

BYGGEPLAN ROVEN KRYSNINGSSPOR

Geotekniske vurderinger Rapport

Gk 4513-4

08.03.01



Rapport

• **BanePartner**

Prosjektnr.: **199255**
Saksref.: **99/6863 JI 731**
Prosjektnavn: **Roven kryssningsspor**
Kongsvingerbanen km 32,7 - 33,8
Geotekniske vurderinger
Oppdragsgiver: **Jernbaneverket Region Øst**
Rapport nr.: **Gk 4513-4**

Sammendrag

Terreng- og grunnforhold varierer betydelig langs traséen; fra kupert fjellterreng i syd, til dype løsmasseavsetninger i nord. Løsmassene består gjennomgående av middels fast til bløt leire. Lokalt er det i dybden konstatert kvikkleire.

Det nye sporet blir stedvis liggende på relativt høye fyllinger og stedvis i dype skjæringer. Under de rådende grunnforhold medfører dette behov for stabiliserende tiltak. På det største fyllingspartiet (km 33,500 til km 33,800) anbefales motfyllinger på begge sider; dvs. også på venstre side av hovedsporet. I to dype skjæringer anbefales relativt slak og avtrappet skråning.

De nye fyllingene vil på det ugunstigste partiet føre til relativt langvarige setninger, både på nytt og gammelt spor. Det vil neppe oppstå problematiske setningsdifferanser, selv om det over tid antas å måtte bli behov for justeringer.

Grunnforholdene på det sted hvor ny undergang skal bygges (ca. km 34,24) er relativt gode. Det er påvist fast og middels fast leire, og det forventes ingen spesielle geotekniske problemer i forbindelse med utgraving og fundamentering.

For BanePartner
Prosjektansvarlig (PA): Svein E. Døvik

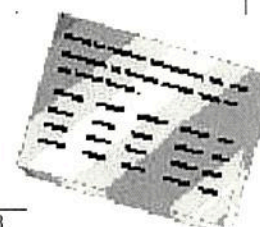
Signatur: Svein Døvik

Prosjektleder (PL): Ernst S. Andersen

Signatur: Ernst S. Andersen

Rapport utarbeidet av: Bjørn A. Falstad

Signatur: Bjørn A. Falstad



INNHold

	SIDE
1 INNLEDNING	3
2 GRUNNFORHOLD	3
3 PLANERING	3
3.1 Fyllinger	3
3.2 Skjæringer	4
3.3 Trau (forsterkning + frostsikring)	4
4 GEOTEKNISKE VURDERINGER	4
4.1 Fyllingsstabilitet	5
4.2 Skjæringsstabilitet	6
4.3 Setninger	6
5 NY UNDERGANG	7

Tegninger

Gk4513.V01-V02	Borplaner og lengdeprofil	1:2000 og 1:400
Gk4513.V03	Motfylling. Plan og profil	1:1000, 1:200
Gk4513.V04	Høy skjæring. Plan og profil	1:1000, 1:200
Gk4513.V05	Borplan, undergang km 34,24	1:1000

Bilag

Nr. 1	Trauprofiler	1:100
Nr. 2	Setningsprofiler	1:200
Nr. 3	Setningsprognose	Diagram

1 Innledning

Jernbaneverket Region Øst skal anlegge nytt kryssningsspor på Kongsvingerbanen, km 32,7 -33,8. I prosjektet inngår også bygging av ny undergang ved ca. km 34,24.

I forbindelse med prosjekteringen har BanePartner tidligere utført grunnundersøkelser. På grunnlag av denne er det nå laget en rapport som omhandler grunnforhold og geotekniske problemstillinger, samt vurderinger og tiltak knyttet til gjennomføringen av anlegget.

2 Grunnforhold

Tegninger: Gk4513.V01, Gk4513.V02

Grunnundersøkelser er utført langs traséen for nytt kryssningsspor i to faser. Samtlige boringer er samlet i rapport Gk4513-3, datert 08.02.2000. Det henvises til denne for detaljer vedrørende grunnforholdene.

Som vedlegg til den nå foreliggende rapport er samtlige boringer lagt inn på de sporplaner hvor beliggenheten av nytt kryssningsspor fremgår, se tegning Gk4513.V01 og V02. Dybder til fjell og opplysninger om boret dybde under terreng, er lagt inn på sporets lengdeprofil, øverst på tegningen.

Terreng-og grunnforhold varierer betydelig langs traséen. Terrengen er gjennomskåret av flere bekkeraviner på tvers av traséen, og mindre bekkeløp krysser sporet og har utløp til Glomma på vestsiden av linjen. I søndre del av området er det over et lengre parti fjell i dagen, og eksisterende spor ligger delvis i fjellskjæring. Berggrunnen består av grunnfjellsbergarter og domineres av foldet biotittgneiser. Nordover er det økende løsmassemekthet, og sentralt på den aktuelle strekningen er det boret til vel 20 m uten at fjell er påtruffet. I de fleste borhull er det imidlertid påvist moderate dybder til fjell. Grunnen består i hovedtrekk av middels fast til bløt leire, med silt og tørrskorpe i topplaget og med overgang til siltige og sandige masser i dybden. På ett sted er det også konstatert et dyptliggende lag kvikkleire av ca. 5 meters mektighet.

3 Planering

Kryssningssporet skal ligge med sin planering på østsiden (høyre side) av hovedsporet.

I søndre del blir det betydelige skjæringer inn i stigende sideterreng, både i fjell og løsmasser. I nordre del blir det relativt høy fylling utenpå den gamle jernbanefyllingen.

3.1 Fyllinger

Det største fyllingspartiet ligger fra km ca. km 33.500 til ca. km 33.800. Fyllingshøyden over naturlig terreng varierer her stort sett mellom 3 og 6 m. På dette partiet er det dyp leiravsetning og relativt svak grunn.

Det er ellers også andre kortere fyllingspartier, ca. km 33,100 - 33,150 og ca. km 33,300 - 33,340, hvor fyllingshøyden er nær 6 m, men hvor grunnforholdene er bedre og med moderate dybder til fast grunn.

I nye fyllinger forutsettes benyttet friksjonsmaterialer (sand, grus, stein). Fyllingene bygges opp lagvis og komprimeres i henhold til gjeldende forskrifter / regelverk.

3.2 Skjæringer

Fra syd går sporet tidlig inn i fjellskjæring. Denne skjæringen blir en utvidelse av eksisterende fjellskjæring, og løper fra ca. km 32,820 til ca. km 33,040. Største høyde 7-8 m blir ved ca. km 32,900.

Deretter går sporet inn i jordskjæringer, først fra ca. km 33,210 til 33,280, og senere fra ca. km 33,360 til 33,440. Maksimal høyde i jordskjæringene er henholdsvis ca. 14 og 12 m.

3.3 Trau (forsterkning + frostsikring)

Bilag nr. 1.

Under det nye sporet skal det etableres et trau (sporfundament) med tilstrekkelig bæreevne og frostsikring. I dette tilfelle vil frostsikringen være dimensjonerende for den totale tykkelsen.

Som dimensjonerende frostmengde benyttes hundreårsvinteren, dvs. $F_{100} = 29000$ timegrader.

Total tykkelse er avhengig av de materialtyper som anvendes.

Alternativer:

1) Bare sprengstein:		2) Bare grus:		3) Sprengstein + grus	
Ballast	550 mm	Ballast	550 mm	Ballast	550 mm
Sprengstein	2150 mm	Grus	1350 mm	Sprengstein	700 mm
Total	2700 mm	Total	1900 mm	Grus	900 mm
				Total	2150 mm

Her anbefales kombinasjonen sprengstein + grus.

Utgravingen inntil hovedspor i drift må utføres med restriksjoner. Graveskråningen inn mot sporet skal være stabil slik at ballast ikke raser ned og gir setninger på sporet. Det tillates ikke graving nærmere senter spor enn 2,0 m, og trauet utføres seksjonsvis med suksessiv oppfylling av frostsikringslaget, slik at rask støtte mot graveskråningen oppnås.

Ved masseskiftingen inn mot sporet er det risiko for å introdusere frostinntrenging innunder hovedsporet, etter som innskiftede stein-grusmasser gir større frostnedtrenging enn eventuelle tettere masser (leire/silt). På den annen side blir det nå fylt helt opp med ballast inn til hovedsporet, og totalt sett vil dette gi minst like god frostsikring som i dag. I tilfeller hvor telefarlig grunn påvises i graveskråningen mot hovedsporet, masseskiftes til vertikal gravelinje i avstand 2,0 m fra senterlinje nytt spor.

Forslag til trauprofil i skjæring og fylling er vist på bilag nr. 1.

4 Geotekniske vurderinger

Grunnforholdene er dårligst på det lange fyllingspartiet mellom km 33,600 og 33,700, hvor fyllingen også er på det høyeste. Det er her registrert bløt og sensitiv leire (kvikkleire) i ca. 5 meters tykkelse fra ca. 9 meters dybde under terreng. Over dette er det middels leire og fast leire (i de øverste 3 m). Gammel jernbanefylling antas å bestå av grus/sand/leire, men dette er ikke konstatert ved undersøkelser.

Beregningene viser at det bløte leirlaget i dybden er avgjørende for stabiliteten og bestemmer behovet for tiltak. Leirmektigheten er også avgjørende for setningsutviklingen etter at ny fylling er utlagt.

4.1 Fyllingsstabilitet

Tegninger: Gk4513.V03

Stabiliteten er beregnet/vurdert i flere aktuelle profiler, med hovedvekt på profil km 32,620, hvor fyllingshøyden er i overkant av 6 m. Dette er i nærheten av stikkrenne og nordover herfra er det sumpig og ofte oversvømmet område.

Overslag er gjort også på fyllingspartiet lenger syd, ved profil km 33,320, hvor fyllingshøyden på kryssingssorsiden er ca. 5,5 m og på motsatt side (mot Glomma) ca. 6 m.

På grunnlag av udrenert totalspenningsanalyse er beregningsmessig sikkerhet mot grunnbrudd for dårlig, både i eksisterende situasjon (for trafikkert hovedspor) og for den totale fylling med to spor trafikkert samtidig. Dette gjelder for strekningen ca. km 33,580 til km 33,780. Som grunnlag for beregningene, er benyttet målte skjærstyrkeverdier i profil km 33,600, 33,520 og 33,340.

En effektivspenningsanalyse i profil km 33,620, på grunnlag av antatte styrkeparametre, viser at sikkerheten mot grunnbrudd er betydelig bedre enn ved totalspenningsanalysen. Dette kommer primært av at dype skjærflater, hvor kvikkleirelaget inngår, ikke er så kritisk ved effektivspenningsanalysen. I beregningene er mobilisert poreovertrykk i grunnen regnet 80 % av fyllingslasten.

Mulige tiltak for stabilisering er 1) støttefylling/motfylling, 2) innlegging av lette fyllmasser (lettklinker) i ny fylling og 3) grunnforsterkning. Kombinasjoner av disse tiltak kan også være aktuelle. Slik forholdene avdekkes ved stabilitetsanalysene, synes det ikke mulig å tilfredsstille stabiliteten ved kun å legge inn lette masser, ettersom stabiliteten allerede i utgangspunktet er for dårlig. I så fall må tiltaket settes inn ved innskifting av masser også i hovedsporet. Dette vurderes som ikke aktuelt.

Stabiliteten kan eventuelt også sikres ved systematisk grunnforsterkning. For å få dette til må grunnen planeres/ fylles opp slik at maskiner og mannskap kan operere på tørt land. Metoden vil være kostbar, men vil kunne gi tilfredsstillende stabilitet og også være setningsmessig fordelaktig.

I tabellene nedenfor er resultater fra stabilitetsberegningene oppsummert for 3 utvalgte profiler. Som stabiliserende tiltak er kun alternativet med motfylling beregnet i detalj.

Tabell 1: Totalspenningsanalyse

Beregnet sikkerhetsfaktor mot grunnbrudd, Fc Su-analyse (totalspenningsanalyse)							Merknad: kryssingsspoet ligger på høyre side av hovedsporet. Behov for motfylling på begge sider. Motfyllingen er regnet med ok 3,5-4,0 m under svo, med fall utover. Fra profil 33,710 og frem til veksle, er kun 1 spor regnet belastet på en gang.
Profil, km	Eksisterende fylling, 1 spor		Eksist. + ny fylling		Eksist.+Ny fylling + Motfylling		
	Venstre side	Høyre side	Venstre side	Høyre side	Venstre side	Høyre side	
33.620	1.16	>1.16	1.09	1.27	1.39	1.38	
33.710	>1.14	1.14	-	0.94	-	1.44	
33.320	Ca. 1.6	1.66	Ca. 1.5	1.43	-	1.5	

Kommentar:

Resultater gjengitt i tabell 1 viser at det er behov for å sikre stabiliteten, og at dette er mulig ved å legge ut motfylling på begge sider. Dette gjelder partiet fra ca. km 33,580 til ca. km 33,780. Overkant av motfyllingen må ligge på et nivå 3,5-4,0 m under formasjonsplanet. Innlegging av lette masser vil kunne redusere motfyllingen en del på østsiden, men ha lite å bety for stabiliteten motsatt vei. På fyllingspartiene for øvrig anses stabiliteten tilfredsstillende uten spesielle tiltak.

Tabell 2: Effektivspenningsanalyse

Beregnet sikkerhetsfaktor mot grunnbrudd, Fc a-fi analyse (effektivanalyse)						
Profil, km	Eksisterende fylling, 1 spor		Eksist. fylling+ ny fylling		Eksist.+Ny fylling + Motfylling	
	Venstre side	Høyre side	Venstre side	Høyre side	Venstre side	Høyre side
33,620	2.29	-	-	1.68	2.12	-
33,710	-	-	-	-	-	-
33,320	-	-	-	-	-	-

Merknad:
Her er beregninger kun utført i profil 33.620. Kritiske glideflater blir grunne og inkluderer ikke kvikkleiren, selv om styrkeparametrene er satt lavt. Sikkerheten i de andre profilene vil være på omtrent samme nivå.

Kommentar:

Resultater gjengitt i tabell 2 viser at det ut fra effektivspenningsanalyse, hvor normalt (og forsiktig) antatte styrkeparametre er benyttet, er tilfredsstillende sikkerhet mot grunnbrudd, både før og etter at ny fylling er utlagt. Beregnet sikkerhet for ny fylling vil øke etter hvert som poreovertrykket som følge av oppfyllingen utlignes.

Etter en samlet vurdering av beregningsresultatene anbefales utlagt motfylling på begge sider av jernbanen som vist på plan og profil, tegning Gk4513.V02. Ved dette tiltaket vil sikkerheten etter Su-analysen gi sikkerhetsfaktor ca. 1.4 og etter a-fi-analysen vel 2.0. I førstnevnte tilfelle er beregnet sikkerhetsfaktor noe lav i forhold til regelverkets veiledende verdier. Sikkerheten for ferdig anlegg er imidlertid 20-25 % høyere enn beregnet sikkerhet for hovedsporet i dag. Når dette forhold tas i betraktning og vurderes sammen med at sikkerheten på effektivspenningsbasis beregningsmessig er vesentlig høyere, anses beregnet og vurdert sikkerhet som tilfredsstillende.

4.2 Skjæringsstabilitet

Tegning Gk4513.V04

De to jordskjæringene nevnt under pkt. 3.2, vil bli så høye (dype) at risikoen for både grunne og dypere glidninger over tid vil være overhengende, hvis skjæringene tas ut med "normal" helning 1:2. Aktuelle tiltak for å stabilisere/sikre skråningene vil kunne være utslaking/avtrapping eller kraftig forstøtning i skråningsfoten.

Tilfredsstillende løsning kan oppnås med skråningshelning 1:2,5 og et 5 m bredt avtrappingsnivå i høyde 6-7 m oppe i skråningen, som vist på plan og profil, tegning Gk4513.V03. I tillegg anbefales pukkfylte skråningsgrøfter med forbindelse til lukket drensgrøft langs sporet. Løsningen fører til betydelig masseflytting og i skjæringsutslaget blir stort og griper også inn på dyrket mark. Gravemassene, som i det vesentligste antas bestå av middels fast og fast leire og silt, kan benyttes i motfyllinger lenger nord, se pkt. fyllingsstabilitet.

Som forstøtning kan tenkes støttemur eller permanent spuntkonstruksjon, eventuelt også jordnaglingsmur. Felles for løsningene er at de vil være vesentlig dyrere enn en masseflytting, hvor mye av jordmassene kan benyttes til fyllingsformål innen anlegget.

4.3 Setninger

Bilag nr. 2 og 3

Seninger er beregnet med bakgrunn i de kompresjonsmoduler og konsolideringsparametre som er bestemt ved 3 ødometerforsøk i prøveserier tatt i profilene km 33,520 og 33,600.

Det er beregnet for flere alternative lastkombinasjoner og to alternative grunvannsnivåer. Det er også foretatt betraktninger med forskjellig valg av forkonsolideringstrykk, noe som ødometerforsøkene kan gi noe ulike fortolkninger av.

Resultatene har vist at de forskjellige parametervalg som er gjort, ikke har avgjørende betydning for setningsforløpet. Forventet setning er beregnet for flere profiler med noe ulike fyllingshøyder og motfyllinger. På bilag nr. 2 er vist beregnet setning i et par typiske fyllingsprofiler. Forutsatt konvensjonelle fyllmasser forventes setning på hovedsporet i størrelsesorden 3-4 cm, og på nytt kryssningsspor 7-9 cm. Ved ny fyllingskant er setningen beregnet til 11-12 cm og ved fyllingsfot, forutsatt motfylling som beskrevet under punkt 4.1, totalt 14-15 cm.

Ved innlegging av maksimalt mulig mengde lettklinker i ny fylling, forventes setningene redusert med ca. 40 %, se samme bilag, alternativ 2 øverst.

Setningsprognose over tid er vist på bilag 3. Primærkonsolideringen ventes ferdig etter ca. 25 år. 25 % av setningene forventes unnagjort i løpet av de første året, og ca. 70 % i løpet av 10 år. Det er da regnet med tosidig drenering. Ved ensidig drenering vil setningene foregå over enda lengre tid.

De største setningene vil komme på strekningen km 33,600 til 33,750, hvor grunnforholdene er dårligst og mektigheten av leire er størst. Dette er et relativt langt parti, og det forventes ikke problematiske setningsdifferanser i lengderetningen. På tvers av skinnegangen forventes en setningsdifferanse mellom skinnene i størrelsesorden 3-5 mm i løpet av det første året, noe mer på det nye sporet enn på det gamle.

På øvrige fyllingspartier vil setningene bli mindre, ettersom fyllingslasten jevnt over blir lavere og leirmektigheten vesentlig mindre.

Anbefaling: fyllingene bygges opp med vanlige fyllmasser (friksjonsmaterialer).

5 Ny undergang

Tegning Gk4513.V05

Ca. 35 meter nord for eksisterende planovergang, i profil km 34.244, skal det bygges ny undergang. Utførte grunnundersøkelser er inntegnet på borplanen Gk4513.V04, og bordybder fremgår av denne.

Grunnen består av leire; 3-4 m tørrskorpeleire over fast og middels fast leire med tynne sand-og siltsjikt. Det er ikke påvist fjell over aktuelt grave-og fundamenteringsnivå. I poretryksmåler er vannspeil (antatt grunnvannstand) påvist i dybde 2,3 m under terreng.

Det forventes ingen spesielle geotekniske problemer i forbindelse med utgraving og fundamentering for veg og kulvert. Underkant kulvert vil imidlertid ligge dypt i forhold til omkringliggende terreng, og godt under bekkenivå/stikkrenne like nordenfor. For drenering av veg og kulvert må det anlegges kummer med rist og sandfang og lukket utløpsledning til bekk mot Glomma. Fallforholdene er dårlige og ledningen blir derfor relativt lang.

Vingemurenes sårer dimensjoneres for vertikal bæreevne etter karakteristisk udrenert skjæstyrke $S_u=40 \text{ kN/m}^2$; eventuelt $tg(\phi)=0,58$ og $a=15 \text{ kN/m}^2$.

Grunnen anses meget telefarlig og fundamentet isoleres med plater av ekstrudert polystyren (XPS), tykkelse 100 mm. Det avrettes med sand/grus under og over plata. Tykkelse av telefrie, drenerende masser må til sammen være min. 300 mm. Underst legges fiberduk kl.4.

REFERANSESIDE

Oppdrag	Rapport	Dato	Antall sider	Revisjon
199255	Gk4513-4	08.03.01	8	0

Oppdragsgiver: Jernbaneverket Region Øst
Kontaktperson: Svein Salthaug
Kontrakt:

Distribusjon: Jernbaneverket Region Øst, 3 eks.

Geografiske opplysninger

Fylke: Akershus
Kommune: Fet
Sted: Roven, Guttersrud
Kartblad: 1914 I
Banestrekning: Kongsvingerbanen km 32-34

B I L A G

- 1. Normalprofiler**
- 2. Setningsprofiler**
- 3. Setningsprognose**

Prosj. nr.

199255

Utført av

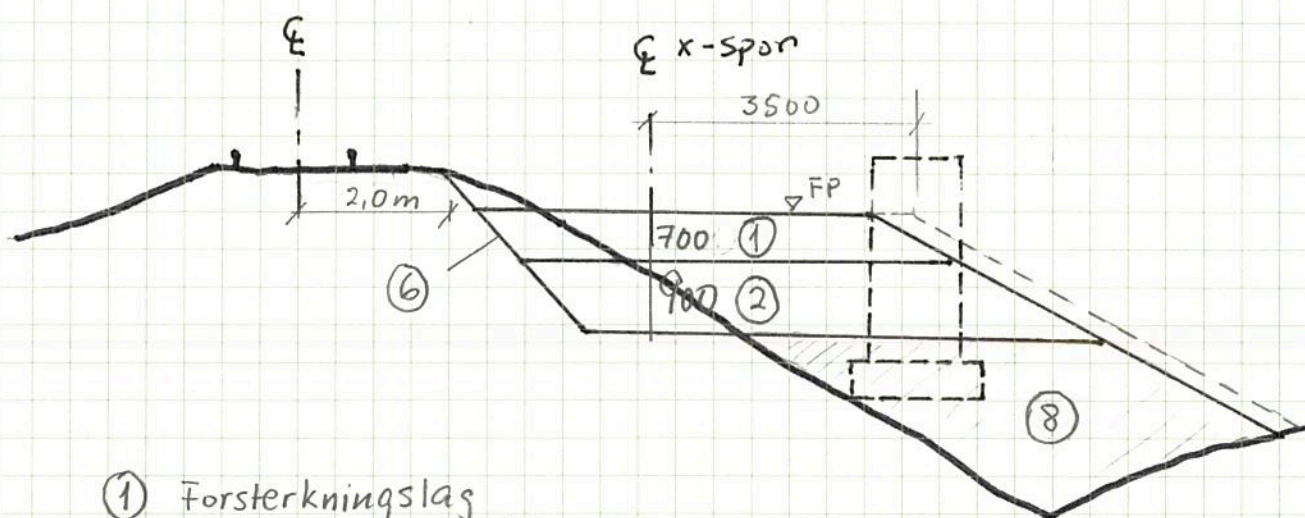
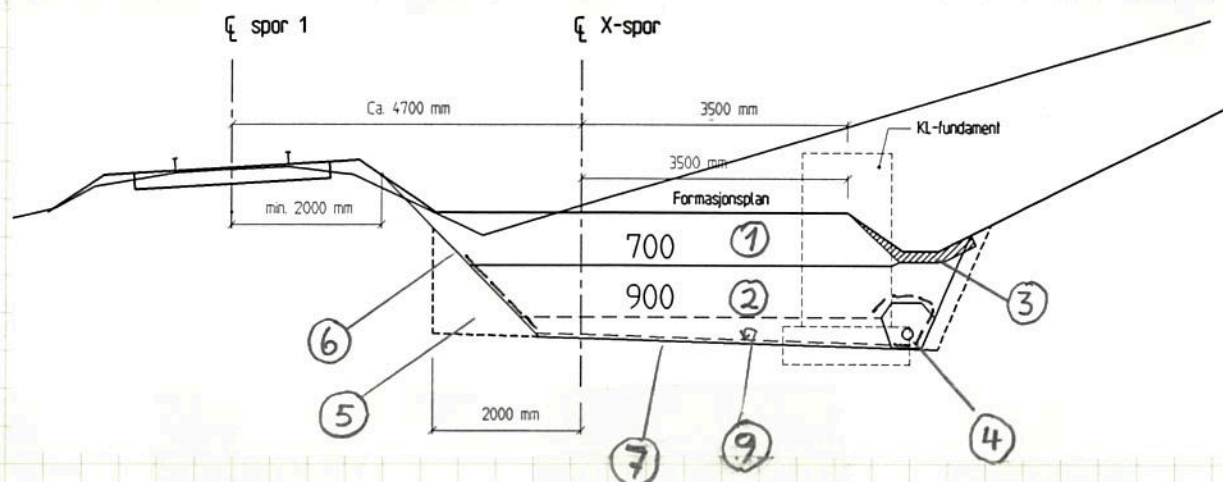
 $B \leq f$

Dato

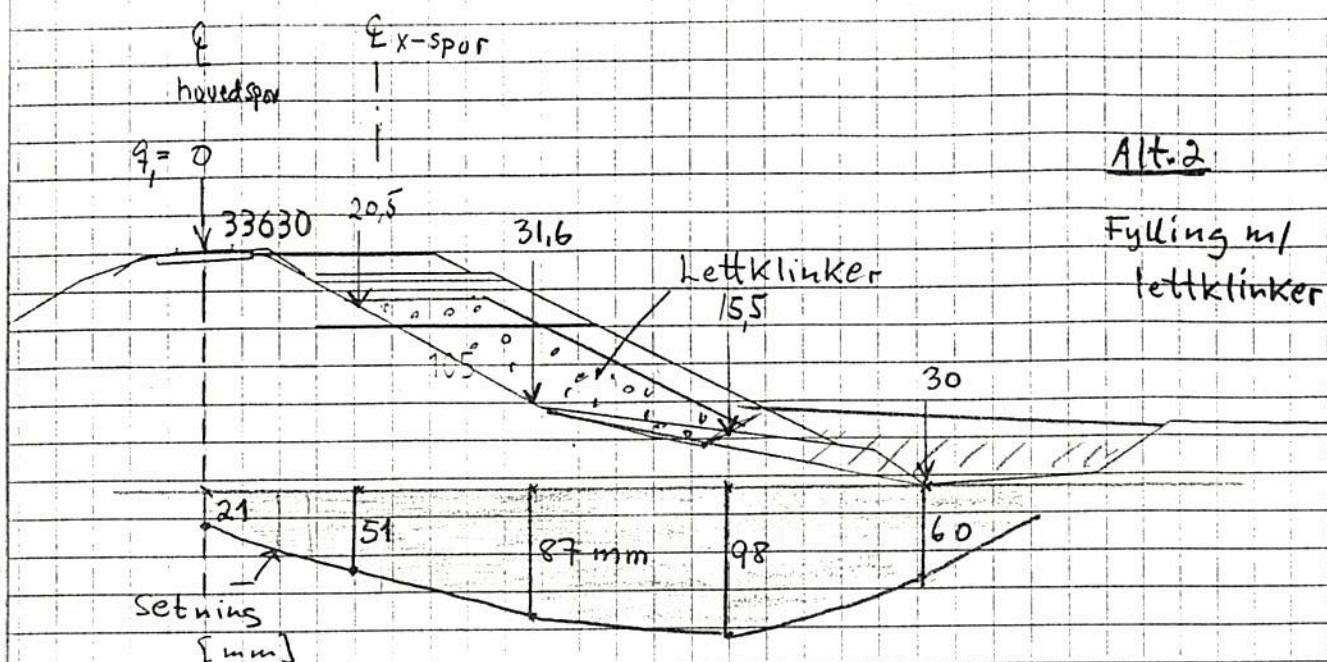
20/3-00

Kontr. av

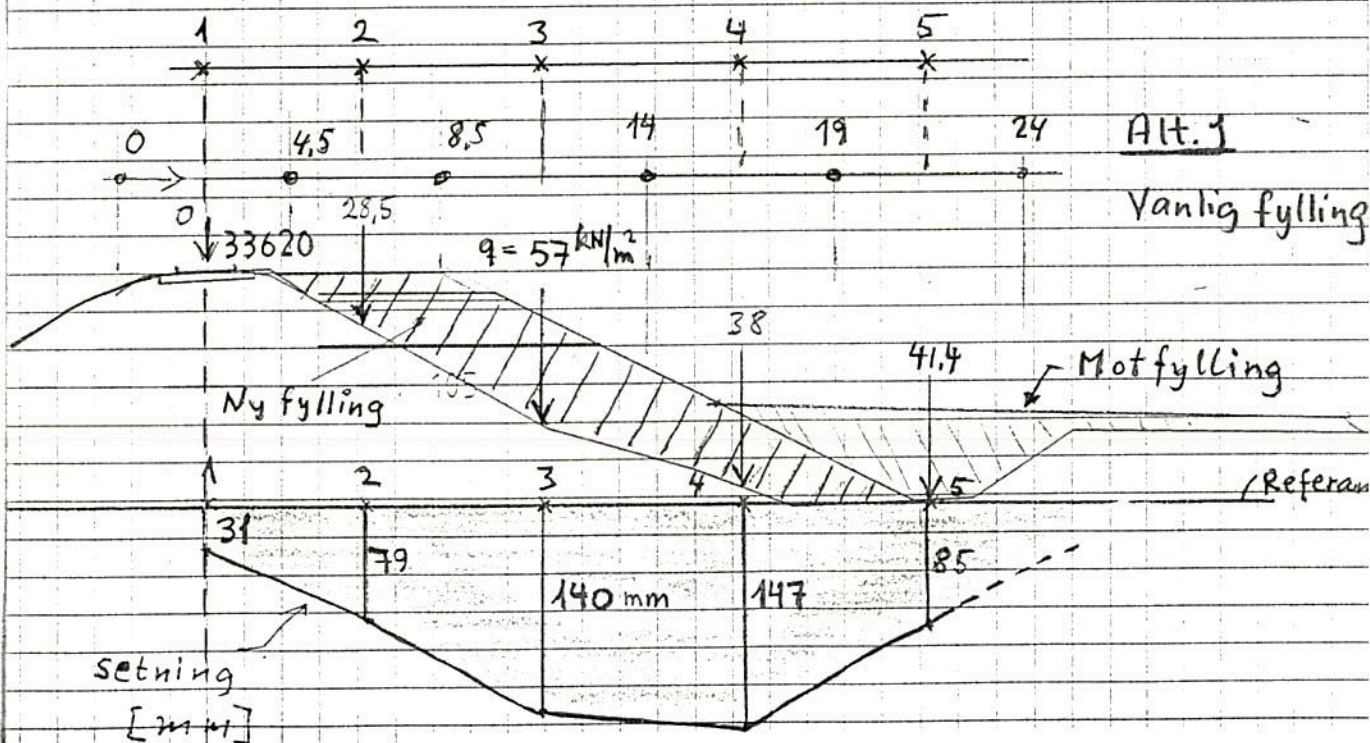
Dato



- ① Forsterkningslag
 $t = 700 \text{ mm}$ sprengstein $0 - 300 \text{ mm}$.
- ② Frostsikringslag, $t = 900 \text{ mm}$ grus. Legges ut i 2 lag.
- ③ Bunn linjegroft, $t = 150 \text{ mm}$ tette masser.
- ④ Isolert drensledn., dybde min. 1.0 m .
- ⑤ kile masseskiftes med grus, hvis telefarlig grunn.
- ⑥ Graveskråning $1:1$ mot hovedspor. Rask tilbakefylling.
- ⑦ Traubunn, tverrfall 3%
- ⑧ Fylling av friksjonsmasser (sand/silt, grus, stein)
- ⑨ Fiberduk bl. 4



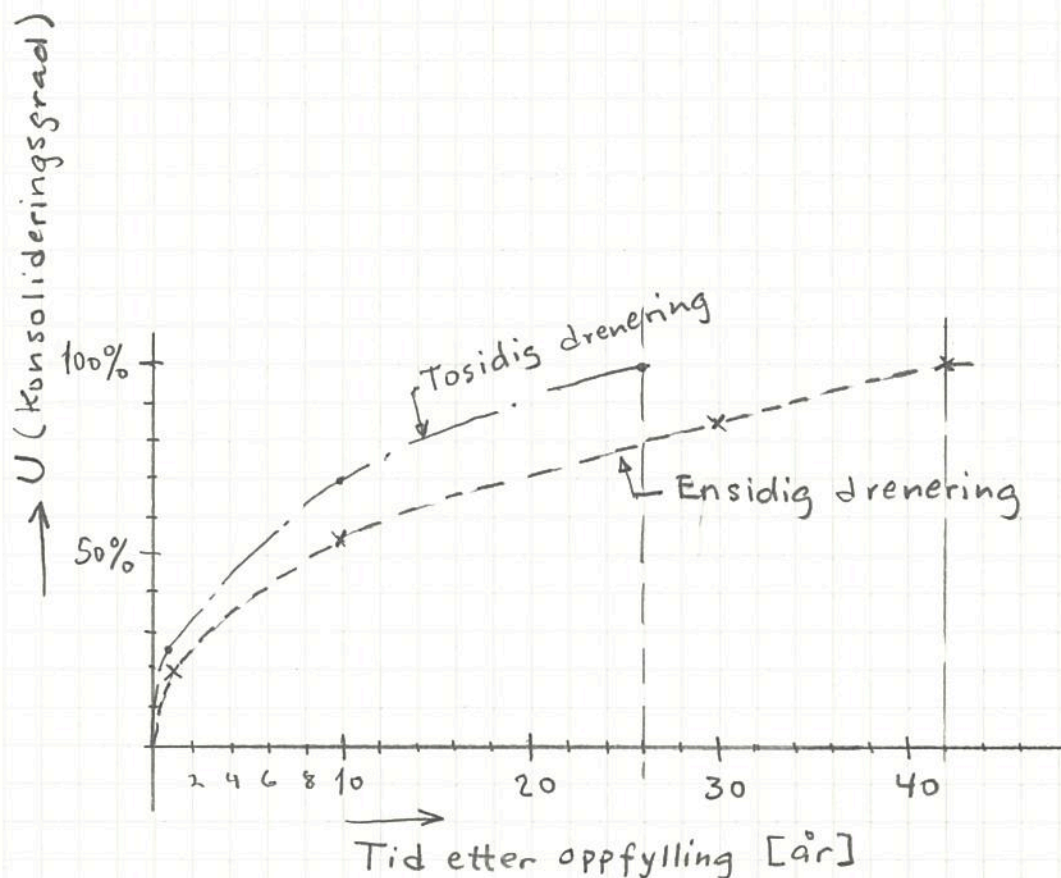
Pkt. 1 - 5 er punkter hvor setning er beregnet.



ROVEN X - SPOR

SETNINGER

BILAG NR. 2



Setningsprognose

Alternativ : Ensidig drenering

Tid (år)	Setn. (%)
1 år	ca. 25%
10 år	70%
26 år	100%

Alternativ : Tosidig drenering

1 år	20%
10 år	55%
30 år	85%
42 år	100%

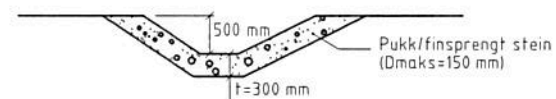
ROVEN X-SPØR

SETNINGER

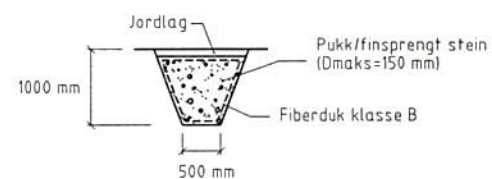
BILAG NR. 3

TEGNINGER

Gk4513.V 01- Borpunkter
Gk4513.V 02- Borpunkter
Gk4513.V 03- Motfyllinger
Gk4513.V 04- Skjæringer
Gk4513.V 05- Borpunkter



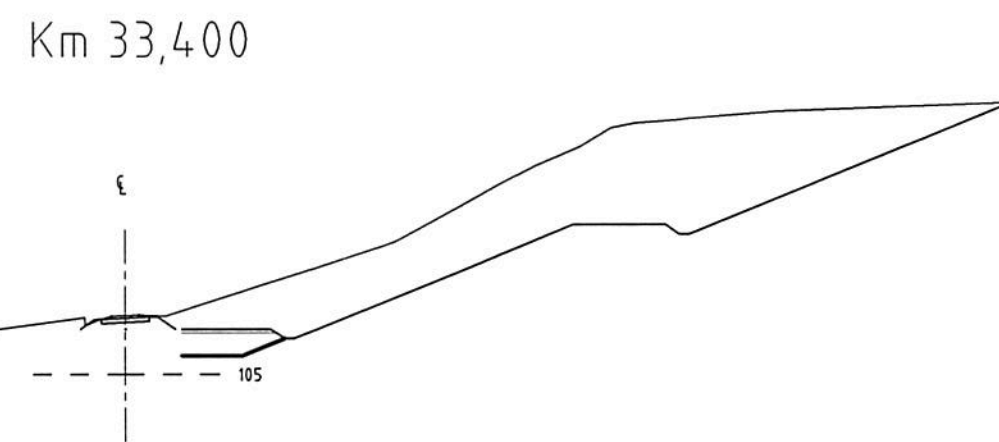
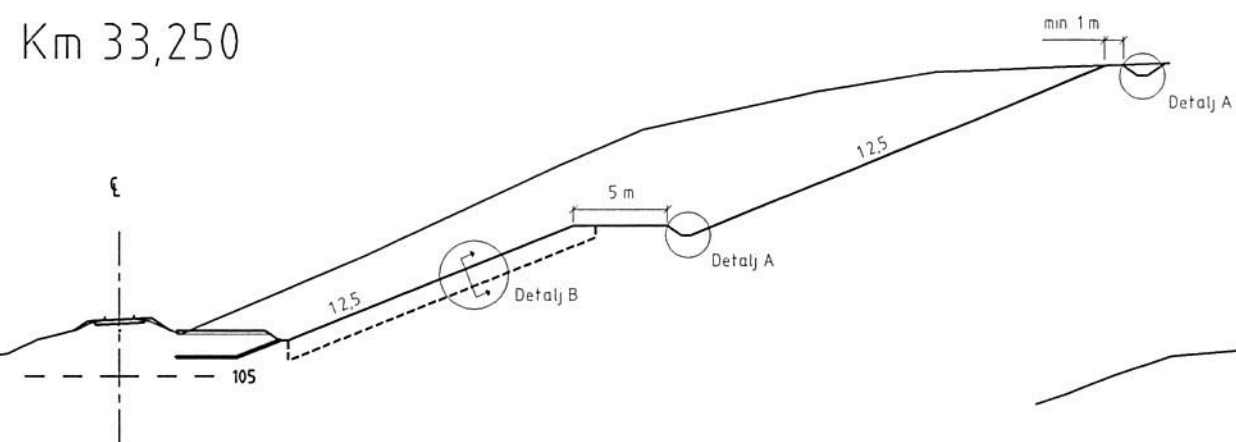
Åpen grøft
Detalj A, M=150



Skråningsgrøft
Detalj B, M=150

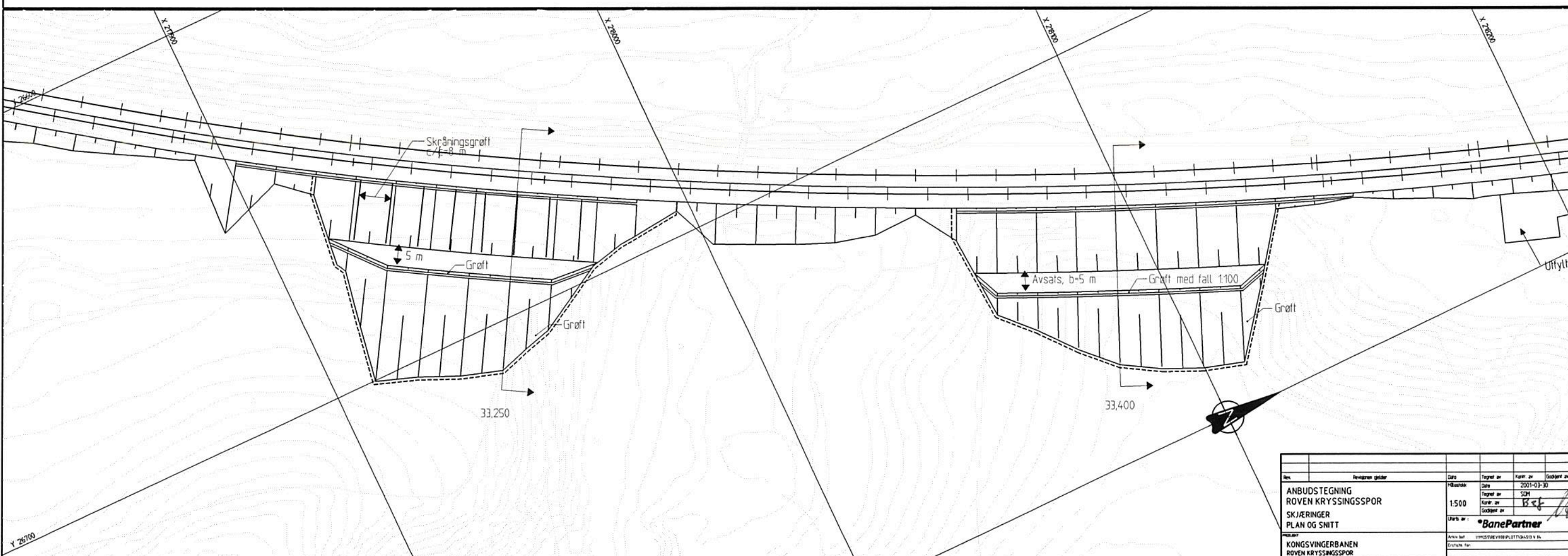
Km 33,250

Km 33,400

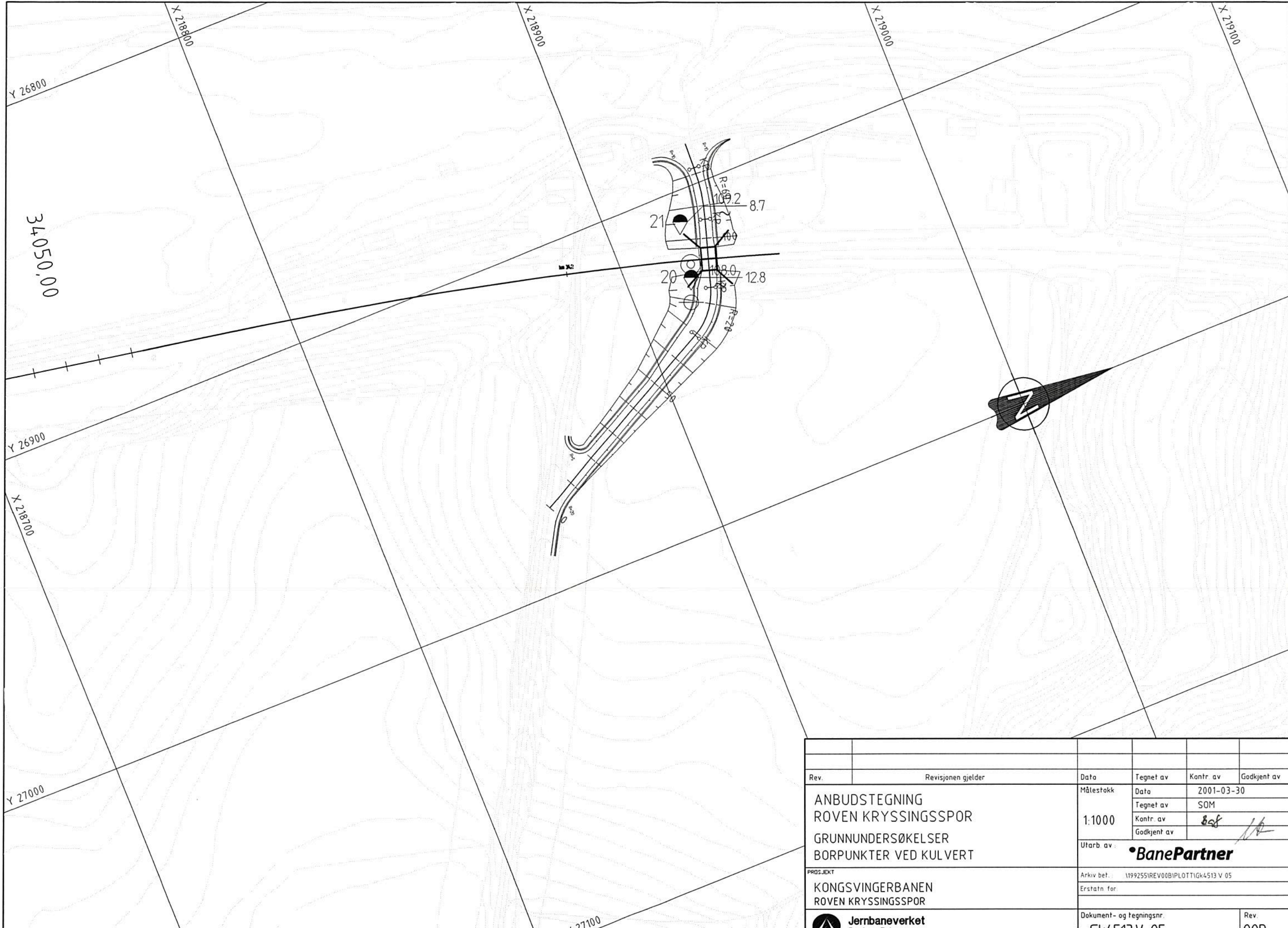



M=1:200

M=1:200



Rev.	Revisjon	Dato	Tegnet av	Kontrollert av	Godkjent av
1	ANBUSTEGNING ROVEN KRYSSINGSSPOR SKJÆRINGER PLAN OG SHITT	2001-03-30	SOM	B. S.	
2	KONGSVINGERBANEN ROVEN KRYSSINGSSPOR				



Rev.	Revisjonen gjelder	Dato	Tegnet av	Kontr. av	Godkjent av
ANBUDSTEGNING ROVEN KRYSSINGSSPOR GRUNNUNDERSØKELSER BORPUNKTER VED KULVERT		Målestokk 1:1000	Dato	2001-03-30	
			Tegnet av	SOM	
			Kontr. av	808	
			Godkjent av	1/2	
				Utarb. av.:	*BanePartner
PROSJEKT		Arkiv bef.: 11992551REV00BIPLOTTIGK4513 V 05			
KONGSVINGERBANEN ROVEN KRYSSINGSSPOR		Erstatn. for:			
 Jernbaneverket		Dokument- og tegningsnr. G14513 V 05			Rev. 000