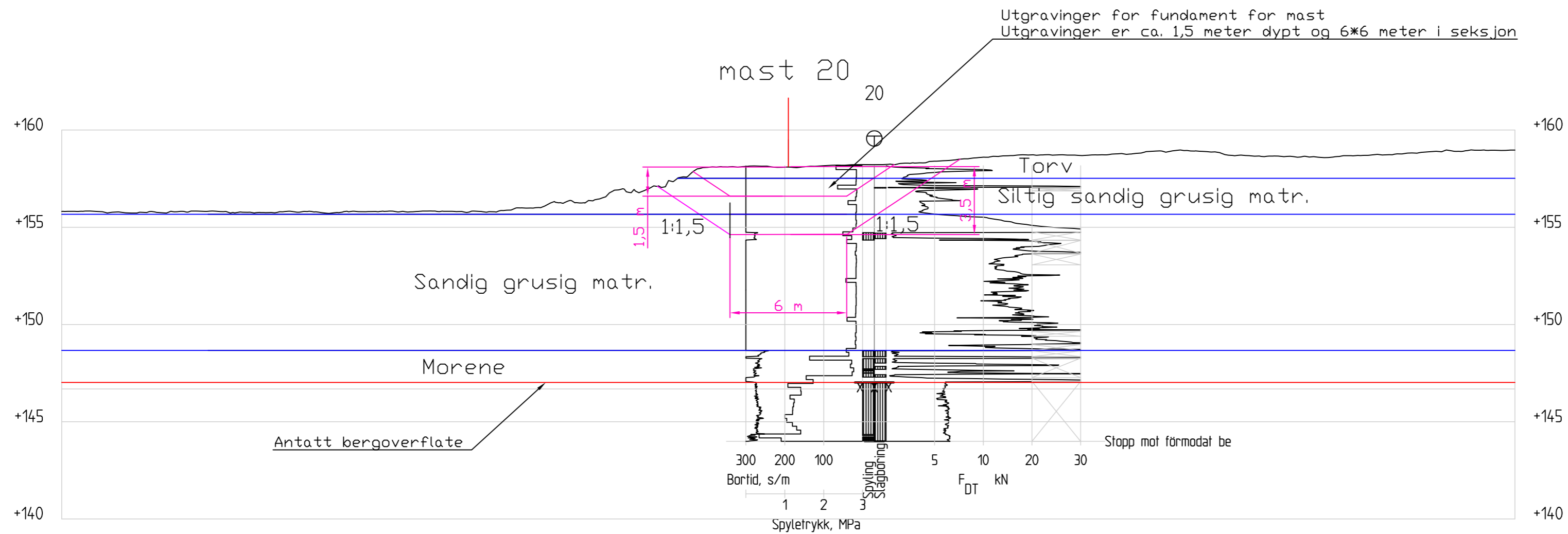
Revisjon		Revisjonen gjelder	
Sunnfjord Geo Center		Dato	30.04.2023
GP luftledninger Kongsberg, Kongsberg kommune		Oppdragsgiver	Jøsok AS
Terrengprofil 18-18		Prosjektnummer	2022-06-213C
Utgravinger for mastefundamenter 18		Målestokk (format)	1:200 (A0)
Byggesak		Koordinatsystem	EUREF89 UTM32/ NN2000
Tegnet av	Kontrollert av	Godkjent av	Tegningsnummer / revisjonsbokstav
Andrews	Reza	-	T16

- Utgravinger
- Lagdeling av løsmasser
- Bergoverflate
- Senter punkt for mast




Profil 19-19
1 : 200

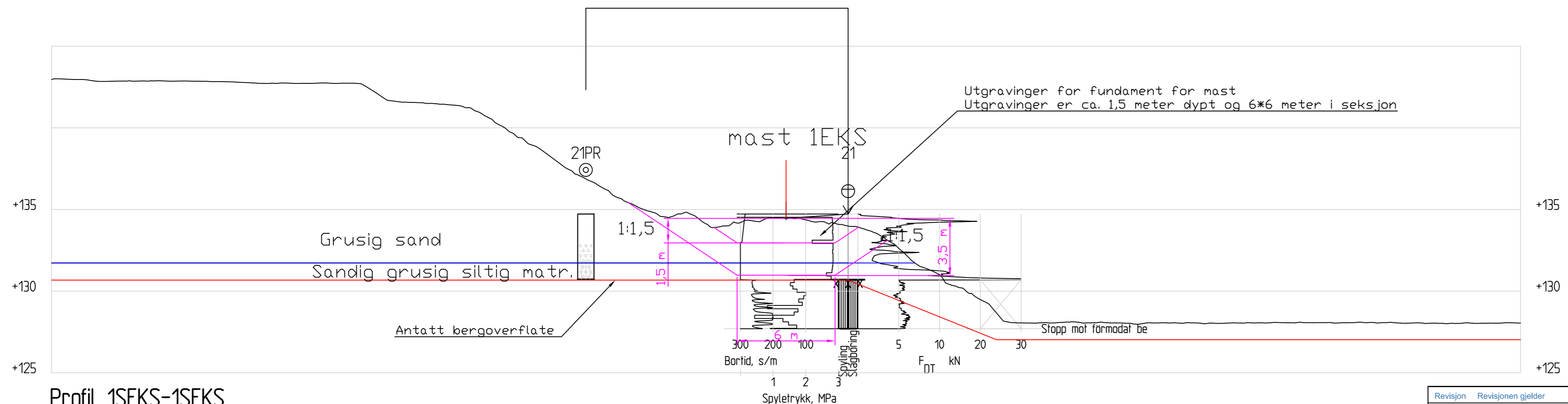
Revisjon		Revisjonen gjelder	
 Sunnfjord Geo Center		Dato	07.05.2023
		Oppdragsgiver	Jøsok AS
GP luftledninger Kongsberg, Kongsberg kommune		Prosjektnummer	2022-06-213C
Terrengprofil 19-19 Utgravinger for mastefundamenter 19 Byggesak		Målestokk (format)	1:200 (A2)
		Koordinatsystem	EUREF89 UTM32/ NN2000
Tegnet av	Kontrollert av	Godkjent av	
Andrews	Reza	-	
		Tegningsnummer / revisjonsbokstav	T17



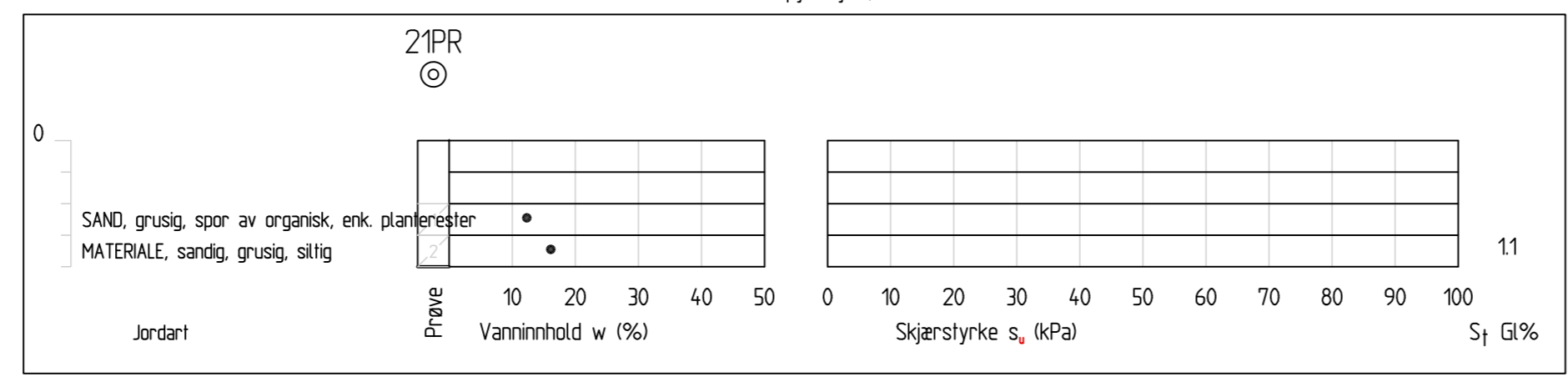
Profil 20-20
1 : 200

Revisjon Revisjonen gjelder			
 Sunnfjord Geo Center		Dato	30.04.2023
		Oppdragsgiver	Jøsok AS
GP Luftledninger Kongsberg, Kongsberg kommune		Prosjektnummer	2022-06-213C
Terrengprofil 20-20 Utgravinger for mastefundamenter 20 Byggesak		Målestokk (format)	1:200 (A0)
		Koordinatsystem	EUREF89 UTM32/ NN2000
Tegnet av	Kontrollert av	Godkjent av	
Andrews	Reza	-	
		Tegningsnummer / revisjonsbokstav	T18

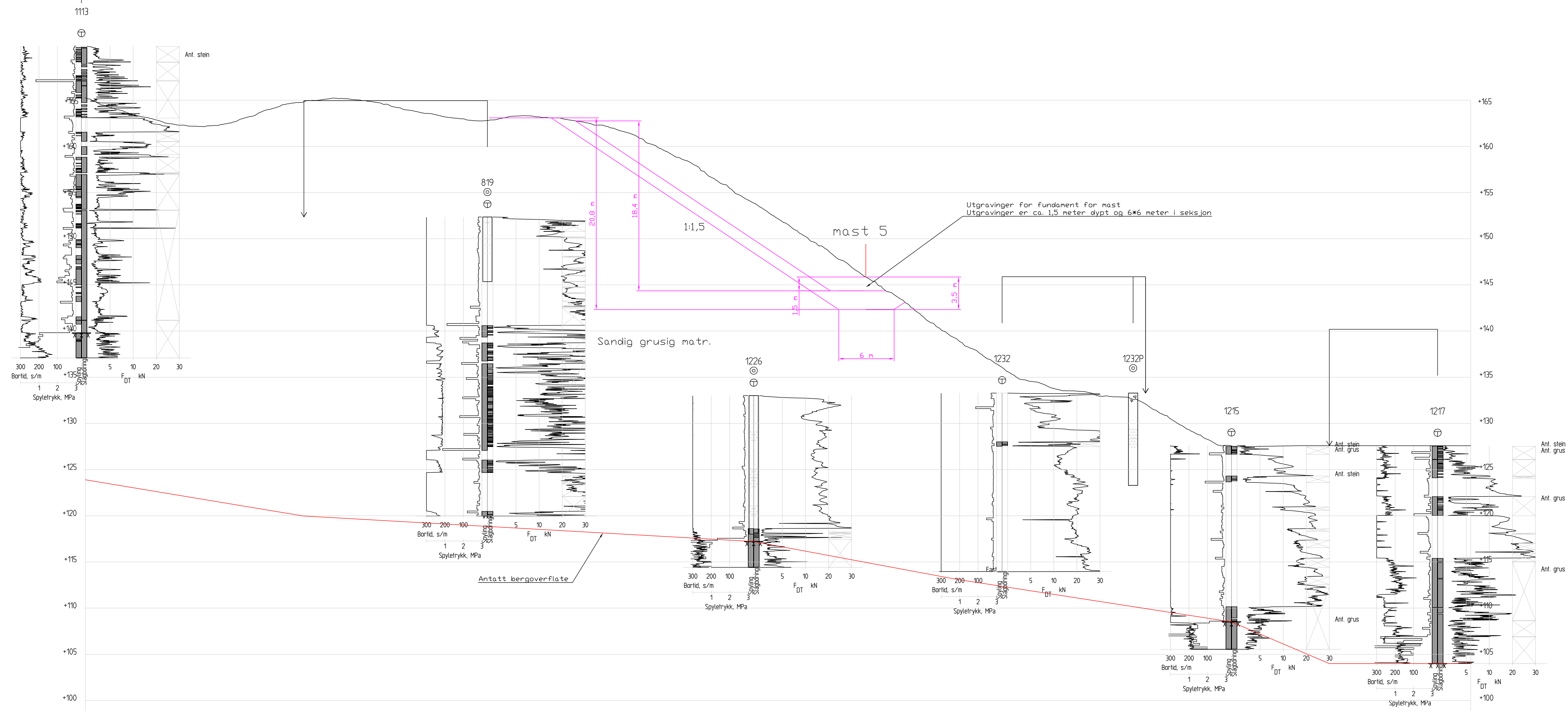
- _____ Utgravinger
- _____ Lagdeling av løsmasser
- _____ Bergoverflate
- _____ Senter punkt for mast



Profil 1SEKS-1SEKS
1 : 200

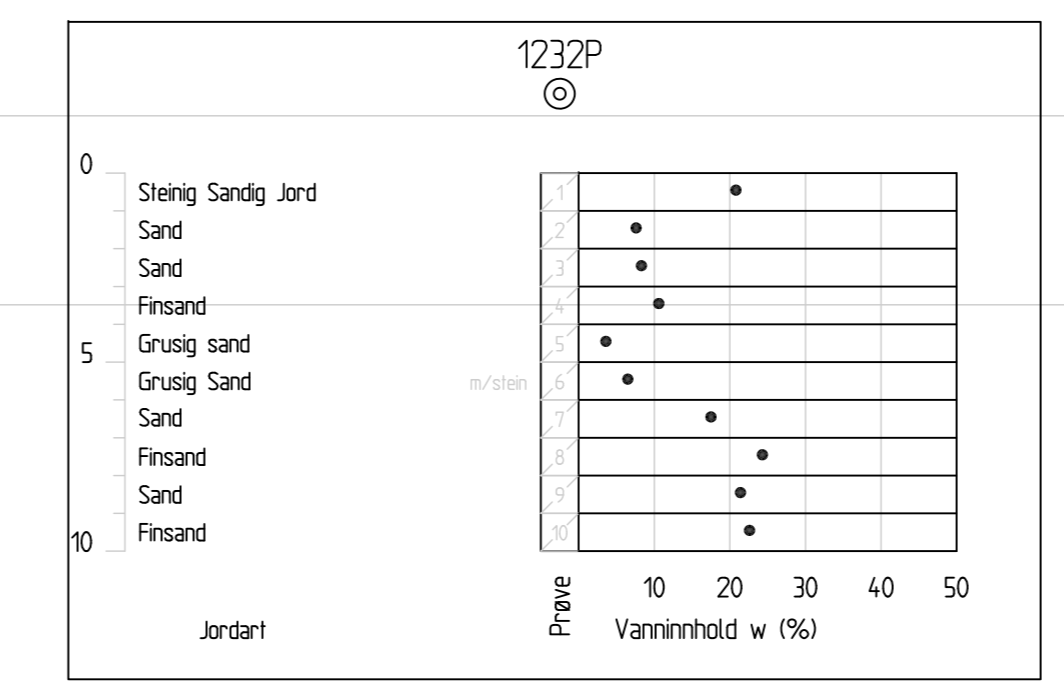
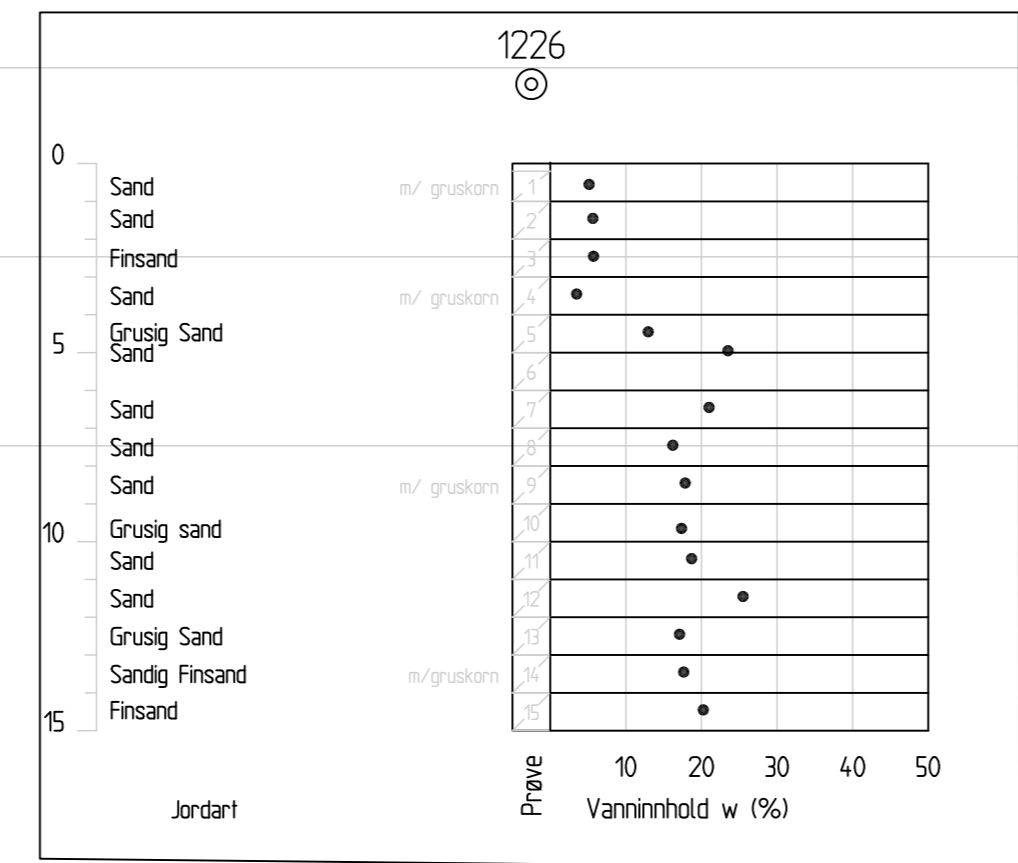
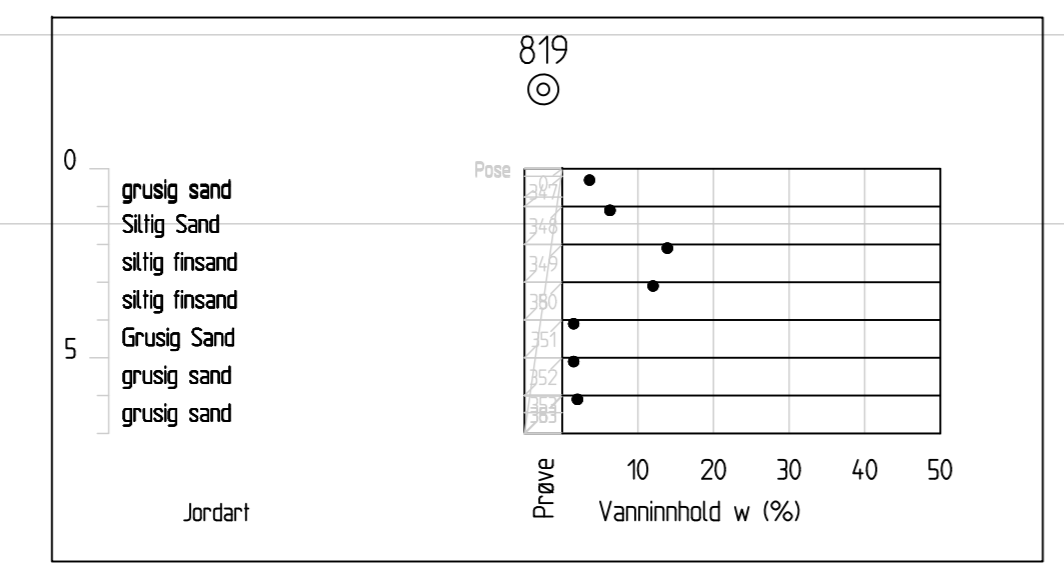


Revisjon Revisjonen gjelder			
 Sunnfjord Geo Center GP luftledninger Kongsberg, Kongsberg kommune		Dato	30.04.2023
		Oppdragsgiver	Jøsok AS
Terrengprofil 1EKS-1EKS Utgravinger for mastefundamenter 1EKS Byggesak		Prosjektnummer	2022-06-213C
		Målestokk (format)	1:200 (A2)
		Koordinatsystem	EUREF89 UTM32/ NN2000
Tegnet av	Kontrollert av	Godkjent av	
Andrews	Reza	-	
Tegningsnummer / revisjonsbokstav		T30	

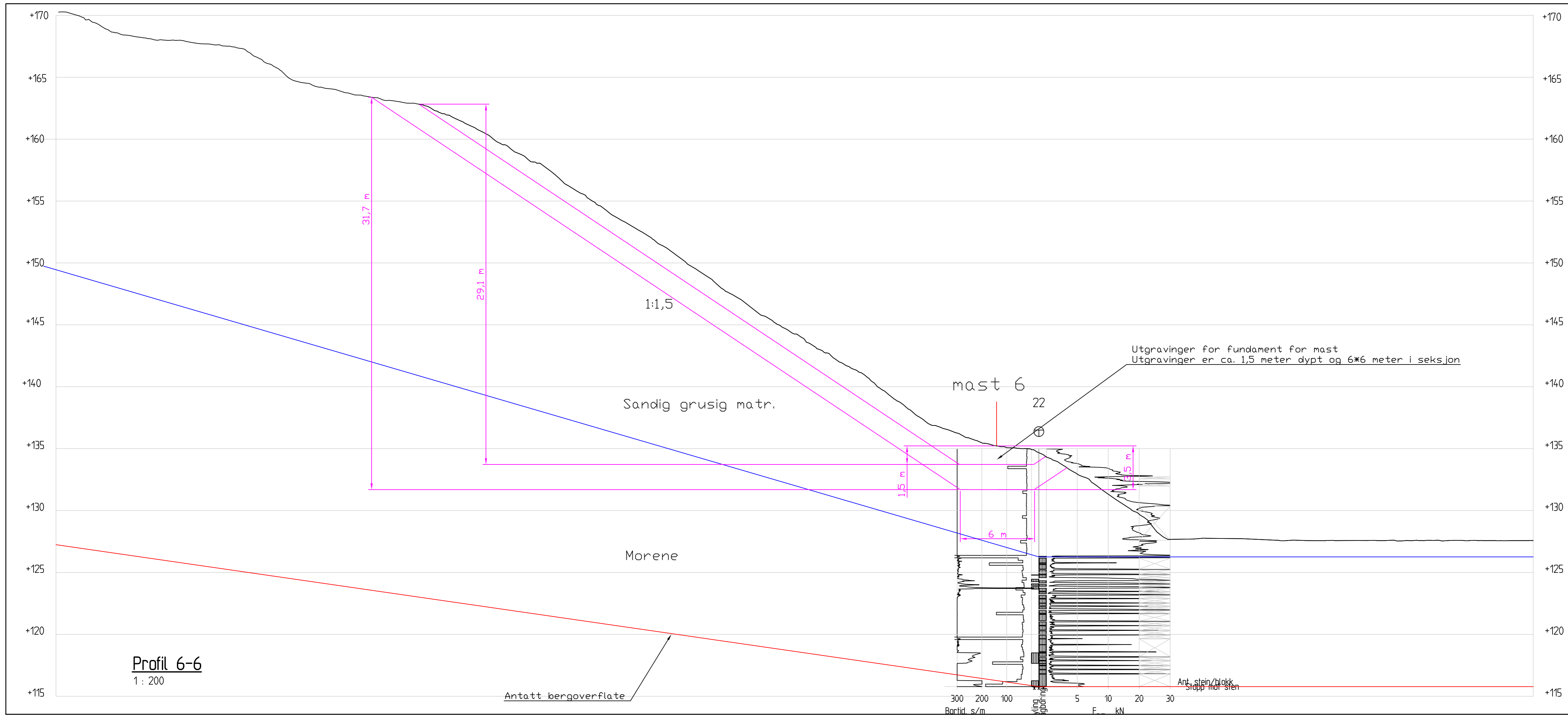


- Utgravinger
- Lagdeling av løsmasser
- Bergoverflate
- Senter punkt for mast

Profil 5-5
1:200

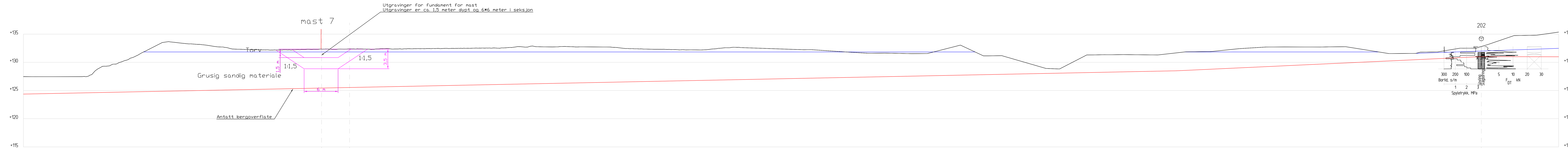


Revisjon		Revisjonen gjelder	
Sunnfjord Geo Center		Dato	30.04.2023
GP Iullfedninger Kongsberg, Kongsberg kommune		Oppdragsgiver	Jesok AS
Terrengprofil 5-5		Prosjektnummer	2022-06-213C
Utgravinger for mastefundamenter 5		Målestokk (format)	1:200 (A0)
Byggesak		Koordinatsystem	EUREF89 UTM32/ NN2000
Tegnet av	Kontrollert av	Godkjent av	
Andrews	Reza	-	
Tegningnummer /		Tegningsbokstav	
		T31	



- Utgravinger
- Lagdeling av løsmasser
- Bergoverflate
- Senter punkt for mast

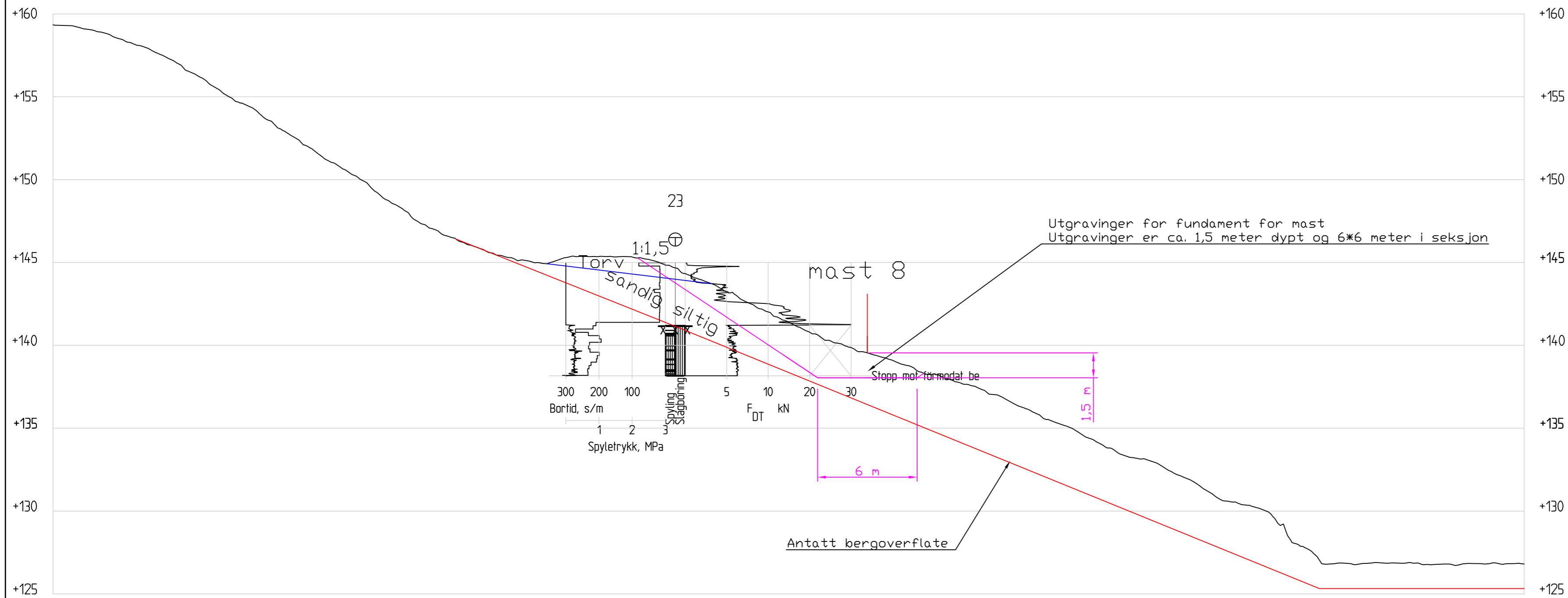
Revisjon		Revisjonen gjelder	
 Sunnfjord Geo Center		Dato	03.05.2023
		Oppdragsgiver	Jøsok AS
GP luftledninger Kongsberg, Kongsberg kommune		Prosjektnummer	2022-06-213C
Terrengprofil 6-6 Utgravinger for mastefundamenter 6 Byggesak		Målestokk (format)	1:200 (A0)
		Koordinatsystem	EUREF89 UTM32/ NN2000
Tegnet av	Kontrollert av	Godkjent av	Tegningsnummer / revisjonsbokstav
Andrews	Reza	-	T32



Profil 7-7
1 : 200

- Utgravinger
- Lagdeling av løsmasser
- Bergoverflate
- Senter punkt for mast

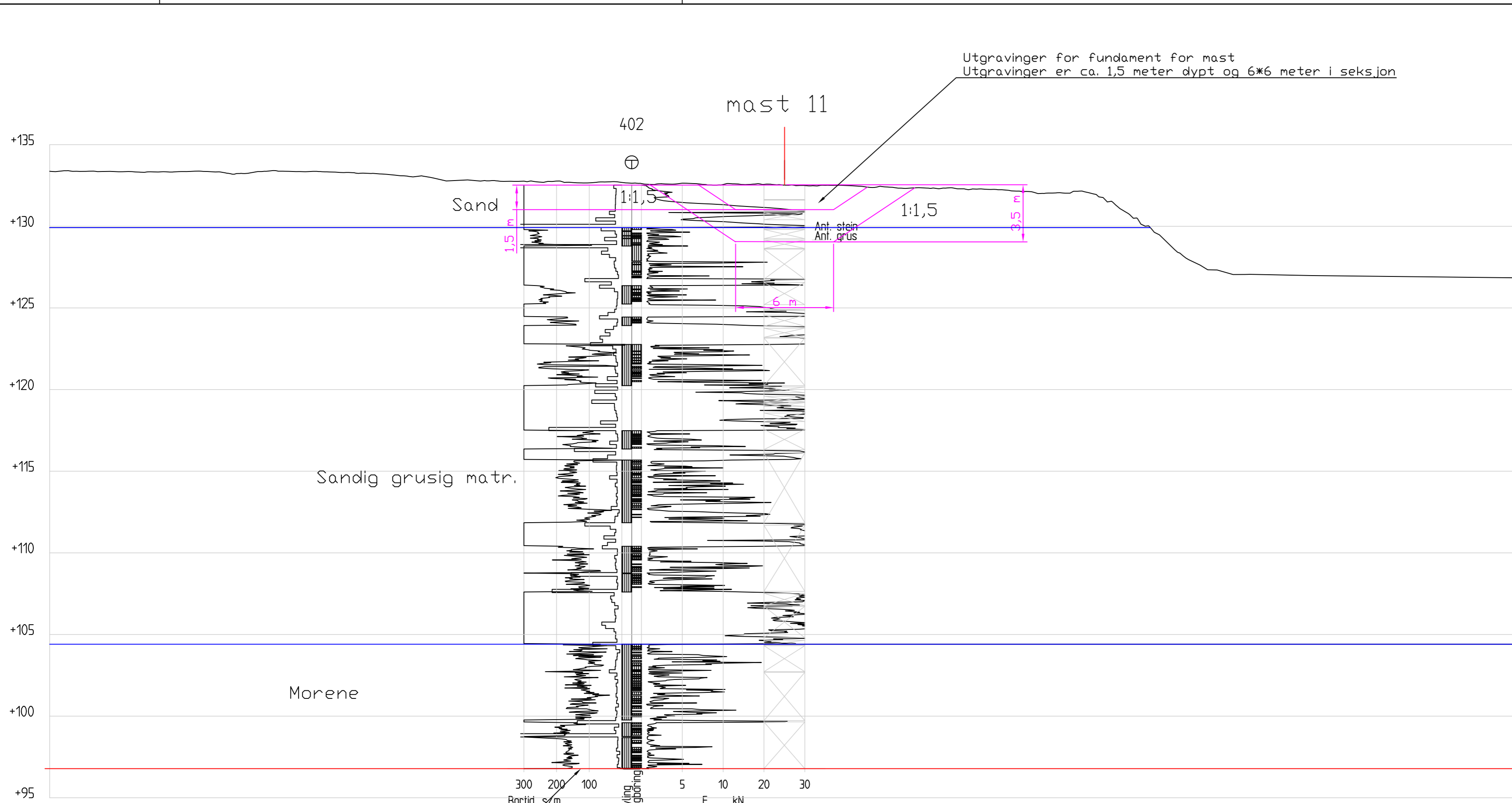
Revisjon		Revisjonen gjelder		-	
Sunnfjord Geo Center		Dato	03.05.2023		
GP Iullledninger Kongsberg, Kongsberg kommune		Oppdragsgiver	Jasok AS		
Terrengprofil 7-7		Prosjektnummer	2022-06-213C		
Byggesak		Målestokk (format)	1:200 (A0)		
		Koordinatsystem	EUREF89 UTM32/ NN2000		
Tegnet av	Kontrollert av	Godkjent av	Tegningsnummer /	revisjonsbokstav	
Andrews	Reza	-	T33		



- Utgravinger
- Lagdeling av løsmasser
- Bergoverflate
- Senter punkt for mast


Profil 8-8
1 : 200

Revisjon Revisjonen gjelder			
 Sunnfjord Geo Center GP Luftledninger Kongsberg, Kongsberg kommune	Dato	30.04.2023	
	Oppdragsgiver	Jøsok AS	
Terrengprofil 8-8 Utgravinger for mastefundamenter 8,9 Byggesak	Prosjektnummer	2022-06-213C	
	Målestokk (format)	1:200 (A0)	
	Koordinatsystem	EUREF89 UTM32/ NN2000	
Tegnet av	Kontrollert av	Godkjent av	Tegningsnummer / revisjonsbokstav
Andrews	Reza	-	T34

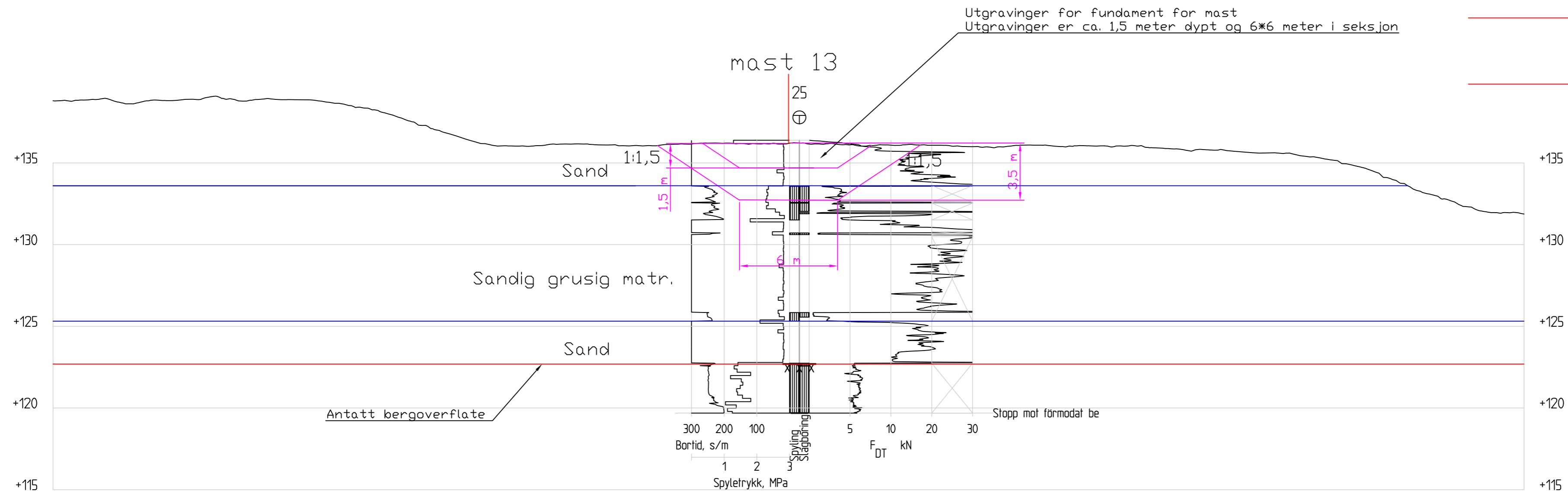


- Utgravinger
- Lagdeling av løsmasser
- Bergoverflate
- Senter punkt for mast


Profil 11-11
1 : 200

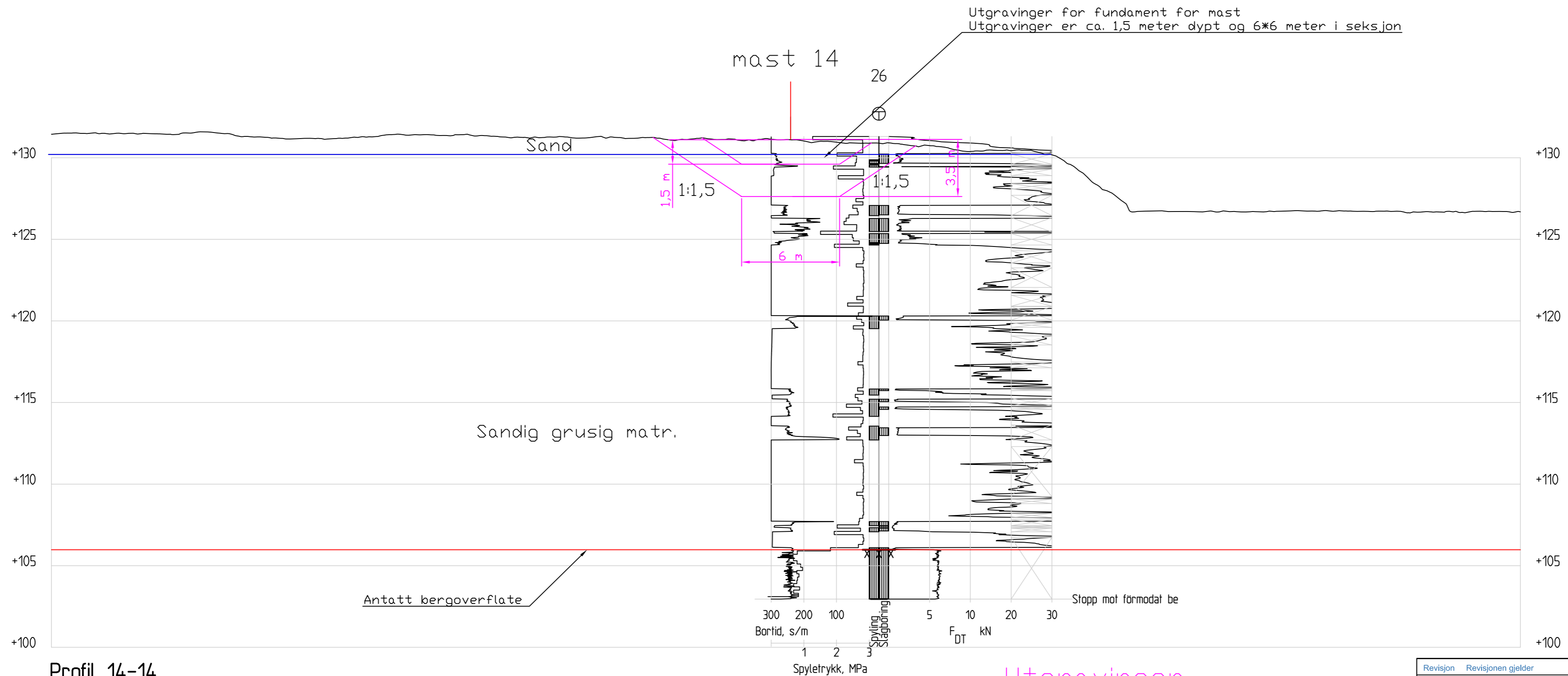
Revisjon Revisjonen gjelder			
 Sunnfjord Geo Center GP Luftledninger Kongsberg, Kongsberg kommune	Dato	07.05.2023	
	Oppdragsgiver	Jøsok AS	
	Prosjektnummer	2022-06-213C	
Terrengprofil 11-11			
Utgravinger for mastefundamenter 10, 11			
Byggesak		Målestokk (format)	1:200 (A0)
		Koordinatsystem	EUREF89 UTM32/ NN2000
Tegnet av	Kontrollert av	Godkjent av	
Andrews	Reza	-	
		Tegningsnummer / revisjonsbokstav	T35

- Utgravinger
- Lagdeling av løsmasser
- Bergoverflate
- Senter punkt for mast




Profil 13-13
1 : 200

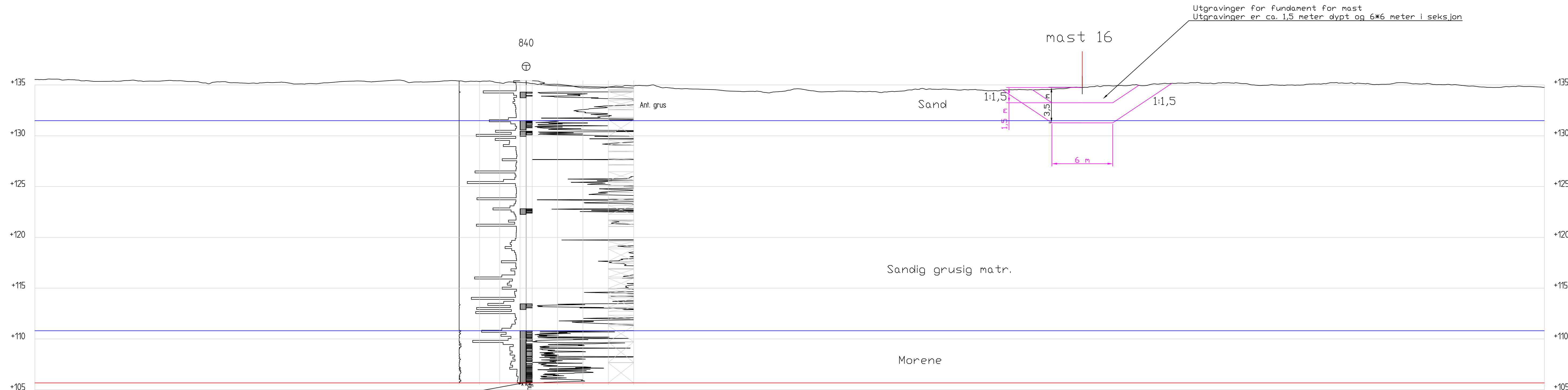
Revisjon		Revisjonen gjelder	
 Sunnfjord Geo Center		Dato	30.04.2023
		Oppdragsgiver	Jøsok AS
GP Luftledninger Kongsberg, Kongsberg kommune		Prosjektnummer	2022-06-213C
Terrengprofil 13-13			
Utgravinger for mastefundamenter 12,13		Målestokk (format)	1:200 (A0)
Byggesak		Koordinatsystem	EUREF89 UTM32/ NN2000
Tegnet av	Kontrollert av	Godkjent av	Tegningsnummer / revisjonsbokstav
Andrews	Reza	-	T36



Profil 14-14
1 : 200

- Utgravinger
- Lagdeling av løsmasser
- Bergoverflate
- Senter punkt for mast

Revisjon		Revisjonen gjelder	
 Sunnfjord Geo Center		Dato	30.04.2023
		Oppdragsgiver	Jøsok AS
GP Luftledninger Kongsberg, Kongsberg kommune		Prosjektnummer	2022-06-213C
Terrengprofil 14-14			
Utgravinger for mastefundamenter 14		Målestokk (format)	1:200 (A0)
Byggesak		Koordinatsystem	EUREF89 UTM32/ NN2000
Tegnet av	Kontrollert av	Godkjent av	
Andrews	Reza	-	
		Tegningsnummer / revisjonsbokstav	T37



Profil 16-16
1 : 200

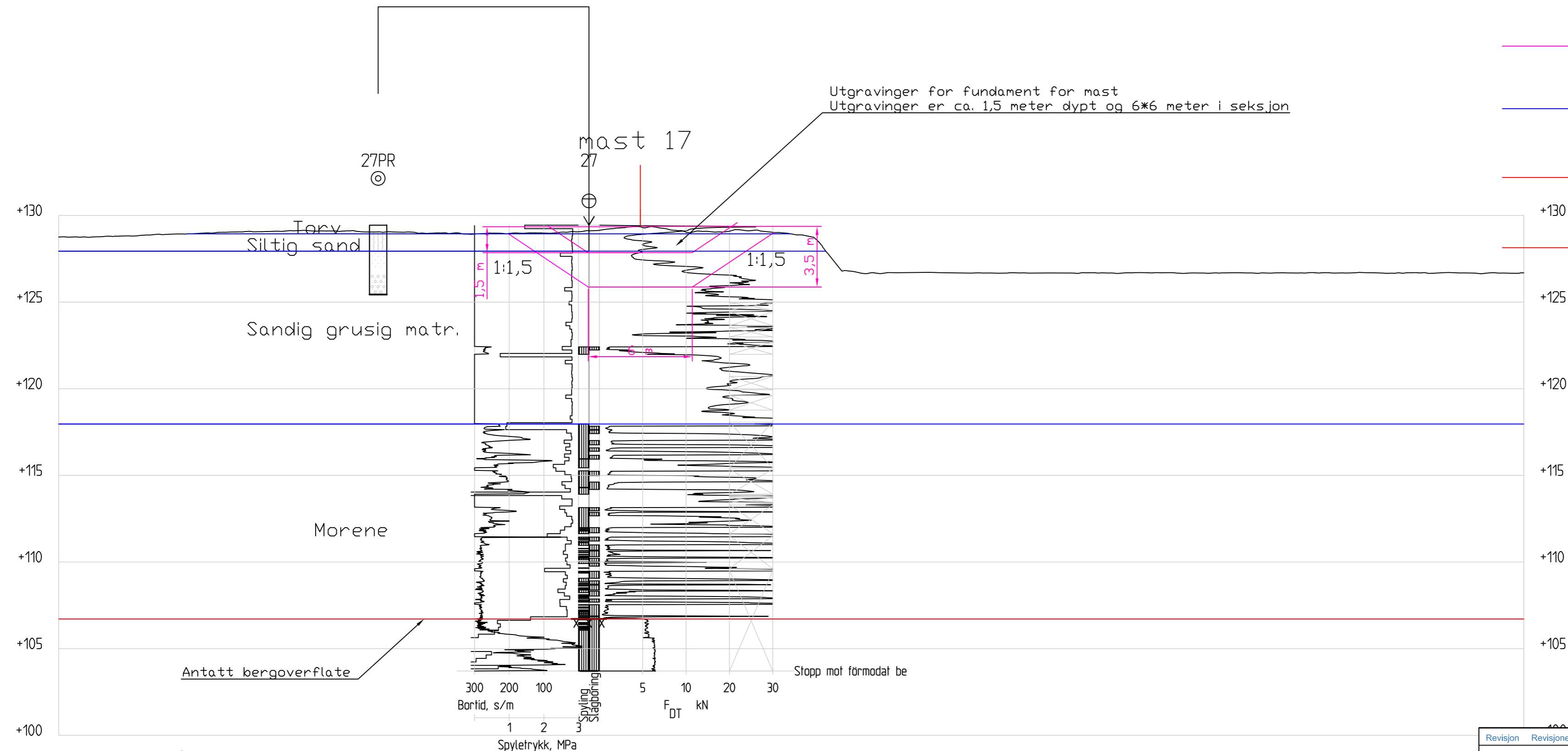
Antatt bergoverflate

Bortid, s/m
300 200 100
1 2
Spyletrykk, MPa

Spyling
Slagbøring
5 10 20 30
F_{DT} kN

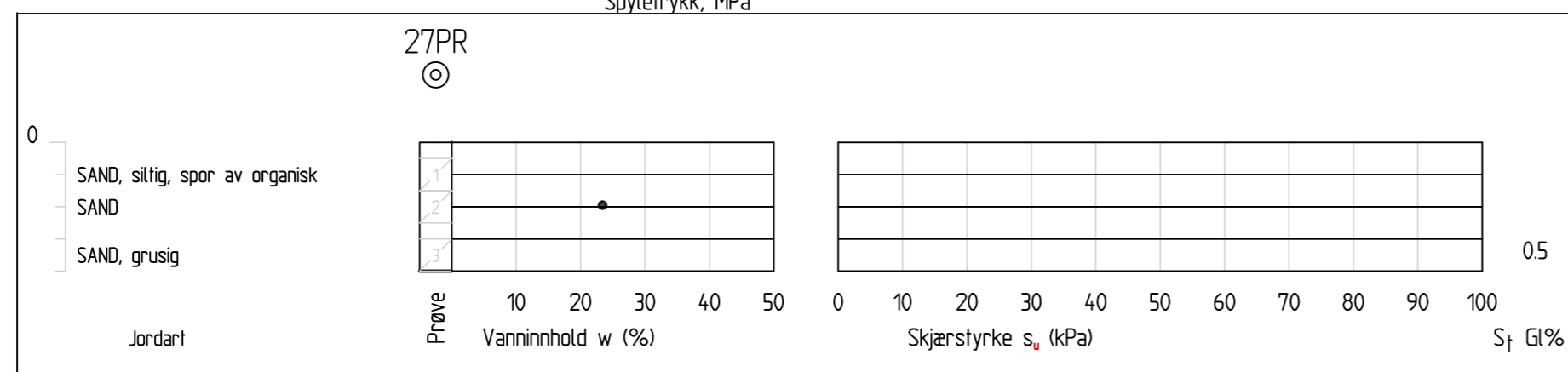
- Utgravinger
- Lagdeling av løsmasser
- Bergoverflate
- Senter punkt for mast

Revisjon		Revisjonen gjelder		-	
 Sunnfjord Geo Center		Dato	04.05.2023		
		Oppdragsgiver	Jøsok AS		
GP luftledninger Kongsberg, Kongsberg kommune		Prosjektnummer	2022-06-213C		
Terrengprofil 16-16					
Utgravinger for mastefundamenter 15,16		Målestokk (format)	1:200 (A0)		
Byggesak		Koordinatsystem	EUREF89 UTM32/ NN2000		
Tegnet av	Kontrollert av	Godkjent av			
Andrews	Reza	-	Tegningsnummer / revisjonsbokstav	T38	

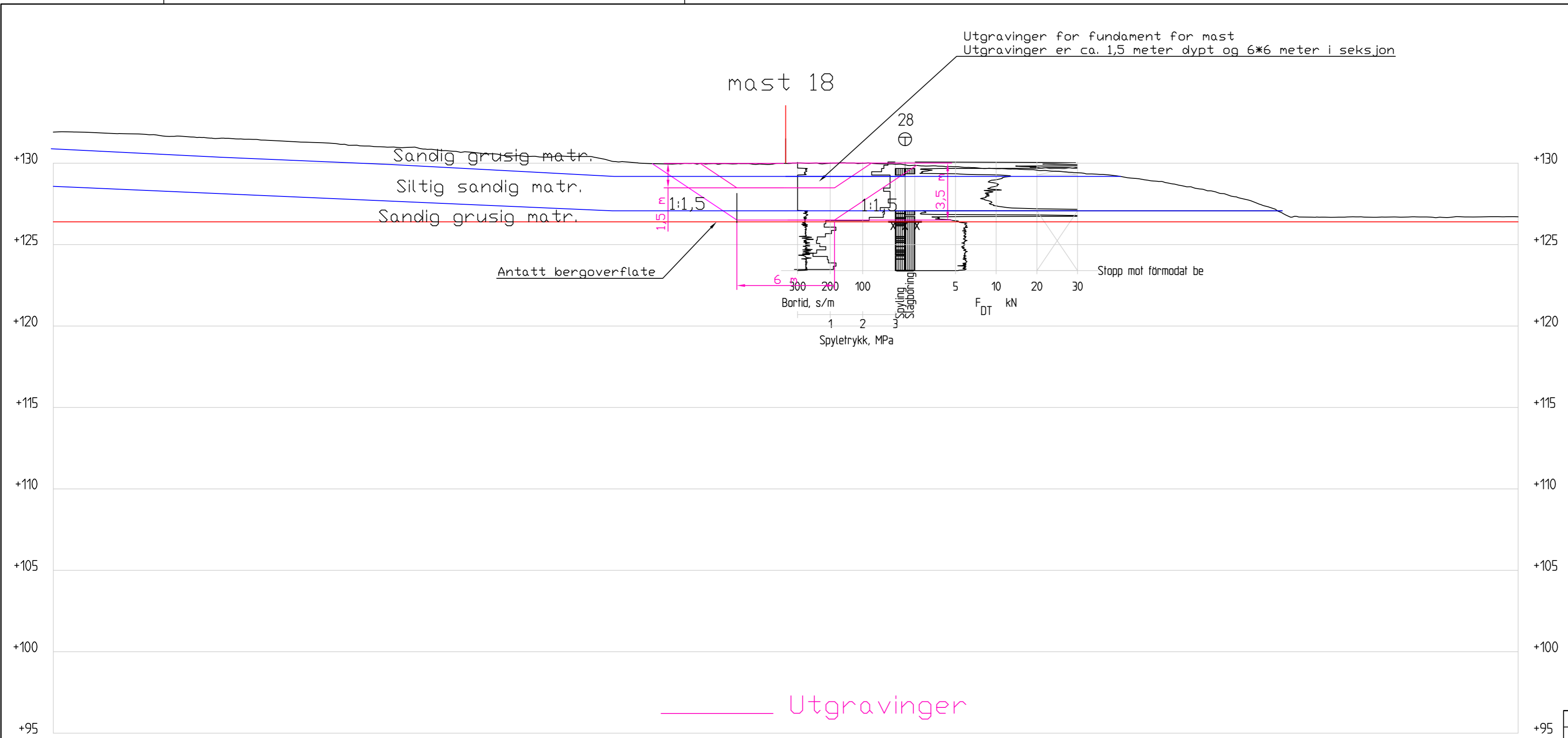


- Utgravinger
- Lagdeling av løsmasser
- Bergoverflate
- Senter punkt for mast

Profil 17-17
1 : 200



Revisjon		Revisjonen gjelder	
 Sunnfjord Geo Center GP Luftledninger Kongsberg, Kongsberg kommune		Dato	30.04.2023
		Oppdragsgiver	Jøsok AS
Terrengprofil 17-17 Utgravinger for mastefundamenter 17 Byggesak		Prosjektnummer	2022-06-213C
		Målestokk (format)	1:200 (A0)
Tegnet av		Kontrollert av	Godkjent av
Andrews	Reza	-	-
Koordinatsystem		Tegningsnummer / revisjonsbokstav	
EUREF89 UTM32/ NN2000		T39	



- Utgravinger
- Lagdeling av løsmasser
- Bergoverflate
- Senter punkt for mast

Profil 18-18
1 : 200

Revisjon		Revisjonen gjelder	
		Dato	04.05.2023
		Oppdragsgiver	Jøsok AS
GP Luftledninger Kongsberg, Kongsberg kommune		Prosjektnummer	2022-06-213C
Terrengprofil 18-18 Utgravinger for mastefundamenter 18 Byggesak		Målestokk (format)	1:200 (A0)
		Koordinatsystem	EUREF89 UTM32/ NN2000
Tegnet av	Kontrollert av	Godkjent av	
Andrews	Reza	-	
Tegningsnummer / revisjonsbokstav		T40	


**Flomfarevurdering for
Numedalslågen i
forbindelse med nye
luftledninger i
Kongsberg, Viken
fylkeskommune**



Sunnfjord Geo Center



Prosjektinformasjon og status

Prosjektnummer:	Dokumentkode:	Dokumentnr.:	Dokumenttittel:
2022-06-213D	FF-H30-M02-01	01r	Flomfarevurdering for Numedalslågen i forbindelse med nye luftledninger i Kongsberg, Viken fylkeskommune
Revisjon:	Beskrivelse:	Leveransedato:	
0	Godkjent rapport	19.12.2022	
Kontraktør:		Kontaktinformasjon:	
 Sunnfjord Geo Center		Sunnfjord Geo Center AS Stongfjordvegen 577 6984 Stongfjorden Tlf.: 577 31 900 E-post: post@sunnfjordgeocenter.no Organisasjonsnummer: 998 899 834 MVA	
Fagområde:	Dokumenttype:	Lokalitet:	
Flomfarevurdering	Rapport	Kongsberg, Viken fylkeskommune	
HMS-risikovurdering før feltarbeid:	Dato for risikovurdering	Hending/avvik meldt:	
Risikogruppe 1	14.11.2022	Nei	
Feltarbeid utført av:	Dato for feltarbeid:		
Jenny Sjøstad Hagen, Thomas Austin Stormoen	16.11.2022		
Rapport utarbeidet av:	Dato for ferdigstilling:	Signatur:	
Rev 0: Jenny Sjøstad Hagen	16.12.2022	Jenny Sjøstad Hagen (sign.)	
Rapport kvalitetssikret av:	Godkjent, dato:	Signatur:	
Rev 0: Anders Haaland, Vetle Nordang	16.12.2022	Anders Haaland (sign.), Vetle Nordang (sign.)	

Sammen drag

Sunnfjord Geo Center AS (SGC) har på oppdrag av Jøsok utført en flomfarevurdering av 21 planlagte mastepunkter langs tre strekninger med ledningsnett som skal oppgraderes i Kongsberg. Strekningene flomfarevurderingen gjelder for er Nordre spiten – Stengelsrud (tre punkter); Stengelsrud – Glabak (tolv punkter); og Gomsrud – Skollenborg (seks punkter). Krav til sikkerhet er vurdert i henhold til NVEs veileder for utforming av konsesjonssøknader. Anlegget faller under klasse 2 etter Kraftberedskapsforskriften. I samråd med oppdragsgiver ble det bestemt at 200-årsflom skal legges til grunn for flomfarevurderingen av linjer og utvalgte mastepunkt på de tre ovennevnte strekningene.

Det er flere målestasjoner for vannføring i Numedalslågen ved Kongsberg. Ettersom vassdraget er regulert, ble en trendanalyse gjennomført for å utelukke ikke-stasjonære perioder fra lokal flomfrekvensanalyse. Flomdempning ble antatt aktuelt kun for gjentaksintervall lavere enn 100 år og dermed ble perioden 1913-1969, som inneholder vannføringsdata fra tilnærmet uregulert periode, lagt til grunn for lokal flomfrekvensanalyse. Estimater av 200-årsflommen ble deretter sammenliknet med beregnet flomstørrelse ved bruk av *Regionalt formelverk (RFFA-2018)* i kombinasjon med observerte maksimalverdier av vannføring. Med 20% klimapåslag for Kongsberg, ble 200-årsflommen beregnet til 1380 m³/s.

En endimensjonal (1D) hydraulisk modell av Numedalslågen ble utarbeidet i GeoHECRAS basert på en terrengmodell med laserdata fra 2015 (5 pkt/ m²) samt dybde data for Numedalslågen fra 2018. NVE utarbeidet faresonekart for deler av de relevante strekningene i Kongsberg i 2004. Informasjon fra den hydrauliske modellen fra 2004, slik som utvalgte rapporterte tverrsnitt, vannføringskurver og Manning-tall, ble overført til den nye modellstrukturen i den grad dette kunne forsvares da terrengmodellen benyttet i denne rapporten er vesentlig bedre enn det tilgjengelige datagrunnlaget i 2004. I tillegg ble todimensjonale (2D) hydrauliske modeller utarbeidet for tre bekker som ble identifisert under befaringen i nærheten av planlagte mastepunkt mellom Nordre spiten og Glabak via Stengelsrud. Resultatene viser at ett av mastepunktene på strekningen mellom Nordre spiten og Stengelsrud; elleve av mastepunktene på strekningen fra Stengelsrud til Glabak; og tre av mastepunktene på strekningen mellom Gomsrud og Skollenbord havner i 200-årsflomsonen. Basert på en farekategorisering med utgangspunkt i produktet av vanddybde og vannhastighet, ble totalt 13 mastepunkter vurdert til høyt flomfarenivå, mens tre punkter ble vurdert til middels flomfarenivå. En tilsvarende farekategorisering basert på observasjoner gjort under befaring ble utarbeidet med hensyn på erosjon. Mens ett mastepunkt ble vurdert til høyt erosjonsfarenivå, ble elleve punkter vurdert til middels erosjonsfarenivå.

Det anbefales å erosjonssikre strekninger der ett eller flere mastepunkter er kategorisert med noe eller vesentlig erosjonsfare i yttersvinger samt i rette deler av elveløpet der høye vannhastigheter forekommer. Vedrørende flomsikring, bør alternativer utarbeides i samråd med tiltakshaver og baseres på en nytte-kostnadsanalyse før detaljprosjektering. En overordnet oversikt over mulige tiltak er gitt avslutningsvis.

1. Innledning

1.1 Bakgrunn og formål

Sunnfjord Geo Center AS (SGC) har på oppdrag av Jøsok utført en vurdering av flomfaren ved 21 planlagte mastepunkter langs Numedalslågen i Kongsberg kommune. Bakgrunnen for vurderingen er at Glitre Energi Nett AS planlegger opprettelse av nye ledningsnett for tre strekninger langs Numedalslågen. Området ligger innenfor NVEs aktsomhetsområde for flom. Vurderingen er utført i henhold til NVEs veileder for utforming av søknader om konsesjon for nettanlegg (veileder 2/2020) (NVE, 2020) samt NVE sine retningslinjer for flom- og skredfare i arealplaner (veileder 2/2011) (NVE, 2011) og kartlegging av flomfare langs bekker (veileder 3/ 2015) (NVE, 2015).

1.2 Krav til sikkerhet

Byggteknisk forskrift (TEK17) §7-1 sammenfatter generelle krav til sikkerhet mot naturpåkjenninger ved to ledd. Første ledd krever at «byggverk plasseres, prosjekteres og utføres slik at det oppnås tilfredsstillende sikkerhet mot skade og uvesentlig ulempe fra naturpåkjenninger», mens det i andre ledd kreves at «tiltak prosjekteres slik at byggverk, byggegrunn og tilstøtende terreng ikke utsettes for fare for skade eller vesentlig ulempe som følge av tiltaket». TEK17 §7-2 sammenfatter kravene til sikkerhet rettet spesifikt mot flom for nybygg samt ombygginger og utbygginger av eksisterende byggverk, jf. temaveiledningen «Utbygging i fareområder» fra Direktoratet for byggkvalitet (se Tabell 1). Energianlegg er unntatt fra plan- og bygningsloven og Byggteknisk forskrift, og krav om sikring av energianlegg settes i kapittel 5 i Kraftberedskapsforskriften. Det er tiltakshaver som skal vurdere hvilket sikkerhetsnivå det planlagte anlegget bør ha, med utgangspunkt i anleggets klasse etter Kraftberedskapsforskriften § 5-2 og eventuell redundans i kraftsystemet samt konsekvens ved utfall (NVE, 2020). Ytterligere relevante punkter fra kapittel 5.7 i NVE (2020) er gjengitt punktvis nedenfor.

- «Det skal gjøres en vurdering av om anlegget kan være utsatt for flom eller skred. Vurderingen kan gjøres på bakgrunn av aktsomhetskart i NVEs kartkatalog. Aktsomhetskart viser områder som basert på en GIS-analyse kan være utsatte for flom eller skred. I kartkatalogen ligger det også faresonekart. Faresonekart inneholder en nærmere vurdering av konkrete områder, og benyttes der dette er tilgjengelig.»
- «For ledninger skal det gjøres en vurdering av faren for at anlegget kan skades av flom og skred, og konsekvensene av en slik hendelse. For særlig utsatte strekninger bør det gjennomføres nærmere kartlegging av fare for flom og skred.»
- «For anlegg som kan være utsatt for flom eller skred, herunder anlegg som befinner seg innenfor aktsomhetsområder for flom eller skred, skal det utføres en nærmere kartlegging og vurdering av fareområde og gjentakelsesfrekvens for hendelser.»
- «Hvis kartleggingen viser at anlegget ikke vil oppnå ønsket sikkerhetsnivå, skal det gjøres vurderinger av tiltak for å sikre anlegget, dimensjonere og konstruere byggverket slik at det tåler belastningene og/eller vurderes alternative plasseringer av anlegget (f.eks. innendørs koblingsanlegg, mulighet for plassering i fjellhall). Eventuelle ekstraordinære sikrings- og beredskapstiltak for å kompensere for høy risiko (f.eks. skredvoll, flomvern eller reparasjonsutstyr) skal beskrives og eventuelt omsøkes som en del av konsesjonssøknaden.»

Tabell 1: TEK17 §7-2 klassifiserer byggverk i tre sikkerhetsklasser som definerer akseptnivå for flom.

Sikkerhetsklasse	Konsekvens	Største nominelle årlige sannsynlighet	Eksempler
F1	Liten	1/20	Lagerbygning med lite personopphold; garasje
F2	Middels	1/200	Bolig; skole; kontorbygg; industribygg
F3	Stor	1/1000	Sykehjem; brannstasjon, sjukehus, avfallsdeponi med forurensningsfare

Glitre Energi Nett AS planlegger ny trase på tre strekninger langs Numedalslågen. Den eksisterende ledningen fra 1954 mellom Nordre spiten og Glabak nærmer seg sin tekniske levetid. Her planlegges det en 132 kV linje. Masterekken mellom Nordre spiten og Stengelsrud transformatorstasjon vil bestå av gittermaster, mens masterekken mellom Stengelsrud transformatorstasjon og Glabak vil bestå av rørmaster. Den tredje strekningen går fra Gomsrud transformatorstasjon til Skollenborg. Her vil masterekken bestå av gittermaster. Anlegget faller under klasse 2 etter Kraftberedskapsforskriften. I samråd med oppdragsgiver er det bestemt at linjer og mastepunkter skal tilfredsstillere krav om største årlige nominelle sannsynlighet for flom på 1/200. Dette tilsvarer sikkerhetsklasse F2 i TEK17 §7-2. Dersom en antar en teknisk levetid på 70 år, er det 30 % sannsynlighet for at en 200-årsflom inntreffer i løpet av ledningsnettets levetid (se Tabell 2).

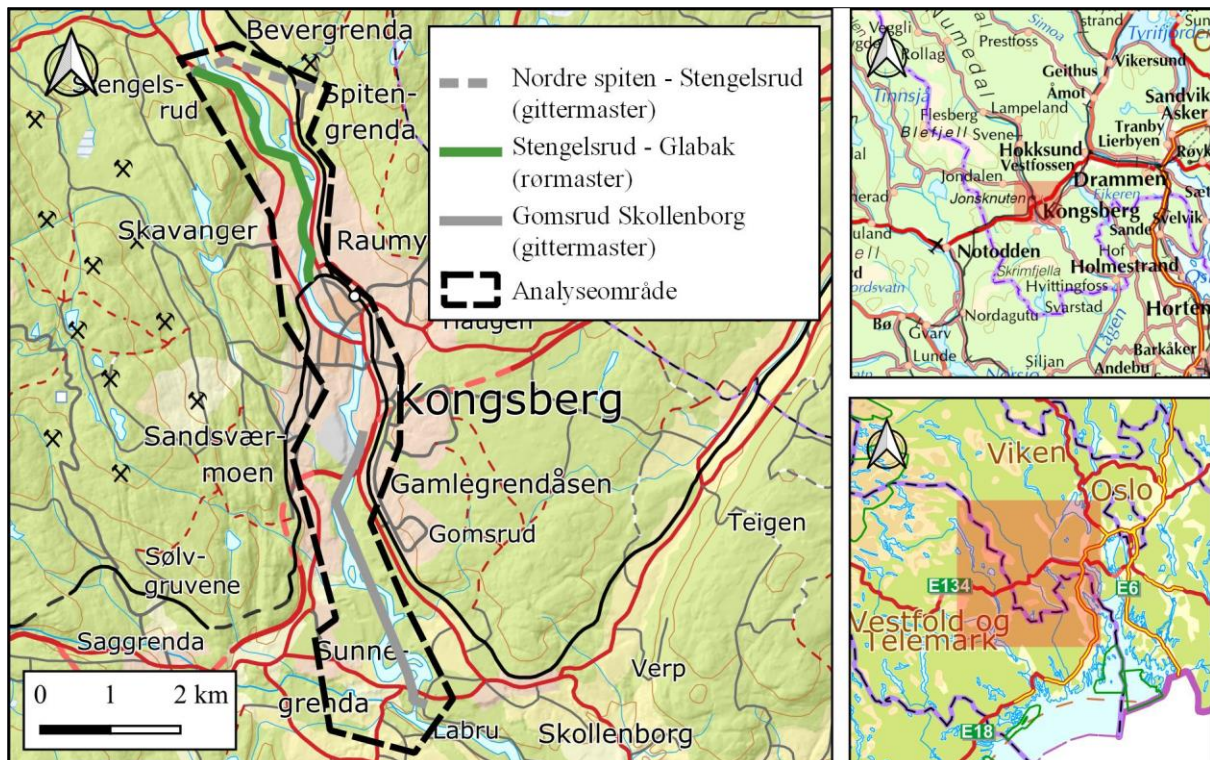
Tabell 2: Sannsynlighet for overskridelse ut fra periodelengde og gjentakintervall.

Gjentaksintervall (år)	Tidsperiode (år)			
	20	50	70	100
20	64%	92%	97%	100%
200	10%	22%	30%	39%
1000	2%	5%	7%	10%

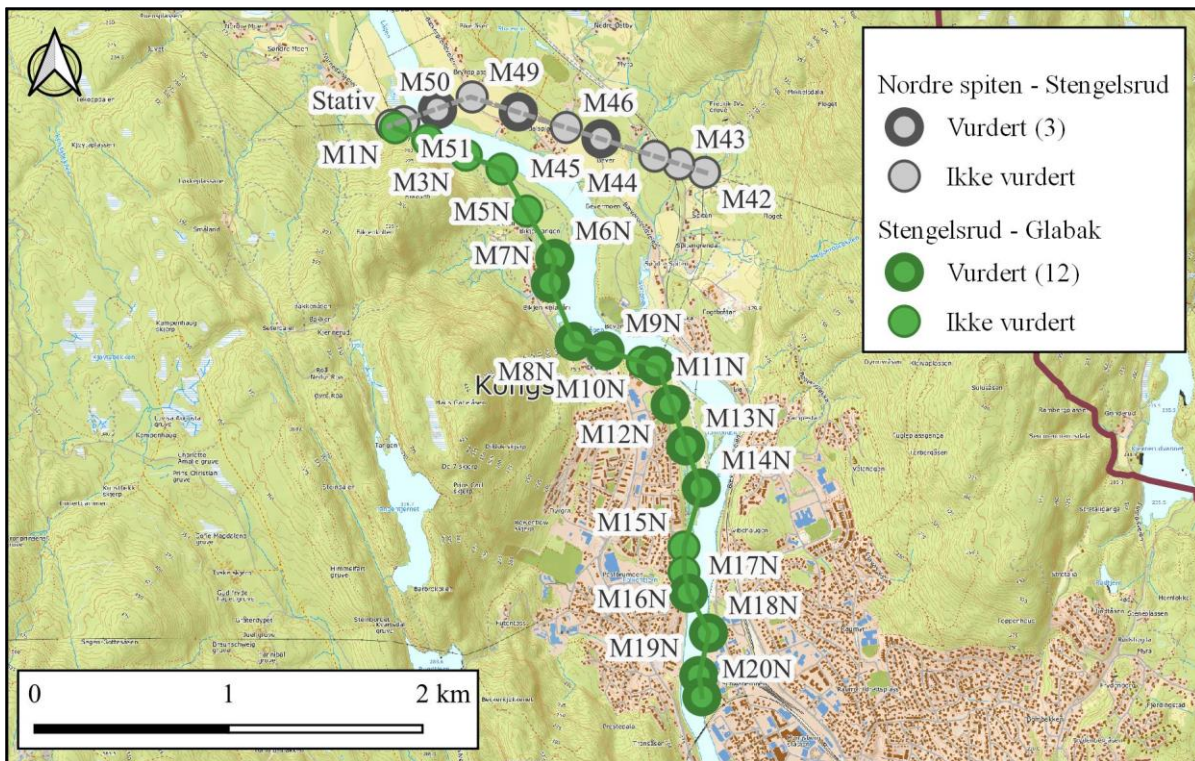
2. Det undersøkte området

2.1 Områdebeskrivelse

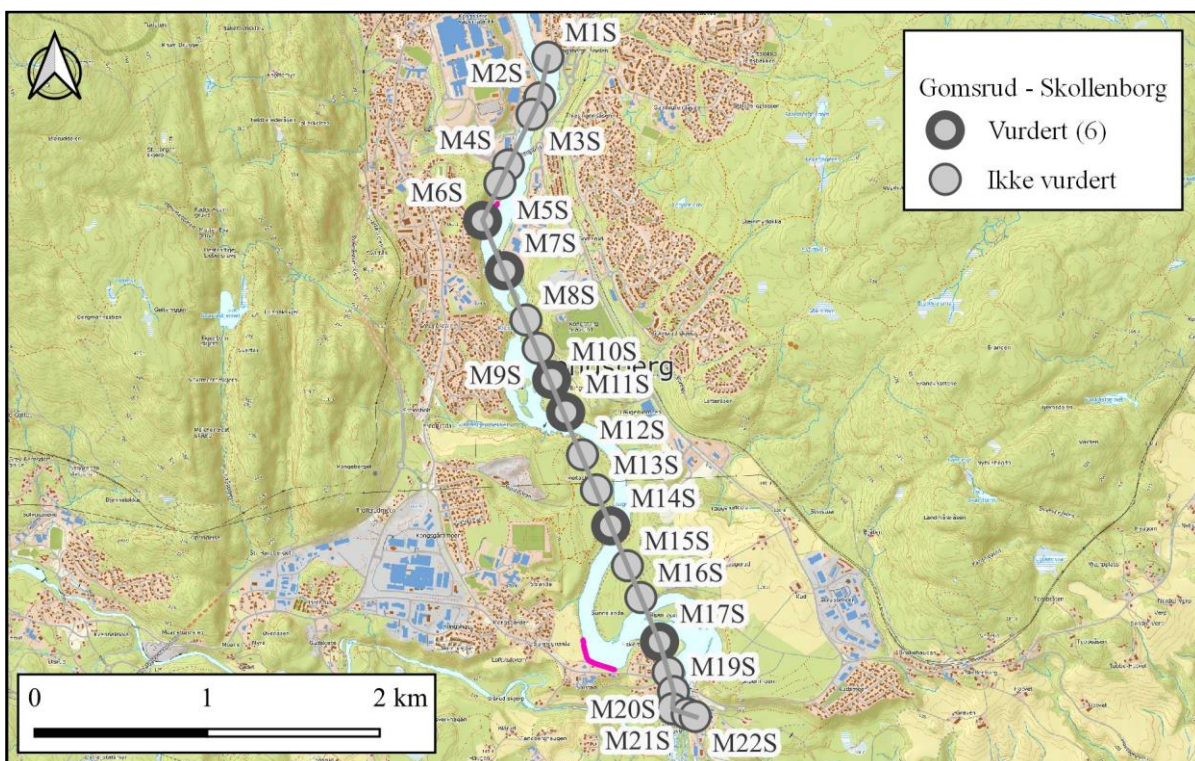
Det kartlagte området dekker tre vurderte mastepunkter på strekningen Nordre spiten – Stengelsrud; tolv vurderte mastepunkter på strekningen Stengelsrud – Glabak; og seks vurderte mastepunkter på strekningen Gomsrud – Skollenborg. Analyseområdet dekker Numedalslågen fra like oppstrøms for Bevergrenda til Skollenborg. Figur 1 viser analyseområdets plassering i Kongsberg samt de tre ovennevnte strekningene for nye traseer. Figur 2 gir en detaljert oversikt over vurderte mastepunkter langs den nye linjen mellom Nordre spiten og Glabak via Stengelsrud transformatorstasjon. Figur 3 gir en tilsvarende detaljert oversikt over vurderte mastepunkter på strekningen mellom Gomsrud transformatorstasjon og Skollenborg.



Figur 1: Plassering av nye linjer og avgrensning av analyseområdet i forhold til Numedalslågen. Oversiktskartene på høyre side viser hvor i Kongsberg kommune og Viken fylke det nye ledningsnettet er planlagt plassert. Kartgrunnlag: Statens kartverk.



Figur 2: Detaljert oversikt over vurderte mastepunkter på strekningen fra Nordre spiten til Glabak via Stengelsrud transformator stasjon.



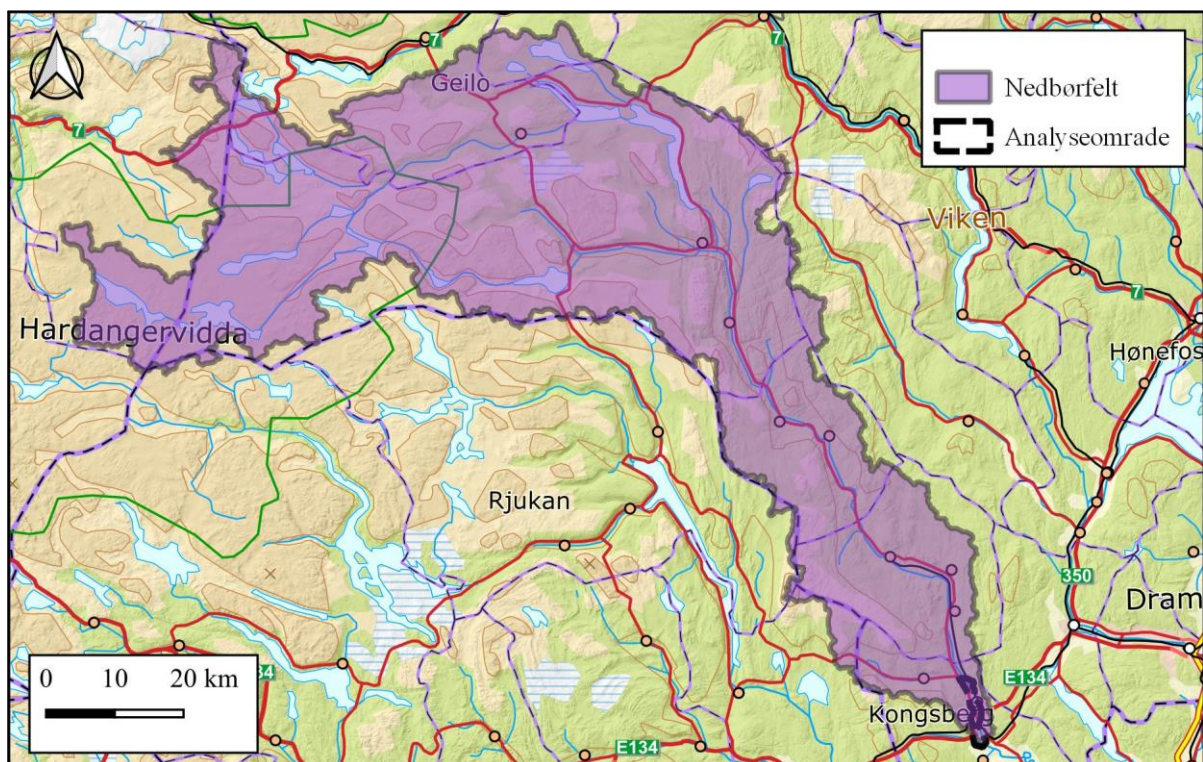
Figur 3: Detaljert oversikt over vurderte mastepunkter på strekningen fra Gomsrud transformatorstasjon til Skollenborg.

2.2 Beskrivelse av vassdraget

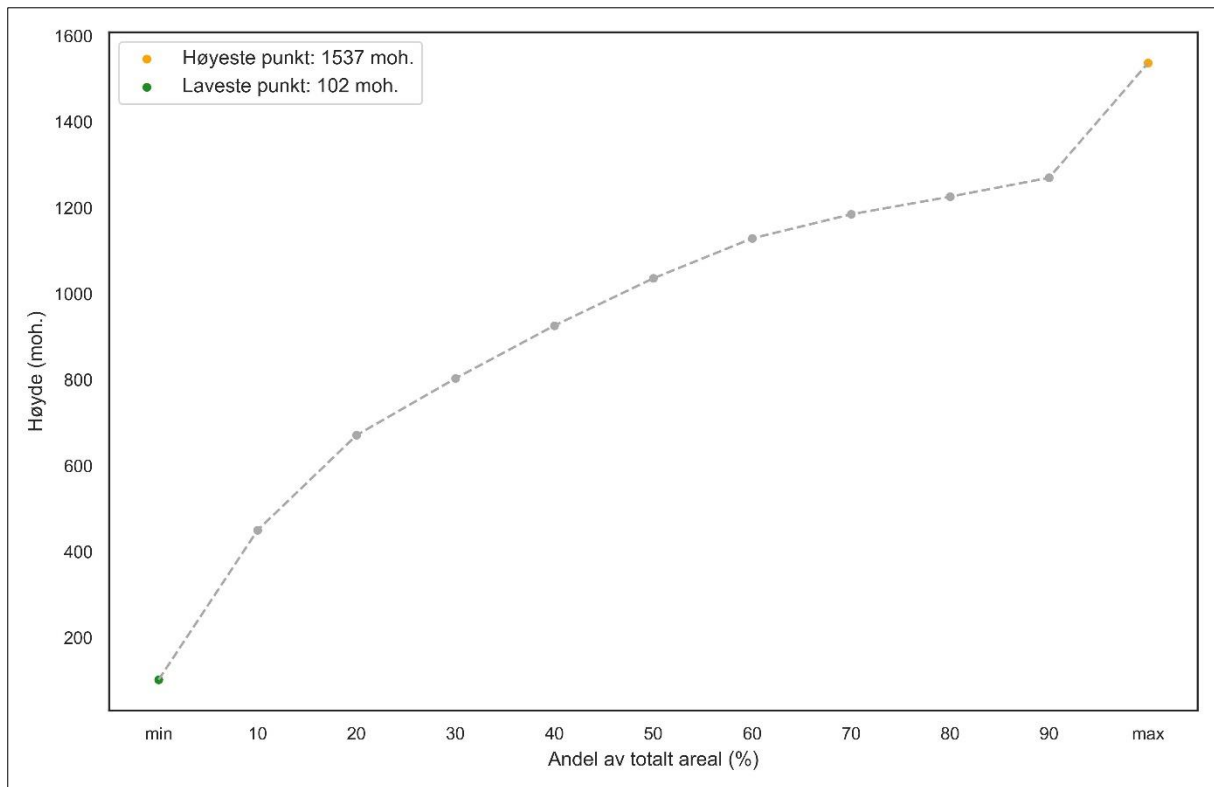
Numedalslågen er Norges tredje lengste elv og drenerer et 5548 km² nedbørfelt fra Hardangervidda (1537 moh.) til utløpet i Larvikviksfjorden (1 moh.); når utløpet beregnes til like nedstrøms for analyseområdet i denne rapporten, utgjør feltarealet 4287 km² og elvelengden 247.4 km (se Figur 4). Det laveste punktet ligger 102 moh. Dette gir en høydeforskjell på 1435 m, men likevel en svak helning på 7.9°. Den hypsometriske kurven for nedbørfeltet er presentert i Figur 5. Normalavrenningen er 19.1 l/s*km².

Arealfordelingen i nedbørfeltet er presentert i Figur 6. Skog utgjør 40.8 % av nedbørfeltets areal. Myr og dyrket mark utgjør henholdsvis 7.3 % og 0.9 % av feltarealet. Før metning har både myr og dyrket mark en flomdempende effekt; etter metning vil disse arealtypene bidra til raskere flomforløp. Også snaufjell bidrar til raskere avrenning og spissere flomforløp. Innsjøer, derimot, har en flomdempende effekt – særlig når disse befinner seg langt nedstrøms i nedbørfeltet. Kun 0.2 % av nedbørfeltets areal er urbane områder, men impermeable flater og interaksjon med avløpsnett i urbane områder, slik som Kongsberg, vil likevel kunne ha stor betydning for avrenning lokalt. Slike områder vil generelt reagere raskere på styrtregn.

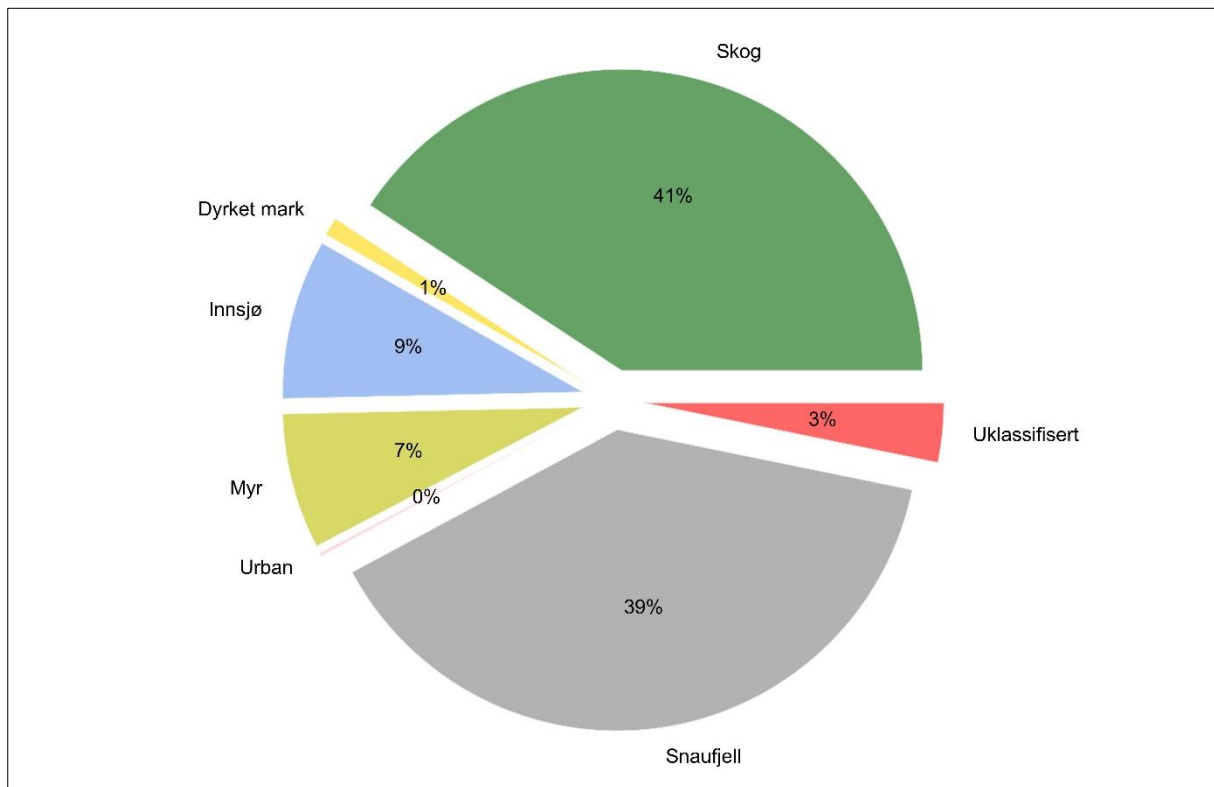
Numedalslågen er et regulert vassdrag. Mesteparten av vannkraftutbyggingen fant sted på 1960-tallet. I Kongsberg er det i dag elleve vannkraftverk langs Numedalslågen og tilhørende sidevassdrag, men kun tre av disse ligger innenfor analyseområdet. Den gjennomsnittlige vinternedbøren (360 mm) er tilnærmet lik den gjennomsnittlige sommernedbøren (355 mm). Høylandsområdene på Hardangervidda gir en gjennomsnittlig årstemperatur på -0.5 °C, men det er stor temperaturforskjell i sommer- og vinterhalvåret (12 K). I lavland og urbane områder, slik som Kongsberg, er den gjennomsnittlige årstemperaturen vesentlig høyere (7.0 °C). Sett i sammenheng med høylandets innvirkning på vinternedbør og nedbørfeltets helningsgrad og størrelse, kan feltet klassifiseres som langsomt responderende der flomregimet domineres av snøsmelteflommer om våren, mens regnflommer også kan oppstå i høst- og vinterhalvåret. Nedbørfeltkarakteristikkene hentet fra NEVINA-databasen er oppsummert i Tabell 3.



Figur 4: Nedbørfeltet til Numedalslågen og plassering av analyseområdet. Kartgrunnlag: Statens kartverk.



Figur 5: Hypsometrisk kurve for nedbørfeltet. Kurven viser den prosentvise andelen av nedbørfeltets areal som ligger under en gitt høyde.



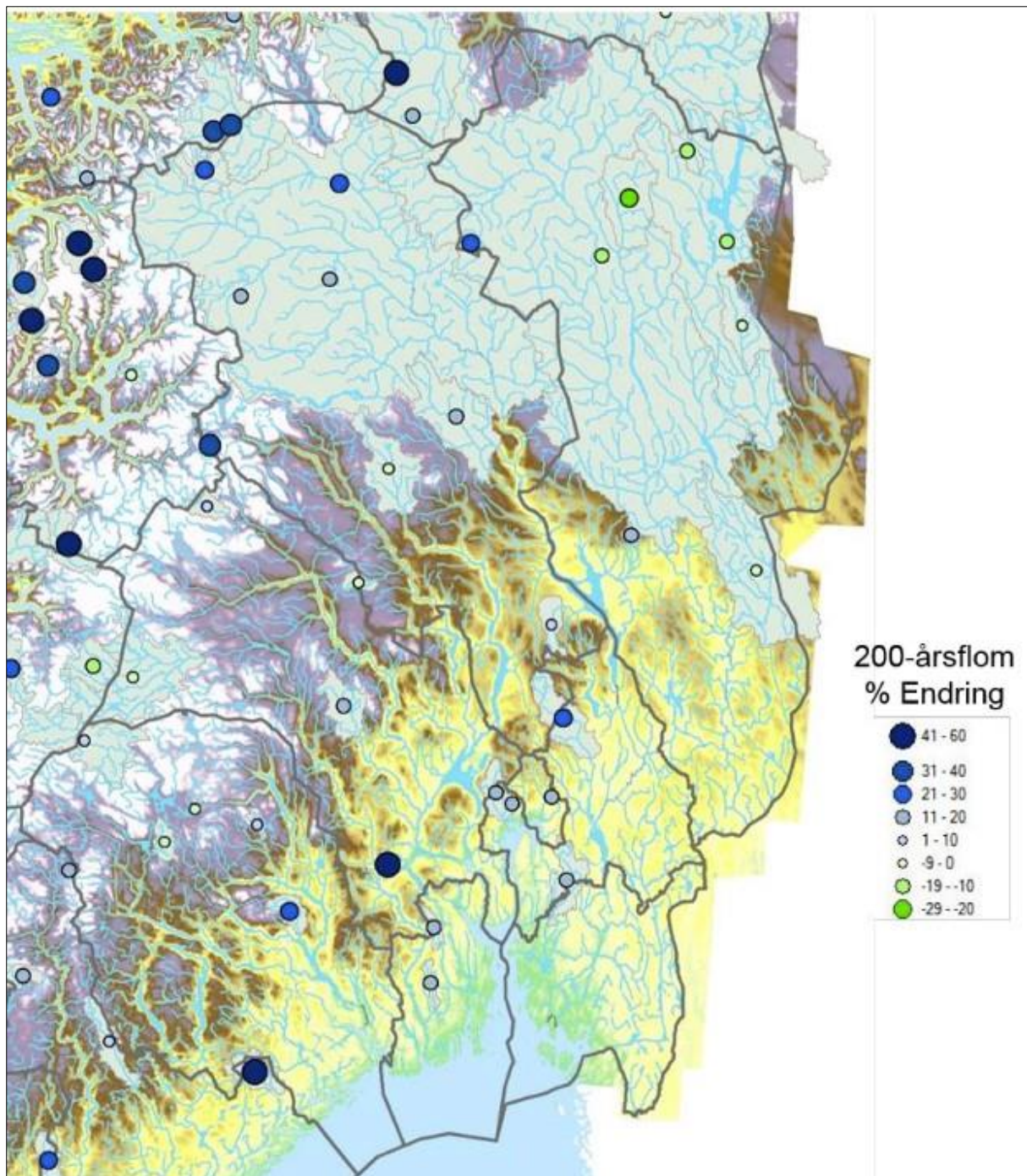
Figur 6: Arealfordeling for nedbørfeltet.

Tabell 3: Nedbørfeltkarakteristikker for Numedalslågen til like nedstrøms for analyseområdet.

Areal (km ²)	Effektiv sjø (%)	Feltlengde (km)	Høydeforskjell (m)	Helning (°)	Normalavrenning (l/s*km ²)	Elvelengde (km)	Elvegradient (m/km)
4287	0.72	153.8	1435	7.9	19.1	247.4	5.6

2.3 Klima

Rapporten *Klima i Norge 2100* (Hanssen-Bauer et al., 2015) sammenfatter resultater fra modellkjøringer med nedskalerte og biasjusterte data for Norge fra globale klimamodeller presentert i den femte hovedrapporten fra FNs klimapanel. Hovedfunnet i rapporten er at det forventes økninger i både temperatur og nedbør samt hyppigere ekstremnedbør i Norge. Klimaendringer vil kunne endre både flomfrekvensen assosiert med ulike flomstørrelser og de flomgenererende prosessene i de ulike nedbørfeltene slik at også flomsesongen endres. Norsk klimasenterservice har på bakgrunn av denne rapporten utarbeidet en klimaprofil for Buskerud som et kunnskapsgrunnlag og hjelpemiddel for klimatilpasning. Klimaprofilen beskriver hvilke klimaendringer som bør tas hensyn til på regionalt og lokalt nivå. I Buskerud vil klimaendringer føre til kraftigere nedbør og økte problemer med overvann; endringer i flomforhold og flomstørrelser; jordskred og flomskred, samt havnivåstigning og stormflo. Figur 7 viser forventet prosentvis endring i 200-årsflommen ved utvalgte, representative vassdrag i regionen. Klimaprofilen for Buskerud anbefaler ikke klimapåslag for nedbørfelt som er lokalisert i innlandet og dominert av snøsmelteflommer om våren og tidlig på sommeren og der store høst- og vinterflommer sjeldent inntreffer i dagens klima. For nedbørfelt som reagerer raskt på styrtregn, slik som Numedalslågen ved Kongsberg, anbefales et klimapåslag på minst 20 %. I henhold til anbefalingene gitt i klimaprofilen til Buskerud, legges et klimapåslag på 20% for Kongsberg til i beregnede flomstørrelser. Det legges ikke til klimapåslag for områder oppstrøms for Kongsberg.

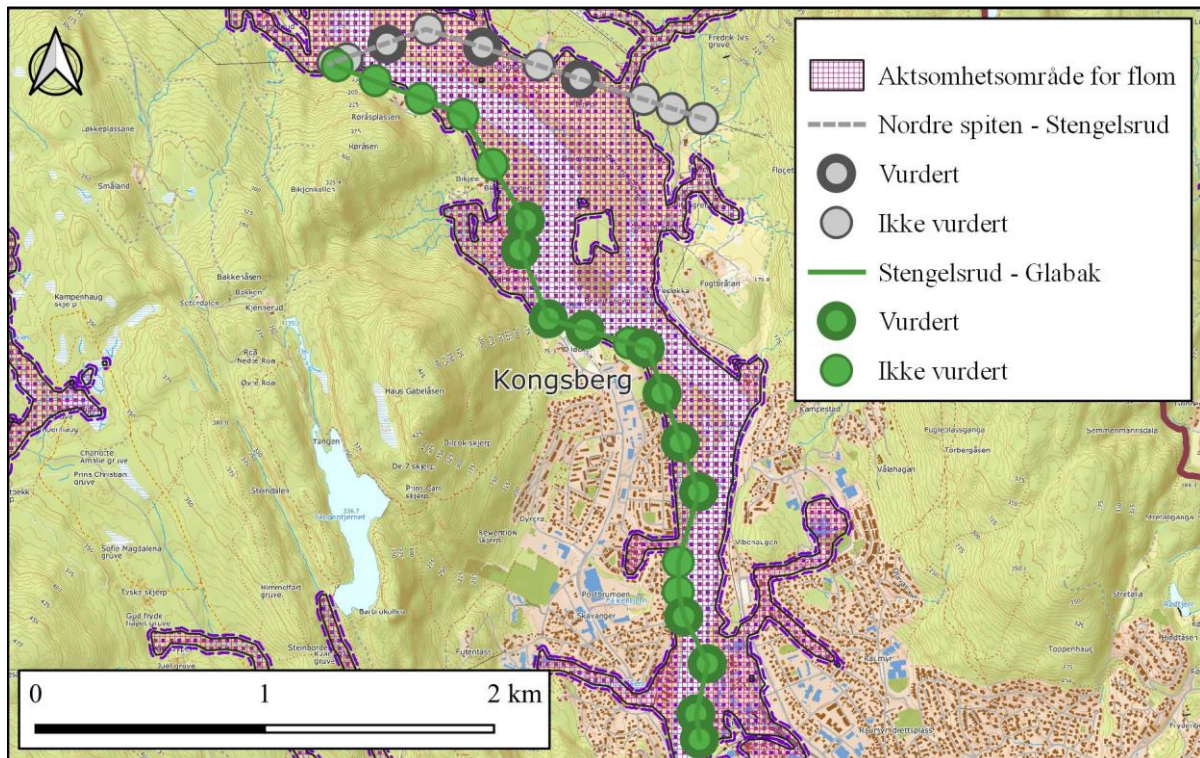


Figur 7: Prosentvis endring i 200-årsflom for nedbørfelt i Buskerud (NKKS, 2021).

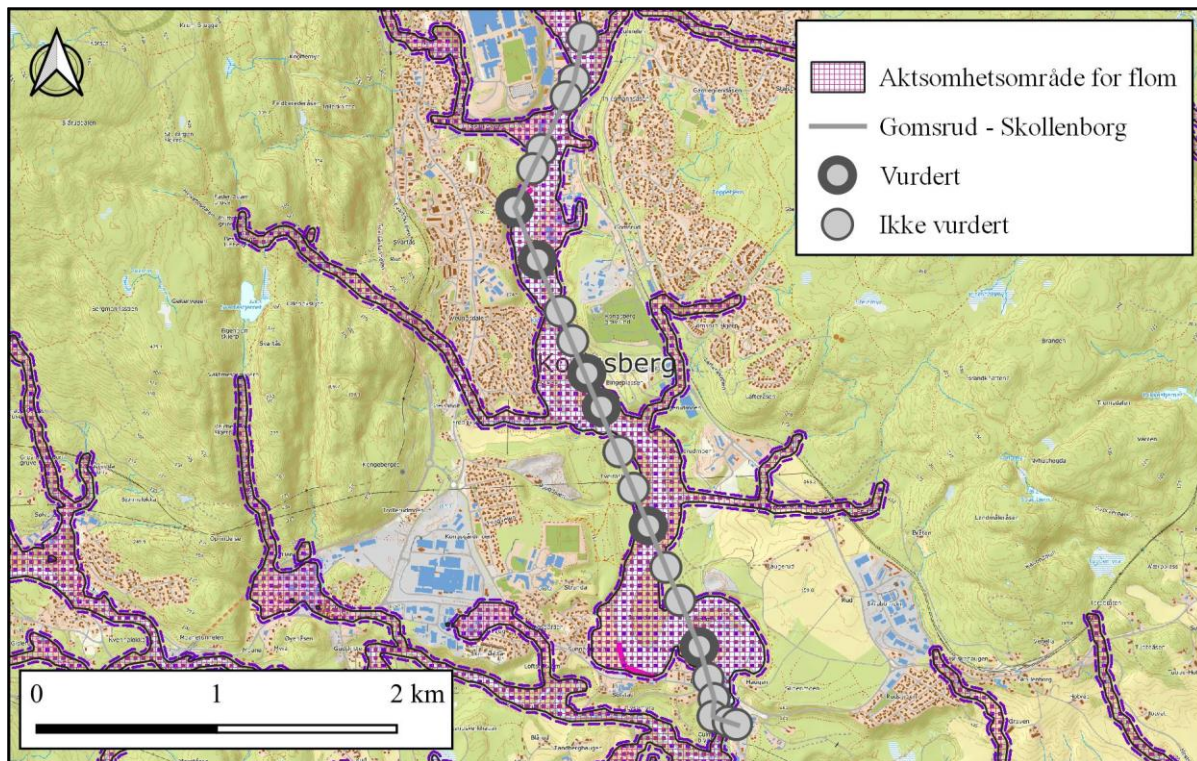
2.4 Aktsomhetskart for flom

NVE har utarbeidet et nasjonalt aktsomhetskart for flom som viser potensielt flomutsatte områder; kartet er tilgjengelig på atlas.nve.no. Aktsomhetsområdene er generert basert på et empirisk datagrunnlag for norske vassdrag i kombinasjon med en digital terrengmodell. Aktsomhetsområdene kan derfor ikke knyttes til spesifikke gjentaksintervall og er som regel overestimert. En mer detaljert kartlegging vil dermed som regel redusere aktsomhetsområdets omfang. Figur 8 viser at den planlagte traseen på strekningen mellom Nordre spiten og Glabak via Stengelsrud i nord ligger innenfor aktsomhetsområde for flom. Figur 9 viser tilsvarende at den planlagte traseen på strekningen mellom Gomsrud og Skollenborg i sør også delvis ligger

innenfor aktsomhetsområde for flom. Årsaken til dette er at det er estimert en maksimal vannstandsstigning i Numedalslågen på 8 m langs både det nordlige strekket og det sørlige strekket. I tillegg er det estimert en maksimal vannstandsstigning på 2.81 m i bekken som renner mellom M44 og M545 nær Bevergrenda i nord; 2.35 m i bekken som renner på østsiden av Numedalslågen ved mastenummer M48; og 2.08 m i bekken som renner forbi M7N på vestsiden av Numedalslågen.



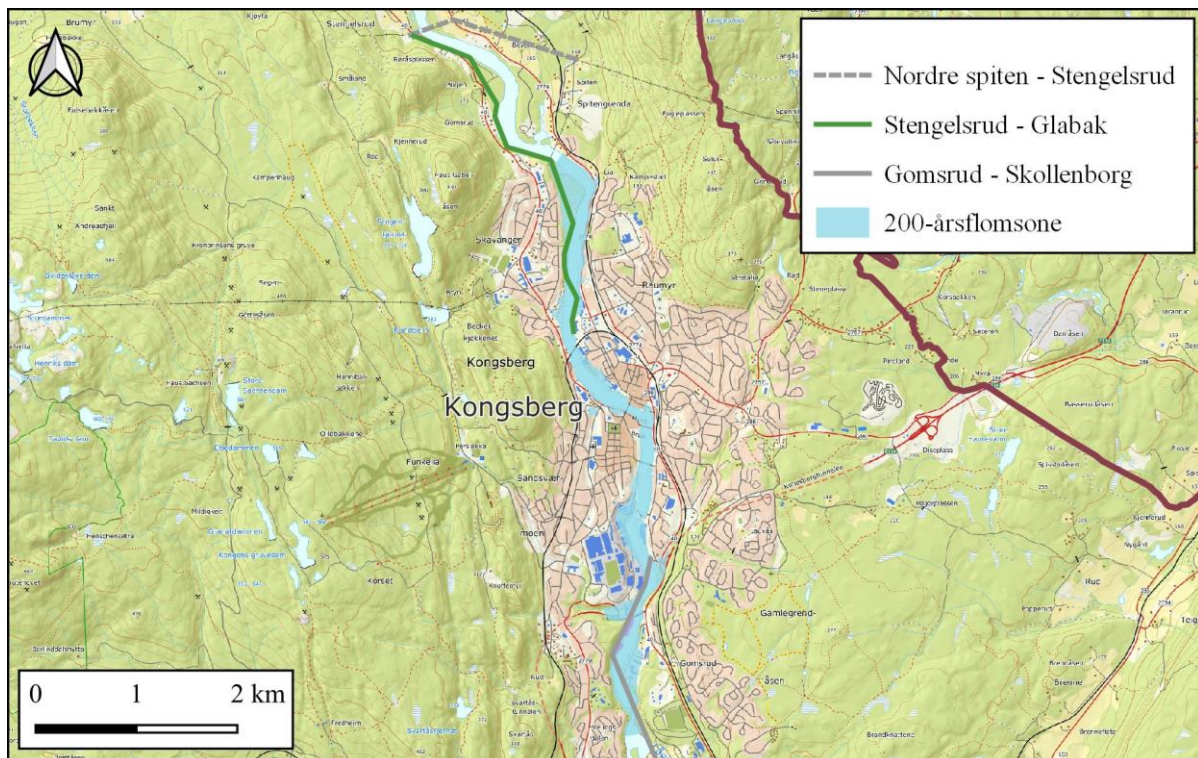
Figur 8: Aktsomhetskartet viser at de fleste kartlagte mastepunktene i nord ligger innenfor aktsomhetsområdet for flom. Datakilde: atlas.nve.no og Statens kartverk.



Figur 9: Aktsomhetskartet viser at de fleste kartlagte mastepunktene i sør ligger innenfor aktsomhetsområdet for flom. Datakilde: atlas.nve.no og Statens kartverk.

2.5 Eksisterende flomfarevurderinger

Flomsonekartlegging av Numedalslågen ved Kongsberg ble foretatt av NVE i 2004 (Stokseth og Øydvin, 2004). Vannføringsmålinger fra stasjon 15.15.0 ble da lagt til grunn i lokal flomfrekvensanalyse for beregning av flomstørrelser med gjentaksintervall på 10, 20, 50, 100, 200 og 500 år. For gjentaksintervall mindre enn 100 år, ble det antatt at regulering virker flomdempende, mens det for større gjentaksintervall ble antatt at nedbørfeltet responderer tilnærmet likt et uregulert felt. Ettersom mesteparten av vannkraftverkene ble installert på 1970-tallet, ble perioden 1970-2000 benyttet for beregning av flomstørrelser med gjentaksintervall på mindre enn 100 år, mens perioden 1913-1969 ble benyttet for beregning av flomstørrelser med større gjentaksintervall. Beregningene inkluderer ikke klimapåslag. Figur 10 viser tidligere kartlagt 200-årsflomsone for Numedalslågen ved Kongsberg. Det kartlagte området dekker kun deler av strekningene der de nye mastepunktene og ledningsnettet er planlagt plassert. Rapporten anbefaler at en sikkerhetsmargin på minst 30 cm tillegges beregnede vannstander.



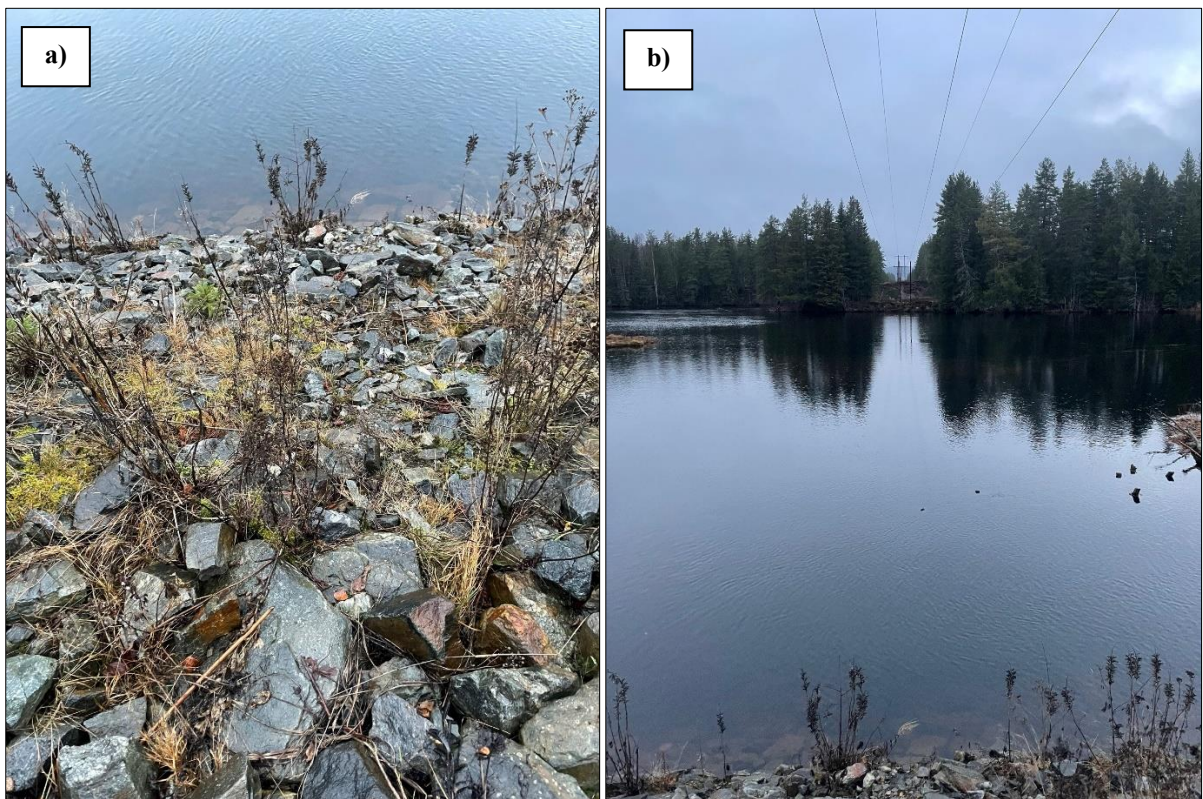
Figur 10: Tidligere kartlagt 200-årsflomsone som rapportert i Stokseth og Øydvin, (2004) uten klimapåslag og sikkerhetsmargin. Datakilde: atlas.nve.no og Statens kartverk.

2.6 Flomhistorikk

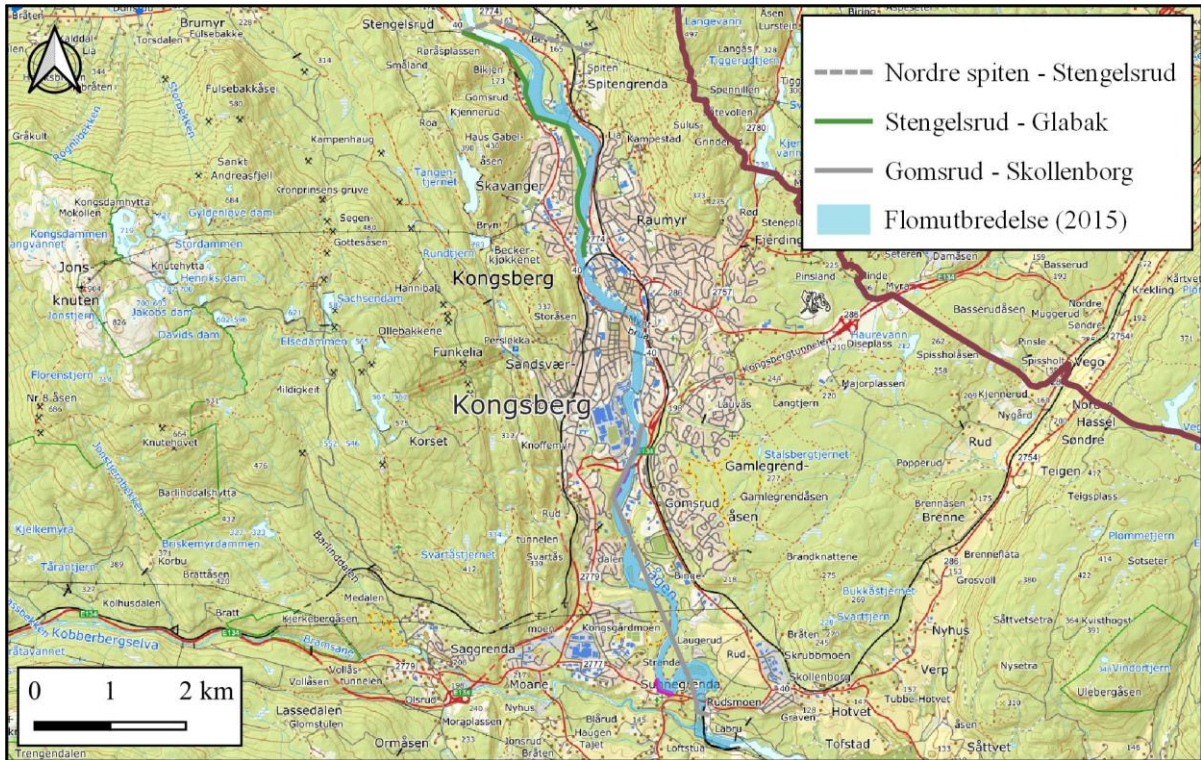
Numedalslågens daterte flomhistorikk strekker seg tilbake til 1700-tallet. I juli 1789 førte et sørøstlig Vb-lavtrykk til kraftig nedbør som, i kombinasjon med sen snøsmelting over store deler av innlandet, forårsaket flommen som fikk navnet «Storofsen». Flommen rammet alle de store vassdragene i det sørøstlige innland. Drøyt 70 år senere inntraff «Storflaumen», da snøsmelting og langvarig nedbør igjen førte til ekstremflom i flere av de større vassdragene på Østlandet, inkludert Numedalslågen. Basert på vannføringskurven fra 1873, og det kjente flomnivået ved Labro i 1860, er vannføringen i Numedalslågen under «Storflaumen» estimert til 1285 m³/s. Værmønsteret Vb forårsaket også store flommer i Numedalslågen i 1927 og 1938. I nyere tid bør flommene i Numedalslågen i juli 2007 og september 2015 nevnes. Flommen i 2007 var av samme størrelsesorden som flommen i 1927 (estimert til en 100-årsflom i 2007). Vannstanden i elven skal ha steget opptil 5 m og store deler av Kongsberg ble oversvømt. Også veien som går på østsiden av Numedalslågen ved krysningspunktet med Jondalselva oppstrøms for mastepunkt M50 ble oversvømt under flommen i 2007 (se Figur 11). Videre førte erosjon ved mastepunkt M17S til utglidninger som krevde umiddelbar erosjonssikring for å forhindre skade på masten og ledningsnettet under flommen i 2015 (se Figur 12). Flomutbredelsen i 2015 er vist i Figur 13.



Figur 11: a) Oversvømt vei oppstrøms for mastepunkt M50 på strekningen Nordre spiten – Stengelsrud under flommen i 2007 og b) krysningspunkt mellom Jondalselva og Numedalslågen (bilder tatt under befaring 16. november 2022).



Figur 12: a) Plastring ved mastepunkt M17S på strekningen Gomsrud – Skollenborg gjennomført etter flommen i 2015 og b) eksisterende kryssing over Numedalslågen (bilder tatt under befaring 16. november 2022).



Figur 13: Registrert flomutbredelse i Kongsberg i 2015. Datakilde: atlas.nve.no og Statens kartverk.

3. Beregning av flomstørrelser

3.1 Metode

Det finnes flere aktive og nedlagte målestasjoner for vannføring i nedbørfeltet til Numedalslågen ved Kongsberg. Stasjon 15.171.0 er plassert ved Glabak (N59.673°, Ø 9.640°). Denne stasjonen har vært aktiv siden 1984. Stasjon 15.15.0 er plassert nedstrøms for Myntbrua (N 59.621°, Ø9.667°). Denne stasjonen var i drift mellom 1912 og 2021. Stasjon 15.1.0 er plassert oppstrøms for Labru kraftstasjon ved Skollenborg (N59.621°, Ø9.667°). Denne stasjonen var i drift mellom 1874 og 1907. I tillegg er det to målestasjoner for vannføring i Jondalselva, hvorav en er nedlagt. For beregning av flomstørrelser i nedbørfelt med lokale vannføringsmålinger der feltarealet er større enn 60 km², anbefales det å bruke *Regionalt formelverk* (RFFA-2018) (Engeland et al., 2020) i kombinasjon med årlige maksimalverdier for vannføring fra lokale målestasjoner. For å detektere usikkerhet i valg av metode for beregning av flomstørrelser, bør resultater fra minst to metoder sammenliknes. En sammenlikning mellom beregnede flomstørrelser ved bruk av henholdsvis i) *lokal flomfrekvensanalyse* for de tre ovennevnte stasjonene i Numedalslågen ved Kongsberg og ii) *RFFA-2018* i kombinasjon med lokale vannføringsdata er presentert nedenfor. I tillegg presenteres beregnede flomstørrelser opptil 200-årsflom ved bruk av *Nasjonalt formelverk for små felt* (RFFA-NIFS) (Stenius et al., 2015) for de tre bekkene ved mastepunkt M45, M48, og M7N.

3.1.1 Lokal flomfrekvensanalyse

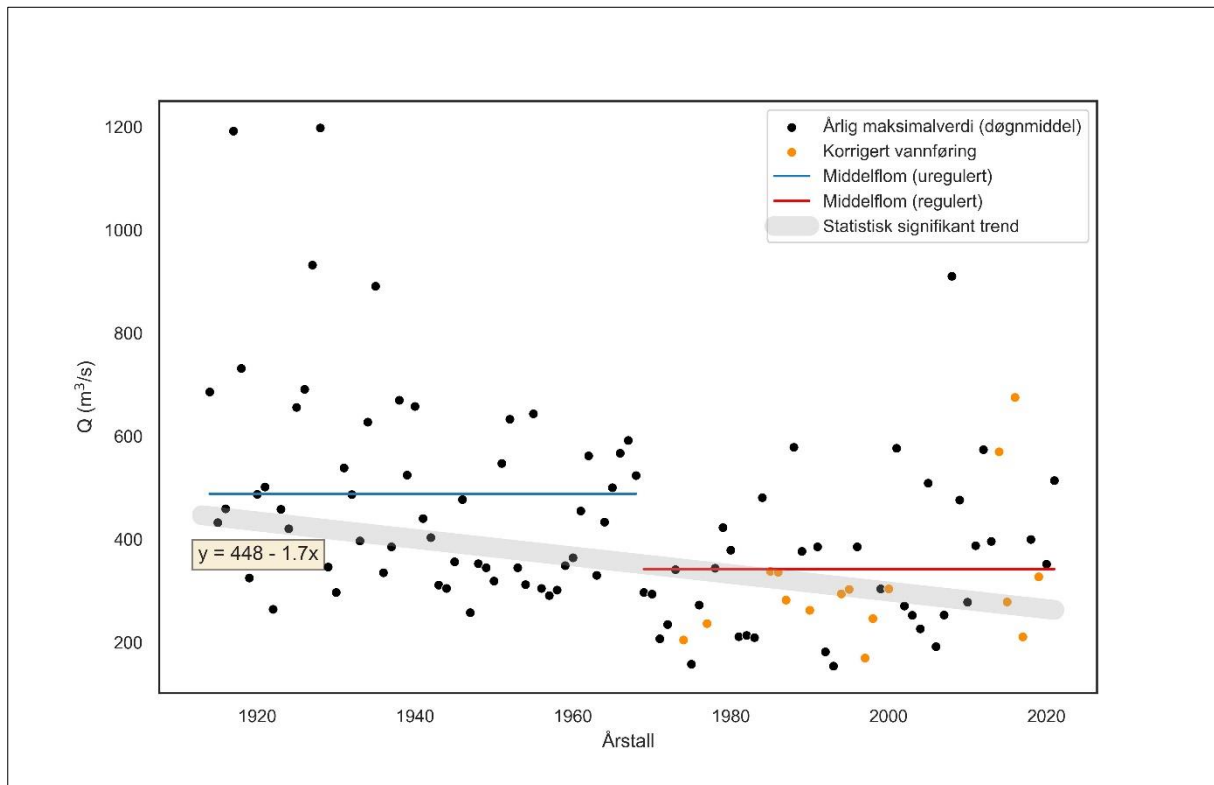
Valg av ekstremverdifordeling for lokal flomfrekvensanalyse bestemmes ut ifra lengden på tidsseriene fra de relevante målestasjonene samt hvorvidt tidsseriene inneholder døgnmiddel- eller kulminasjonsvannføring (Glad et al., 2022). For stasjon 15.15.0 eksisterer det kulminasjonsdata med tidsoppløsning på en time fra 1. april 2006. Tabell 4 viser valg av ekstremverdifordeling basert på tidsseriens lengde i henhold til anbefalingene gitt i Glad et al. (2022). Ettersom gjentaksintervallet som legges til grunn i denne flomfarevurderingen er større enn 100 år, antas det at reguleringen i vassdraget ikke gir nevneverdig flomdempning og at nedbørfeltets respons er tilnærmet lik som i uregulerte felt (Stokseth og Øydvin, 2004). Mann-Kendall-tester for ikke-stasjonaritet ($\alpha = 0.05$) i form av lineært økende eller minkende trender ble utført på årlig maksimal døgnmiddelvannføring (se Tabell 5). En økende trend ble detektert ved stasjon 15.171.0 og stasjon 15.1.0, men uten statistisk signifikans. En minkende trend med statistisk signifikans ble derimot detektert ved stasjon 15.15.0 for perioden 1913-2021. En statistisk signifikant økende trend for perioden 1970-2021 ble også detektert ved denne stasjonen. Figur 14 viser den detekterte trenden og maksimalverdier for døgnmiddelvannføring i perioden 1913 til 2021 ved stasjon 15.15.0. En grunnleggende forutsetning for tradisjonell flomfrekvensanalyse er stasjonaritet; hele tidsserien for stasjon 15.15.0 kan dermed ikke benyttes i lokal flomfrekvensanalyse slik alternativer for dette er implementert i Hydra2. Perioden 1913-1969 ble dermed benyttet for beregning av flomstørrelser med gjentaksintervall mellom 100 år og 1000 år, mens perioden 1970-2012 ble benyttet for beregning av lavere gjentaksintervall.

Tabell 4: Oversikt over tidsseriens lengde og anbefalt ekstremverdifordeling i henhold til Glad et al. (2022).

Stasjonsnummer	Tidsseriens lengde (år)	Ekstremverdifordeling	Antall parameter
15.171.0	38	Gumbel	2
15.15.0	108	GEV	3
15.1.0	33	Gumbel	2

Tabell 5: Resultater fra Mann-Kendall-trendanalyser med signifikansnivå $\alpha = 0.05$.

Stasjonsnummer	Periode	Stigningstall ($\text{m}^3/\text{s} / \text{år}$)	p-verdi	Signifikans
15.171.0	2005-2021	2.53	0.71	Nei
15.15.0	1913-2021	-1.7	4.0×10^{-4}	Ja
15.1.0	1874-1907	0.87	0.51	Nei



Figur 14: Statistisk signifikant trend for årsmaksima og middelflom i periodene 1913-1969 (56 år) og 1970-2021 (51 år) ved stasjon 15.15.0.

Flomfrekvensanalysen ble utført på døgndata for stasjon 15.15.0 og 15.1.0. De beregnede flomstørrelsene ble deretter konvertert til kulminasjonsvannføring ved bruk av en estimert kulminasjonsfaktor fra de overlappende tidsseriene med henholdsvis døgndata og kulminasjonsdata. Den estimerte kulminasjonsfaktoren for stasjon 15.15.0 samsvarer med kulminasjonsfaktoren hentet fra Nevina-databasen (1.04). Kulminasjonsfaktoren for stasjon 15.1.0 er noe høyere (1.06). Det er antatt samme feltareal for alle tre stasjonene da ulik plassering lokalt har liten effekt på totalarealet for nedbørfeltet til Numedalslågen ved Kongsberg. Tabell 6 viser beregnede flomstørrelser med lokal flomfrekvensanalyse. For stasjon 15.171.0 ble flomfrekvensanalysen utført direkte på kulminasjonsvannføring.

Tabell 6: Beregnede flomstørrelser ved middelflom (Q_M), 200-årsflom (Q_{200}) og 1000-årsflom (Q_{1000}) i Numedalslågen ved lokal flomfrekvensanalyse uten klimapåslag. Flomstørrelsene er oppgitt i kulminasjonsverdier.

Stasjon	Tidsperiode	Q_M		Q_{200}		Q_{1000}	
		m^3/s	$l/s*km^2$	m^3/s	$l/s*km^2$	m^3/s	$l/s*km^2$
Enhet	Årstall						
15.171.0	2005-2021	454	106	1182	276	1451	339
15.15.0	1970-2012	341	80	829	193	1014	237
15.15.0	1913-1969	340	79	1370	320	1497	349
15.1.0	1874-1907	546	127	1161	271	1389	324

3.1.2 Regionalt formelverk (RFFA-2018)

Formelverket RFFA-2018 beregner medianflom, vekstkurver og forholdstall mellom kulminasjonsflom og døgnmiddelflom i umålte nedbørfelt basert på regresjonsanalyser og ekstremverdifordelinger. Formelverket kan brukes for alle nedbørfeltstørrelser, men anbefales spesifikt for nedbørfelt med større feltareal enn 60 km². Analysegrunnlaget er 529 vannføringsstasjoner fra den nasjonale hydrologiske databasen Hydra2; 50 % av disse stasjonene er fremdeles i drift. Stasjonene som utgjør analysegrunnlaget har lav eller ingen reguleringsgrad (< 5 %). En detaljert beskrivelse av analysegrunnlaget er gitt i Engeland et al. (2016).

I formelverket er medianflommen (Q_m) gitt ved

$$Q_m = e^{[4.196 + 0.473(\sqrt[3]{Q_N}) - 0.0632(\sqrt{E_L}) - 0.052(A_{SE}) - 0.00751T_{feb}^2 - 0.000942T_{mar}^3 + 0.0376(\sqrt{W_{r,s,mai}})]} \quad (1)$$

, der Q_N er normalavrenning, E_L er elvelengde, A_{SE} er effektiv sjøprosent og måned er angitt i senket skrift for henholdsvis midlere temperatur (T) og vanntilførsel (W) fra regn (r) og snøsmelting (s). Fra Ligning 4 fremgår det at medianflommen øker med økende normalavrenning. I analysegrunnlaget forklares 46 % av variasjonen i medianflom av normalavrenningen.

Skalaparameteren (α) for GEV-fordelingen i umålte felt er gitt ved

$$\alpha = Q_m e^{[-1.562 - 0.00361(A_{BRE}) + 0.00227(A_{SKOG}) + 0.000238(H_{10}) + 0.00157P_{jul} - 0.00058W_{r,s,jun}]} \quad (2)$$

, der Q_m er medianflom, A_{BRE} er breprosent, A_{SKOG} er skogprosent, H_{10} er 10%-persentilen i den hypsometriske kurven, P er midlere nedbør og W er midlere vanntilførsel fra regn (r) og snøsmelting (s) i henholdsvis juli og juni.

Formparameteren (k) for GEV-fordelingen i umålte felt er gitt ved

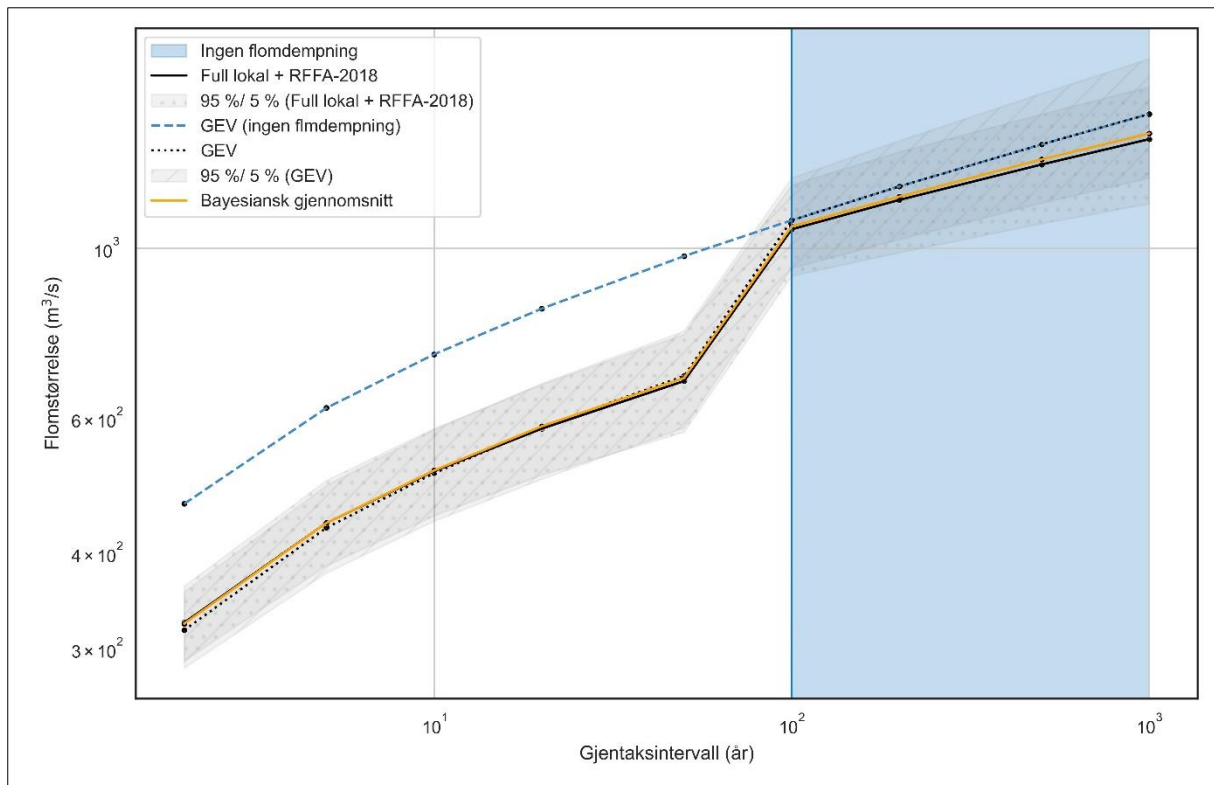
$$k = -\frac{1}{2} + \frac{1}{1 + e^{(-0.111 + 0.0173(A_{SE}) + 5.79 \times 10^{-5} E_{T,L,net})}} \quad (3)$$

, der A_{SE} er effektiv sjøprosent og $E_{T,L,net}$ er netto total elvelengde. Fra ligning 2 fremgår det at skalaparameteren øker med skogprosent, minimumshøyde og vanntilførsel i juni. Ligning 3 viser at formparameteren minker med økende sjøprosent. Flomanalyseprogrammet i Hydra2 ble benyttet for å beregne flomstørrelser med RFFA-2018 i kombinasjon med lokale vannføringsdata fra stasjon 15.15.0. Gitt tidsseriens lengde, ble både indeksflommen og vekstkurven oppdatert med lokale data (referert til som «Full lokal + RFFA-2018» i Hydra2). Flomstørrelsene ble deretter konvertert til kulminasjonsverdier ved bruk av den estimerte kulminasjonsfaktoren fra overlappende tidsserier med henholdsvis døgndata og kulminasjonsdata for stasjon 15.15.0. Tabell 7 viser flomstørrelser beregnet ved bruk av formelverket RFFA-2018 i kombinasjon med lokale vannføringsdata.

Tabell 7: Beregnede flomstørrelser ved medianflom (Q_m), 200-årsflom (Q_{200}) og 1000-årsflom (Q_{1000}) i Numedalslågen ved bruk av regional flomfrekvensanalyse i kombinasjon med lokale vannføringsdata fra stasjon 15.15.0 uten klimapåslag. Data fra uregulert periode (1913-1969) er benyttet. Flomstørrelsene er oppgitt i kulminasjonsverdier.

Q_m		Q_{200}		Q_{1000}	
m^3/s	$l/s \cdot km^2$	m^3/s	$l/s \cdot km^2$	m^3/s	$l/s \cdot km^2$
342	80	1157	270	1388	324

Figur 15 viser beregnede flomstørrelser ved bruk av lokal flomfrekvensanalyse og RFFA-2018 i kombinasjon med lokale vannføringsdata for stasjon 15.15.0. Bayesiansk vektet gjennomsnitt av de to vurderte metodene (Full lokal + RFFA2018 og lokal flomfrekvensanalyse (GEV)) samt ytterligere fem fordelinger (Gumbel, Weibull, lognormal, logistisk og gamma) er gitt som referanse. Beregningene for regulert (1970-2012) og uregulert (1913-1969) periode er kombinert for å gjenspeile flomdempning via regulering i nedbørfeltet.



Figur 15: Beregnede flomstørrelser uten klimapåslag ved bruk av den lokale flomfrekvensanalyse og regionalt formelverk (RFFA-2018) i kombinasjon med lokale vannføringsdata for stasjon 15.15.0. Bayesiansk vektet gjennomsnitt av ytterligere fem fordelinger (Full lokal + RFFA-2018, GEV, Gumbel, Weibull, lognormal, logistisk og gamma) er gitt som referanse. Flomstørrelsene er oppgitt i kulminasjonsverdier. Skraverter områder angir konfidensintervallene (95 % og 5 %).

3.1.3 Nasjonalt formelverk for små felt (RFFA-NIFS)

Formelverket RFFA-NIFS beregner middelflom og vannføringer med høyere returperioder direkte på kulminasjonsverdier for små, umålte felt basert på regresjonsanalyser. Inngangsparameterne er nedbørfeltets areal (A_f), normalavrenning (q_N) og effektiv sjøprosent (A_{SE}). Parameterintervallene som inngår i analysegrunnet for regresjonsligningene er $0.2 \text{ km}^2 \leq A_f \leq 53 \text{ km}^2$, $9 \text{ l/s} \times \text{km}^2 \leq q_N \leq 163 \text{ l/s} \times \text{km}^2$, og $0 \% \leq A_{SE} \leq 21\%$; bruk av formelverket utover disse intervallene øker usikkerheten i de beregnede flomstørrelsene. Ettersom analysegrunnet for formelverket er uregulerte felt, egner det seg følgelig mindre for bruk på regulerte og urbane nedbørfelt. Formelverket er implementert i NEVINA.

I formelverket er middelflommen (Q_M) gitt ved

$$Q_M = 18.97 \left(Q_N^{0.864} e^{-0.251\sqrt{A_{SE}}} \right) \quad (4)$$

, der Q_N er nedbørfeltets middelvannføring (m^3/s) i perioden 1961 – 1990 hentet fra NVE sitt avrenningskart, A_{SE} er den effektive sjøprosenten, og e er grunntallet $e \approx 2.718$.

Vekstkurven er gitt ved

$$\frac{Q_T}{Q_M} = 1 + 0.308 \left(q_N^{-0.137} * \frac{[\Gamma(1+k)\Gamma(1-k) - (T-1)^{-k}]}{k} \right) \quad (5)$$

, der q_N er normalavrenningen ($l/s \times km^2$) i perioden 1961-1990 henta fra NVE sitt avrenningskart, Γ er gammafunksjonen, T er gjentakintervallet og k er en konstant gitt ved

$$k = -1 + 2/[1 + e^{0.391+1.54\left(\frac{A_{SE}}{100}\right)}] \quad (6)$$

Fra Ligning 5 fremgår det at høyere normalavrenning gir slakere vekstkurve, mens økt effektiv sjøprosent gir brattere vekstkurve. Tabell 8 viser flomstørrelser beregnet ved bruk av formelverket RFFA-NIFS. Bekken ved M48 ligger ikke i Nevina-databasen. I mangel på nødvendig data antas det at bekken som drenerer til Bevergrenda før kryssningen med bekken som fører videre til M45 er representativ for bekken ved M48.

Tabell 8: Beregnede flomstørrelser ved medianflom (Q_M), 200-årsflom (Q_{200}) for de tre bekkene som drenerer forbi planlagte mastepunkt til Numedalslågen.

Bekk	Q_M		Q_{200}	
	m^3/s	$l/s*km^2$	m^3/s	$l/s*km^2$
Bekk v/ M45	1.2	522	3.4	1478
Bekk v/ M48	0.2	500	0.7	1750
Bekk v/ M7N	0.5	579	1.32	1652

3.2 Usikkerhet i flomberegningene

Ved bruk av formelverket RFFA-2018, er medianflommen en større usikkerhetskilde enn vekstkurven (Engeland et al., 2020). Når formelverket kombineres med lokale vannføringsdata, gir metoden et kompromiss mellom informasjon som foreligger i lokale flomdata og lokale feltegenskaper via den regionale modellen for både indeksflom og vekstkurve. Selv om det eksisterer lange tidsserier med vannføringsdata for Numedalslågen, er det usikkerhet knyttet til reguleringens påvirkning på flomforhold lokalt i Kongsberg. Deteksjon av statistisk signifikante trender i periodene 1913-2021 (minkende) og 1970-2021 (økende) ved stasjon 15.15.0 indikerer ikke-stasjonære forhold i nedbørfeltet som tilsier at beregnede flomstørrelser kan avvike fra de assosierte gjentakintervallene. Det er særlig de siste ti årene med data som leder til økende trend i perioden 1970-2021. I tillegg er det knyttet usikkerhet til vannføringskurvene benyttet for de ulike stasjonene som tidsserien ved stasjon 15.15.0 består av. Ved beregning av flomstørrelser med bruk av RFFA-NIFS, er det normalavrenningen det knyttes størst usikkerhet til (Glad et al., 2022). Verdiene for normalavrenning i NVE sitt avrenningskart reflekterer en ikke-uniform fordeling av målestasjoner, og vil dermed være mer usikre i områder med færre hydrologiske målestasjoner. Det forutsettes også representativitet ved en nærliggende bekk i Nevina-databasen for bekken ved M48; beregninger for denne

bekken vil dermed kun gi et overslag og regnes generelt som mer usikre enn beregninger for de to andre bekkene ved mastepunkt M45 og M7N.

3.3 Dimensjonerende flomstørrelse

Ettersom 200-årsflommen beregnet med lokal flomfrekvensanalyse for uregulert periode (1913-1969) er noe større enn resultatet ved bruk av formelverket RFFA-2018 i kombinasjon med lokale vannføringsdata, legges førstnevnte til grunn for den videre analysen. Tabell 9 viser dimensjonerende flomstørrelse i Numedalslågen ved Kongsberg. I utregningen av dimensjonerende flomstørrelse $Q_{T,dim}$ er klimafaktoren $KF = 1.2$ for 20 % klimapåslag benyttet for arealandelen av nedbørfeltet (3.5 %) som ligger innenfor Kongsbergs kommunegrense (KK) (jf. beskrivelse i Kap. 2.3). For bekkene ved mastepunkt M45 og M7N er det inkludert 20% klimapåslag for hele sidednbørfeltet.

$$Q_{T,dim} = Q_{T,1-KK} + Q_{T,KK} * KF \quad (7)$$

Tabell 9: Dimensjonerende flomstørrelse i Numedalslågen ved Kongsberg med et klimapåslag på 20 % for feltarealet innenfor Kongsbergs kommunegrense. Verdiene er oppgitt som kulminasjonsvannføring.

Elv	Dimensjon	Flomstørrelse (m ³ /s)
Numedalslågen v/ Kongsberg	200-årsflom	1380
Bekk ved M45	200-årsflom	4.1
Bekk v/ M48	200-årsflom	0.8
Bekk v/ M7N	200-årsflom	1.6

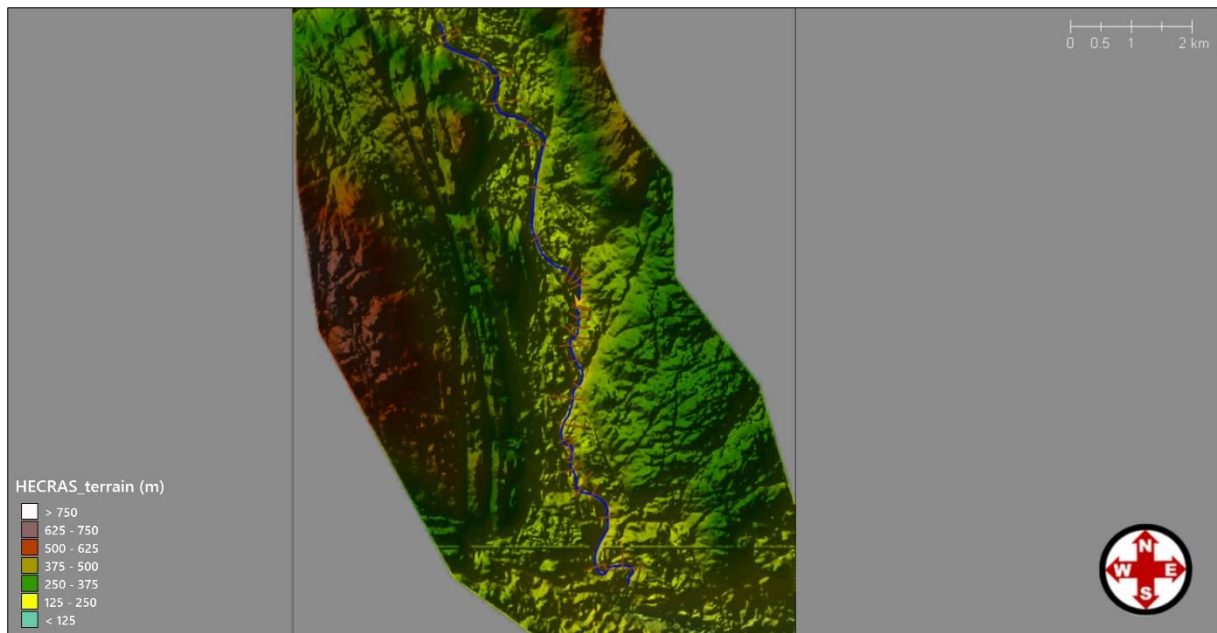
4. Hydraulisk modellering

4.1 Metode

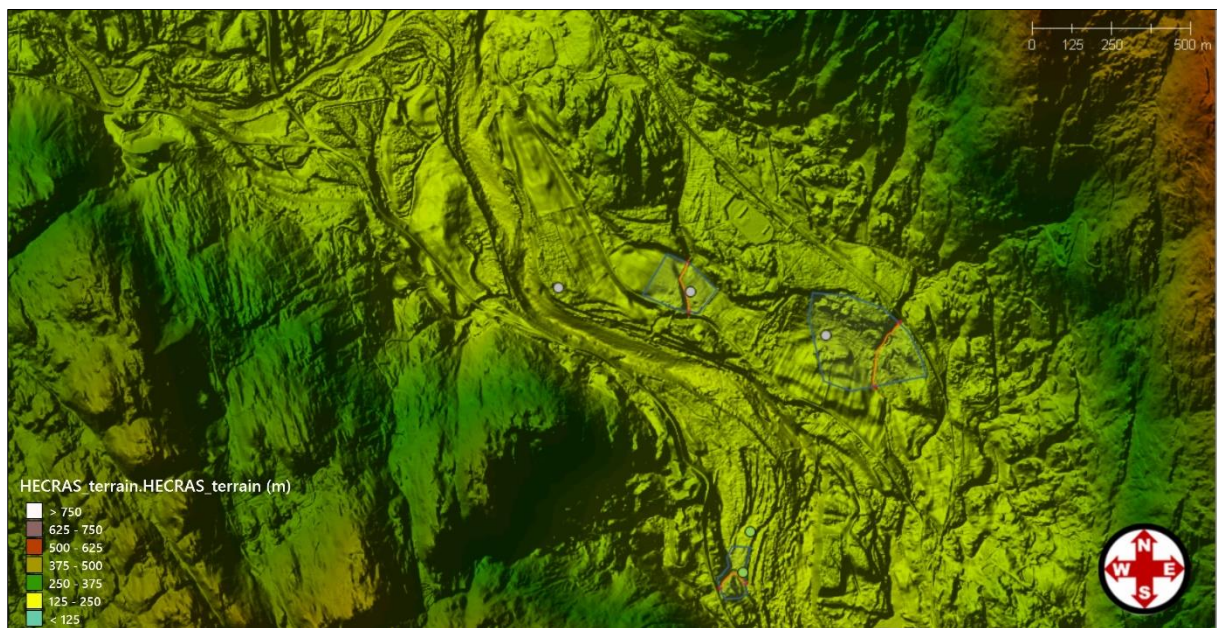
For å beregne vannstanden, vannhastigheten og arealet som kan oversvømmes i analyseområdet ved 200-årsflom i Numedalslågen ved Kongsberg, ble det hydrauliske modelleringsverktøyet GeoHECRAS benyttet. Programmet integrerer HEC-RAS 6.2.0 og AutoCad i et effektivisert brukergrensesnitt. HEC-RAS 6.2.0 er utviklet av det amerikanske forsvarsdepartementet og inkluderer funksjoner for endimensjonal (1D), todimensjonal (2D), og tredimensjonal (3D) hydraulisk modellering basert på forenklinger i henholdsvis en eller to dimensjoner samt fullverdige Navier-Stokes-ligninger. Sistnevnte brukes hovedsakelig i tilfeller der detaljprosjektering av eksempelvis broer krever informasjon om vertikal vannhastighet. I tilfeller der vannet strømmer langs den definerte strømningslinjen i elven og på flomslettene, samt i tilfeller der elven passerer broer, kulverter og andre hydrauliske strukturer, anbefales det på generelt grunnlag å benytte 1D-modellering. I tilfeller der vannet vil strømme nevneverdig i avvikende horisontal retning fra den definerte strømningslinjen i elven og på flomslettene – som, for eksempel, i forgreinede elver – anbefales det å benytte 2D-modellering. Beregningsintensiteten øker med økende dimensjon, og valg av modell avhenger av både datagrunnlaget og analyseområdets karakteristikker. GeoHECRAS tilrettelegger for modellering i både 1D og 2D og er dermed et passende verktøy for denne analysens omfang.

I dette prosjektet ble det utarbeidet en 1D-modell med utgangspunkt i modellen beskrevet i Stokseth og Øydvin (2004). En digital terrengmodell basert på tilgjengelige laserdata fra prosjektet «Kongsberg 2015» med en punkttetthet på 5 pkt/m² i kombinasjon med dybdedata fra prosjektet «Numedalslågen 2018» ble benyttet for oppsettet av den hydrauliske modellen. Stokseth og Øydvin (2004) foretok vannlinjeberegning for opptil 500-årsflom og konkluderte med at broene langs den modellerte strekningen har ubetydelig oppstuvningseffekt samt at ingen av de beregnede flommene når opp til underkanten av brodekkene; broer er derfor ikke inkludert i 1D-modellen utviklet for denne rapporten. Elvens ruhet er angitt med Manning-tall. Verdier tilsvarende verdier benyttet i Stokseth og Øydvin (2004). Høyere ruhetstall er benyttet der særlig store friksjonstap forekommer grunnet hastighetsendring. Modelloppsettet er vist i Figur 16.

For de tre mindre bekkene ble det utarbeidet egne 2D-modellstrukturer (se Figur 17). Under befaring ble det detektert en kulvert ved bekkene som renner forbi planlagt plassering av M48 (se Figur 18). Kulvertens innløp (ca. 50 cm) og utløp (ca. 40 cm) ble målt manuelt. Kontrollforholdene for kapasitetsberegning kan variere med vannstanden og strømningsforholdene oppstrøms og nedstrøms; GeoHECRAS beregner innløp- og utløpskontroll ved kulvertene under antagelse om at både underkritisk og overkritisk strømning kan oppstå og gi ulike kontrollforhold. Kulvertens kapasitet bestemmes da av kontrollformen som gir høyest energihøyde ved innløpet for en gitt vannføring. Kapasitetsoverskridelse ble først fastslått med en 1D-modell. I 2D-modellene ble det deretter benyttet heksagonale grid (1 m) med 0.5 m oppløsning i både x- og y-retning langs bekkeløpene. For alle tre bekkene ble et syntetisk flomforløp benyttet som øvre grensebetingelse og normalstrømning benyttet som nedre grensebetingelse.



Figur 16: 1D-modell over analyseområdet (Numedalslågen uten bekker).



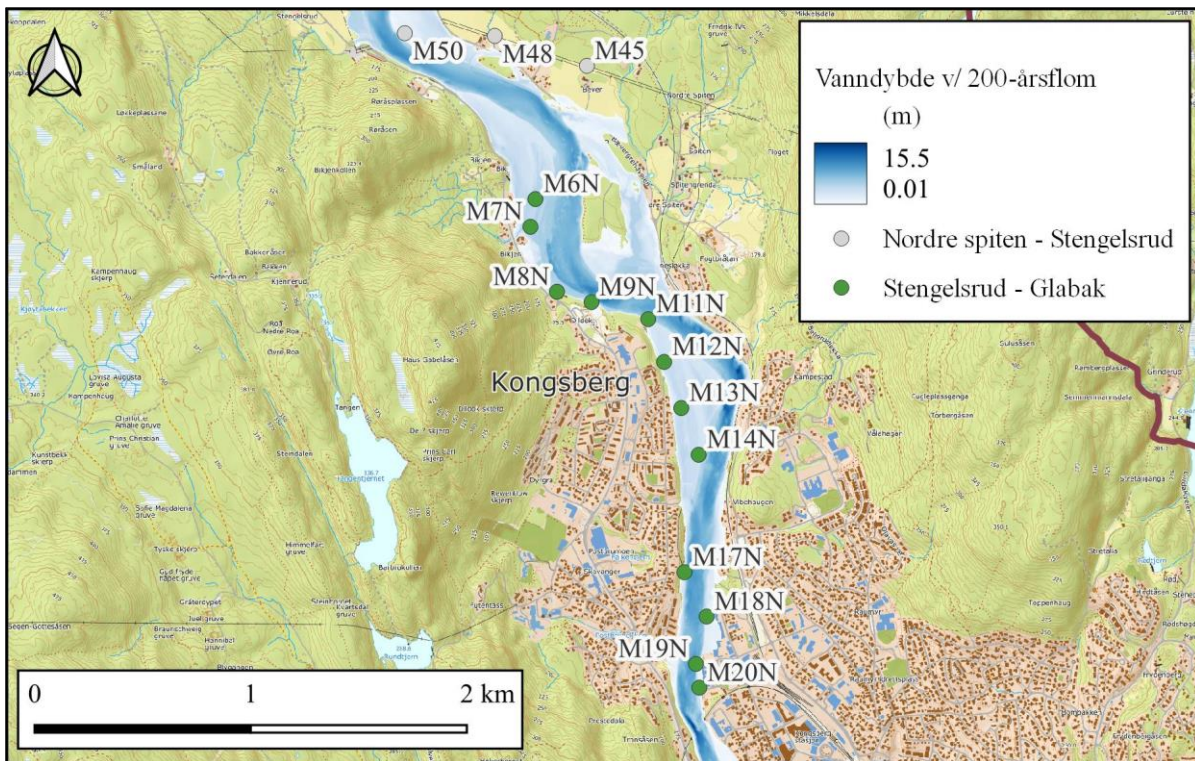
Figur 17: 2D-modeller for bekkene ved M45, M48 og M7N.



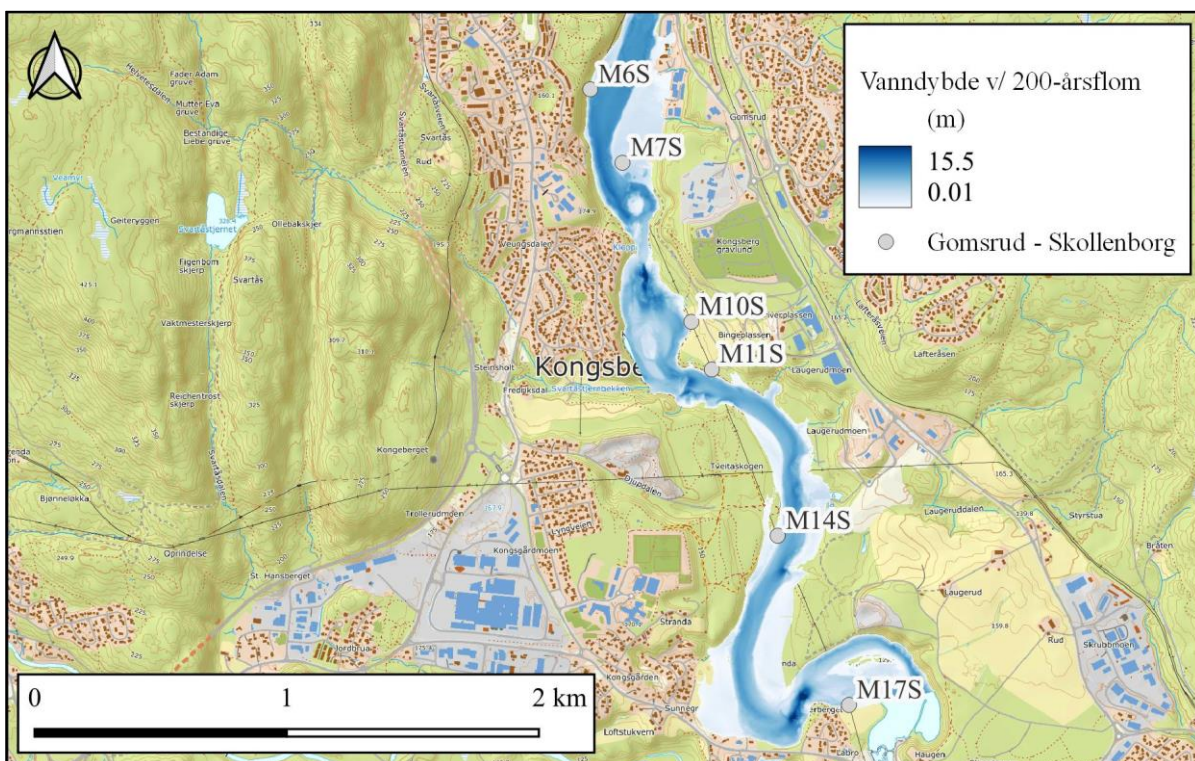
Figur 18: Innløp (a) og utløp (b) til kulvert i bekken ved M48.

4.2 Resultater

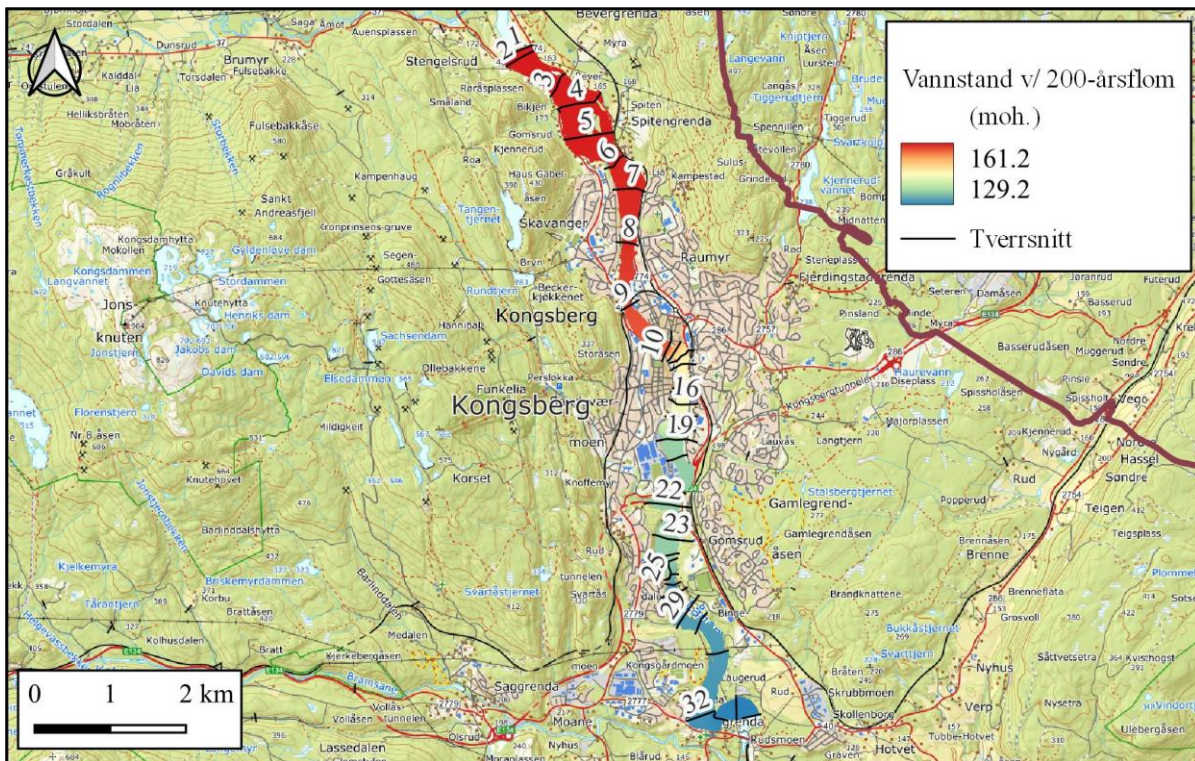
Figur 19 viser beregnet vanndybde ved 200-årsflom i Numedalslågen på strekningen mellom Nordre spiten og Glabak via Stengelsrud transformatorstasjon. Det fremkommer at 12 av de 15 vurderte mastepunktene i nord havner i 200-årsflomsonen. Beregnet vanndybde for strekningen mellom Gomsrud transformatorstasjon og Skollenborg er vist i Figur 20. Tre av de seks vurderte mastepunktene i sør havner i 200-årsflomsonen. Beregnet vannstand og nummererte tverrsnitt er vist i Figur 21. Se Vedlegg 1 for beregnet vannstand i disse tverrsnittene. Gitt usikkerheten i den hydrauliske modellen, er en sikkerhetsmargin på 30 cm tillagt beregnet vannstand for trygg byggehøyde. Beregnet vannhastighet på strekningen i nord er vist i Figur 22. Tilsvarende er beregnet vannhastighet på strekningen i sør vist i Figur 23. Høyere hastigheter forekommer ved innsnevring, rette strekninger og midt i elveløpet. Der mastepunktene havner i 200-årsflomsonen er hastighetene i hovedsak relativt lave (< 1 m/s). To unntak er ved M17N og M19N, der høyere hastigheter (> 1 m/s) forekommer. Figur 24, Figur 25 og Figur 26 viser flomutbredelse ved henholdsvis M45, M48 og M7N. Ingen av de tre mastepunktene havner innenfor 200-årsflomsonen til bekkene, men M7N ligger i 200-årsflomsonen til Numedalslågen.



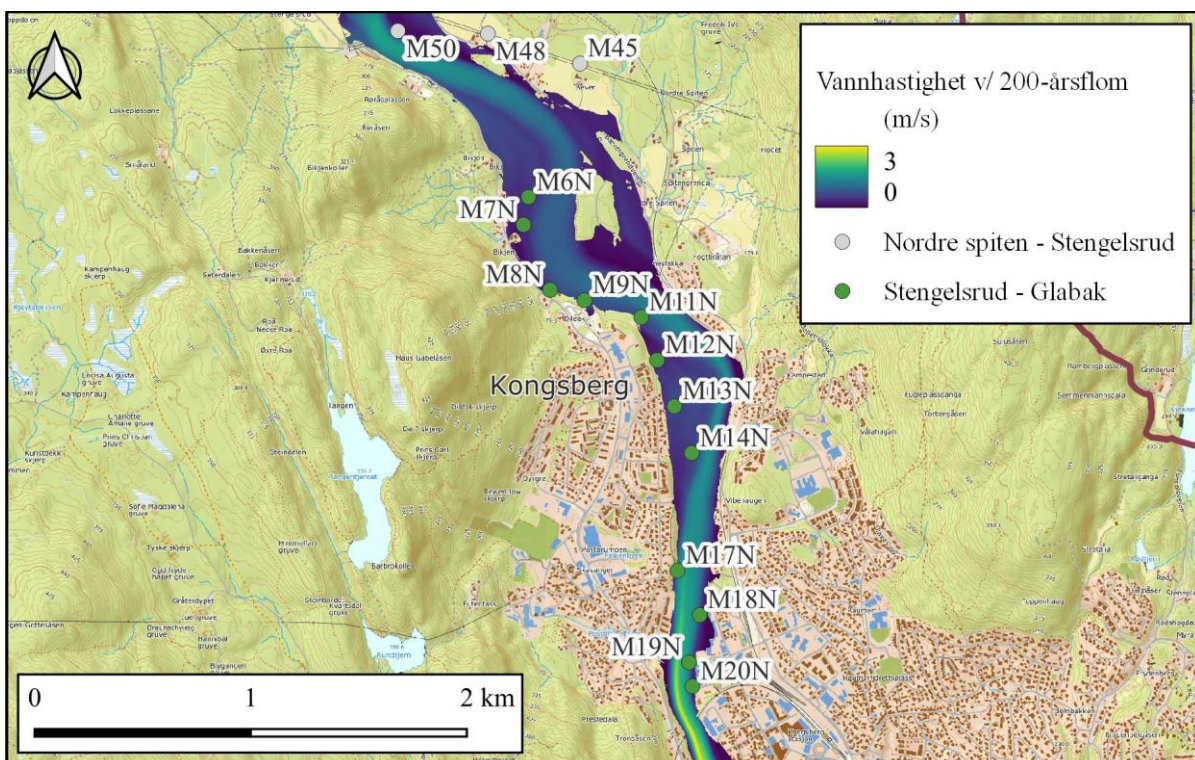
Figur 19: Beregnet vandedybde ved 200-årsflom langs strekningen mellom Nordre spiten og Glabak via Stengelsrud. Kun vurderte mastepunkter er vist på kartet.



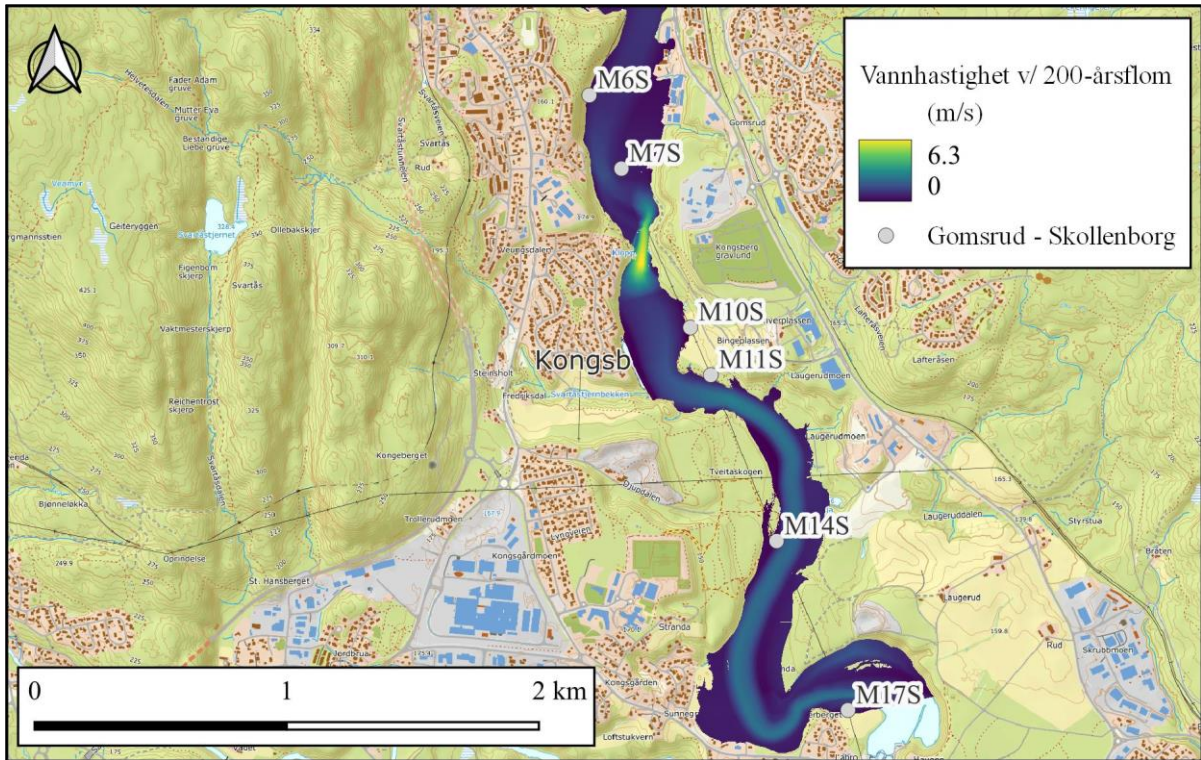
Figur 20: Beregnet vandedybde ved 200-årsflom langs strekningen mellom Gomsrud og Skolleborg. Kun vurderte mastepunkter er vist på kartet.



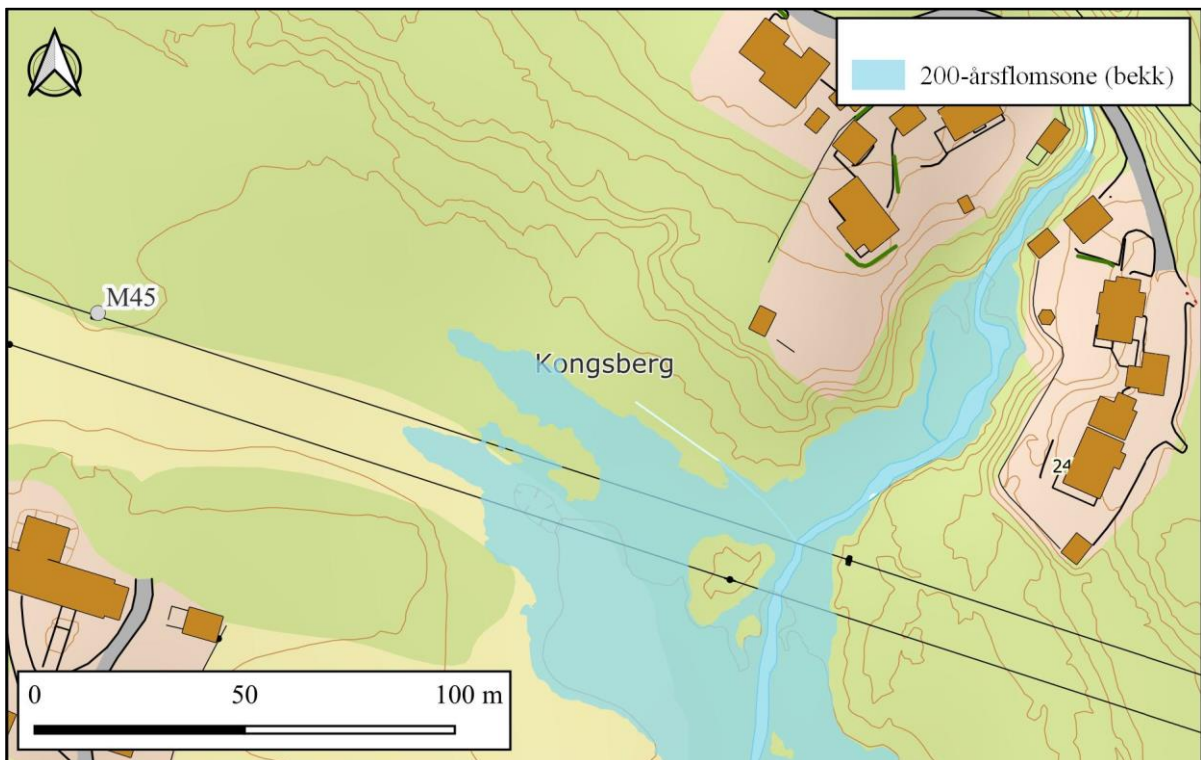
Figur 21: Beregnet vannstand ved 200-årsflom i hele analyseområdet med nummererte tverrsnitt.



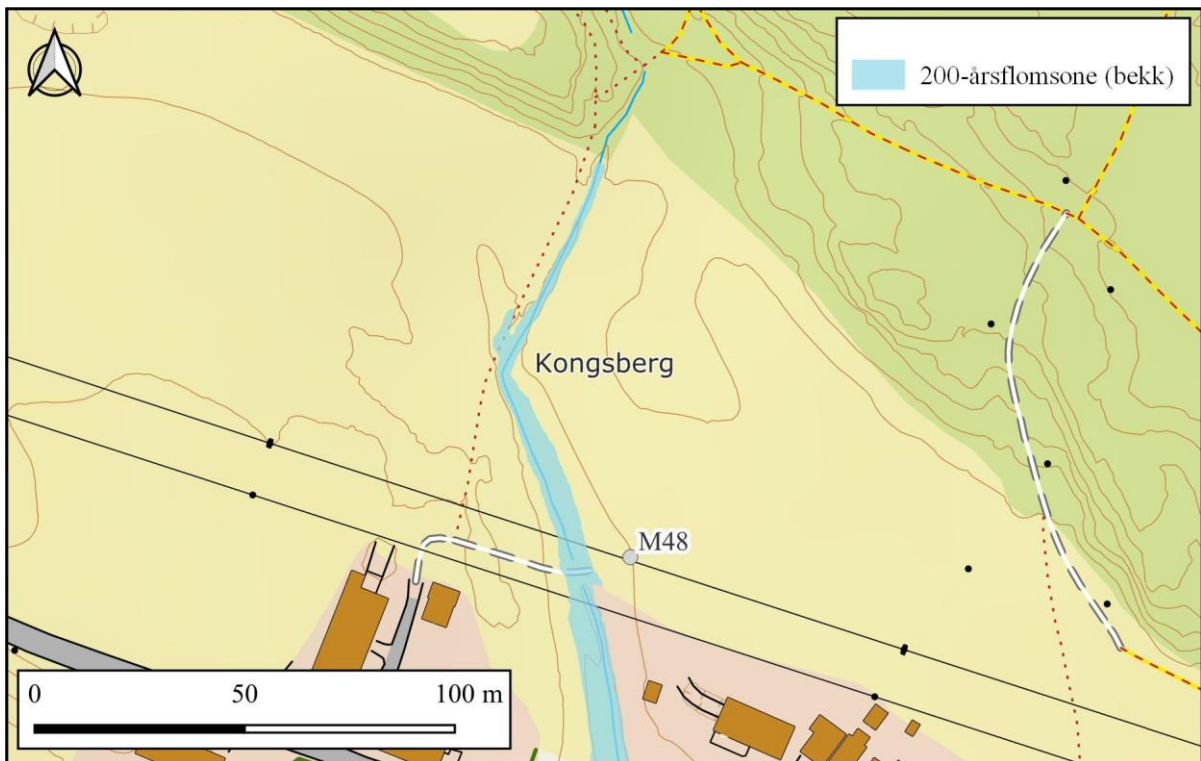
Figur 22: Modellerte vannhastigheter ved 200-årsflom langs strekningen mellom Nordre spiten og Glabak via Stengelsrud. Kun vurderte mastepunkter er vist på kartet.



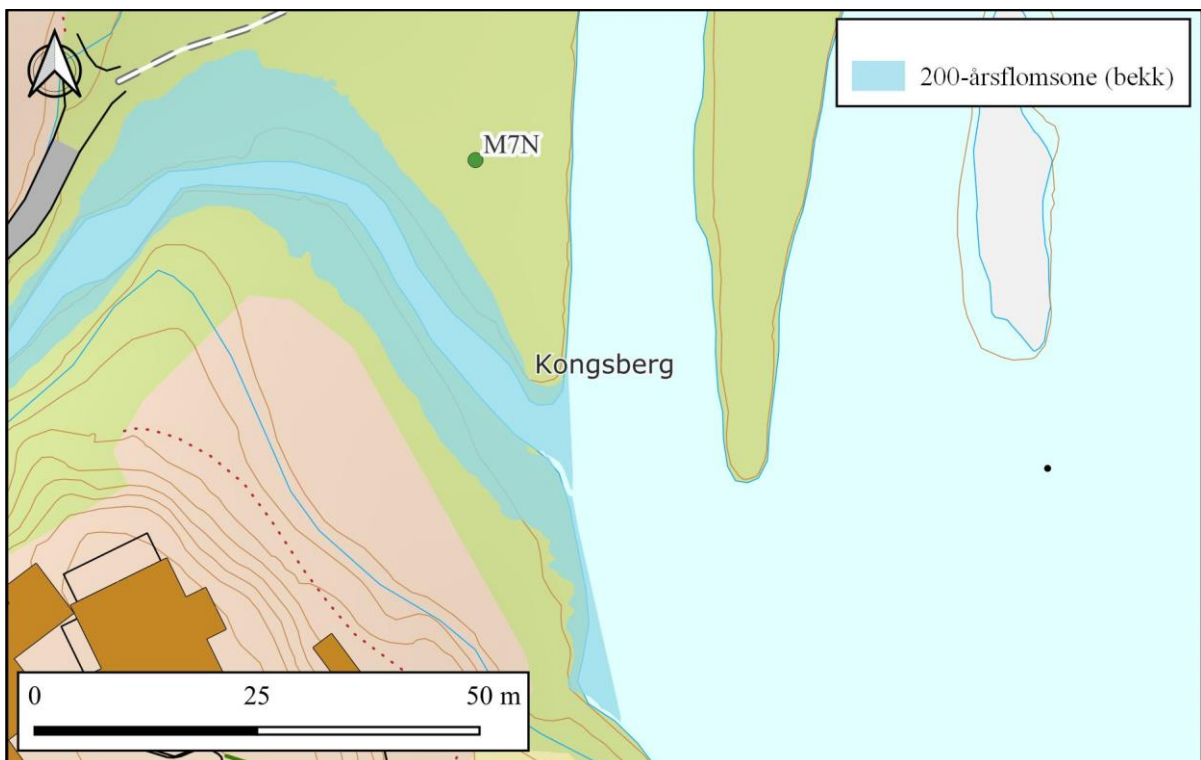
Figur 23: Modellerte vannhastigheter ved 200-årsflom langs strekningen mellom Gomsrud og Skolleborg. Kun vurderte mastepunkter er vist på kartet.



Figur 24: Flomutbredelse ved M45 ved 200-årsflom i nærliggende bekk.



Figur 25: Flomutbredelse ved M48 ved 200-årsflom i nærliggende bekk.



Figur 26: Flomutbredelse ved M7N ved 200-årsflom i nærliggende bekk.



M48	-	-	-	-	A	M48 plasseres utenfor 200-årsflomsonen til Numedalslågen på et jorde, i nærheten av en liten bekk (ca. 40 cm bred, 100 cm høy fra bunn til bank og 30 cm vanndybde målt med målestokk under befaring). Bekken renner gjennom en kulvert oppstrøms for nærliggende gård. Kulverten har ikke kapasitet til å håndtere 200-årsflom og bør oppgraderes. Forenklede simuleringer av denne bekken indikerer at mastepunktet havner utenfor 200-årsflomsonen til bekken.	Det ble funnet tegn til erosjon i bekken (overheng) og det aktuelle jordet består av eroderbare masser. Området er svært flatt. Ingen eksisterende sikring. Et kritisk punkt ble identifisert på vestlig side lenger oppstrøms for planlagt plassering av mastepunkt. Det er derfor trolig at erosjon i hovedsak vil forekomme lenger oppstrøms.	Flomfare	Erosjonsfare
M50	1.36	0.4	2.1	80	A	M50 plasseres i 200-årsflomsonen på en slette bestående av lyng og busk ved en innersving av Numedalslågen.	Under befaringen ble det funnet tegn til sedimentasjon og avsetninger samt trestammer og annet drivgods nedenfor en bratt skråning. Ingen eksisterende sikring.	Flomfare	Erosjonsfare
M6N	4.19	0.5	5.4	125	A	M6N plasseres i 200-årsflomsonen helt nede på flomsletten der Numedalslågen deler seg rundt en øy delvis bestående av fjell. Det var ca. 0.5 m ned til vannstanden under befaringen. Masten	Området består av myr med noe busker og skog nordvest mot veien. Ingen eksisterende erosjonssikring.	Flomfare	Erosjonsfare



						her skal dimensjoneres for oppdrift.		
M7N	4.32	0.4	5.1	80	A	M7N plasseres i 200-årsflomsonen lenger nedstrøms i same myrområde som M6N. Det renner en bekk gjennom myren og ut i Numedalslågen sørvest for plasseringen av M7N. Maksimal vannstandsstigning fra NVEs aktsomhetskart er 2.81 m forbi mastepunktet. Forenklede simuleringer av denne bekken indikerer at mastepunktet havner utenfor 200-årsflomsonen til bekken.	Området består av myr med noe busker og skog nordvest mot veien. Ingen eksisterende erosjonssikring.	Flomfare
								Erosjonsfare
M8N	2.35	0.4	2.8	45	A	M8N plasseres i 200-årsflomsonen. Mindre bekker drenerer til Numedalslågen ca. 30 m fra mastepunktet i nord og 15 m i sør.	Plasseringen er i yttersving, nedenfor en vei i bratt kratt. Ingen eksisterende erosjonssikring.	Flomfare
								Erosjonsfare
M9N	-	-	-	-	A	M9N plasseres på privat eid fylling/søppelplass/oppbevaringsplass for skrot utenfor 200-årsflomsonen. Det går en voll mellom elven og tomten. Det vokser tykke trær ut fra vollen, nærliggende å tro den har stått lenge. Vollen går bratt ned til elven	Vollen er ikke erosjonssikret og består av eroderbare masser.	Flomfare
								Erosjonsfare



						med en forhøyning før tomten. Det bør likevel nevnes at det er lavpunkter på tomten som kan gjøre området utsatt ved kraftig nedbør.		
M11N	1.97	0.7	4.4	245	A	M11N plasseres i 200-årsflomsonen til Numedalslågen, rett ovenfor en liten bekk/dreneringslinje (tørr på tidspunktet for befaringen). Bekkeløpet er ca. 0.5 m bredt, 1 m høyt og fører ned i Numedalslågen.	Tegn til erosjon (overheng) i bekkeløpet. Ingen eksisterende erosjonssikring.	Flomfare Erosjonsfare
M12N	3.47	0.3	3.9	45	A	M12N plasseres i 200-årsflomsonen på et myrområde med flere mindre bekker i flatt terreng bak et skogholt. Under befaringen var dette myrområdet svært vått og tydelig mettet flere steder.	Mer enn 20 m til erosjonsutsatt elvekant uten eksisterende erosjonssikring.	Flomfare Erosjonsfare
M13N	3.83	0.6	5.6	180	A F	M13N plasseres i 200-årsflomsonen lenger nedstrøms i samme myrområde som M12N. Det ble registrert flere mindre bekker, vannansamlinger, og en større bekk (med bru) i området. Myren var mettet flere steder under befaringen.	Mer enn 20 m avstand til erosjonsutsatt elvekant uten eksisterende erosjonssikring.	Flomfare Erosjonsfare
M14N	3.86	0.6	5.6	180	A F	M14N plasseres i 200-årsflomsonen lenger nedstrøms i samme myrområde som M12N og M13N.	Under befaring ble det funnet tegn til erosjon og sig i form av overheng og bøyde trær langs grusveien mot	Flomfare



							Numedalslågen. Ingen eksisterende erosjonssikring. Avstand til erosjonsutsatt skråning mindre enn 20 m.	Erosjonsfare
M17N	1.19	1.1	7.1	605	A F	M17N plasseres i 200-årsflomsonen ved krysningspunkt i vinkel over Numedalslågen til M18N.	Skråningen ned til Numedalslågen er relativt bratt og det er ingen eksisterende erosjonssikringer. Modellering viser høyere hastigheter her enn ved andre mastepunkt.	Flomfare
								Erosjonsfare
M18N	1.87	0.5	3.1	125	A F	M18N plasseres i 200-årsflomsonen på østlig side av krysningspunkt. Drenering fra urbant område med beregnet maksimal vannstandsstigning på 2.53 m i NVEs akstsomhetskart ved utløpet i Nuemdalslågen.	Det ble funnet en utrast, eldre erosjonssikring, ca. 2 m fra elvekanten og ut i elven (ikke dekket med vann under befaringen).	Flomfare
								Erosjonsfare
M19N	4.4	1.3	12.7	845	A F	M19N plasseres i 200-årsflomsonen på fundament i selve elva, ca. 1 -2 m til elvebank. Ved dagens situasjon har masten to søyler, ny mast vil ha en.	Strekningen er erosjonssikret med plastring av store blokker (anslagsvis 50 cm x 90 cm) langs elvekanten (90°). Nærliggende områder er stort sett asfaltert.	Flomfare
								Erosjonsfare
M20N	0.7	0.3	1.1	45	A F	M20N plasseres i 200-årsflomsonen rett ved elva (mindre enn 1 m til elvebank, ca. 2 m ned til vannstand under befaringen).	Strekningen er erosjonssikret med plastring av store blokker (anslagsvis 50 cm x 90 cm) langs elvekanten (90°).	Flomfare
								Erosjonsfare

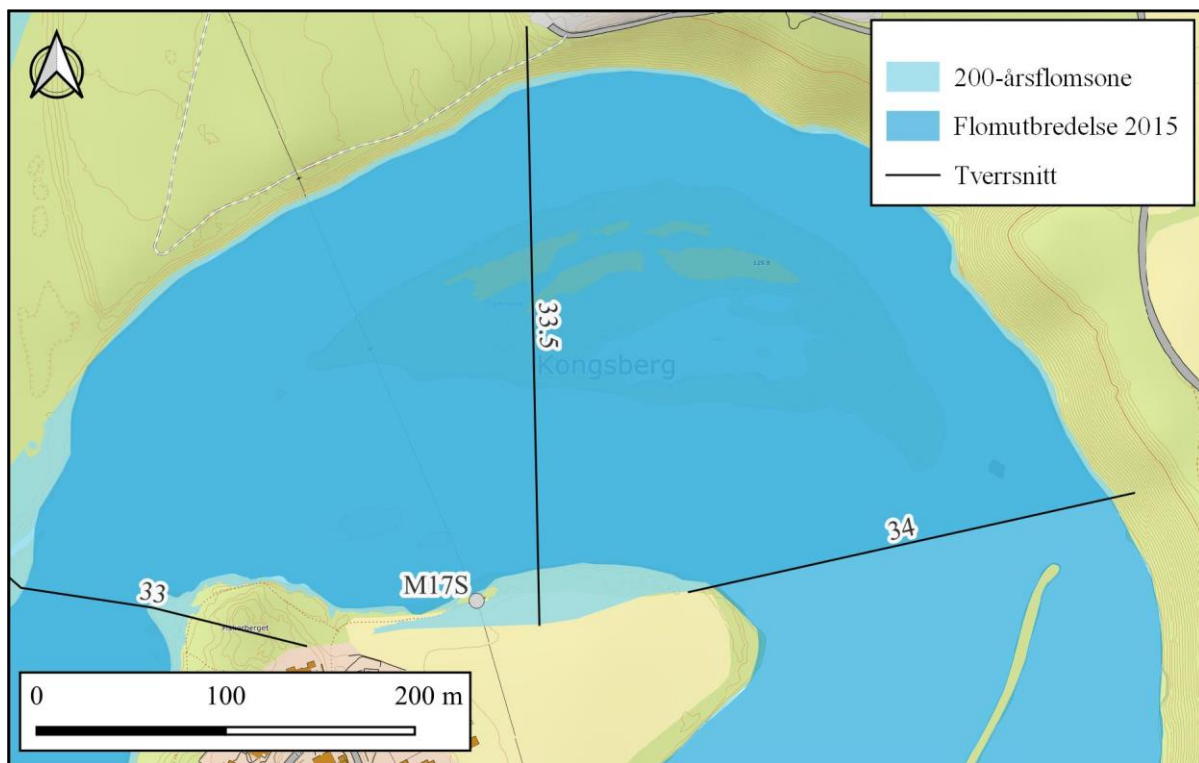
Tabell 11: Vurdering av flom- og erosjonsfare ved utvalgte mastepunkter på strekningen mellom Gomsrud transformatorstasjon og Skollenborg. Fargekodene for liten fare (grønn), noe fare (oransje) og stor fare (rød) indikerer henholdsvis lavt, middels og høyt farenivå. Se Vedlegg 2 for utgangspunkt for kategorisering av flomfarenivå. Se Vedlegg 3 for utgangspunkt for kategorisering av erosjonsfarenivå. Vanddybde = y , hastighet = v , spesifikk energi = E , dynamisk trykk = q og K refererer til tidligere kartlagt, der $A = i$ aktsomhetszone for flom og $F = i$ 200-årsflomsone presentert i Stokseth og Øydvin (2004).

Mastepunkt	y (m)	v (m/s)	E (J/kg)	q (Pa)	K	Flomfare	Erosjonsfare	Vurdering
M6S	0.68	0.2	0.9	20	F	M6S plasseres i 200-årsflomsone. Punktet ligger også innenfor tidligere kartlagt 200-årsflomsone. Krysser Numedalslågen i vinkel til M7S. Relativt lav dybde og hastighet.	Yttersving av elv med eroderbar, bratt skråning ned mot Numedalslågen. Avstand til eroderbar skråning er ca. 2 m. Nåværende erosjonssikring frem til planlagt plassering, men denne fortsetter ikke forbi punktet.	Flomfare
								Erosjonsfare
M7S	3.47	0.7	5.9	245	A F	M7S plasseres i 200-årsflomsone på flatt industriområde. Punktet ligger også innenfor tidligere kartlagt 200-årsflomsone.	Ingen eksisterende erosjonssikringer, bratt skråning ned til elven. Innsnevring og slak innersving.	Flomfare
								Erosjonsfare
M10S	-	-	-	-	A	M10S plasseres utenfor 200-årsflomsone. Det er en liten senkning i terrenget (sti) ned mot elven, men resultatene av	Yttersving ved ekspansjonsparti av elveløpet i flatt terreng (sand/grus) med bratt skråning ned til elven. Skråningen består av eroderbare	Flomfare

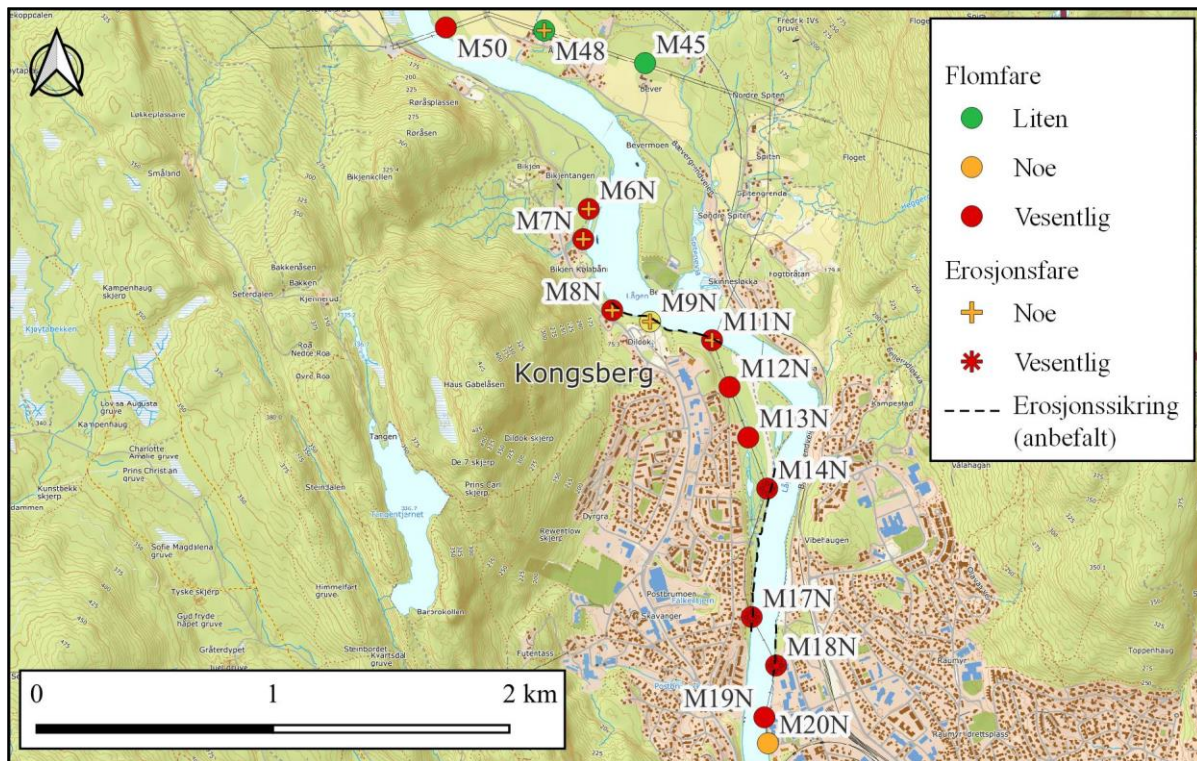


						modelleringen indikerer ikke at dette kan bli en flomvei. Masten plasseres oppstrøms for denne stien.	løsmasser og er ikke sikret. Avstanden fra mastepunktet til denne skråningen er mindre enn 20 m.	Erosjonsfare
M11S	-	-	-	-	A	M11S plasseres utenfor 200-årsflomsonen. Krysser Numedalslågen til M12S.	Mindre enn 20 m fra erosjonsutsatt skråning i yttersving. Denne skråningen er svært bratt, med bøyde trær som indikerer noe sig. Ingen nåværende erosjonssikring.	Flomfare Erosjonsfare
M14S	0.57	0.4	1.4	80	A	M14S plasseres i en slak innsving i 200-årsflomsonen. Krysser Numedalslågen til M15S.	Ingen eksisterende sikring. Slak helning mot elven. Skogholt med lyng og buskvekster.	Flomfare Erosjonsfare
M17S	-	-	-	-	A	M17S havner ikke direkte i flomsonen grunnet en forhøyning i terrenget, men ettersom arealet rundt mastepunktet oversvømmes med opptil 30 cm og 0.5 m/s hastighet samt grunnet tidligere problematikk under flom, vurderes det til at det er vesentlig flomfare for dette punktet.	Erosjonssikret etter utgliding under flom i 2015. Ingen tegn til skade på eksisterende sikring. Steinblokkene som er benyttet i sikringen er ca. 10 cm x 20 cm og 20 cm x 30 cm. Steinblokker benyttet i plastringer lenger oppstrøms er betydeligere større. Lokalisert i yttersving i ekspansjonsparti etter innsnevring.	Flomfare Erosjonsfare

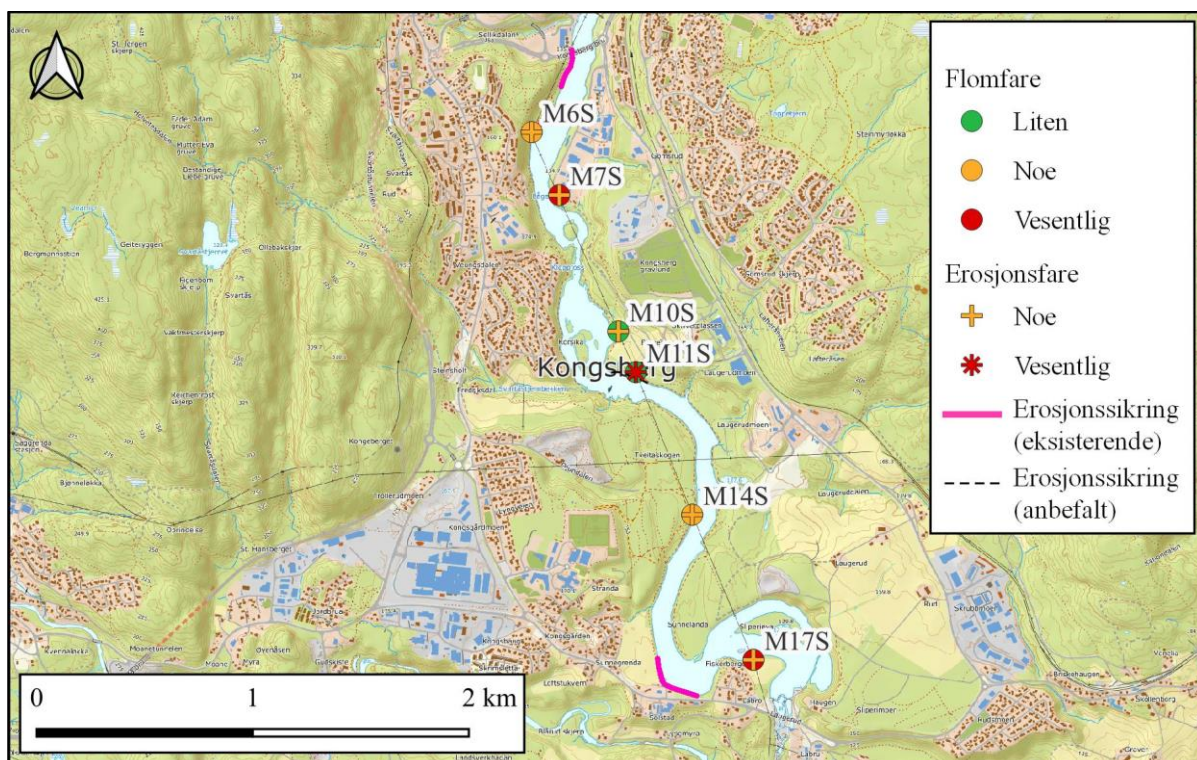
Som det fremgår av Tabell 11, er M17S kategorisert med vesentlig flomfare til tross for at punktet ikke ligger direkte i flomsone grunnet en liten terrengheving. Som vist i Figur 27 vil områdene rundt M17S oversvømmes ved 200-årsflom; sett i sammenheng med tidligere flomproblematikk gjør dette M17S til et særegent punkt i vurderingen. Flomutbredelsen avhenger delvis av plasseringen av tverrsnittet lengst nedstrøms. Det ble sett som en nødvendighet å plassere dette tverrsnittet som vist i Figur 27 for å kunne utnytte informasjonen i nedstrøms grensebetingelse i 1D-modellen fra 2004. Det er derfor særlig stor usikkerhet knyttet til flomutbredelsen ved M17S, og et føre-var-prinsipp bør dermed følges. Det anbefales å flomsikre alle mastepunkter kategorisert med vesentlig flomfare med mindre disse plasseres utenfor 200-årsflomsone. Sikringstiltak bør også iverksettes for mastepunktene kategorisert med noe flomfare ved nåværende plassering. Figur 27 viser flom- og erosjonsutsatte mastepunkter der avbøtende tiltak bør vurderes på den nordlige strekningen. Dette er basert på antagelsen om at mastepunktene ikke er dimensjonert for å tåle trykket fra flomvann i bevegelse der produktet av hastighet og dybde overgår $0.015 \text{ m}^2/\text{s}$. Tilsvarende oversikt er gitt for den sørlige strekningen i Figur 28. Erosjonssikring i form av plastring av elvekant/ skråninger eller opprettelse av tørrmur anbefales for mastepunkter kategorisert med vesentlig erosjonsfare. Sikring av mastepunkter kategorisert med noe erosjonsfare bør også vurderes.



Figur 27: Flomutbredelse i 2015 og 200-årsflomsone ved M17S.



Figur 28: Oversikt over flom- og erosjonsutsatte mastepunkt samt anbefalte erosjonssikringer på strekningen mellom Nordre spiten og Glabak via Stengelsrud.



Figur 29: Oversikt over flom- og erosjonsutsatte mastepunkt samt eksisterende og anbefalte erosjonssikringer på strekningen mellom Gomsrud og Skollenborg.

6. Konklusjon

Med et klimapåslag på 20 % for 3.5 % av nedbørfeltet, ble 200-årsflommen i Numedalslågen ved Kongsberg beregnet til 1380 m³/s. Ved hydraulisk modellering ble flomutbredelse samt vanndybde og hastigheter i og langs Numedalslågen beregnet. Av de 15 vurderte mastepunktene på den nordlige strekningen mellom Nordre spiten og Glabak via Stengelsrud transformatorstasjon, haver 12 punkter i 200-årsflomsonen. På den sørlige strekningen mellom Gomsrud transformatorstasjon og Skollenborg havner tre av seks vurderte mastepunkter i 200-årsflomsonen. Basert på en farekategorisering med utgangspunkt i produktet av vanndybde og vannhastighet, ble totalt 13 mastepunkter vurdert til høyt flomfarenivå, mens tre punkter ble vurdert til middels flomfarenivå. En tilsvarende farekategorisering basert på observasjoner gjort under befarings ble utarbeidet med hensyn på erosjon. Mens ett mastepunkt ble vurdert til høyt erosjonsfarenivå, ble 11 punkter vurdert til middels erosjonsfarenivå. Det anbefales å iverksette avbøtende tiltak for mastepunktene som er kategorisert med middels til høy flom- eller erosjonsfare. Valg av sikringstiltak bør gjøres i samråd med tiltakshaver og baseres på en nytte-kostnadsanalyse. Alternativt kan mastepunktene flyttes slik at de ikke havner i 200-årsflomsonen. Det er knyttet usikkerhet til beregninger av dybde, vannhastighet og flomutbredelse med hydrauliske modeller. Usikkerheten i en hydraulisk modell stammer fra tre overordnede usikkerhetskilder: inngangsdata (beregnet flomstørrelse og kartgrunnlag), parameterverdier (ruhetstall), og modellstrukturen (forenklinger av det hydrauliske systemet i valgte dimensjoner som representeres med modellen). Det er ikke gjennomført en systematisk sensitivitetsanalyse som kan avdekke noe av denne usikkerheten. Resultatene i denne rapporten gir dermed et konservativt anslag.



Referanser

- Engeland, K., Glad, P., Hamududu, B. H., Hong, L., Reitan, T., & Stenius, S. M. (2020). *Rapport nr. 10/ 2020. Lokal og regional flomfrekvensanalyse.*
- Engeland, K., Schlichting, L., Randen, F., Nordtun, K. S., Reitan, T., & Wang, T. (2016). *Rapport 85/ 2016. Utvalg og kvalitetssikring av flomdata for flomfrekvensanalyser.*
- Glad, P. A., Stenius, S., Leine, A.-L. Ø., Væringstad, T., Holmqvist, E., Dahl, M.-P. J., & Trondsen, E. (2022). *Veileder nr. 1/ 2022. Veileder for flomberegninger.*
- Hanssen-Bauer, I., Førland, E. J., Haddeland, I., Hisdal, H., Mayer, S., Nesje, A., Nilsen, J. E. Ø., Sandven, S., Sandø, A. B., Sorteberg, A., & Ådlandsvi, B. K. (2015). *Klima i Norge 2100. Kunnskapsgrunnlag for klimatilpasning oppdatert i 2015. NCCS report no. 2/ 2015. a. opplag.*
- Norges vassdrag- og energidirektorat (NVE). (2011). *Retningslinjer nr. 2/ 2011. Flaum- og skredfare i arealplanar.*
- Norges vassdrag- og energidirektorat (NVE). (2015). *Rettleiar 3/ 2015. Flaumfare langs bekker. råd og tips om kartlegging.*
- Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE). (2020). *Veileder for utforminger for søknader om konsesjon for nettanlegg Nr. 2/2020.*
- Norsk klimasenterservice (NKKS). (2021). *Klimaprofil Buskerud.*
<https://klimaservicesenter.no/kss/klimaprofiler/buskerud>
- Stenius, S. (ed.), Glad, P. A. (ed.), Wang, T. K., & Væringstad, T. (2015). *Veileder 7/ 2015. Veileder for flomberegninger i små, uregulerte felt.*
- Stokseth, S., & Øydvin, E. K. (2004). *Flomsonekart. Delprosjekt Kongsberg. Rapport nr. 12/2004.*

Vedlegg 1 – Tverrsnitt

Tverrsnitt	Vannstand (moh.)	Trygg byggehøyde med sikkerhetsmargin
1	161.2	161.5
2	161.2	161.5
3	161.0	161.3
4	161.0	161.3
5	161.0	161.3
6	160.5	160.8
7	160.4	160.7
8	160.1	160.4
9	158.4	158.7
10	157.5	157.8
11	151.2	151.5
12	146.7	147.0
13	146.7	147.0
14	146.0	146.3
15	145.6	145.9
16	144.0	144.3
17	144.0	144.3
18	144.0	144.3
19	136.2	136.5
20	136.0	136.3
21	135.9	136.2
22	135.9	136.2
23	135.9	136.2
24	135.8	136.1
25	135.7	136.0
26	133.1	133.4
27	130.9	131.2

28	131.9	132.2
29	131.8	132.1
30	131.5	131.8
31	131.5	131.8
32	130.9	131.2
33	129.6	129.9
33.5	129.2	129.5
34	129.2	129.5

Vedlegg 2 – Kategorisering av flomfarenivå

Farenivå	Farekode	$v * y$ (m ² /s)
Liten fare	Grønn	< 0.015
Noe fare	Oransje	0.015 - 0.3
Vesentlig fare	Rød	> 0.3

Vedlegg 3 – Kategorisering av erosjonsfarenivå

Farenivå	Farekode	Observasjoner
Liten fare	Grønn	Eksisterende erosjonssikring i god stand, fjell i dagen, slak skråning, mer enn 20 m avstand til mastepunkt, lav vannhastighet
Noe fare	Oransje	Ingen eller begrenset eksisterende erosjonssikring, mindre enn 20 m avstand til mastepunkt, løsmasser, noe tegn på erosjon og/ eller sig, bratt skråning ned til elv, lokasjon i innersving, lav til middels høy vannhastighet
Vesentlig fare	Rød	Ingen eksisterende erosjonssikring, løsmasser, svært bratt skråning ned til elv, mindre enn 20 m avstand til mastepunkt, tydelige tegn på erosjon og/ eller sig, lokasjon i yttersving, høy vannhastighet, innsnevring




**Vurdering av
områdestabilitet for nye
strømmaster i Kongsberg**



Sunnfjord Geo Center

Prosjektinformasjon og status

Prosjektnummer:	Dokumentkode:	Dokumentnr.:	Dokumenttittel:
2022-06-213B	GT-H30-M01-00	01r	Vurdering av områdestabilitet for nye strømmaster i Kongsberg
Revisjon:	Beskrivelse:	Leveransedato:	
0	Godkjent rapport	13.03.2023	
Kontraktør:		Kontaktinformasjon:	
 Sunnfjord Geo Center		Sunnfjord Geo Center AS Stongfjordvegen 577 6984 Stongfjorden Tlf.: 577 31 900 E-post: post@sunnfjordgeocenter.no Organisasjonsnummer: 998 899 834 MVA	
Fagområde:	Dokumenttype:	Lokalitet:	
Geoteknikk, områdestabilitet	Rapport	Kongsberg	
HMS-risikovurdering før feltarbeid:	Dato for risikovurdering	Hendelse/avvik meldt:	
Risikogruppe 1	15.11.2022	Nei	
Feltarbeid utført av:	Dato for feltarbeid:		
Thomas Austin Stormoen Jenny Sjøstad Hagen	16.11.2022		
Rapport utarbeidet av:	Dato for ferdigstilling:	Signatur:	
Rev 0: Ragnhild Lithun Norang Rev 0: Thomas Austin Stormoen	13.03.2023	Ragnhild Lithun Norang (sign.) Thomas Austin Stormoen (sign.)	
Sidemannskontroll gjennomført av:	Godkjent, dato:	Signatur:	
Rev 0: Andrews Omari	13.03.2023	Andrews Omari (sign.)	

Sammendrag

Sunnfjord Geo Center er engasjert av Jøsok AS for å vurdere områdestabiliteten ved utbygging av strømmaster for luftbåren høyspentkabel i Kongsberg kommune. Det aktuelle tiltaksområdet ligger under marin grense, noe som tilsier at det kan være avsatt marin leire i grunnen. Tiltaket er delt inn i to etapper langs Numedalslågen- Nordre etappe går fra Nordre Spiten og Stengelsrud til Glabak i Kongsberg sentrum, og søndre etappe fra Gamle Gomsrudvei til Labru nær Skollenborg. Tiltaket berører ikke registrerte kvikkleiresoner.

Tiltakskategorien er vurdert å være **K3** iht. tabell 3.2 i veilederen for sikkerhet mot kvikkleire fra NVE, da tiltaket er av stor verdi og anses som viktig infrastruktur.

Løsmassekartet fra NGU viser at det er kartlagt elve- og breelvavsetninger i tiltaksområdene, som for det meste består av sand og grus. Løsmassene er av blant andre NGU beskrevet å utgjøre deler av «Skollenborgsanduren», som strekker seg fra Pikerfoss i nord (nord for tiltaksområde) til Skollenborg i sør (ved sørenden av tiltaksområdet).

På bakgrunn av befaring, tilgjengelig data fra NADAG, GRANADA, grusdatabasen til NGU og utførte grunnundersøkelser, er det vist at løsmassene for det meste består av sand, med varierende innhold av silt og grus. Dette samsvarer med tidligere beskrivelser av geologien i området. Det er svært begrenset/ingen marine leiravsetninger innenfor tiltaksområdet, eller i høyereliggende områder som vil ramme tiltaksområdet ved et eventuelt områdeskred. Tiltaket altså ligger utenfor løsne- og utløpsområder, og oppfyller krav til sikkerhet mot områdeskred i NVEs veileder.

Da denne vurderingen av et K3 tiltak avslutter ved steg 7 i prosedyren er det ikke krav til uavhengig kvalitetssikring av dette notatet.

Tabell 1: Prosedyre for utredning av områdeskred, hentet fra Tabell 3.1. i *Sikkerhet mot kvikkleireskred, 1/19*.

Prosedyre for utredning av områdeskredfare		
Steg	Beskrivelse	Merknad
1	Undersøk om det finnes registrerte faresoner	Utført
2	Avgrens områder med mulig marin leire	Utført
3	Avgrens områder med terreng som kan være utsatt for områdeskred	Utført
4	Bestem tiltakskategori	Utført
5	Gjennomgang av grunnlag – identifikasjon av kritiske skråninger og mulig løsneområde	Utført
6	Befaring	Utført
7	Gjennomfør grunnundersøkelser	Utført
8	Vurder aktuelle skredmekanismer og avgrens løsne- og utløpsområder	Ikke aktuelt
9	Klassifiser faresoner	Ikke aktuelt
10	Dokumenter tilfredsstillende sikkerhet	Utført
11	Meld inn faresoner og grunnundersøkelser	Ikke aktuelt

Innholdsfortegnelse

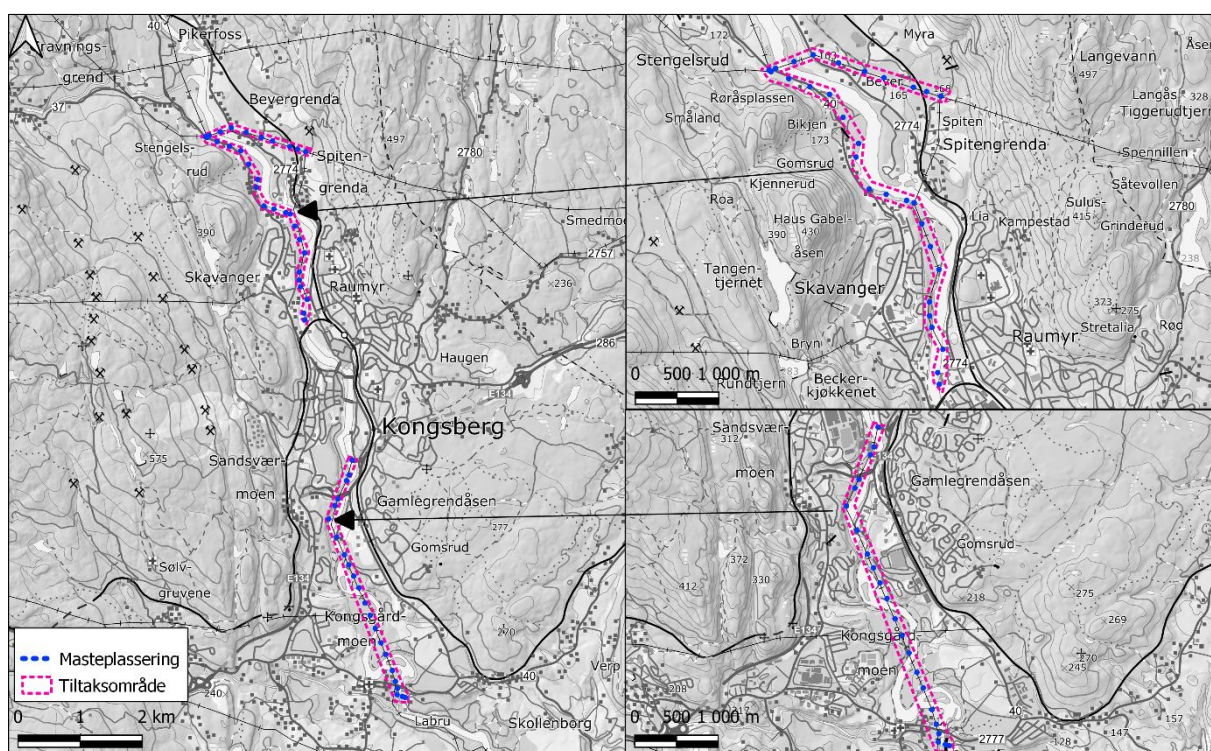
1. Innledning	1
1.1 Sikkerhetskrav og kvalitetssikring	1
2. Grunnlag – identifikasjon av kritiske skråninger og potensielt løsneområde	2
2.1 Topografiske kart	2
2.2 Kwartærgeologiske kart og marin grense.....	5
2.3 Oppsummering av tidligere utførte grunnundersøkelser	9
2.4 Identifikasjon av skråninger og mulig løsneområde.....	14
2.5 Eksisterende faresoner i området	22
3. Befaring	23
3.1 Nordre Spiten – Stengelsrud	27
3.2 Stengelsrud - Glabak	29
3.3 Gomsrud - Skollenborg	41
4. Grunnundersøkelser	53
4.1 Boreplan	53
4.2 Oppsummering av utførte grunnundersøkelser for prosjektet	53
4.3 Kvalitet på grunnundersøkelser.....	53
5. Konklusjon	54
6. Referanser	55

1. Innledning

Sunnfjord Geo Center er engasjert av Jøsok AS for å gjennomføre en vurdering av områdestabilitet i forbindelse med søknad om utbygging av strømmaster for luftbårne høyspentkabler i Kongsberg i Kongsberg kommune (Figur 1). Tiltaket strekker seg i to etapper langs Numedalslågen. Nordre tiltaksområde strekker seg fra Spiten og Stengelsrud til Glabak i Kongsberg sentrum, og søndre etappe fra Gamle Gomsrudvei til Labru. 27 master er planlagt i den nordre delen, i tillegg til 3 stk ved trafostasjon på Stengelsrud. 22 master er planlagt i den søndre delen.

Det aktuelle tiltaksområdet ligger under marin grense, noe som tilsier at det kan være avsatt marin leire i grunnen.

Denne rapporten er utarbeidet etter NVE (2019) sin veileder for *Sikkerhet mot kvikkleireskred*, og tar for seg steg 1-7 i prosedyren i tabell 3.1 i kapittel 3.2. Tiltakskategori er vurdert til å være **K3** iht. Tabell 3.2 i veilederen, da dette tiltaket er av stor verdi.



Figur 1: Plassering av tiltaksområdet som er markert på kartet med rosa stiplet polygon (Kilde: www.norgeskart.no).

1.1 Sikkerhetskrav og kvalitetssikring

Vurderinger og utarbeiding av dokumentasjon skal gjennomføres av foretak med geoteknisk kompetanse. Nivå på kvalitetssikring bestemmes fra tiltakskategori og forekomst av sprøbruddsmateriale.

Ifølge veilederen skal kvalitetssikring av K3-tiltak gjennomføres av uavhengig foretak, men det er ikke behov for uavhengig kvalitetssikring dersom utførende geotekniker entydig kan dokumentere at tiltaket ikke kan bli berørt av et områdeskred ved gjennomgang av prosedyrens steg 5, 6 og 7.

2. Grunnlag – identifikasjon av kritiske skråninger og potensielt løснеområde

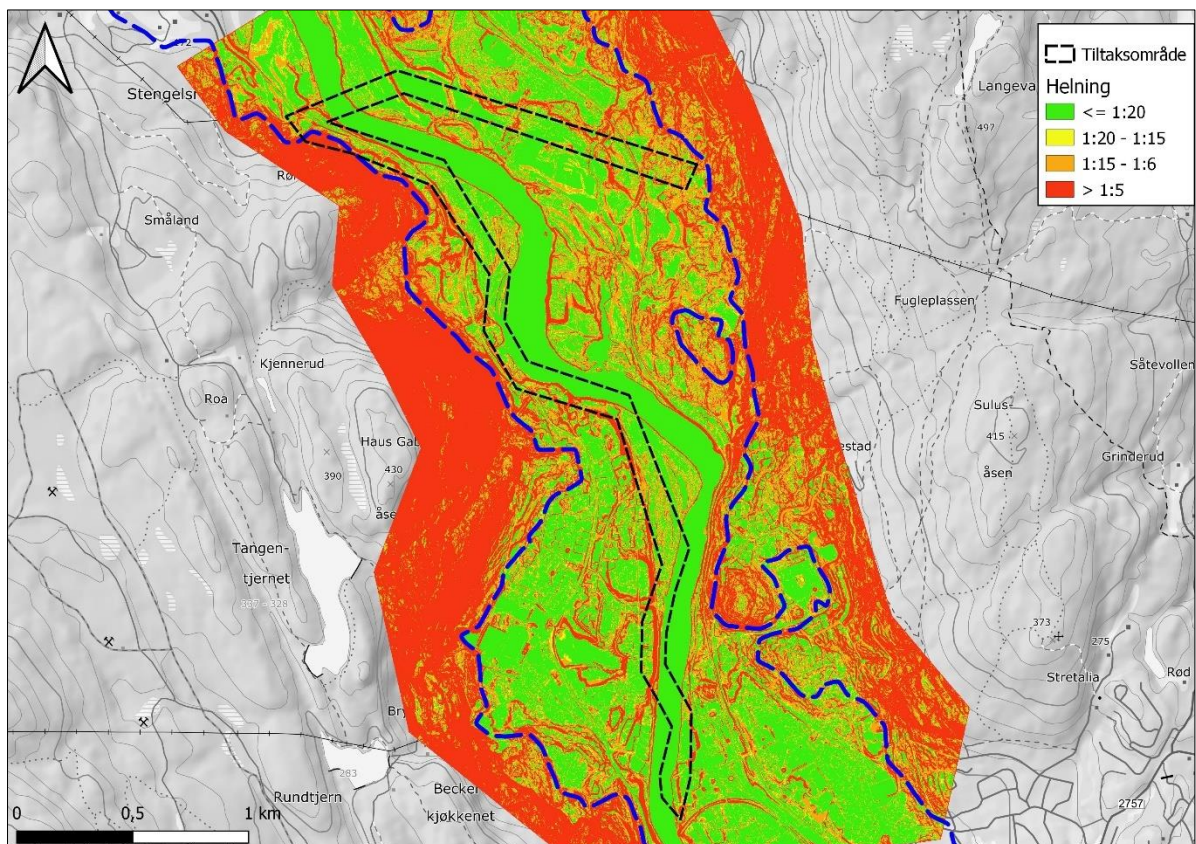
2.1 Topografiske kart

Eventuelle løснеområder skal iht. NVE (2019) vurderes å være «kritiske skråninger», som har høyde over 5 meter og helning brattere enn 1:15 (dersom det utredes av geotekniker). Bakover fra skråningens bunn skal areal med lengde inntil 15 ganger skråningshøyden (dersom det utredes av geotekniker) også inngå som mulige løснеområder. L'Heureux (2012) beskriver at terrengkriterium for avgrensning av løснеområder bør brukes med forsiktighet. Utbredelsesretningen er særlig utfordrende å forutsi, men bekker, skredgroper og andre topografiske variasjoner har tidligere vist seg å avgrense utbredelsen.

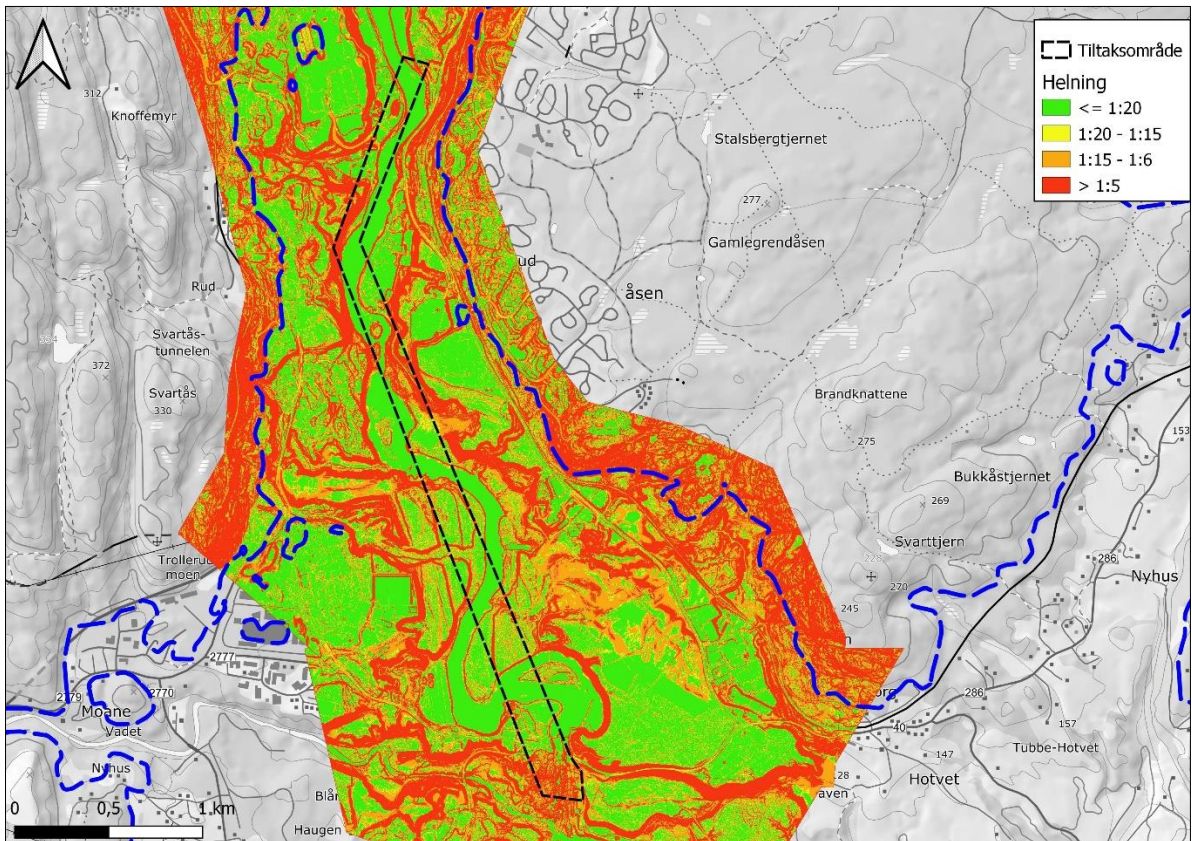
Der det er mindre enn 2 m mektighet over fast fjell anses det ikke å være fare for å utløse kvikkleireskred. Eventuelle utløpsområder er inntil 3 ganger lengden til løснеområdene, men avhenger av topografien i skredløpet og viskositeten til skredmaterialet.

Helningsdata fra undersøkelsesområdet er vist i Figur 2 og Figur 3, og skyggerelieff i Figur 4 og Figur 5. Terrengmodellen er hentet fra prosjekt *Kongsberg 2015* fra kartverkets tjeneste hoydedata.no. Tiltaksområdene går langs Numedalslågen, med flere krysninger av elven. Mastene vil plasseres punktvis innenfor tiltaksområdene, både over, under og i skråninger med høyde > 5 m og helning brattere enn 1:15, som tilsier at deler av tiltaksområdet ligger innenfor mulige løснеområder.

Flyfotoet i Figur 6 og Figur 7 viser at tiltaksområdet strekker seg langs Numedalslågen og går gjennom landbruksområder, ubebygde områder med vegetasjon av bar- og løvtrær og enkelte bebygde områder.



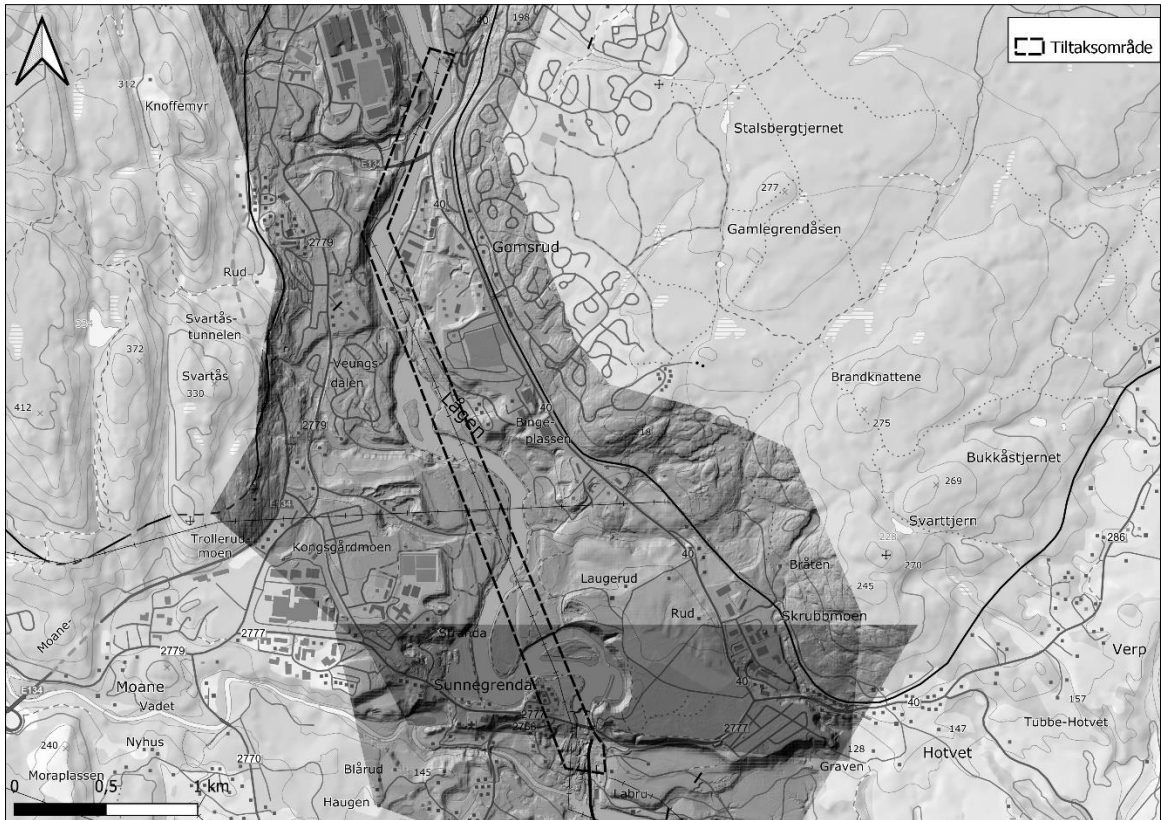
Figur 2: Helningskart over den nordlige delen av tiltaksområdet. Blå stiplede linje viser til marin grense. Kilde: hoydedata.no.



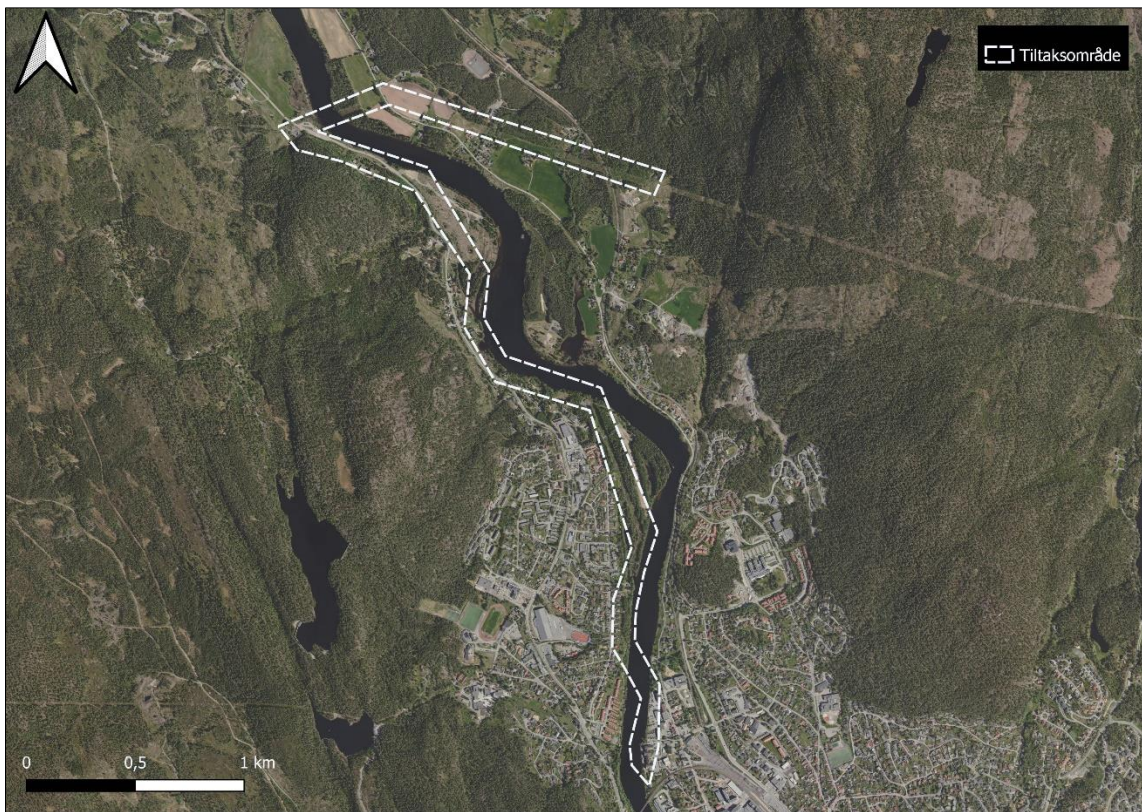
Figur 3: Helningskart over den sørlige delen av tiltaksområdet. Blå stiptet linje viser til marin grense. Kilde: hoydedata.no.



Figur 4: Kart med skyggerelieff som viser topografien til terrenget i den nordlige delen av tiltaksområdet. Kilde: Hoydedata.no.



Figur 5: Kart med skyggerelieff som viser topografien til terrenget i den sørlige delen av tiltaksområdet. Kilde: Hoydedata.no.



Figur 6: Flyfoto av den nordlige delen av tiltaksområdet. Kilde: norgebilder.no.

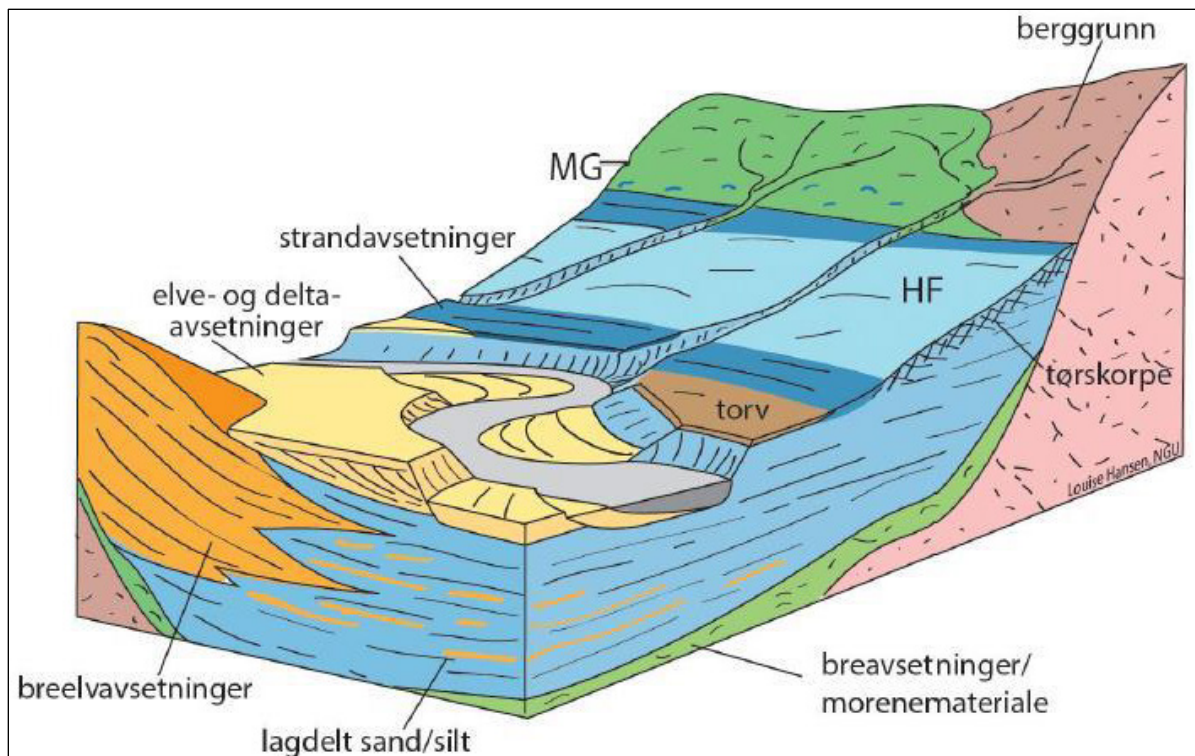


Figur 7: Flyfoto av den sørlige delen av tiltaksområdet. Kilde: norgeibilder.no.

2.2 Kvartærgeologiske kart og marin grense

I Kongsbergområdet er løsmasseavsetningene etter siste istid hovedsakelig konsentrert i dalgangen langs Numedalslågen. Dalføret danner et nord-sørgående regionalt lineament. Kryssende lineamenter og variasjoner i grunnfjellets geologi, gjør at dalføret flere steder krysses av fjellterskler. Disse motstår elveerosjon, og danner flere steder fosser gjennom tiltaksområdet og har styrt elveløpets utvikling.

Det forventes at løsmassene har en kronologisk oppbygging, som helt eller delvis viser avsetningsprosessene etter siste istid. Det innebærer at morene sannsynligvis er avsatt på fast fjell, under marin leire, som igjen kan ligge under elve- og breelvavsetninger. Episodevise skredskredhendelser og kontinuerlig elveerosjon, samtidig som pågående landheving, har etter siste istid omfordelt løsmassene og formet landskapet slik det fremstår i dag (Figur 8).



Figur 8: Typisk oppbygging av løsmasser avsatt i norske fjorder etter siste istid. Illustrasjon fra NGU.

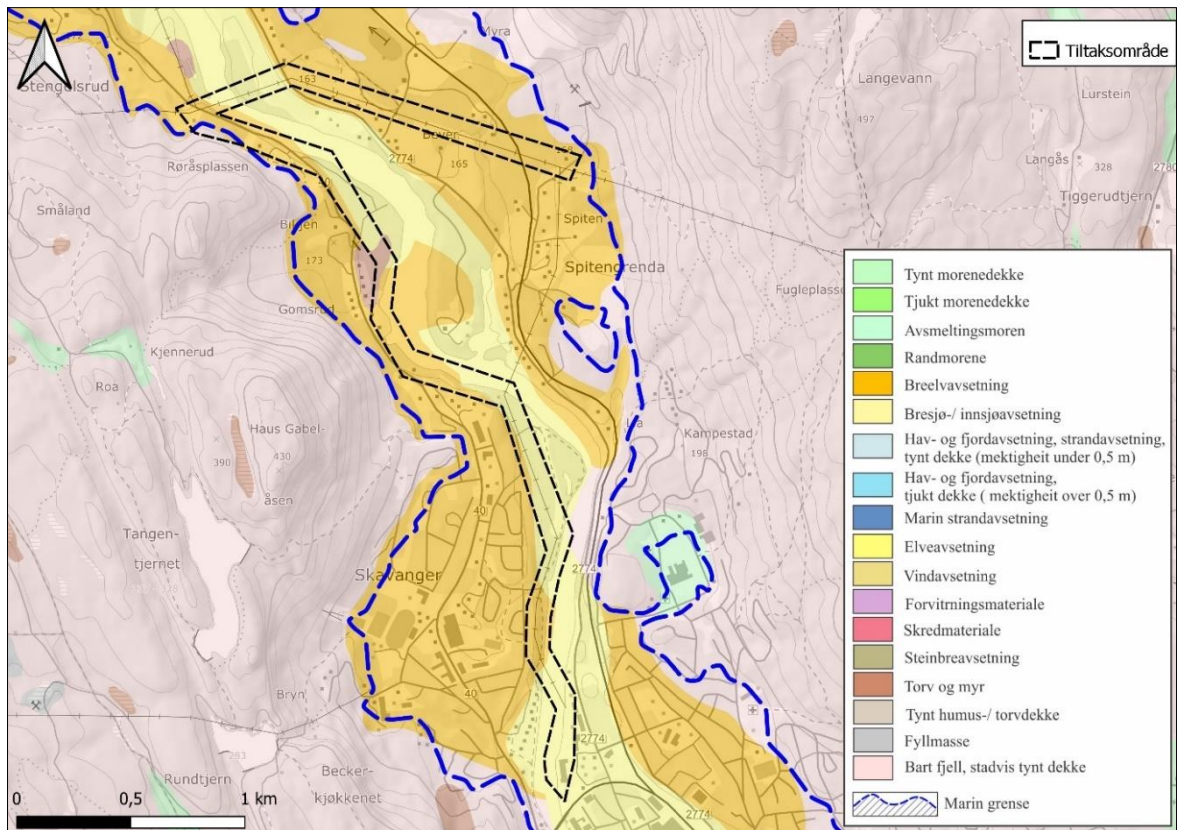
Løsmassene på overflaten i området er kartlagt av NGU med målestokk 1:50000 (Bargel, 1990). Kartet viser bare til avsetningen på overflaten, og løsmasser fra andre avsetningstyper kan eksistere dypere. Detaljgraden er også lavere enn hva som kreves for å konkludere om det kan være kvikkleire i grunnen eller ikke. Kartet er en tolkning ut ifra landformer og sikre observasjoner, mens vegetasjon og urbanisering på overflaten ofte dekker til løsmassene.

NGUs løsmassekart (Figur 9 og Figur 10) viser elve- og breelavsetninger i tiltaksområdene, som for det meste består av sand og grus (Bargel, 1990). Løsmassene beskrives å utgjøre deler «Skollenborgsanduren», som strekker seg fra Pikerfoss i nord (nord for tiltaksområde) til Skollenborg i sør (sør for tiltaksområdet). Skollenborgsanduren ble dannet da store mengder løsmasser ble spylt ut med breelvene fra brefronten ved Pikerfoss, og ble avsatt langs dalføret helt ned til den tids fjordmunning ved Skollenborg. Flere avrundede forsenkninger i breelavsetningene er tolket å være dødisgroper.

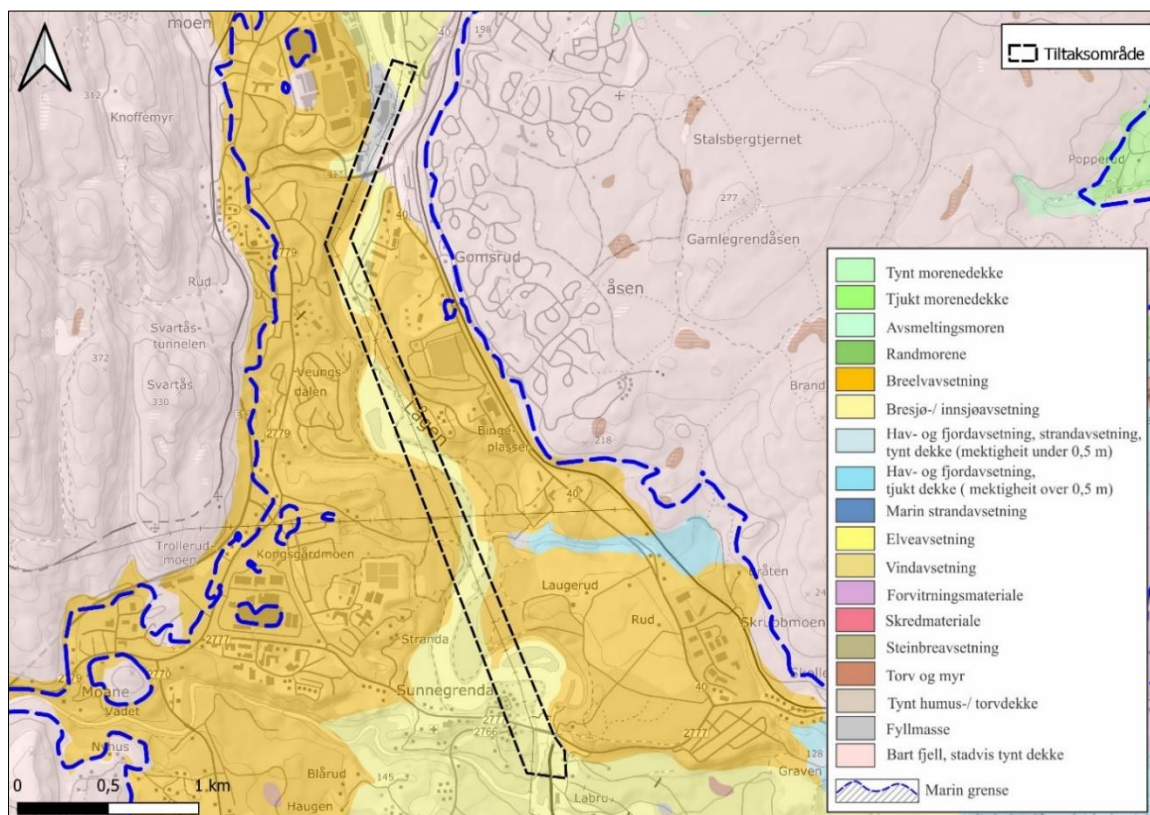
Det er rimelig å anta at havet under dannelsen av sanduren dekket hele det sørøstlige området av Kongsberg sentrum, men at senere landheving med påfølgende elveerosjon har ført til sedimenttransport (Seither m.fl., 2019).

Ettersom dalføret blir bredere og flatere sør for Kongsberg og tiltaksområdet, har elvenes energi ha avtatt i dette området. Lavere vannhastighet medfører at mindre sedimenter kan avsettes. Sannsynligheten for at det er avsatt leire øker dermed mot sørenden av dalføret. Dette fremkommer også i det kvartærgeologiske kartet, som viser marine avsetninger sør for tiltaksområdet (Figur 10).

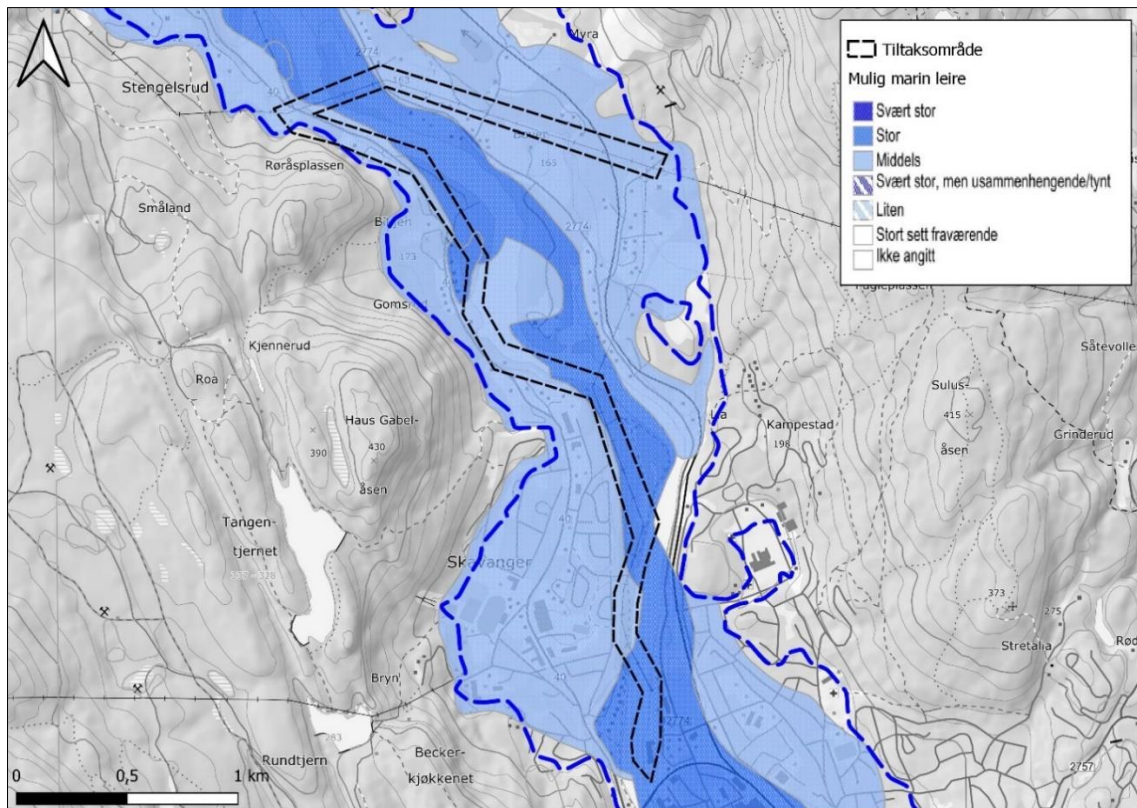
Tiltaksområdet ligger under marin grense, som er på omtrent 175 moh. i området. NGUs kart «mulighet for marin leire» (Figur 11 og Figur 12) viser at det er vurdert at det er middels og stor mulighet for forekomst av sammenhengende marin leire i området.



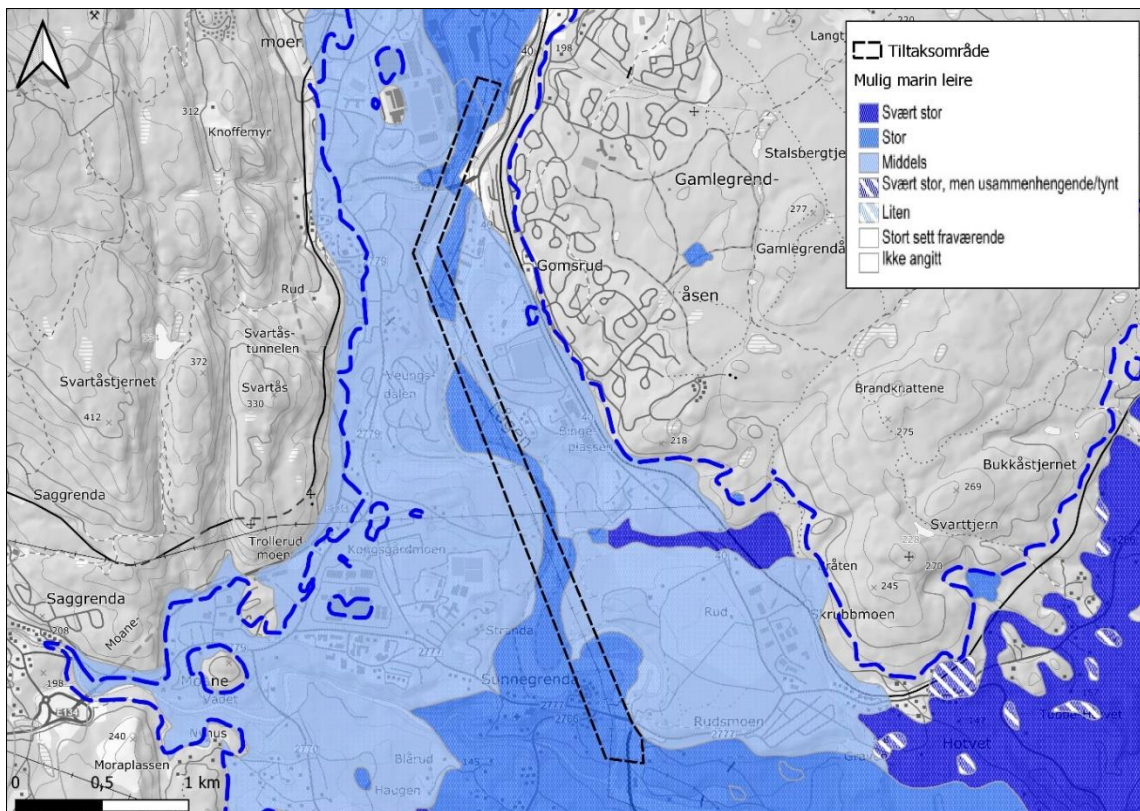
Figur 9: Det er markert elve- og breelavsetninger ved den nordlige delen av tiltaksområdet i løsmassekartet til NGU. Blå stiplet linje viser marin grense. Kilde: www.ngu.no.



Figur 10: Det er markert elve- og breelavsetninger ved den sørlige delen av tiltaksområdet i løsmassekartet til NGU. Blå stiplet linje viser marin grense. Kilde: www.ngu.no.



Figur 11: Den nordlige delen av tiltaksområdet ligger under marin grense (blå stiplet linje). Det er vurdert at det er middels og stor mulighet for forekomst av sammenhengende marin leire i området. Kilde: www.ngu.no.



Figur 12: Den sørlige delen av tiltaksområdet ligger under marin grense (blå stiplet linje). Det er vurdert at det er middels og stor mulighet for forekomst av sammenhengende marin leire i området. Kilde: www.ngu.no.

2.3 Oppsummering av tidligere utførte grunnundersøkelser

Det er tidligere utført flere grunnundersøkelser i flere deler av det aktuelle området. Grunnundersøkelser fra NADAG og GRANADA er hentet 27.02.2023 og er vist i Tabell 2.

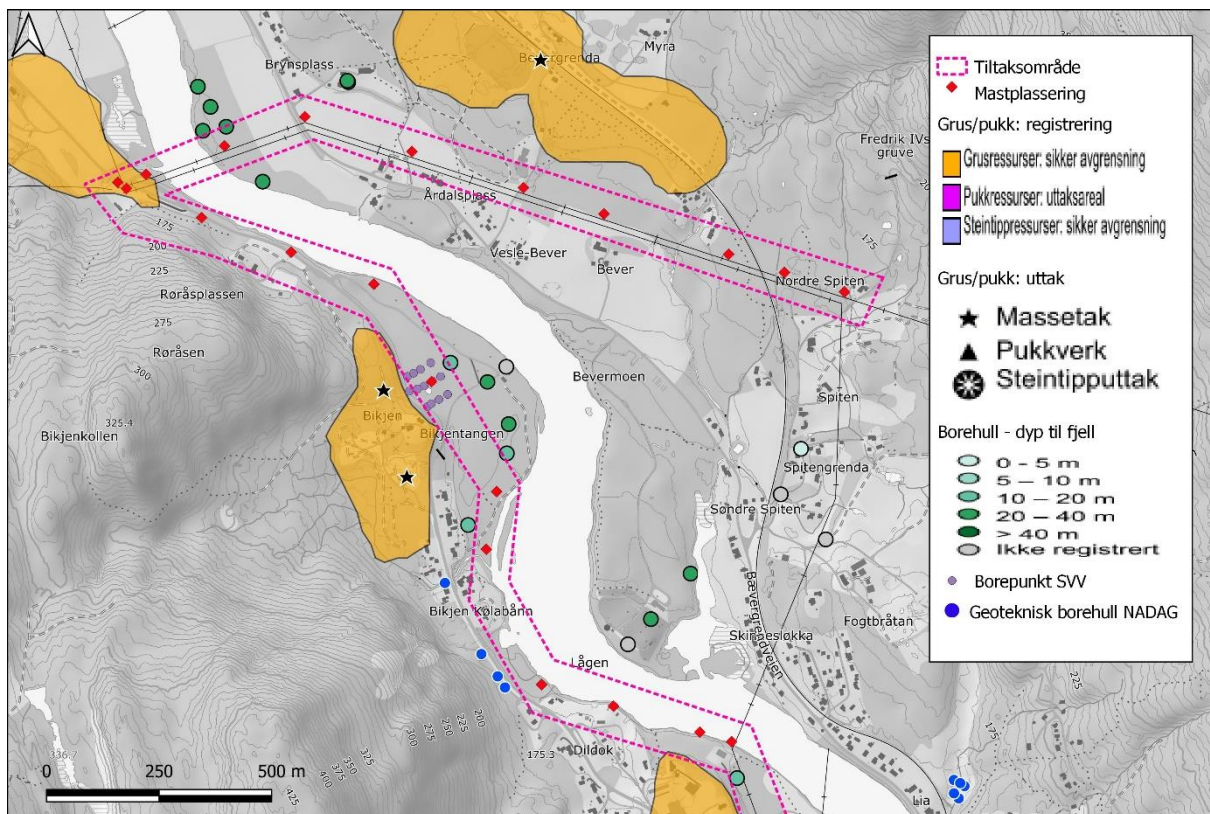
Tabell 2: Tidligere utførte grunnundersøkelser i og rundt tiltaksområdet.

Rapportnr.	Rapport	Funnet kvikkleire	Faresone
5205604	<i>G/S-bru over Lågen, nord i Kongsberg. Geotekniske grunnundersøkelser, datarapport, dokumentnr. RIG-01, Norconsult, 2021</i>	Nei	Nei
1350030071	<i>Detaljregulering 499R Gang- og sykkelbru Skavanger, Rambøll, 2019</i>	Nei	Nei
FD76A-1	<i>Rv. 8 Utbedring ved Bitjernsvingen. Grunnundersøkelse. Statens vegvesen, 1982</i>	Nei	Nei
FD76B-NOT	<i>G/S-veg idrettsvegen – Bikjenn. Statens vegvesen, 1995</i>	Nei	Nei
2007023175-14	<i>Fv87 Gang/sykkelveg-bru ved Sellikdalen, Kongsberg. Statens vegvesen, 2007</i>	Nei	Nei
FD351A-14	<i>E134 Damåsen – Saggrenda. Vegsystem ved Gomsrudvegen. Grunnundersøkelser. Statens vegvesen, 2012</i>	Nei	Nei
FD531A-15	<i>E134 Damåsen – Saggrenda. Sellikdalen bru. Grunnundersøkelser. Statens vegvesen, 2012</i>	Nei	Nei
FD351A-16	<i>E134 Damåsen – Saggrenda. Hovedlinje Sellikdalen. Grunnundersøkelser. Statens vegvesen, 2012</i>	Nei	Nei
FD351A-17	<i>E134 Damåsen – Saggrenda. Lokalvegssystem i Sellikdalen. Grunnundersøkelser. Statens vegvesen, 2012</i>	Nei	Nei
FD351A-1R	<i>E134 Damåsen – Saggrenda. Geotekniske forhold ved trasevalg sør for Tislegård i Sellikdalen, Statens vegvesen, 2009</i>	Nei	Nei
FD531A-7B	<i>E134 Damåsen - Saggrenda. Del 2, profil 5800-7880. Grunnundersøkelser. Statens vegvesen, 2011</i>	Nei	Nei
FD531A-7C	<i>E134 Damåsen - Saggrenda. Del 3, profil 7880-13280. Grunnundersøkelser. Statens vegvesen, 2011</i>	Nei	Nei
200320534-03	<i>Fv87 Gomsrud – Rudsmoen, g/s-veg, Statens vegvesen, 2006</i>	Antatt sprøbruddmateriale	Nei

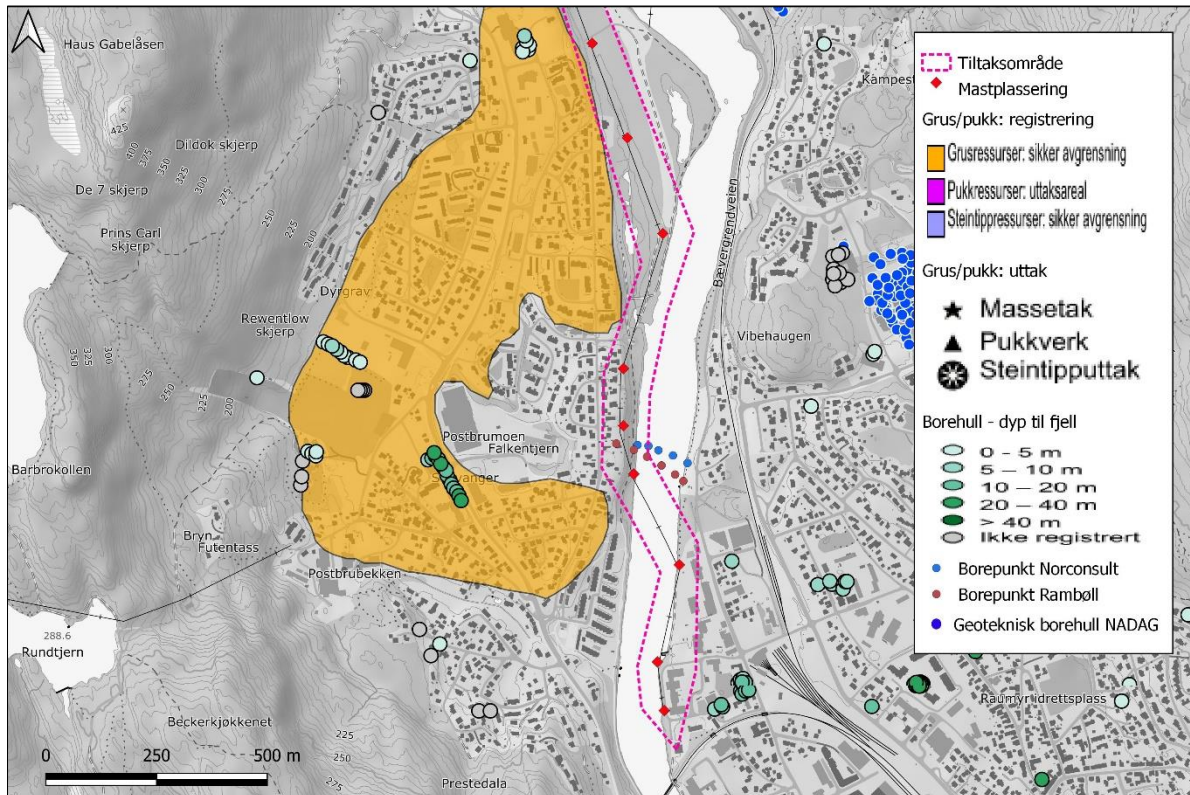
FD531A-3	<i>E134 Hp. 05/06 Krekling X286 – Veungsdalen X40. Parsell: Damsåsen-Saggrenda. Geoteknisk rapport. Statens vegvesen, 2003</i>	Ja	Nei
----------	--	----	-----

Figur 13 til Figur 17 viser en oversikt over tidligere utførte grunnundersøkelser i området, som geotekniske borehull registrert i NADAG, grunnvannsborehull registrert i Granada, og grus- og pukk forekomster registrert i Grusdatabasen til NGU. For rapport *FD531A-3 05/06 Krekling X286 – Veungsdalen X40. Parsell: Damsåsen-Saggrenda* var flere av borehullene ikke registrert i NADAG, og et utsnitt av plasseringene for relevante borehull er vist i Figur 18 og Figur 19. Grusforekomsten som er registrert i NGUs grusdatabase viser en sikker avgrensning og ligger i eller tett inntil tiltaksområdet i store deler av tiltaksområdet. Forekomsten representerer Skollenborgsanduren og løsmassene er identifisert som sand og grus. De geotekniske borehullene i og rundt tiltaksområdet viser også at løsmassene i hovedsak består av grus og sand med varierende lagringsfasthet. Løsmassetykkelsen er varierende. Det er grunt til fjell eller fjell i dagen flere steder i området, men enkelte plasser er løsmassetykkelsen over 40 meter.

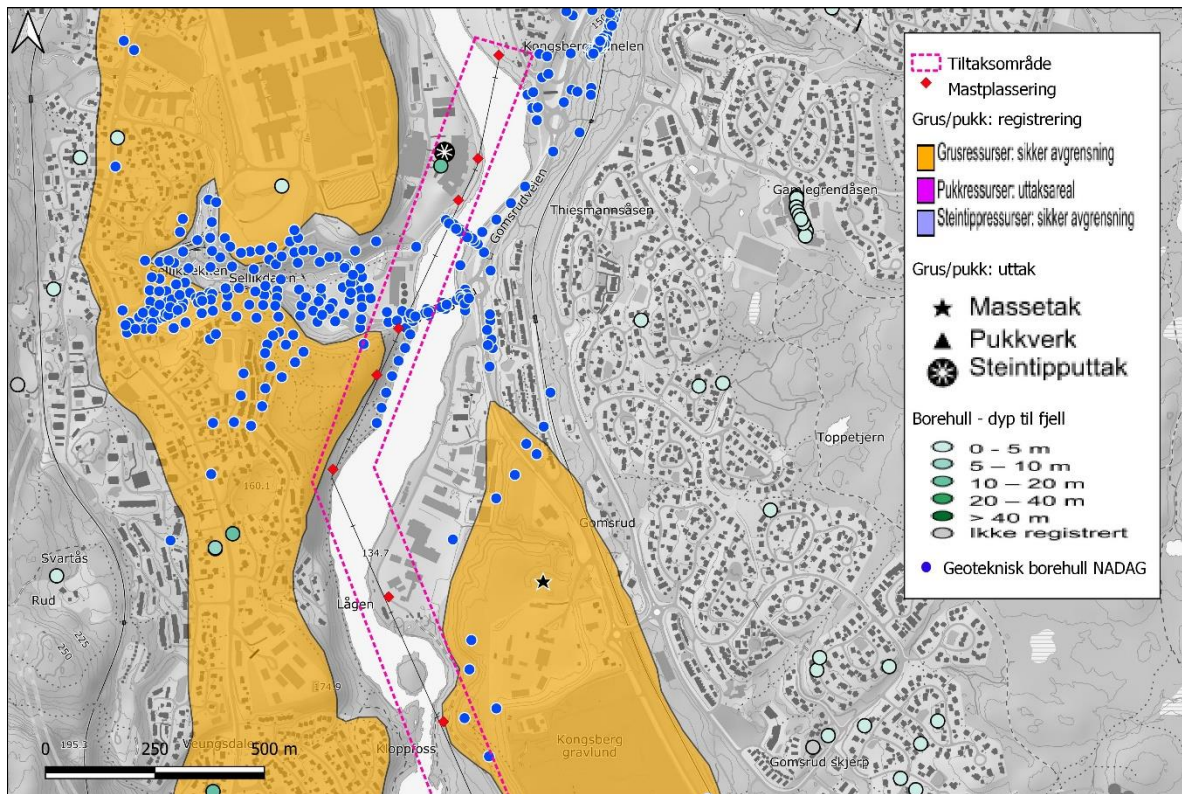
Det er ikke påvist sprøbruddmateriale i området utenom øst for deler av det søndre tiltaksområdet, langs østsiden av Numedalslågen, nær Laugeruddalen sør for Korsika (Figur 16 og Figur 18). Her er grunnforholdene varierende, med hovedsakelig fast lagrede masser av sand med varierende silt og grusinnhold, men med innslag av bløtere masser av silt og leire (vist i Figur 18 og Figur 19). I borehull langs Glomsrudvegen, lengre opp i Laugeruddalen, er det i hovedsak gode grunnforhold og grunt til antatt fjell, men stedvis påvist forekomster av bløt leire.



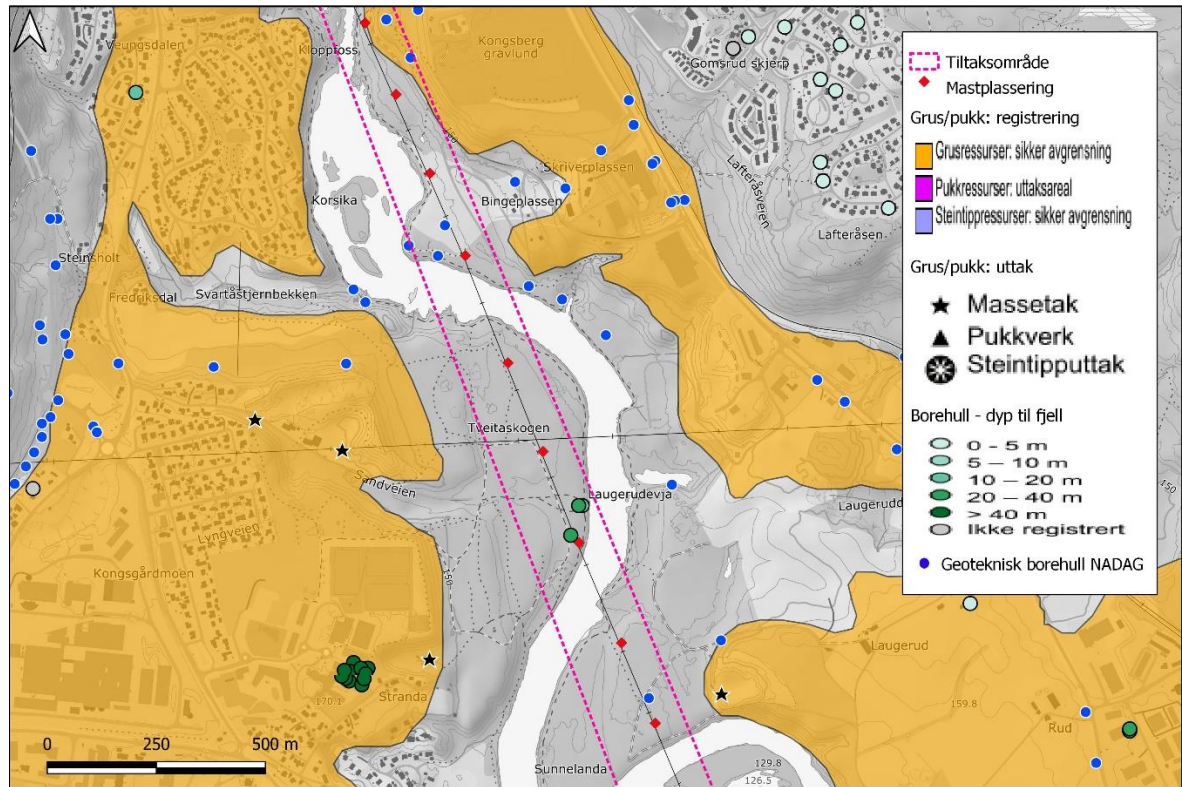
Figur 13: Tidligere utførte grunnundersøkelser nord i det nordligste tiltaksområdet. Det er et par geotekniske borehull i den sørvestlige delen av dette området og flere borehull som viser dybde til fjell. Det er også tegnet inn borehull utført av Statens vegvesen som ikke er registrert i NADAG. Kilde: www.geo.ngu.no.



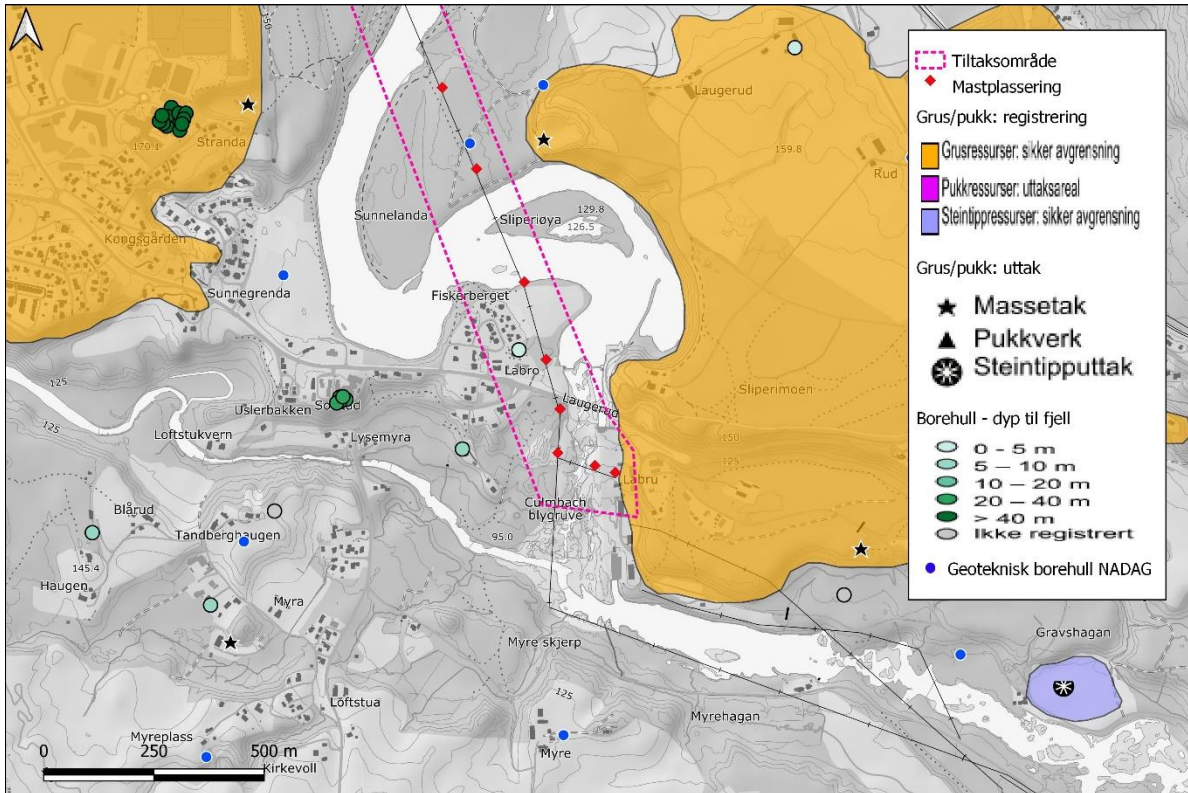
Figur 14: Tidligere utførte grunnundersøkelser sør i det nordligste tiltaksområdet. Norconsult og Rambøll har gjennomført boringer over Numedalslågen i deler av tiltaksområdet. Kilde: www.geo.ngu.no.



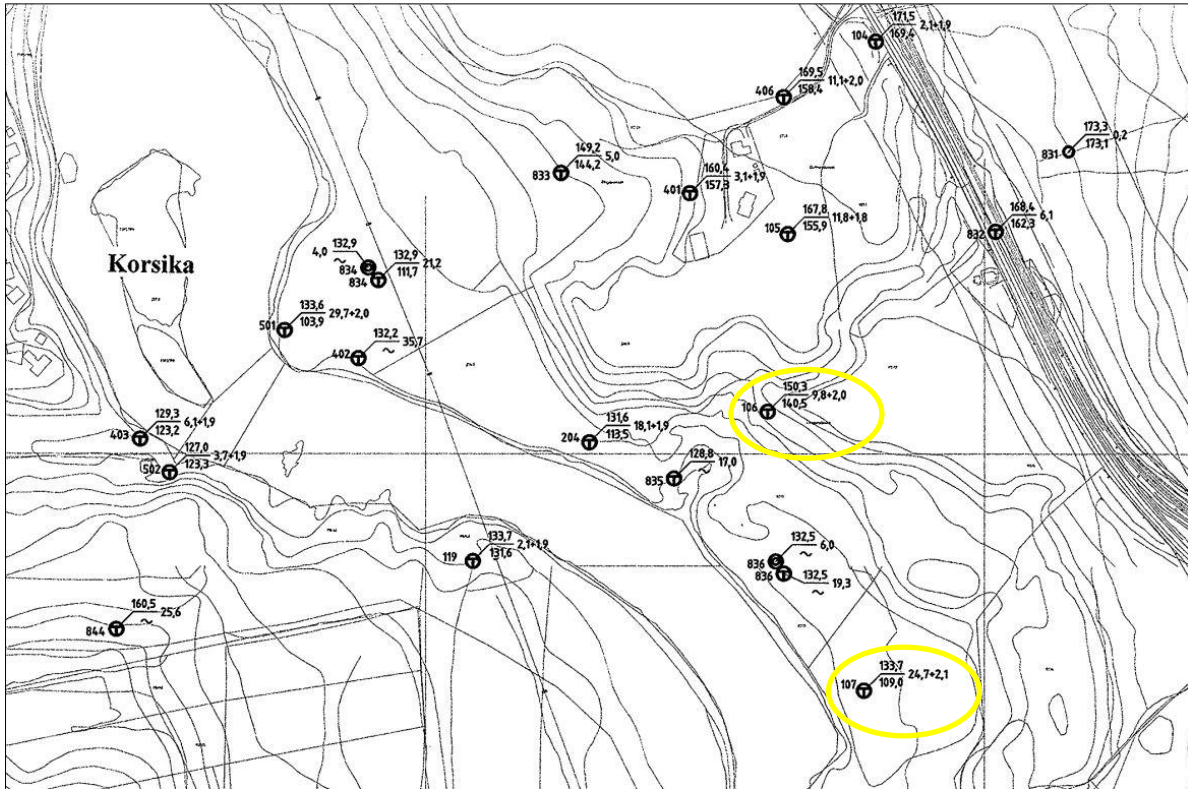
Figur 15: Tidligere utførte grunnundersøkelser nord i det sørligste tiltaksområdet. I dette området er det utført flere boringer i og langs tiltaksområdet. Kilde: www.geo.ngu.no.



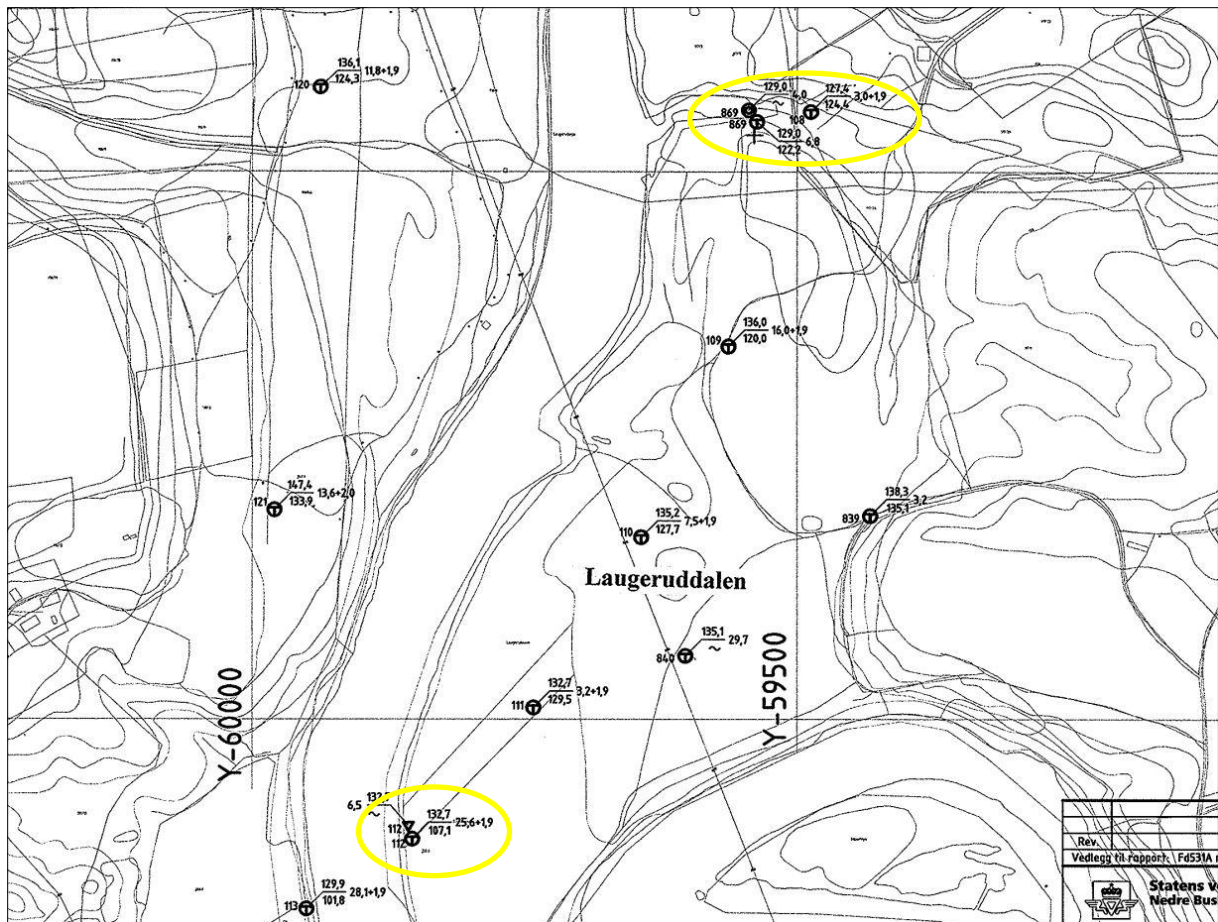
Figur 16: Tidligere utførte grunnundersøkelser midt i det sørligste tiltaksområdet. Det er utført flere boringer langs begge siden av Numedalslågen og et par boringer i selve tiltaksområdet. Det er også et par borehull som viser en dybde til fjell på mellom 10 – 40 meter. Kilde: www.geo.ngu.no.



Figur 17: Tidligere utførte grunnundersøkelser sør i det sørligste tiltaksområdet. Det er ett geoteknisk borehull langs traseen og ett borehull som viser en dybde til fjell på mellom 0 – 5 meter. Kilde: www.geo.ngu.no.



Figur 18: Utsnitt av figur som viser plassering av borehull der enkelte av borehullene ikke er registrert i NADAG. Gul ellipser indikerer borehull hvor det er registrert innslag av bløtere masser, silt og leire. Kilde: Statens vegvesens rapport FD531A-3 fra 2003.



Figur 19: Utsnitt av figur som viser plassering av borehull der enkelte av borehullene ikke er registrert i NADAG. Gul ellipse indikerer borehull hvor det er registrert innslag av bløtere masser, silt og leire. Kilde: Statens vegvesens rapport FD531A-3 fra 2003.

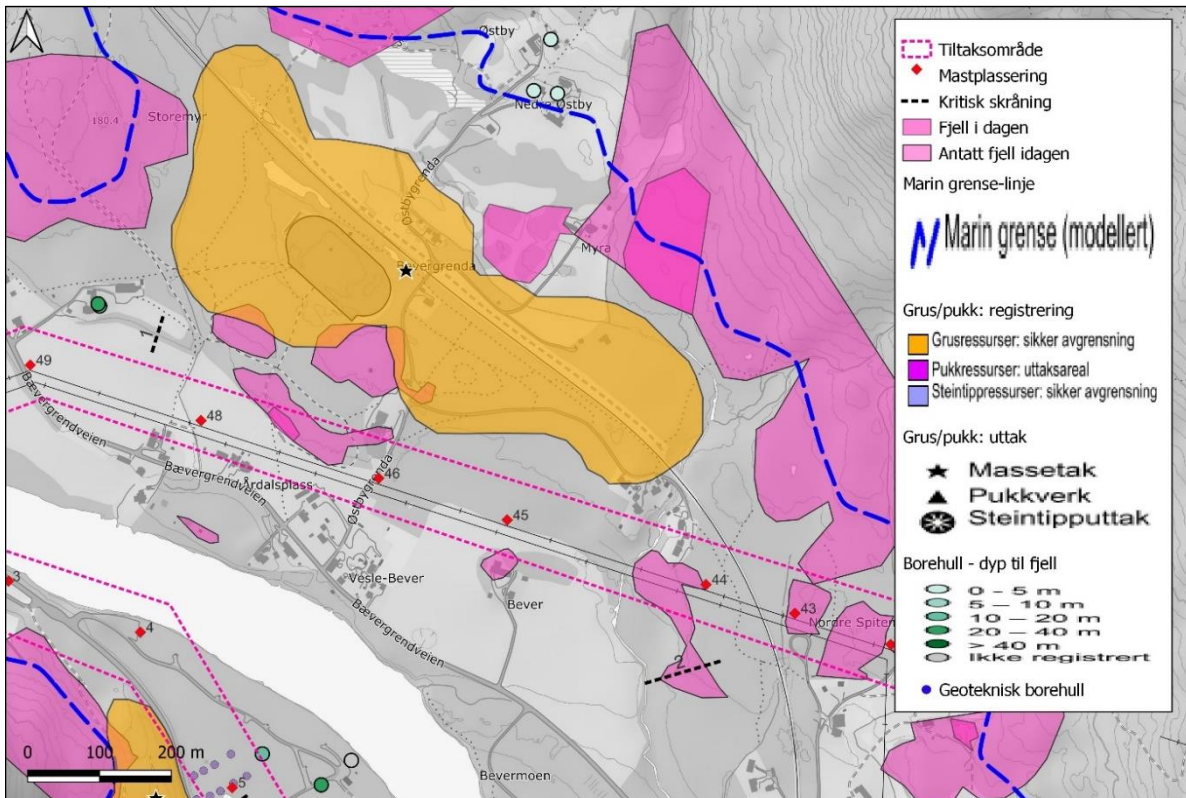
2.4 Identifikasjon av skråninger og mulig løsneområde

Gjennom flyfoto og Google Streetview har SGC kartlagt områder med fjell i dagen. Disse sammenfaller med områder med en «knudrete overflate» i den digitale terrengmodellen. På bakgrunn av dette har det også blitt kartlagt områder hvor det er antatt at det er fjell i dagen eller tynt løsmassedekke over fjellet, noe som kan bekreftes ved befaring. Der det er fast fjell i dagen er det ikke registrert kritiske skråninger.

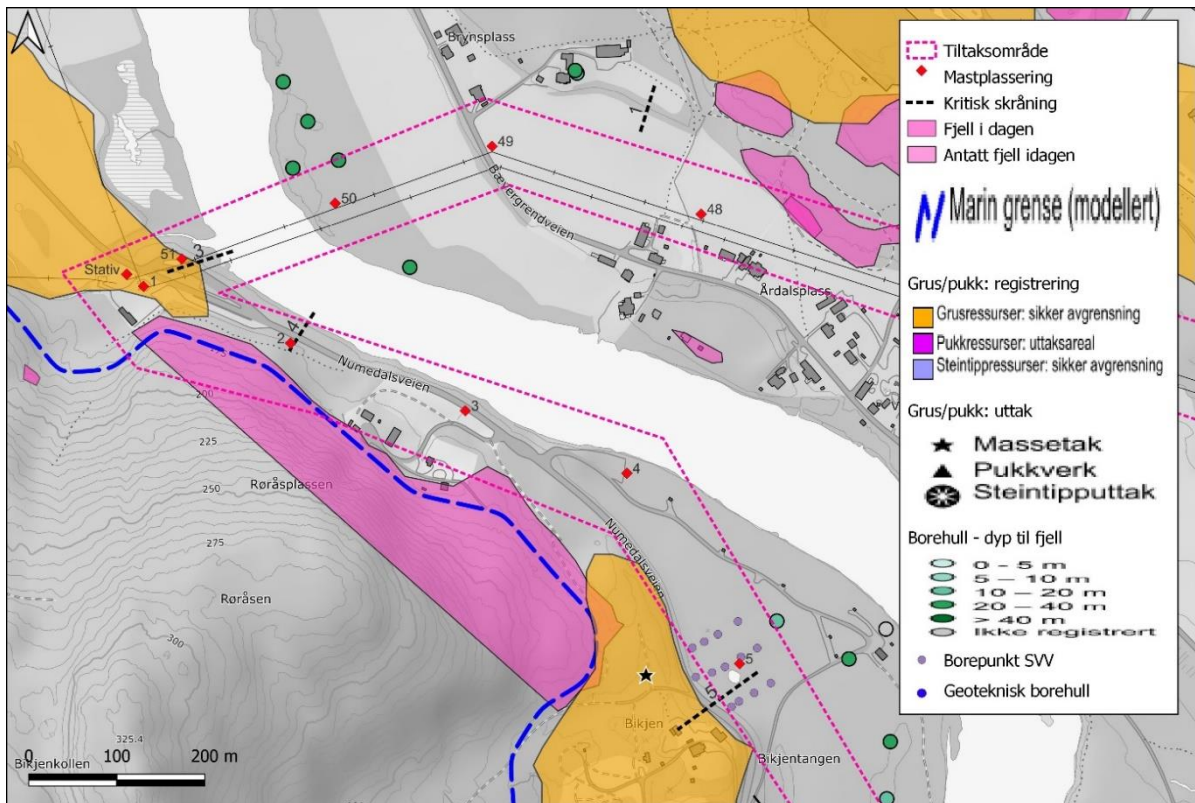
Terrassekantene som er dannet gjennom Numedalslågens nedskjæringer i breelavsetningene danner flere steder skråninger med høyde over 5 m. Disse står med naturlig hvilevinkel, ca. 30 grader, og kategoriseres dermed som «kritiske» iht. topografiske kriterier i NVEs veileder. Det er til sammen registrert 28 kritiske skråninger langsmed traséen. Flere av disse er nær tidligere utførte grunnundersøkelser eller massetak som indikerer at det ikke er sprøbruddmateriale i grunnen, men vurderes likevel som grunnlag for befaring.

Forekomstene av bløtere masser i området rundt Laugeruddalen representerer små, avgrensede og lokale lommer av leire som er lokalisert på østsiden av Numedalslågen. Det er likevel gjort en konservativ vurdering av mulig løsne- og utløpsområde for kritisk skråning 28, som er vist i Figur 33. Skråningstopp ved kritisk skråning 28 ligger på ca. 153,3 moh., og skråningsfot ca. 127 moh. Kritisk skråning vil ha løsneområde på 395 m ($15 \cdot H \rightarrow 15 \cdot (153,3 - 127)m = 395 m$) og utløpsområde for et flakskred på 197 m ($0,5 \cdot \text{løsneområde} \rightarrow 0,5 \cdot 395 m =$

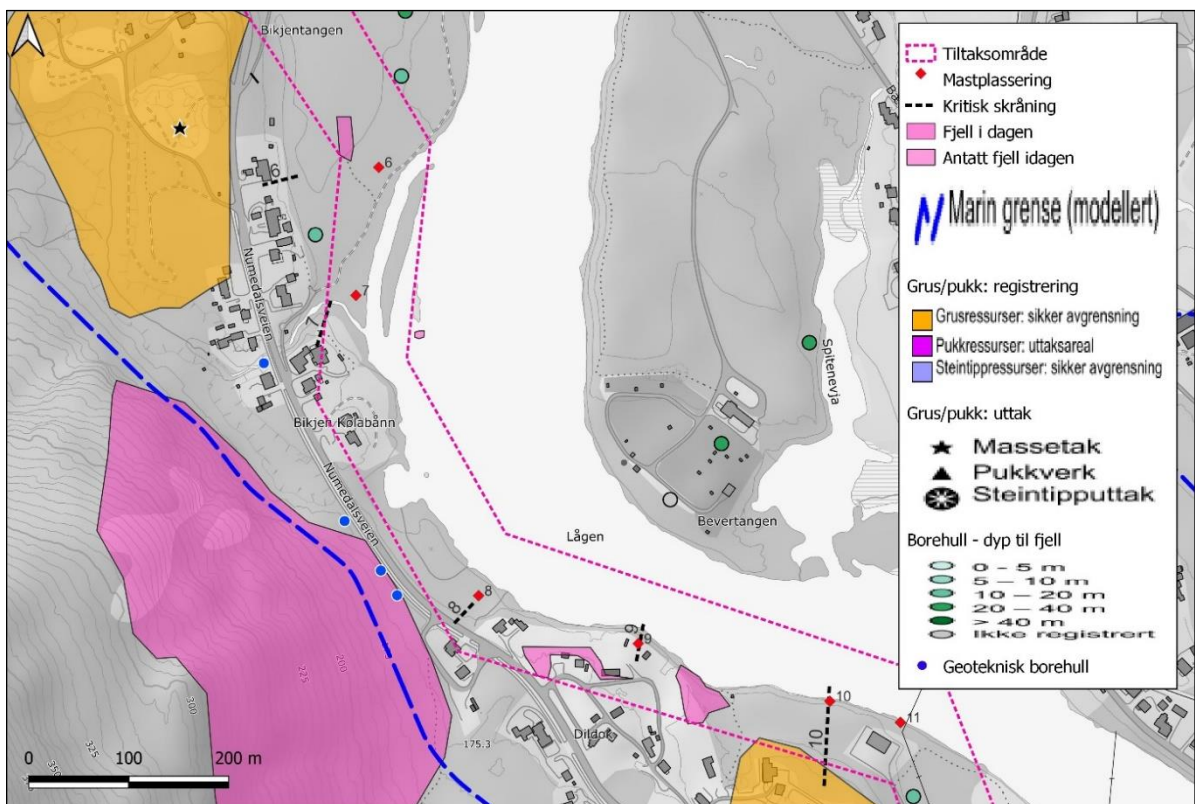
197 m). Figuren viser at utløpsområdet ikke vil nå tiltaksområdet, men stoppe før/i Numedalslågen.



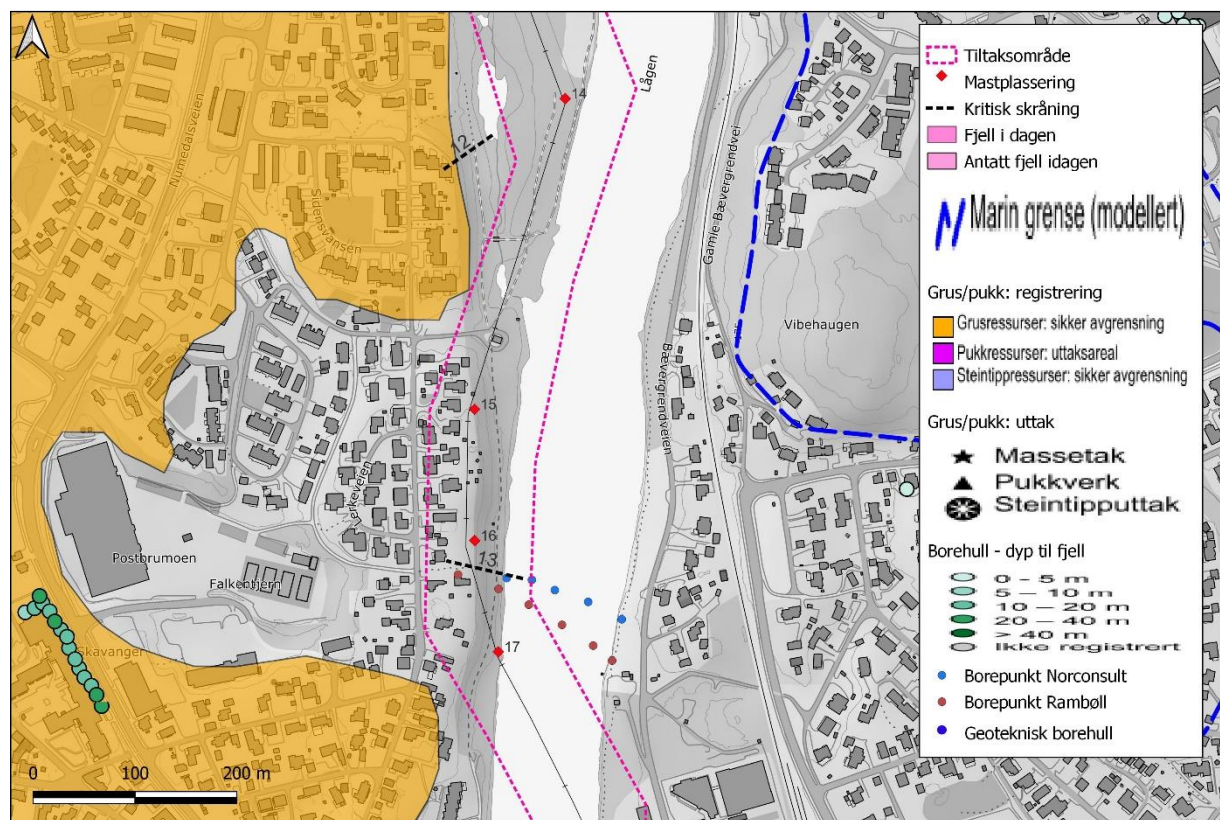
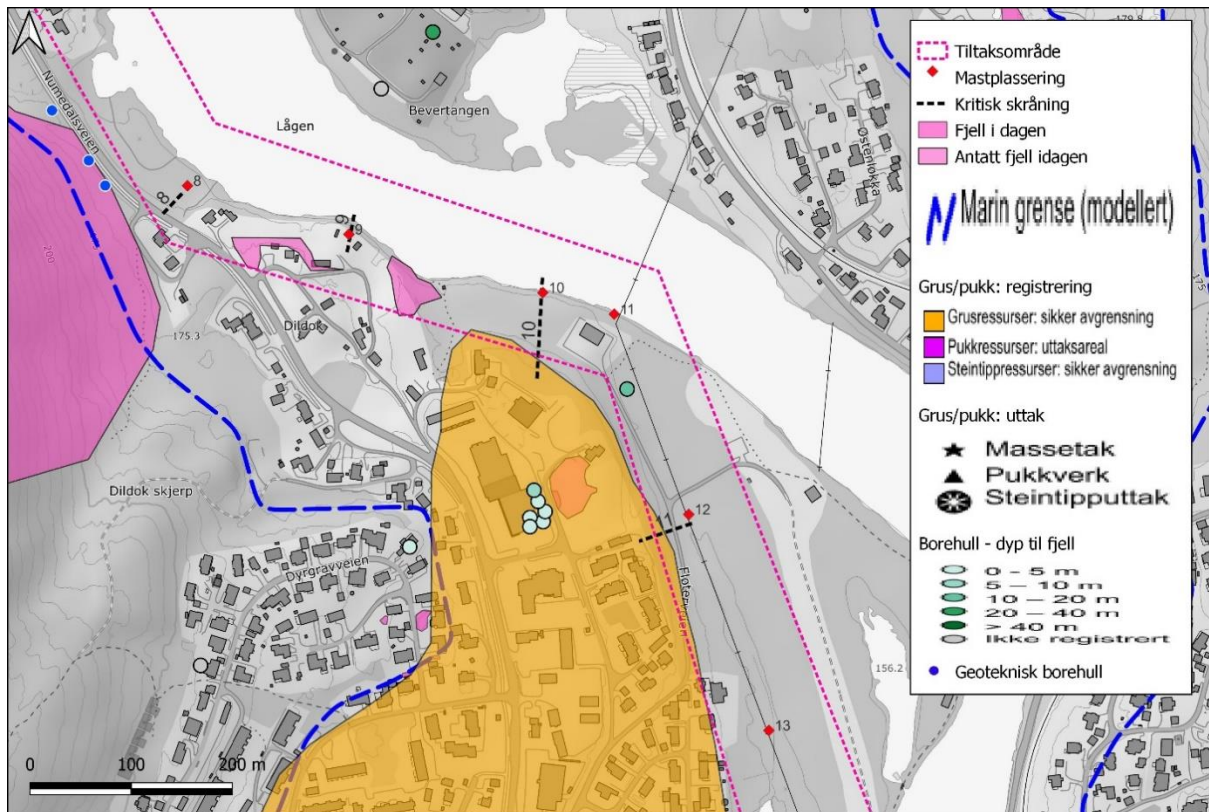
Figur 20: Kritisk skråning 1 og 2 ligger langs traseen Bævergrenda – Stengelsrud TS. Det er få registrerte grunnundersøkelser i nærheten av skråningene.

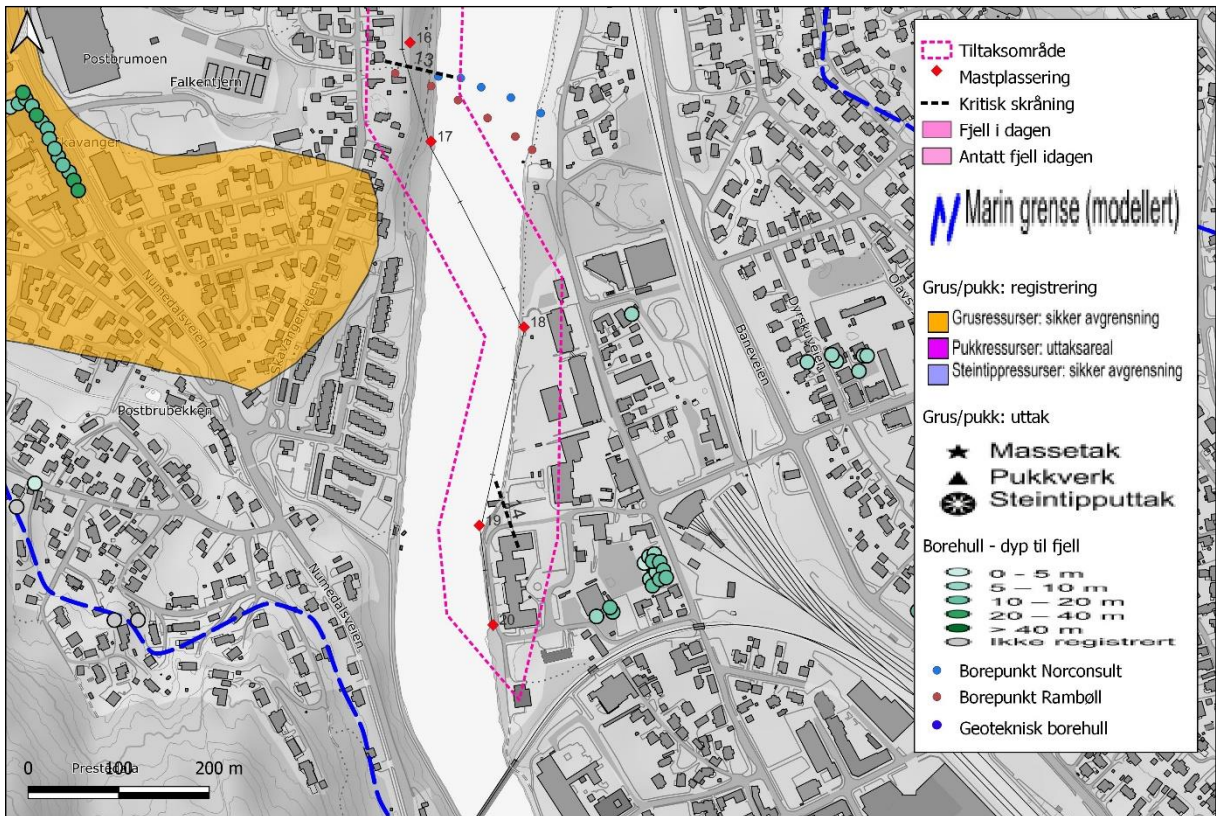


Figur 21: Kritisk skråning 3, 4 og 5 ligger langs traseen Stengelsrud – Skavanger. Skråning 3 og 5 ligger delvis i et massetak, samt Statens vegvesen har gjennomført grunnundersøkelser ved skråning 5.

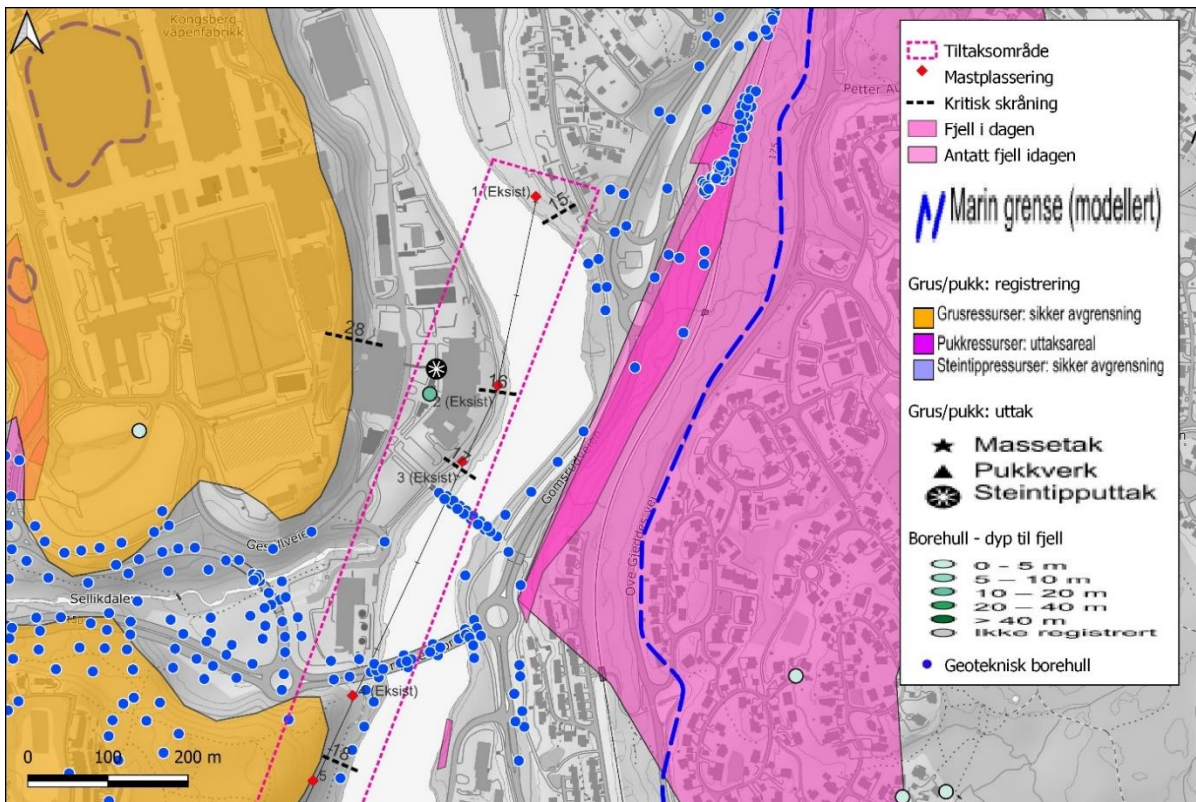


Figur 22: Kritisk skråning 6, 7 og 8 ligger langs nordlige trase mellom Stengelsrud og Skavanger. Mellom skråning 6 og 7 er det et borehull som viser dyp til fjell på 10 – 15 m, og mellom skråning 7 og 8 er det flere geotekniske borehull.

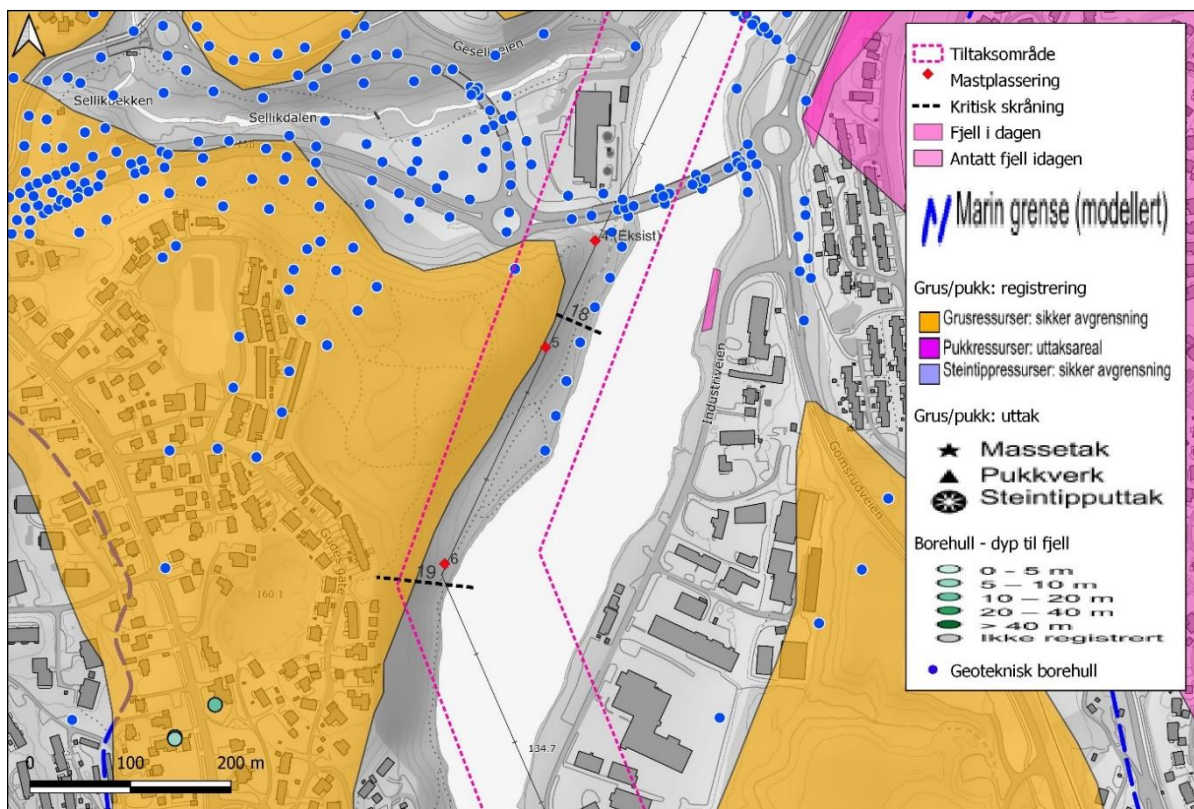




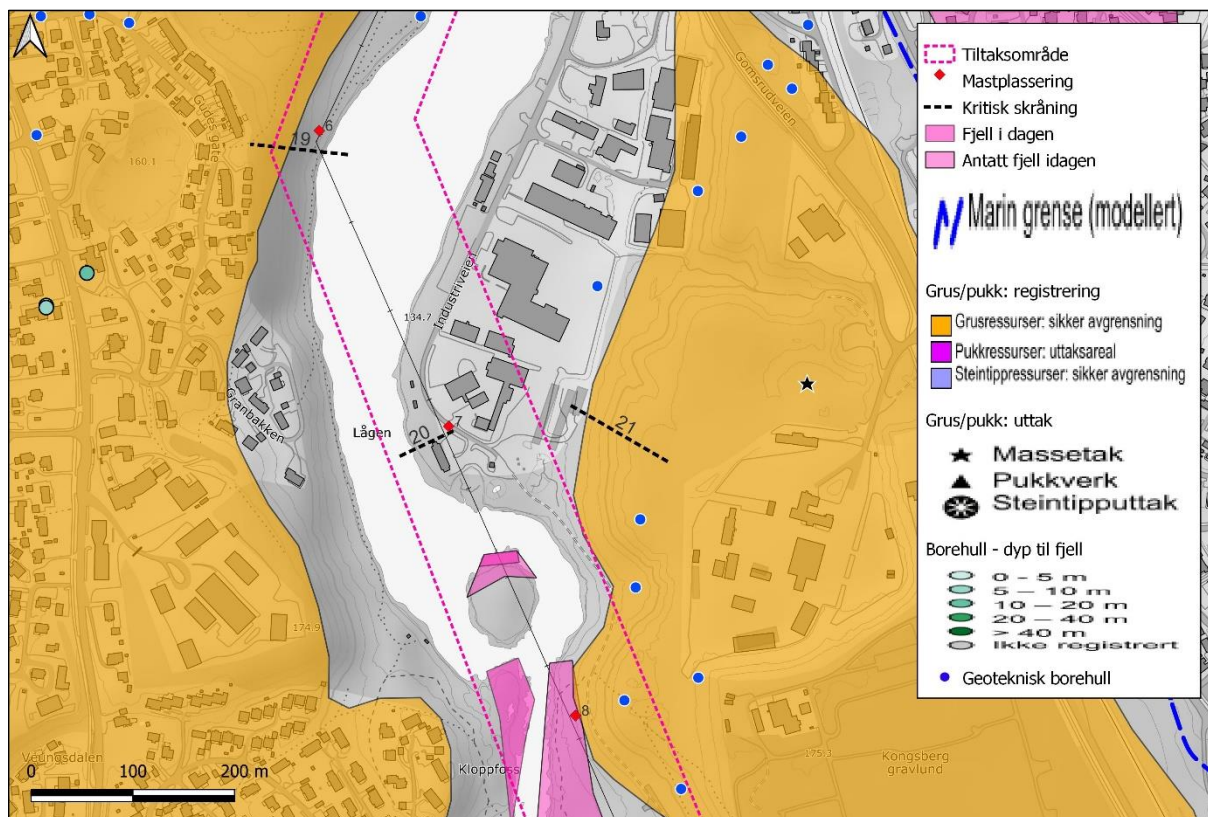
Figur 25: Kritisk skråning 14 ligger langs traseen Stengelsrud – Skavanger.



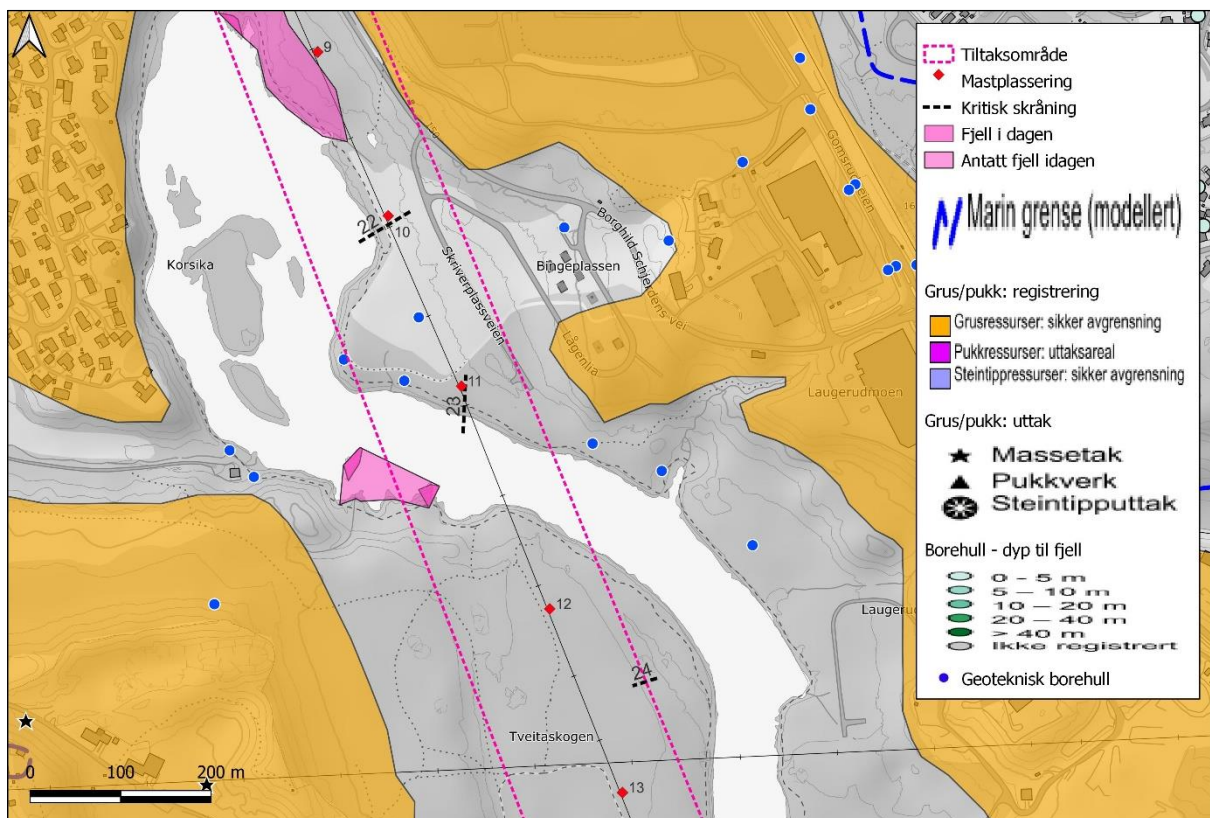
Figur 26: Kritisk skråning 15, 16, 17 og 28. Det er flere geotekniske borehull i området ved skråning 15, 16 og 17, og skråning 28 ligger delvis i et massetak.



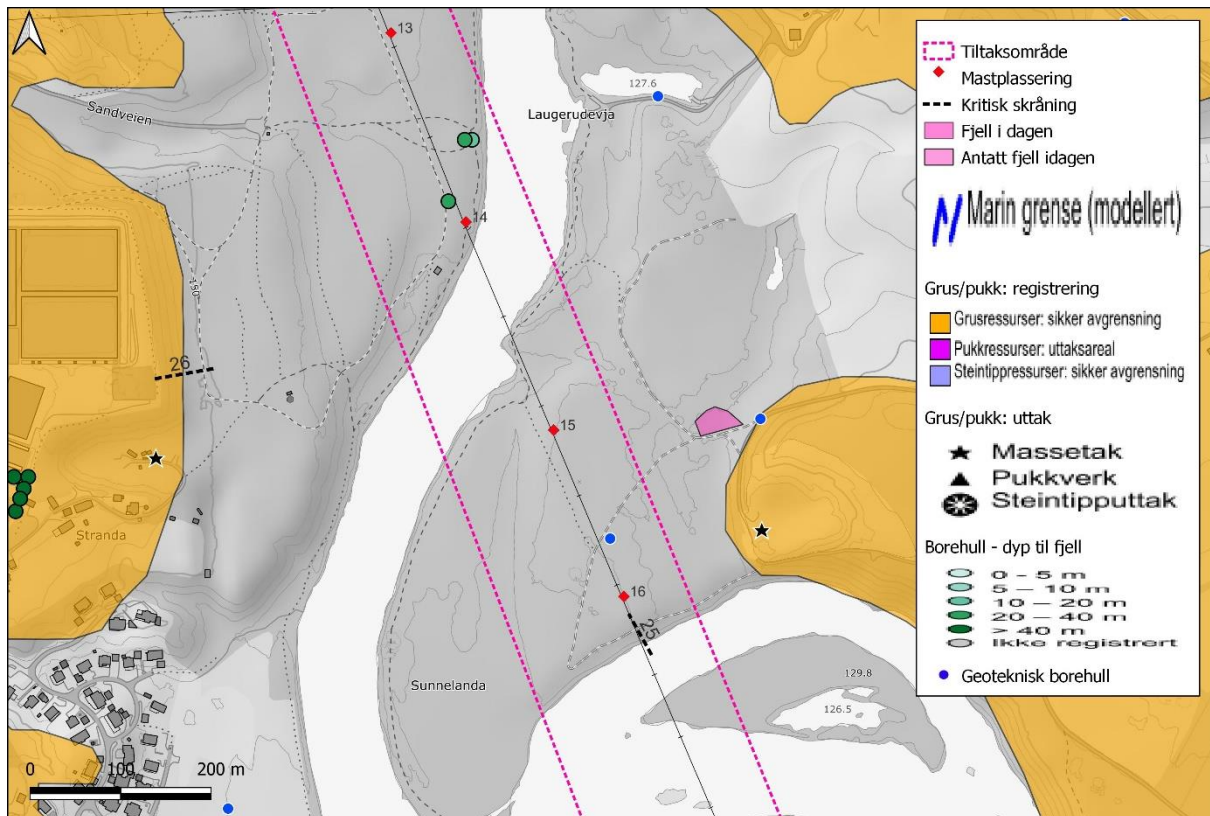
Figur 27: Kritisk skråning 18, og 19. Det er registrert flere geotekniske borehull ved skråning 18. Både skråning 18 og 19 ligger delvis i et massetak.



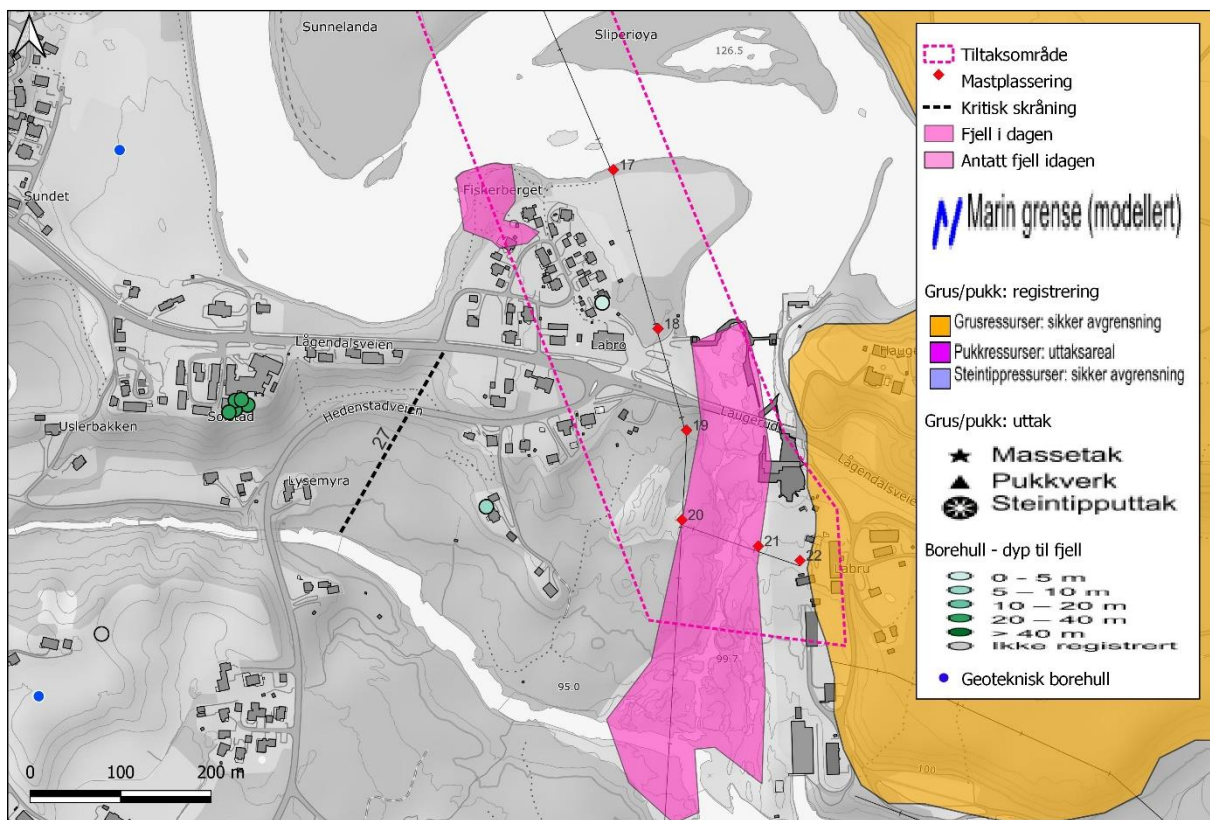
Figur 28: Kritisk skråning 19, 20 og 21. Skråning 19 og 21 ligger delvis i et massetak.



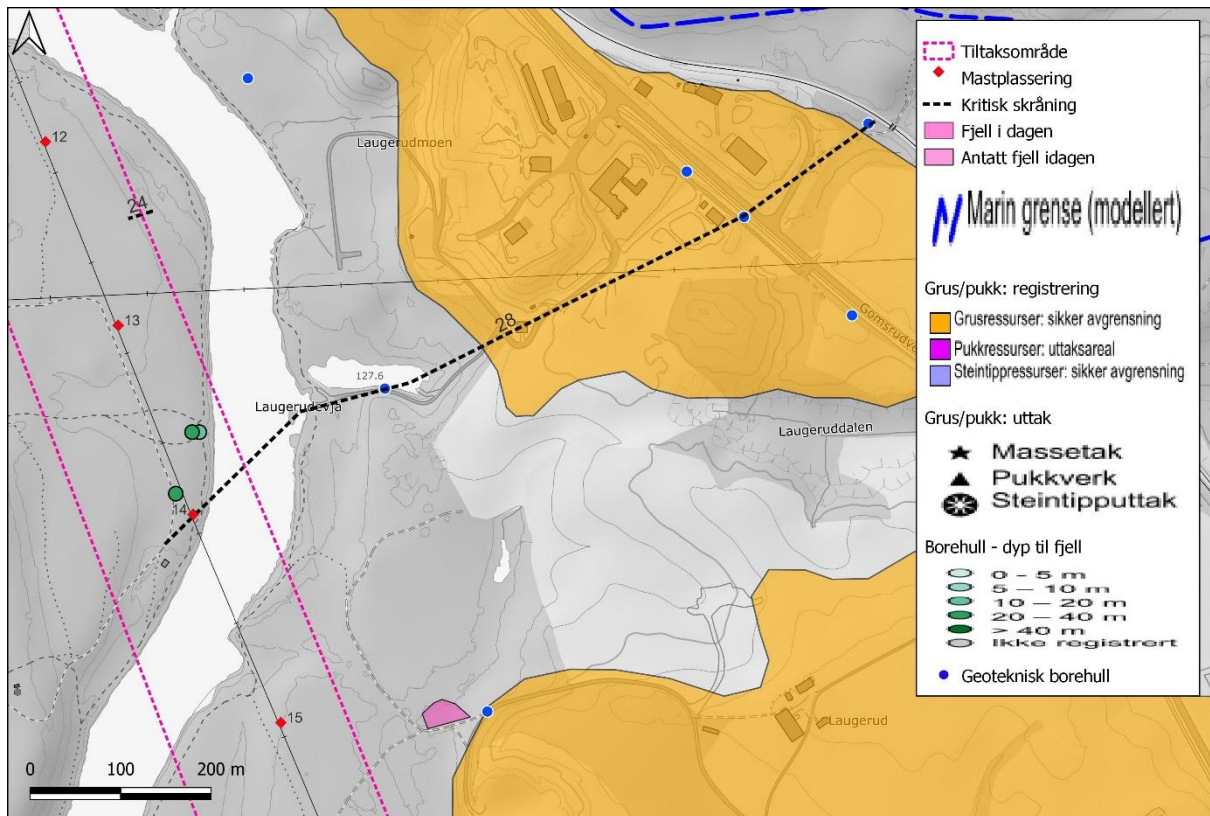
Figur 29: Kritisk skråning 22, 23 og 24. Det er registrert flere geotekniske borehull i nærheten av skråning 22 og 23.



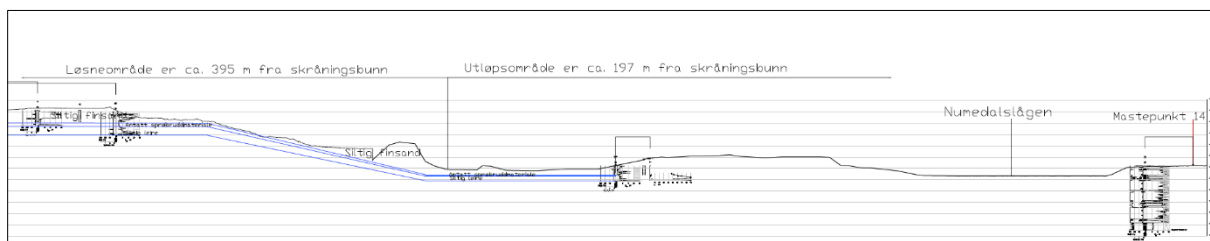
Figur 30: Kritisk skråning 25 og 26. Skråning 26 ligger delvis i et massetak og det er registrert geoteknisk borehull like nord for skråning 25.



Figur 31: Kritisk skråning 27. Det er registrert borehull som viser dyp til fjell på 20–40 m og 5–10 m i nærheten av skråningen.



Figur 32: Kritisk skråning 28 går igjennom 3 borehull hvor det er registrert kvikkleire eller bløtere masser i borhullene lengst vest i profilet.



Figur 33: Profilet langs kritisk skrånning 28 viser at utløpsområdet for et områdeskred ikke vil nå tiltaksområdet, men stoppe like før/i Numedalslågen.

2.5 Eksisterende faresoner i området

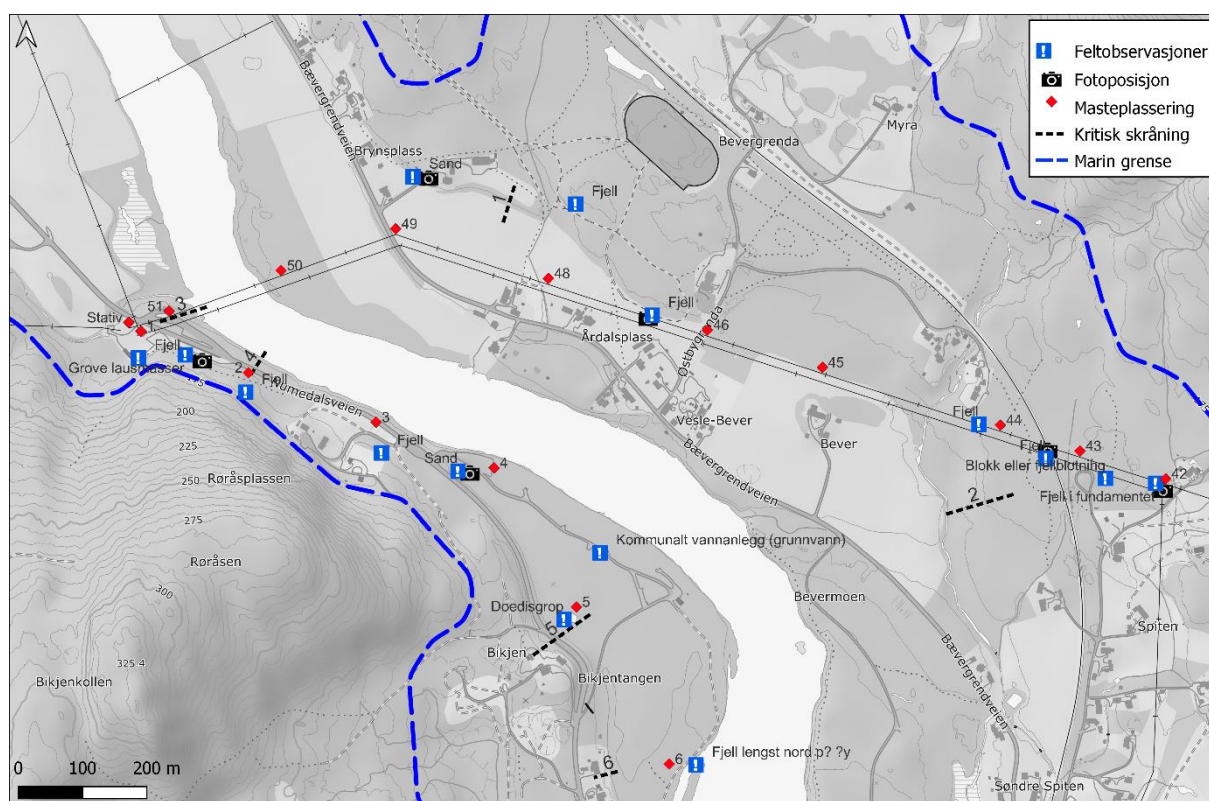
Det er ingen eksisterende faresoner i tiltaksområdet.

3. Befaring

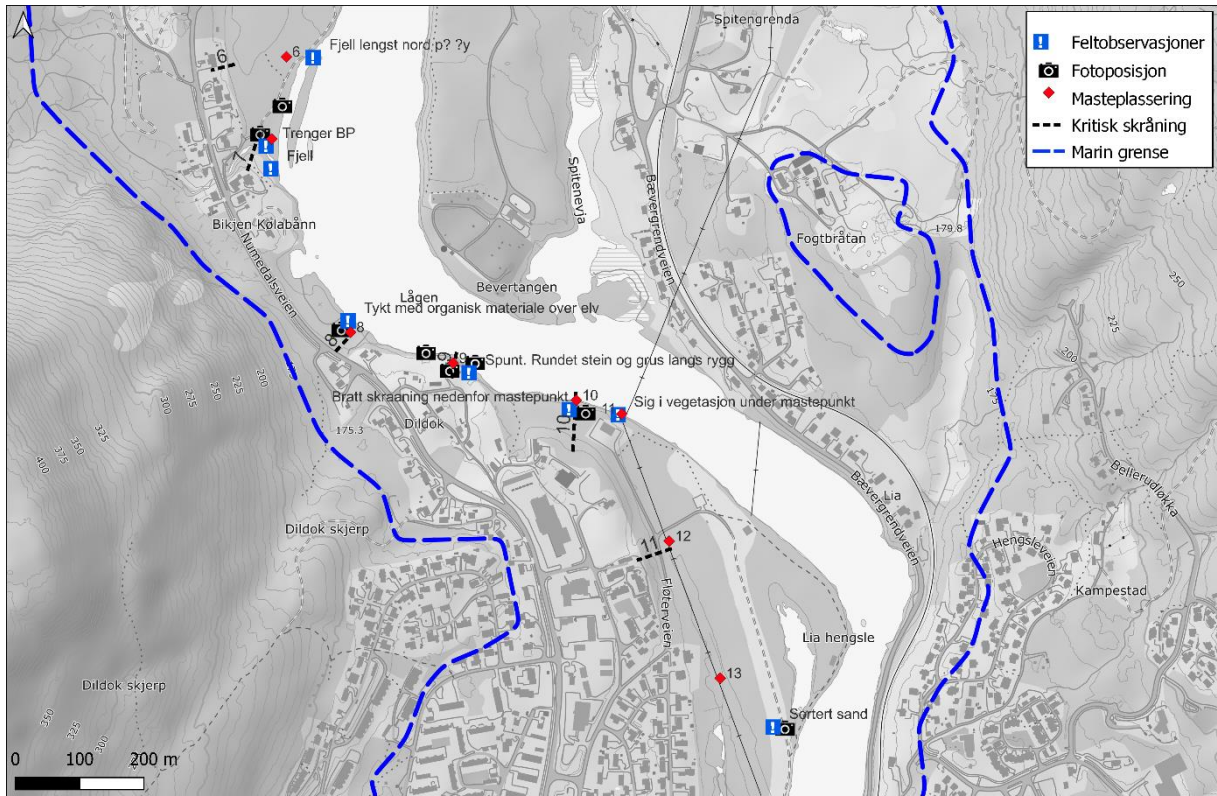
Sunnfjord Geo Center var på befaring v/Thomas Austin Stormoen og Jenny Sjøstad Hagen den 16.11.2022. Til stede var også representanter fra Glitre Energi Nett med lokal kunnskap om kraftlinjene i området for øvrig, og Jøsok. Under befaringen ble det kartlagt fjell i dagen, løsmasser der de var eksponerte, vassdrag, bekker og erosjon, og andre forhold som kan gi informasjon om forholdene i bakken. I tillegg ble det vurdert behov for grunnundersøkelser og tilkomst for borerigg for praktisk gjennomførelse av disse. Når det gjelder erosjon og flom er dette beskrevet i egen flomrapport (SGC, 2022).

Langs deler av kartlagt område er det i dag kraftlinje med lavere spenning og mindre master enn det som planlegges for det aktuelle tiltaket. Disse er fra 20-tallet. Fundamenteringen varierer og gir en indikasjon om mastene er fundamentert på fjell eller i løsmasser.

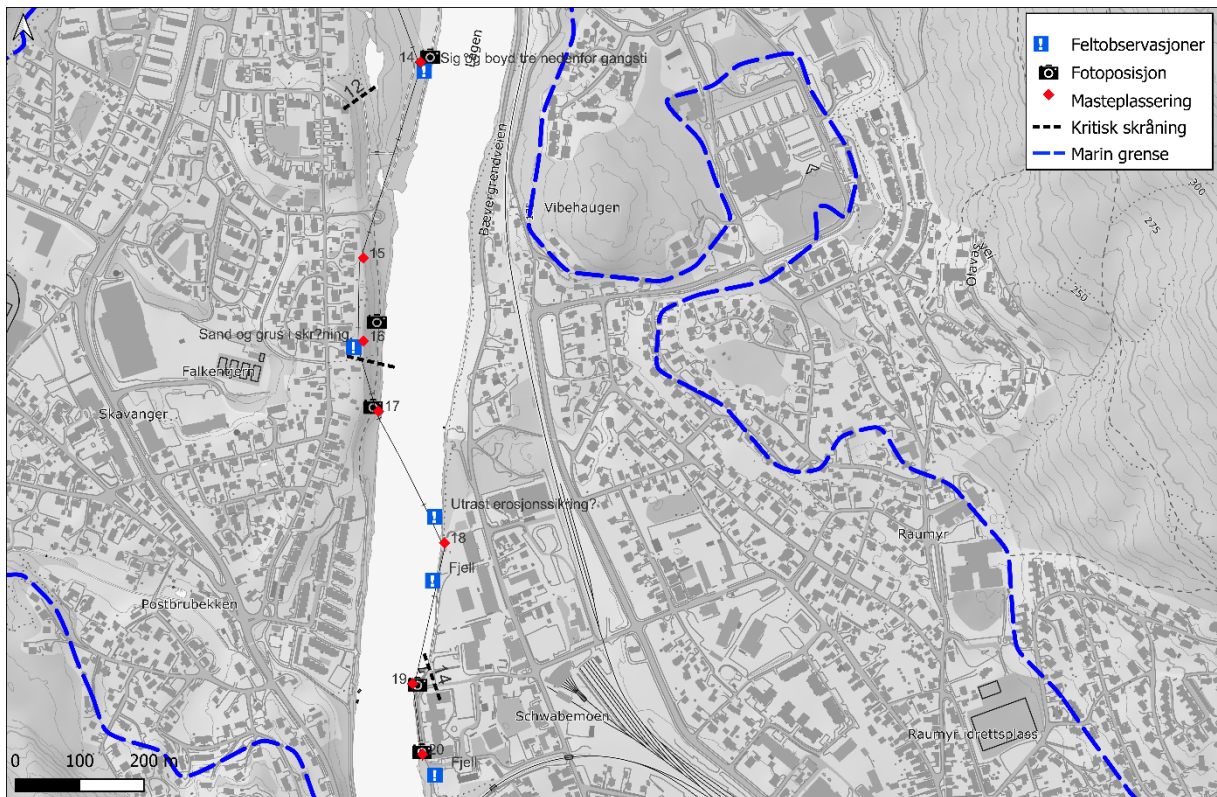
Kart som viser vurderte kritiske skråninger, feltobservasjoner, og posisjon til bildene i dette kapittelet er vist i Figur 34 - Figur 40. Tabell 3 viser en oppsummering av befaring.



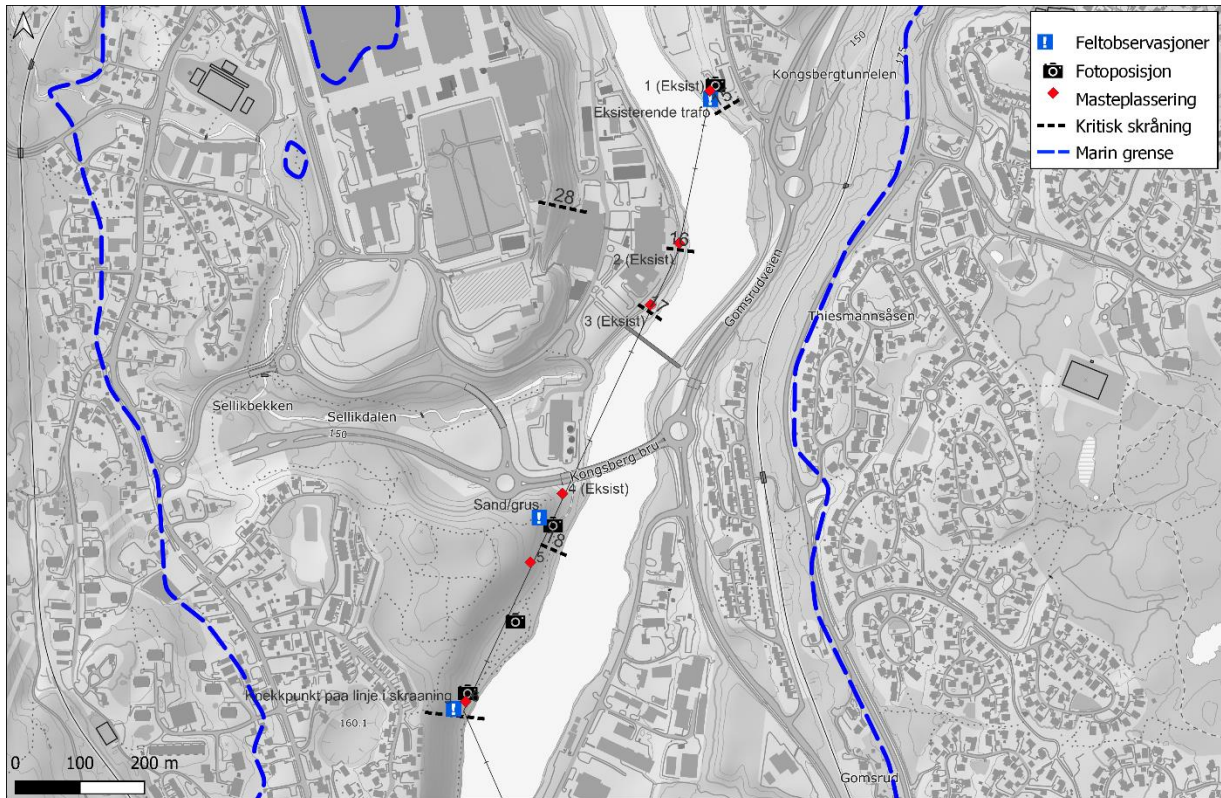
Figur 34. Kart som viser kritiske skråninger, markerte feltobservasjoner, master og stedreferanser til bilder i teksten.



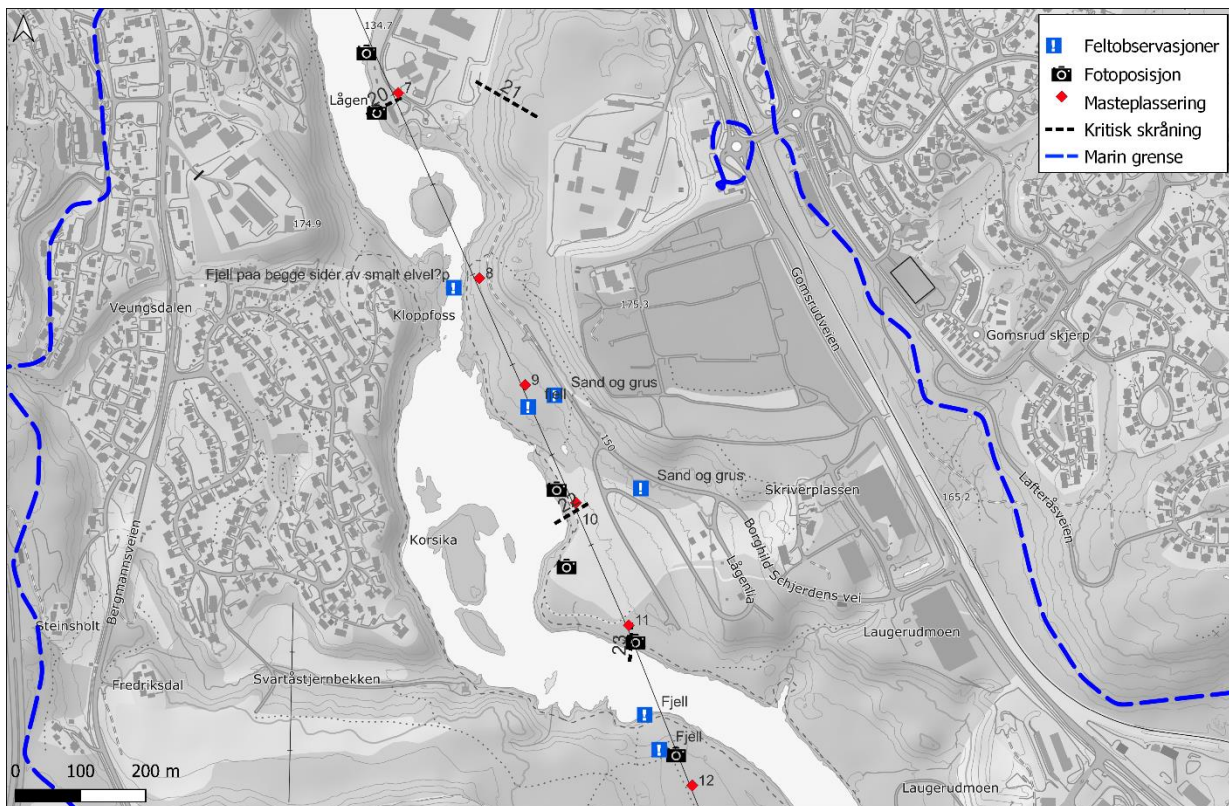
Figur 35. Kart som viser kritiske skråninger, markerte feltobservasjoner, master og stedreferanser til bilder i teksten.



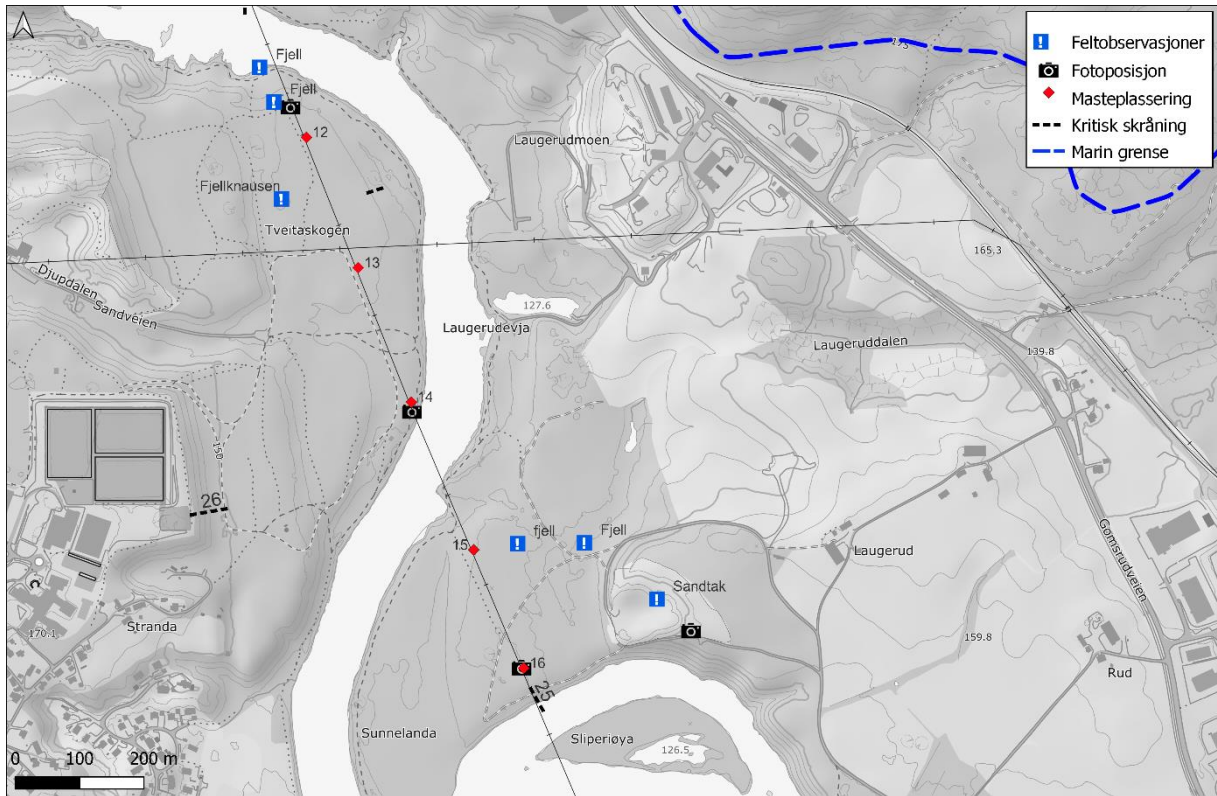
Figur 36. Kart som viser kritiske skråninger, markerte feltobservasjoner, master og stedreferanser til bilder i teksten.



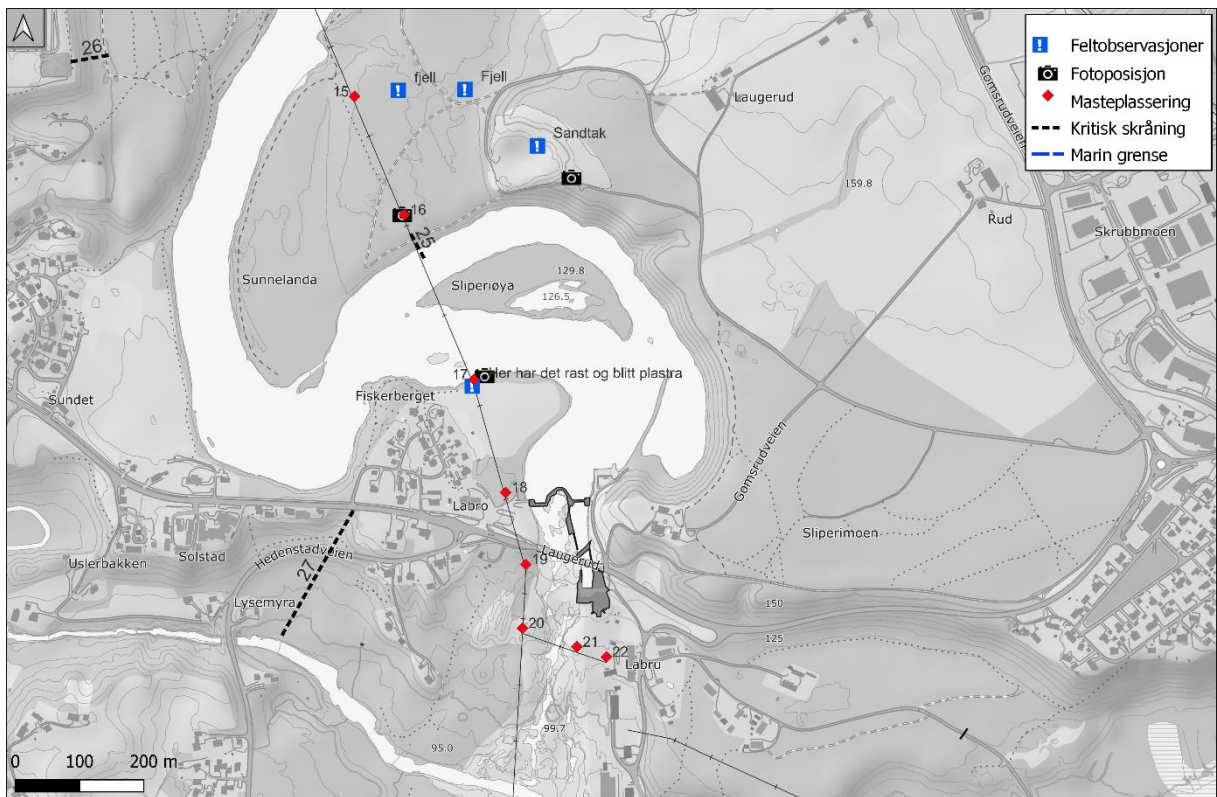
Figur 37. Kart som viser kritiske skråninger, markerte feltobservasjoner, master og stedreferanser til bilder i teksten



Figur 38. Kart som viser kritiske skråninger, markerte feltobservasjoner, master og stedreferanser til bilder i teksten



Figur 39. Kart som viser kritiske skråninger, markerte feltobservasjoner, master og stedreferanser til bilder i teksten



Figur 40. Kart som viser kritiske skråninger, markerte feltobservasjoner, master og stedreferanser til bilder i teksten.

3.1 Nordre Spiten – Stengelsrud

Kritisk skråning 1 er en markert elveterrasse med høyde ca. 5 m. Mot øst og i nord er det observert fjellblotninger, og i en skjæring langs veien vest for skråningen er det tydelig rundet sand. Dette samsvarer med den geologiske forståelsen i området, at skråningen er en nedskåret terrasse i en breelvavsetning og består av sand og grus, og at løsmassedecket er stedvis tynt (Figur 20). Eventuell kvikkleire kan ligge under skråningen, noe som vil avdekkes ved grunnundersøkelser.



Figur 41. Rundet sand i terrasseskråning vest for kritisk skråning 1.



Figur 42. Kritisk skråning 1. Terrasseskråning med høyde 5 m.



Figur 43. Fjell i dagen i øst for kritisk skråning 1.

Kritisk skråning 2 er lengst sørøst på strekningen Spiten Stengelsrud. Mast 42, 43 og 44 er i område med flere fjellblotninger, og mast 42 er fundamentert på fjell. Dette samsvarer med antagelsen om at det er tynt løsmassedekke i kritisk skråning 2 (Figur 20). Skråningen er dermed ikke kritisk når det gjelder kvikkleire.



Figur 44. Fjellskjæring langs jernbanelinjen mellom mast 43 og 44.



Figur 45. Mast nr. 42 fundamentert på fjell.

3.2 Stengelsrud - Glabak

Kritisk skråning 3 og 4 når ned til Numedalslågen, i yttersving av elven. Master vil plasseres ovenfor skråningen ned til elven. Det er blotning av fjell i toppen av skråningene og i bakkant av trafostasjon ved mast nr. 1, som antydnet i Figur 21. Langs vestsiden av veien, på oversiden skråningen, er det blottlagt rundet og usortert (varierende størrelse) sand, grus og stein som trolig er avsatt i øvre del av en breelvavsetning. Boreundersøkelser vurderes som nødvendig for å dokumentere løsmassetyper og fjelltopografien ned mot elvebunnen.



Figur 46. Rundet sand og grus langs i skråning langs bilvei mellom mast 1 og 2, nordvest for kritisk skråning 4.

Kritisk skråning 5 går over fylkesveien ned til elveslette på vestsiden og innersving av Numedalslågen. Elvesletten benyttes som vannforsyningsanlegg, noe som krever at løsmassene har god gjennomstrømningsevne. I bunnen av skråningen, omtrent der mast 5 er planlagt, er det en dødisgrop. Det finnes boreundersøkelser i området som vurderes som tilstrekkelig grunnlag for å vurdere skråningens stabilitet. Det er observert sand på denne sletten, nær mast nr. 4.



Figur 47. Sortert sand i overflaten ved mast nr. 4.

Kritisk skråning 6, 7 og 8 går fra terrassekant øst for Numedalsveien og ned til elveslette på vestsiden av Numedalslågen. Mast 6 og 7 planlegges i området nedenfor skråningen, med myr/våtmark tett inntil Numedalslågen. Øst for tiltaket er det øyer i elven som ser ut til å være dannet i bakkant av oppstikkende fjell. Det er derfor ingen bratt skråning ned til elvebunnen nedenfor tiltaket. Boreundersøkelser vurderes som nødvendige for å dokumentere løsmassetyper, da det ser ut til å være betydelig potensiale for setninger ved tiltak på de antatt bløte torv-massene.



Figur 48. Bildet tatt mot nord, mellom øy i lågen og myrområdet ved mast 6 og 7 på vestsiden av lågen.



Figur 49. Bildet tatt mot sør, ved mast nr. 7 på vestsiden av lågen. Det er trolig mye myr/torv i området.



Figur 50. Fuktig og gjengrodd område ved mast nr. 8.

Kritiske skråninger 9 og 10 er terrasseskråninger ned til elveløpet på vestsiden av Numedalslågen. Kritisk skråning 9 er stedvis svært bratt, og er stabilisert på laveste punkt av en spunt som trolig er i forbindelse med tidligere tømmerfløting i Numedalslågen. Området har fungert som masseuttak og lagring, og eventuelle masser er trolig overkonsoliderte. Det er observert rundet sand, grus og stein i skråningen ned mot elva fra mast nr. 9. Boreundersøkelser planlegges for å dokumentere hva slags type løsmasser det er.

Langs elvebredden i bunn av begge skråningene er det rundet sand, grus og stein. Mast 10 planlegges på topp av skråning som går ned mot elvebunnen.



Figur 51. Rundet sand og grus langs elvebredden nedenfor mast nr. 9.



Figur 52. Spunt stabiliserer løsmasseskråning sørøst for mast nr. 9. Trolig fra tid hvor med tømmerfløting var vanlig.



Figur 53. Sand og grus i skråning ved mast nr. 9.



Figur 54. Bratt skråning ned til Numedalslågen hvor mast nr. 10 er planlagt.

Kritisk skråning 11 og 12 går fra terrassekant øst for Numedalsveien og ned til elveslette på vestsiden og innersvingen av Numedalslågen. Mast 12, 13 og 14 planlegges i området nedenfor skråningen, hvor det er myr med noen grøfter under eksisterende kraftledning. Langs elvebredden er en gangsti og rekreasjonsområde. Ytterst på elvebanken er det sortert sand langs en gammel rullebane for mindre fly. Boreundersøkelser vurderes som nødvendige for å dokumentere løsmassetyper mot dyp, da det ser ut til å være potensiale for setninger ved tiltak på de antatt bløte torv-massene.



Figur 55. Bøyde trestammer indikerer sig i grunnen mot elva på nedsiden av gangsti langs elvebredden ved mast nr. 13 og 14.



Figur 56. Sortert sand på overflaten i nærhet av mast nr. 12

Kritisk skråning 13 går fra terrassekant fra boligfelt ved Skavanger på vestsiden av Numedalslågen ned til elva, på tvers av tursti langs elvebredden. Mast 15 og 16 planlegges i topp av skråning og 17 i bunn av skråning, hvor det også eksisterer strømmaster i dag. Det er observert rundet grus og sand i skråningen. Mast 17 har et fundament som er typisk for master som er fundamentert på fjell. Boreundersøkelser vurderes som nødvendig for å dokumentere løsmasstype og dyp til fjell. Det kan være potensiale for setninger.



Figur 57. Sand og grus i skråning nedenfor mast 15 og 16.



Figur 58. Mast nr. 17 med fundament som tyder på at det står på fjell. Bildet tatt mot øst, over Numedalslågen.

Kritisk skråning 14 er i et urbanisert område og går langs elva, hvor det eksisterer strømmaster i dag. Det går en gangsti og vei mellom mast 18, 19 og 20. Det er fjell i dagen flere steder langs elva i dette området, og varierende grad av erosjonssikring langs elveløpet. Boreundersøkelser vurderes som nødvendig for å dokumentere løsmassetyper og dyp til fjell, da det ser ut til å være potensiale for setninger og dokumentere skråningens stabilitet ved tiltakene.



Figur 59. Mast nr. 19 med fundamenter som tyder på at det er fundamentert på fjell i Numedalslågen.



Figur 60. Bildet er tatt sørover mot mast nr. 20. Det er plastret mot elva nedenfor masten, og store blokker eller fjell nærmest i bildet.

3.3 Gomsrud - Skollenborg

Skråning 15 er ved en trafostasjon hvor strømlinje fra Gomsrud til Skollenborg begynner. Denne skråningen går til bunn av Numedalslågen, i elvens yttersving. Boreundersøkelser vurderes som nødvendige for å dokumentere løsmassetyper mot dyp, da det ser ut til å være potensiale for setninger, og skråningsstabilitet må dokumenteres. Mast 1 er planlegges på en flate i denne skråningen, som er tillaget for den eksisterende trafostasjonen.



Figur 61. Flate tillaget for trafostasjon, hvor mast 1 skal plasseres omtrent midt i bildet.

Mast 2, 3 og 4 Ved skråning 16, 17 og 28 skal det ikke gjøres nye tiltak, da eksisterende master ikke skal endres. Det finnes boreundersøkelser i området som vurderes som tilstrekkelig grunnlag for å vurdere skråningens stabilitet.

Skråning 18 og 19 markerer terrasseskråninger på vestsiden av Numedalslågen, hvor mast 5 og 6 planlegges i skråningene ovenfor elva. Det går en gangsti langs elvebredden. Det er skog i skråningen, og stedvis blottlagt sand og grus. Boreundersøkelse vurderes som nødvendig for å dokumentere løsmassetyper mot dyp for beregning av stabilitet.



Figur 62. Sand og grus dominerer i skråningen ved mast 5 og 6.



Figur 63. Eksisterende mast omtrent der mast 5 planlegges, i bratt skogkledd skråning. Sand og grus er synlig i skråningen i mindre områder under vegetasjonen.



Figur 64. Mast 6 planlegges langs tursti i skråning med sand og grus.

Kritisk skråning 20 markerer terrasseskråning på østsiden av Numedalslågen, hvor mast 7 planlegges på flatt området i bakkant av skråningens topp. Det er lagt ut store blokker som sikrer mot erosjon langs mest utsatte områder i skråningen, og det er rundet sand og grus, og noe finstoff langs elvebredden. Det går en gangsti langs elvebredden. Det er skog i skråningen, og stedvis blottlagt sand og grus. Boreundersøkelse vurderes som nødvendig for å dokumentere løsmassetyper mot dyp for beregning av stabilitet.



Figur 65. Bilde tatt mot sør langs elvebredden i bunn av skråning 20. Sand og grus langs elvebredden.



Figur 66. Bilde tatt mot nord langs elvebredden i bunn av skråning 20. Sand og grus i skråningen, og plastringsstein ytterst.

Kritisk skråning 21 markerer skråning ovenfor mast 7 og 8 som oppfyller terrengkriteriene til NVEs veileder for kritiske skråninger. Tiltaket vil ikke påvirke skråningens stabilitet, og skråningen markerer kanten på en nedskåret terrasse hvor det ikke er bekk med erosjonsfare i bunn. Det finnes boreundersøkelser i området som vurderes som tilstrekkelig grunnlag for å vurdere skråningens stabilitet.

Kritisk skråning 22 og 23 markerer terrasseskråning på østsiden av Numedalslågen, hvor mast 10 og 11 planlegges på flatt området i bakkant av skråningenes topp. Elven gjør en stor bue rundt elvebredden der mast 10 planlegges (er i topp av skråning i yttersving), og mast 11 i topp av skråning i innersving. Det er skog i skråningen, og stedvis blottlagt sand og grus. Det finnes boreundersøkelser i området som vurderes som tilstrekkelig grunnlag for å vurdere skråningens stabilitet.



Figur 67. Bildet tatt nordover fra mast nr. 10 mot nr. nr. 9. Fjell i dagen i bakkant av bildet, og sand og grus i skråning ovenfor (til høyre i bildet).



Figur 68. Bildet mot nord, der mast 10 skal plasseres. Blottlagte løsmasser i skråning opp mot terrasse der kritisk skråning 21 er (lengre nord) består av sand og grus.

Kritisk skråning 24 markerer terrasseskråning på vestsiden av Numedalslågen, hvor mast 12, 13 og 14 planlegges på flatt område i bakkant av skråningenes topp og mot sidene av skråningen. Elven renner i en stor bue skråningen som er i elvens innersving. Det er skog i

området, og fjellblotninger ved mast 12, og stedvis blottlagt sand og grus. Boreundersøkelser vurderes som nødvendige for å dokumentere løsmassetyper mot dyp for beregning av stabilitet ved mast 13 og 14. Mast 14 er plassert på topp av en bratt skråning hvor lågen har erosjonspotensial i bunn.



Figur 69. Bilde tatt mot sør, fra plassering av mast 11 mot 12. Fjell langs elvebredden og på flaten i bakkant av mast 12 og videre mot 13 og 14.



Figur 70. Bilde tatt mot nord, fra plassering av mast 14 mot 13. Skogkledt og flat lyng på denne flaten, som ligger i innersving på østsiden av lågen.



Figur 71. Fjellblotning nord for mast 12.

Kritisk skråning 25 markerer terrasseskråning på østsiden av Numedalslågen, hvor mast 16 planlegges på flatt område i bakkant av skråningens topp. Skråningen er i en lokal yttersving av elven. Det er skog i området og i skråningen. Det er fjellblotninger på flaten nord for mast 16, og et større sandtak øst for mast 16. Det er en øy i elven nedenfor skråningen hvor det står en strømmast i dag. Det finnes boreundersøkelser i området som vurderes som tilstrekkelig grunnlag for å vurdere skråningens stabilitet.



Figur 72. Bilde tatt mot sør fra mast 16, som viser fjellblotning i skogen bak.



Figur 73. Bildet tatt mot vest fra topp av sandtak som ligger øst for mast 16.

Kritisk skråning 26 markerer skråning ovenfor en nedskåret terrasse ovenfor mast 14, og oppfyller terrengkriteriene til NVE for kritiske skråninger. Det er ingen bekk eller erosjonsfare i bunnen av skråningen. Grunnundersøkelser vurderes som nødvendig for å vurdere om det kan være leire på flaten nedenfor skråningen der mast 14 plasseres.

Kritisk skråning 27 ligger sørvest for tiltaksområdet. Et kvikkleireskred i skråningen kan bre seg mot mast 17 og 18. Det er fjell i elveløpet ved mast 19, 20, 21 og 22. Det planlegges boreundersøkelser ved mast 17 og 18 for å avdekke løsmasstyper og -mektighet.

Ved mast 17 er det betydelig erosjonspotensiale, og det er plastret etter en utglidning ved tidligere flom. Utglidningen propagerte ikke som et kvikkleireskred, men forble lokal i elvebredden under masten der mast 17 planlegges.



Figur 74. Plastring på nedsiden av mast 17, hvor det var en utglidning ved tidligere flom. Bildet tatt mot vest.



Figur 75. Bildet illustrerer typisk størrelse på plastringsteinen mot elva nedenfor mast 27.

Tabell 3: Oppsummering av befaring av kritiske skråninger

Kritisk skråning	Berg i dagen/ grunt til berg	Eksisterende grunnundersøkelser i nærheten	Behov for grunnundersøkelser
1	Ja	Nei	Nei
2	Ja	Nei	Nei
3	Nei	Nei	Ja
4	Nei	Nei	Ja
5	Nei	Ja	Nei
6	Nei	Nei	Ja
7	Nei	Ja	Ja
8	Nei	Ja	Ja
9	Nei	Nei	Ja
10	Nei	Nei	Ja
11	Nei	Nei	Ja
12	Nei	Nei	Ja
13	Nei	Ja	Nei
14	Nær skråning	Nei	Ja
15	Nei	Ja	Ja
16	Ikke tiltak i nærhet	Ja	Nei
17	Ikke tiltak i nærhet	Ja	Nei
18	Nei	Ja	Nei
19	Nei	Nei	Ja
20	Nei	Ja	Nei
21	Nei	Ja	Nei
22	Nei	Ja	Nei
23	Nei	Ja	Nei
24	Nei	Nei	Ja
25	Nei	Ja	Nei
26	Nei	Nei	Ja
27	Nei	Nei	Ja
28	Ikke tiltak i nærhet	Ja	Nei

4. Grunnundersøkelser

I uke 4 og 5 i 2023 utførte Romerike Grunnboring AS grunnundersøkelser i tiltaksområdet. En gjennomgang av utførte grunnundersøkelser er presentert i *Datarapport for grunnundersøkelser i Kongsberg* (SGC, 2023).

4.1 Boreplan

Grunnundersøkelsene omfatter i alt 23 totalsonderinger og opptak av 15 forstyrrede poseprøver fra 7 borepunkt.

4.2 Oppsummering av utførte grunnundersøkelser for prosjektet

Totalsonderingene og prøveresultatene viser at løsmassene ved de planlagte strømmastene består mest av sand, med varierende innhold av silt og grus. Det er ikke registrert leirfraksjon i sikteanalyser. I de øvre meterne er det stedvis mye torv. Inhomogene og faste masser over fjelloverflaten er trolig morene. Løsmassetykkelsen ligger mellom ca. 0 til mer enn 30 meter.

Boreundersøkelser nær kritiske skråninger viser også at løsmassene består mest av sand, med varierende innhold av silt og grus, og det er ikke funnet sprøbruddmateriale. Skråningene regnes dermed ikke som kritiske.

4.3 Kvalitet på grunnundersøkelser

Kvalitet på grunnundersøkelsene er vurdert som tilfredsstillende, i tråd med NGF melding nr. 9 og 11. På grunn av kulde er luft benyttet som spylemedium under totalsonderingene i et par av borepunktene. Luft som spylemedium medførte at borestrengen tettet seg i et av borepunktene, og sonderingen stanset før det var boret 3 m i antatt berg. I et av borepunktene ble det boret 0,2 m i antatt berg, da tilgangen på vann var begrenset (bratt tilkomst og fryst elv). I øvrige punkt stanset sonderingene enten etter 3 m kontrollboring i berg eller ved 30 m.

5. Konklusjon

Under befaring og gjennom tilgjengelig data fra NADAG, GRANADA og grusdatabasen til NGU, er det vurdert at tiltaksområdet inneholder elv- og breelvavsatt sand og grus, og at det er begrensede/ingen marine leiravsetninger innenfor tiltaksområdet. Det er gjennomført grunnundersøkelser som dokumenterer løsmassenes sammensetning langs tiltaksområdet og mulige kritiske skråninger.

Totalt er det gjennomført 23 stk. totalsonderinger og opptak av 15 forstyrrede poseprøver fra 7 borepunkt. Grunnundersøkelsene viser at løsmassene består av sand, med varierende innhold av silt og grus, tolket til å være elve- og breelvavsetninger. Det er ikke registrert leirfraksjon i sikteanalyser og det er ikke påvist sprøbruddmateriale.

Det er ikke er sammenhengende marine avsetninger eller sprøbruddsmateriale i nærhet av tiltaksområdet, og er tiltaket utenfor mulige løsneområder og utløpsområder. Tiltaket oppfyller dermed krav til sikkerhet mot områdeskred i NVEs veileder.

Da denne vurderingen av et K3 tiltak avslutter ved steg 7 i prosedyren, er det ikke krav til uavhengig kvalitetssikring av dette notatet.

Det er ikke vurdert lokalstabilitet for skråninger som etableres ved utgravinger og midlertidige masselagringer i dette notatet. Eventuelle utglidninger ved gravearbeider vil ikke forplante seg til områdeskred (kvikkleireskred).

6. Referanser

Bargel, T.H. og Lien, R. 1990: *Kongsberg. – 1714 II. Kvartærgeologisk kart M 1:50.000, med beskrivelse*. Norges geologiske undersøkelse.

Seither, A., Dagestad, A., Jæger, Ø., Gundersen, P., Roseth, R., Kværner, J., Rognan, Y., Reinemo, J. og Mæland, T. 2019: *Overvåking av belastede grunnvannsføremster i Norge, 2015 – 2018. Typelokaliteter og resultater fra urbane områder og jordbruksarealer*. Norges geologiske undersøkelse.

Sunnfjord Geo Center (SGC, 2022): *Flomfarevurdering for Numedalslågen i forbindelse med nye luftledninger i Kongsberg, Viken fylkeskommune*, prosjektnr. 2022-06-213D, leveransedato 19.12.2022.

Sunnfjord Geo Center (SGC, 2023): *Datarapport for grunnundersøkelser i Kongsberg*, prosjektnr.: 2022-06-213A, leveransedato 13.03.2023

L'Heureux, 2012: *A study of the retrogressive behavior and mobility of Norwegian quick clay landslides*, publisert i 11th International Symposium on Landslides