



Notat RIG05 Rev03

Bjerke industriområde

Bekkelukking – geoteknisk vurdering

Prosjektnr: 17079	Dato: 11.12.2017	Saksbehandler: Alan Ulfvold
Kundenr: 11173	Dato: 12.12.2017	Kvalitetssikrer: Kristoffer Kvalstad

Fylke: Akershus	Kommune: Sørum	Sted: Lindeberg
Adresse: Lindebergvn.	Gnr: 93 m.fl.	Bnr: 113 m.fl.

Oppdragsgiver: Bulk Lindeberg II AS
Rapport: 17079 Notat RIG05 - bekkelukking
Rapporttype: Geoteknisk notat
Stikkord: Bekkelukking, stabilitet og setninger
Euref UTM: Sone 32V – Ø0618275, N6657719

BILAG

Setningsberegning
Graving og grøftekasser. Prinsippsnitt
Utførte grunnundersøkelser, oversiktsplan

BILAGSNR.

E01
D01
D02

Revisjon	Grunnlag	Dato
00	Original	25.05.2017
01	Oppdatert avsnitt om setninger	06.11.2017
02	Revidert etter kommentarer fra Statens vegvesen	22.11.2017
03	Revidert etter kommentarer fra UAK	11.12.2017

Sammendrag

Bekken Jeksla renner i dag som åpen bekk gjennom et område hvor det planlegges bygging av ny adkomstveien for Bjerke industriområde, på en inntil ca. 8-9 m høy steinfylling. Bekken skal legges i rør under fremtidig adkomstvei. Foreliggende notat presenterer stabilitets- og setningsvurderinger som er utført i forbindelse med bekkelukkingen.

Graving av grøft og oppfylling utføres seksjonsvis med maksimal seksjonslengde 6 m. Grøftekasser skal benyttes der hvor prosjektert gravedybde er større enn 2 m.

For å unngå store differansesetninger langs rørtraseen anbefales oppfylling til samme nivå langs hele traseen. Det anbefales at oppfylling utføres opp til kote +137 nord for profil 300, der adkomstveien svinger av mot øst.

1 Innledning

Bulk Lindeberg II AS utvikler nytt industriområde på Bjerke ved Frogner i Sørum kommune.

Bekken Jeksla renner i dag som åpen bekk gjennom et område hvor det planlegges bygging av ny adkomstveien for Bjerke industriområde, på en inntil ca. 8-9 m høy steinfylling. Bekken skal legges i rør under fremtidig adkomstvei. Overvannsledningen skal bestå av betongrør med innvendig diameter Ø2000 mm.

Løvlien Georåd AS har fått i oppdrag å utføre nødvendige geotekniske grunnundersøkelser for geoteknisk prosjektering, samt utføre geoteknisk prosjektering for tiltaket (fundamentering og stabilitet).

Vår oppdragsgiver er Bulk Lindeberg II AS v/ Espen Tønsberg.

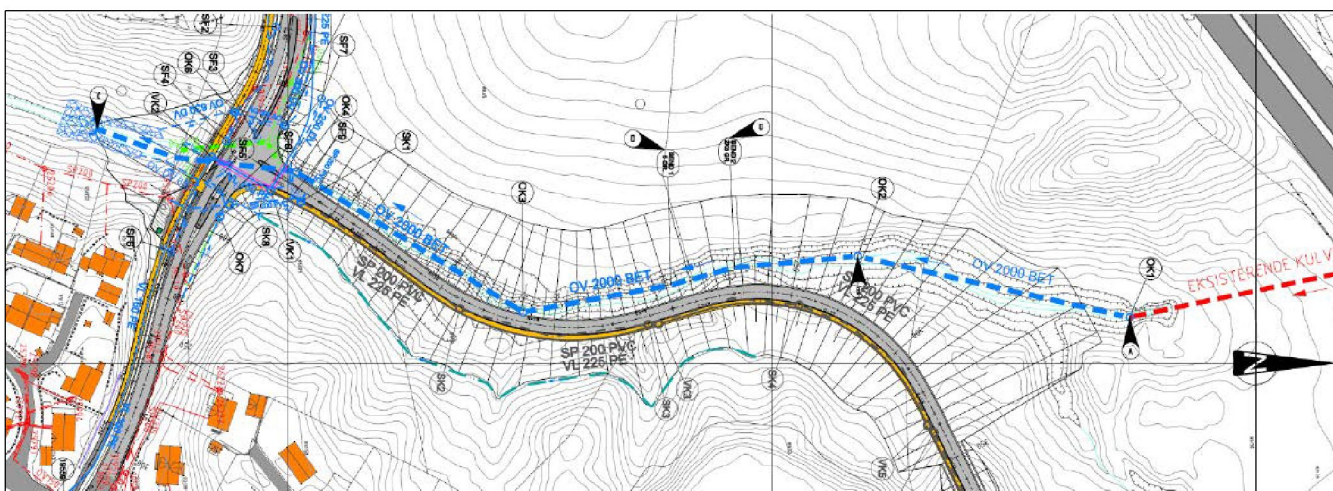
2 Forutsetninger og redegjørelser

Grunnforhold i området og tidligere utførte geotekniske vurderinger er beskrevet i flere rapporter utarbeidet av ulike foretak. For en oversikt over disse vises det blant annet til følgende dokumenter:

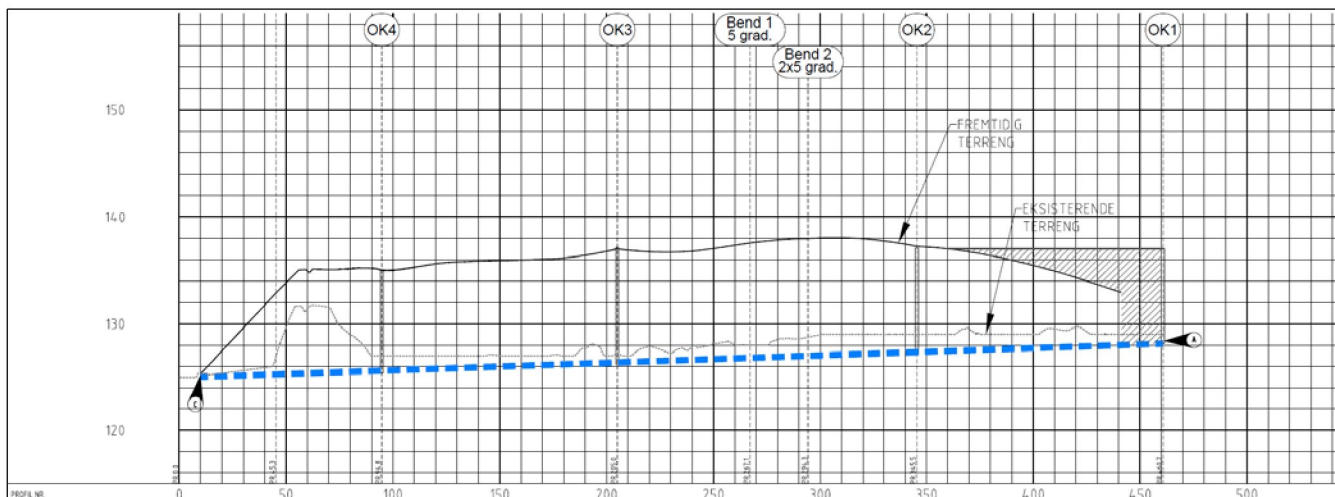
- Geoteknisk notat utarbeidet av Løvlien Georåd AS, *17079 Notat RIG01* (ref. [1])
- Geoteknisk datarapport utarbeidet av Løvlien Georåd AS, *17079 Rapport nr. 1* (ref. [2])
- Geoteknisk vurderingsrapport utarbeidet av NGI for Farex, rapport 69006 (ref. [3])
- Geoteknisk vurderingsrapport utarbeidet av NGI for adkomstvei, rapport 95006 (ref. [4])
- Geoteknisk datarapport utarbeidet av SWECO for Farex (ref. [5])

En oversiktsplan over utførte grunnundersøkelser, med referanse til aktuelle rapporter, er videre vist i bilag D02.

Figur 2.1 og figur 2.2 viser prosjektert bekkelukking, henholdsvis i plan og som lengdesnitt langs traseen. VA- og veiprosjektering er utført av Rambøll.



Figur 2.1: Planutsnitt av bekkelukking (utsnitt fra tegning GH02)



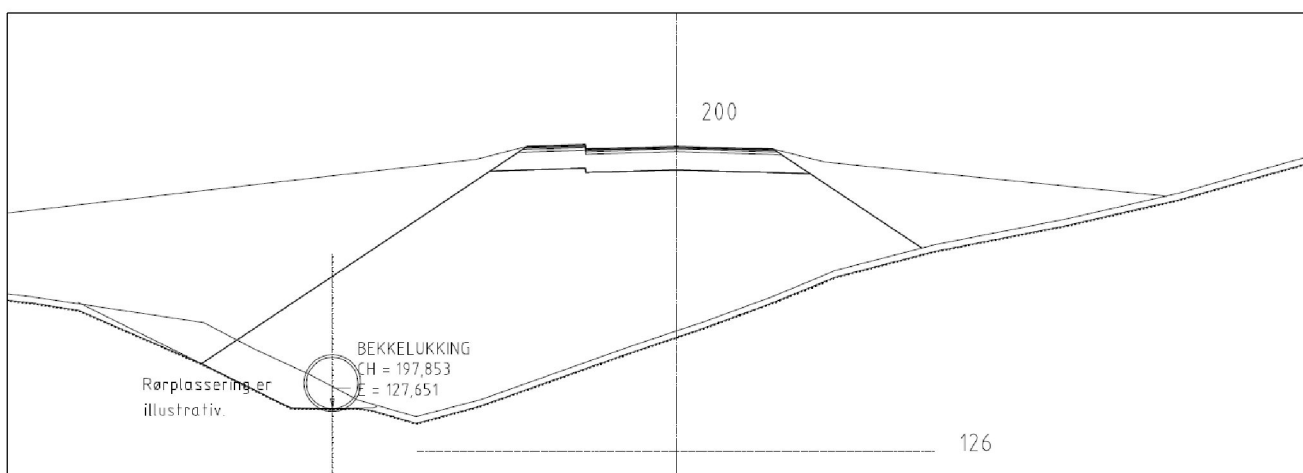
Figur 2.2: Lengdesnitt bekkelukking (utsnitt fra tegning GH02)

Det fremgår av lengdesnittet (figur 2.2) at innvendig bunn rør er planlagt å ligge på kote +125,62 like nord for kryssingen under Lindebergveien (OK4), til kote +128,15 ved overgangen mot eksisterende kulvert under E6 i nord. Det fremgår av lengdesnittet på tegning GH02 viser at det er lagt opp til et fall på 6,9 promille langs traseen.

Prosjektert terreng over rørledningen stiger samtidig fra ca. kote +135 ved Lindebergveien i sør, til ca. kote +138 ved rørledningens profil 300. Deretter avtar fyllingshøyden gradvis over rørtraseen når adkomstveien svinger av mot øst.

Eksisterende terreng i dagens bekkeløp stiger i samme område fra ca. kote +127 i sør, til kote +129 i nord. Dette gir en planlagt oppfylling over eksisterende terreng i størrelsesorden 8-9 m.

Prinsipp (typisk snitt) for bekkelukking og adkomstvei er som vist på tverrprofilen i figur 2.3.



Figur 2.3: Prinsippsnitt. Bekkelukking og adkomstvei

3 Geotekniske vurderinger

3.1 Grunnforhold

Grunnforholdene i området rundt bekken forutsettes, på bakgrunn av utførte grunnundersøkelser, å bestå av tørrskorpeleire over overkonsolidert leire til stor dybde. Fasthetsprofiler for stedlig leire er valgt på bakgrunn av utførte grunnundersøkelser og kvartærgeologiske vurderinger.

Forutsetninger rundt valg av fasthetsprofil og materialparametere for øvrig, er nærmere omtalt i notat om prosjekteringsforutsetninger, kfr. 17079 Notat RIG02 Rev02 (ref. [6]).

3.2 Setninger

Det forutsettes at opprinnelig sjøbunn har ligget på ca. kote +150 i området. Planlagt oppfylling gir en tilleggslast som er mindre enn leiras tidligere overlaging, og som følge av dette kan det legges til grunn en deformasjonsmodul for leira som er uavhengig av størrelsen på tilleggsspenningen i jorda (M_{OC}). For å grovt vurdere størrelsesorden på fremtidige konsolideringssetninger under rørtraseen, forutsettes dybde til berg på 30 m og en «ekvivalent fyllingshøyde» på 6 m, virkende over 15 m bredde.

For leira beregnes ødometermodul i det overkonsoliderte spenningsområdet (M_{OC}), basert på en forsiktig antatt sammenheng mellom udrenert skjærfasthet og stivhet, som følger (ref. [7]):

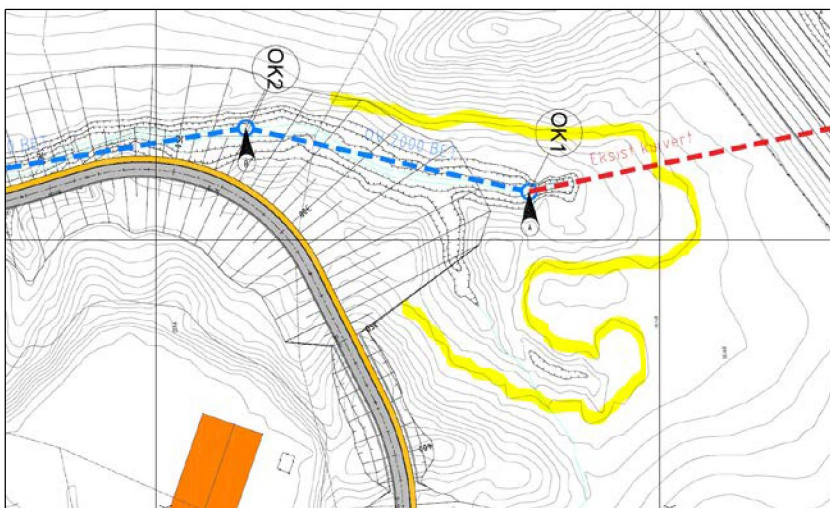
$$M_{OC} = 150 \cdot c_{u,D},$$

der $c_{u,D}$ er direkte udrenert skjærfasthet. Skjærfasthetsprofilen for terrengnivå på kote +125 er beregnet ved å legge til grunn tidligere terreng på kote +150 og en SHANSEP-relasjon som beskrevet i 17079 Notat RIG02 Rev02 (ref. [6]). Dette gir et fasthetsprofil økende fra $c_{u,D} \approx 20$ kPa i terrengnivå (kote +125), til $c_{u,D} \approx 80$ kPa ved 30 m dybde (kote +95), som tilsvarer en stivhetsmodul $M_{OC} = 4 - 12$ MPa. Det forutsettes på bakgrunn av dette en gjennomsnittlig ødometermodul (M_{OC}) innenfor tilleggslastens influensområde i for leira: $M_{OC} = 6$ MPa.

Ovennevnte forutsetninger gir en beregningsmessig total konsolideringssetning på i størrelsesorden 20 cm. Setningsestimatet er heftet med betydelig usikkerhet, og må følgelig anses som en indikasjon på størrelsesorden.

For å unngå store differansesetninger langs rørtraseen anbefales det å legge opp til omtrent samme oppfyllingshøyde langs hele traseen. Det foreslås derfor at oppfylling utføres omtrent til kote +136 til +137 over nordre del av traseen, se gul markering i figur 3.1. Oppfyllingsnivået i dette området må tilpasses og ses i sammenheng med stabilitetsforholdene for planlagt utbygging på jordet nord i utviklingsområdet (Bjerke nord).

En mer utfyllende beskrivelse av setninger og supplerende beregninger langs traseen er presentert i 17079 Notat RIG13 Rev01 (ref. [8]).



Figur 3.1: Planskisse, angivelse av anbefalt oppfylling

4 Graving av grøft og geoteknisk stabilitet i anleggsfasen

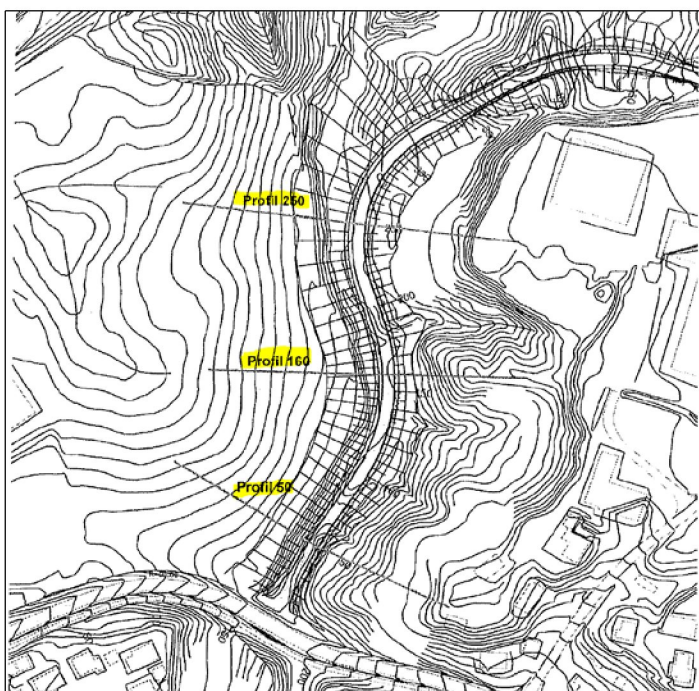
NGI har tidligere utført stabilitetsberegninger langs planlagt overvannstrasé. Det vises i denne sammenheng til NGIs rapport 20092197-00-2-R (ref. [9]). En oversikt over beregningsprofilene som legges til grunn for vurderingene i dette notatet er vist i figur 4.1.

NGI har beregnet stabiliteten i 3 profiler med beliggenhet som vist i figur 4.1. Beregningsprofilene tilsvarer ca. profil 110, 220 og 330 på lengdeprofilen i figur 2.2.

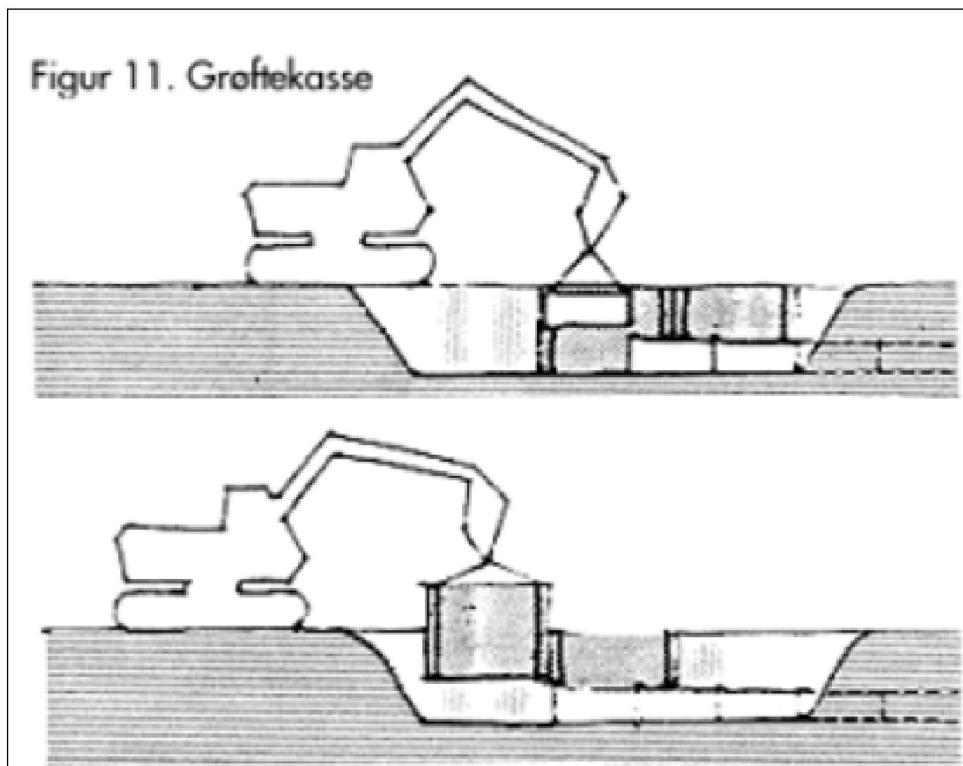
Dagens skråningsstabilitet mot øst er generelt ikke tilfredsstillende, og inngrep (graving) i ravineskråningene rundt rørtraseen må derfor begrenses så mye som mulig. Spesielt gjelder dette graving i skråningen øst for traseen, lengst sør i traseen. Utførte grunnundersøkelser rundt området hvor bekken renner i dag gir ingen indikasjon på forekomst av kvikkleire eller sprøbruddmateriale. Graving kan dermed gjennomføres uten ekstra tiltak, forutsatt at det legges opp til en seksjonsvis utførelse. For grøftarbeidene vises det til prinsipper beskrevet i *Veileder for grøftarbeid* (ref. [10]).

Langs deler av traseen vil det være behov for å benytte grøftekasser som arbeidssikring. Ved bruk av grøftekasser graves det korte seksjoner av grøftene, maks. 6 m seksjonslengde. Denne begrensningen gjelder også ved åpen graving uten grøftekasser. Kassene monteres ferdig i henhold til leverandørens anvisninger og senkes ned i ferdig utgravd grøft, eller senkes samtidig ved at det graves ut på innsiden av kassene. Etter hvert som tilbakefylling rundt og over rørene utføres, kan kassene fortløpende flyttes frem til neste graveseksjon (se figur 4.2).

Når tilbakefylling over rørene og oppfylling for adkomstveien er utført, vil stabiliteten til skråningen i øst og jordet i vest bli betydelig forbedret. NGI har i sine beregninger lagt til grunn anisotropifaktorer som er noe høyere enn det som er anbefalt NIFS sin rapport som ble utarbeidet i 2014, se ref. [11]. Stabilitetsberegningene gir imidlertid vesentlig forbedring av områdestabiliteten som er tilfredsstillende iht. NVEs retningslinjer. Den prosentvise forbedringen ville blitt den samme dersom det hadde blitt lagt til grunn lavere anisotropifaktorer også for dagens situasjon. Beregningene ansees således for å være gyldige.



Figur 4.1: Beregningsprofiler vurdert i NGI-rapport (ref. [9])



Figur 4.2: Grøftkasser. Prinsipp for utførelse (ref. [12])

Nedenfor følger en profilvis gjennomgang av stabiliteten i anleggsfasen for planlagt bekkelukking. Profilnummerering fremgår av figur 2.2, og typiske grøftesnitt er vist i bilag D01.

Pr. 0 - 100 (kryssing av Lindebergveien)

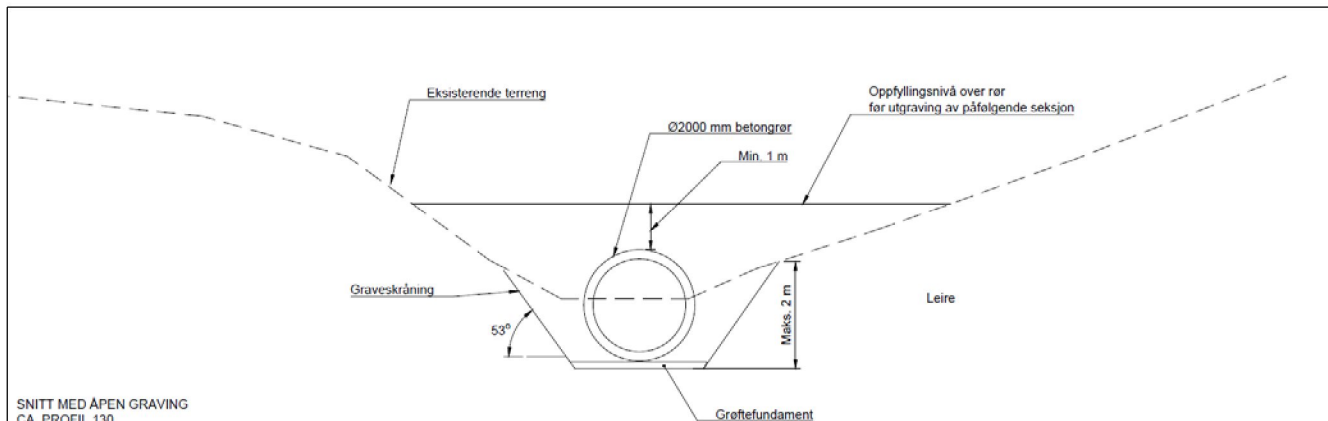
Kryssing av Lindebergveien behandles i eget notat, se 17079 Notat RIG06 Rev03 (ref. [13]). Eksisterende VA-kulvert gjennom Lindebergveien planlegges erstattet av et Ø2000 mm betongrør. For å muliggjøre etablering av ny overvannsledning under Lindebergveien, og samtidig ivareta geoteknisk stabilitet i området, blir det behov for spunt som gravesikring. Alternativt kan rørpressing benyttes som metode for å etablere overvannsledningen.

Pr. 100-220

NGIs stabilitetsberegning i beregningsprofil 50 (profil 110) viser at beregningsmessig sikkerhet mot brudd for en dyp glideflate som slår inn i bunnen av ravinen er 1,12. Sikkerhet mot brudd for kritisk glideflate i beregningsprofil 160 er 1,19.

Planlagt trasé for overvannsledningen i dette området følger dagens ravinebunn, og underkant betongrør ligger i hovedsak 1-1,5 m under dagens terreng. Graving av grøft for rørfundament krever gravedybder mellom ca. 1,5 m og 3 m. Dette vurderes som akseptabelt stabilitetsmessig, forutsatt at seksjonslengder begrenses til maksimalt 6 m, og at det tilbakefylles over rørene til minst 1 m over overkant rør før neste graveseksjon påbegynnes (se figur 4.3).

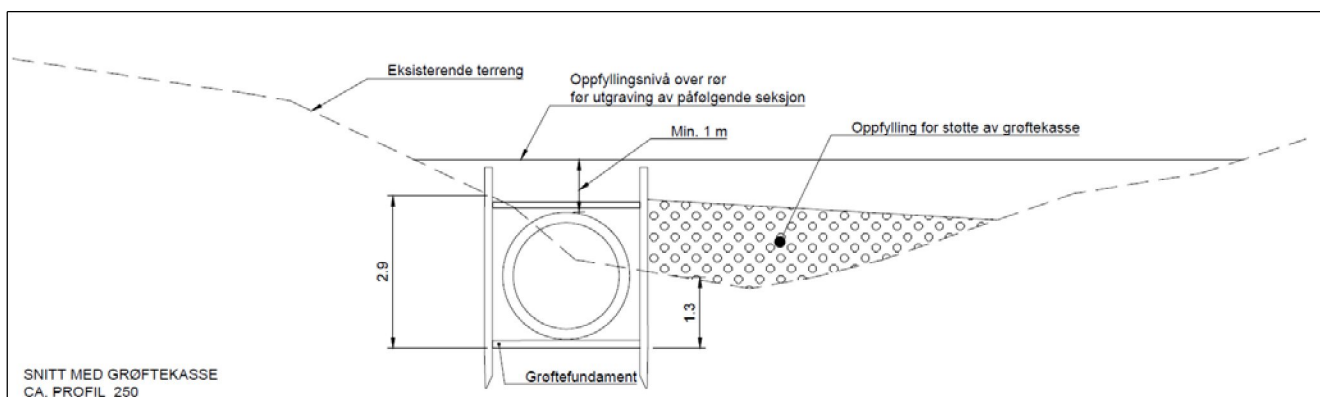
Ved gravedybder større enn 2 m må det benyttes grøftkasser som gravesikring. Grøftkasser begrenser behovet for graving i ravinesidene og kan med fordel også benyttes som sikring ved mindre gravedybder enn 2 m. Alternativt må det graves med en maksimal helning 53°, som vist i figur 4.3.



Figur 4.3: Typisk grøftesnitt pr. 100-250, se bilag D01

Pr. 220-260

Grøftetraseen skjærer inn i ravinesiden i vest mellom profil 220 og profil 260. På denne strekningen må det benyttes grøftekasser, og da vil gravedybden bli inntil ca. 3 m mot vest, mens gravedybden er begrenset til ca. 1,5 m mot øst (se figur 4.4).



Figur 4.4: Typisk grøftesnitt, ca. profil 250, se bilag D01

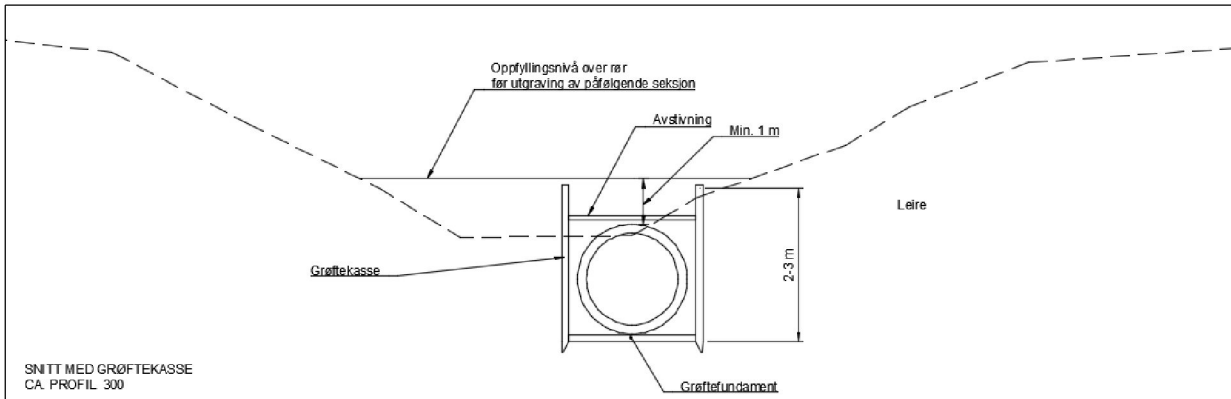
Pr. 260-300

NGIs beregningsprofil 250 (ca. profil 220) viser en beregningsmessig sikkerhet på 1,24, for en glideflate som slår inn i bunnen av ravinen.

Mellom profil 260 og profil 300 krysser traseen dagens bekkeløp, og ny trasé skjærer seg fra ca. profil 300 inn i ravinen i øst, slik at rørfundamentet havner inntil ca. 2-2,5 m under dagens terreng. Frem til ca. profil 290 blir gravedybden i hovedsak 2-2,5 m. Der gravedybden blir mer enn 2 m benyttes grøftekasser.

Pr. 300-350

Planlagt VA-trasé i dette området følger i hovedsak midten av eller østre del av dagens bekkeløp. Etablering av rørtraseen medfører 2-2,5 m graving for rørfundament. Dette vurderes som akseptabelt stabilitetsmessig, forutsatt at seksjonslengder begrenses til maksimalt 6 m før det fortløpende fylles tilbake over rørene, til minst 1 m over topp rør. Det vil flere steder langs traseen være behov for grøftekasser.



Figur 4.5: Typisk grøftesnitt, ca. profil 300, se bilag D01

Pr. 350-420

Etablering av rørfundament krever ca. 1,5-3 m graving i ravinen på denne strekningen. Langs størstedelen av strekningen vil graving kunne utføres uten bruk av grøftekasser.

Pr. 420-460

Etablering av rørfundament krever ca. 1-2 m graving i ravinen på denne strekningen. Utgravingen kan utføres uten bruk av grøftekasser.

5 Referanser

- [1] Løvlies Georåd AS, 17079 Notat RIG01. Bjerke industriområde. Vurdering av behov for supplerende grunnundersøkelser, 2017.
- [2] Løvlies Georåd AS, 17079 Rapport nr. 1. Bjerke industriområde - geoteknisk datarapport, 2017.
- [3] Norges Geotekniske Institutt, Rapport 69006. Grunnundersøkelser for ny fabrikkhall, Farex Fabrikker A/S. Lindeberg, Sørums kommun, 1969.
- [4] NGI, «Rapport nr. 95006-1. Grunnundersøkelser og geoteknisk vurdering,» NGI, 1995.
- [5] SWECO, «Farexveien 7, Lindeberg. Grunnundersøkelser. Datarapport,» 2011.
- [6] Løvlies Georåd AS, 17079 Notat RIG02 Rev02 - Geotekniske prosjekteringsforutsetninger, 11.12.2017.
- [7] Statens vegvesen, «Håndbok V220 Geoteknikk i vegbygging,» Vegdirektoratet, Oslo, 2014.
- [8] Løvlies Georåd AS, 17079 Notat RIG13 Rev01. Vurdering av fremtidige setninger under ny adkomstvei og overvannsledning, 11.12.2017.
- [9] NGI, Rapport 20092197-00-2-R. Bjerke industriområde - vegføring, Oslo, 2010.
- [10] Arbeidstilsynet m.fl., «Veileder for grøftarbeid. Forhold vi bør ta hensyn til ved utførelse av en sikker grøftejobb,» [Internett]. Available: <http://ba.rvofond.no/upload/2014/01/29/veileder-for-grøftarbeid.pdf>.
- [11] NIFS. Naturfareprosjektet Dp. 6 Kvikkleire, «Rapport 14-2014 En omforent anbefaling for bruk av anisotropifaktorer i prosjektering i norske leirer,» 2014.
- [12] Arbeidstilsynet, Forskrift om graving og avstiving av grøfter, Trondheim, 1986.
- [13] Løvlies Georåd AS, 17079 Notat RIG06 Rev03: Bjerke industriområde. Kryssing Lindebergveien. Geoteknisk vurdering av stabilitet, 11.12.2017.

BILAG E01: Setningsoverslag
Beregning av setninger δ

Revidert: 04/01-2011

Utgangsverdier:

Prosjekt: **17079****Bjerke industriområde**

Bygning	B =	15	m
	L =	300	m
Last:	q =	120	kN/m ²
	Antall lag =	1	
vann under terreng =		0	m
Avgraving		0	kPa
	b = B/L =	0,05	

Beregning:

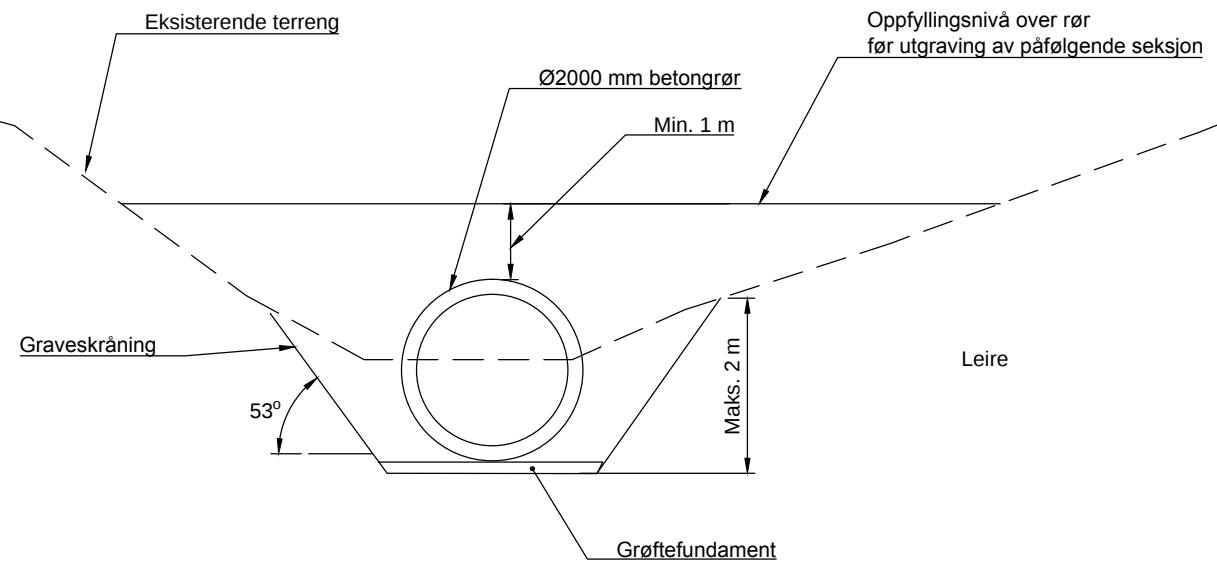
 Totale setninger δ = **0,2221 m**
 222 mm

Lag 1		z u/vann =	0	m		
	Start:	0	m	z m/vann =	30	m
	End:	30	m	z =	30	m lagtykkelse

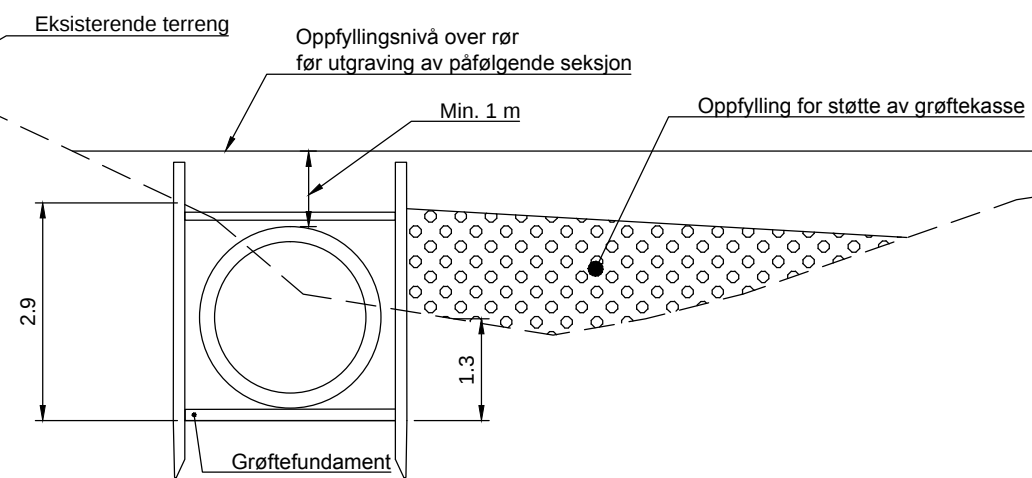
	fr =	λ =	h =	H =	
Jordart:	1	2	1	2,47	37,09
1 Leire		2	1	2,47	
2 Silt	1,75		0,5	2,77	
3 Sand	1,5		0	3,06	

Material:	γ =	19	kN/m ³	Referenssp. pa =	100	kN/m ²
	γ' =	9	kN/m ³			

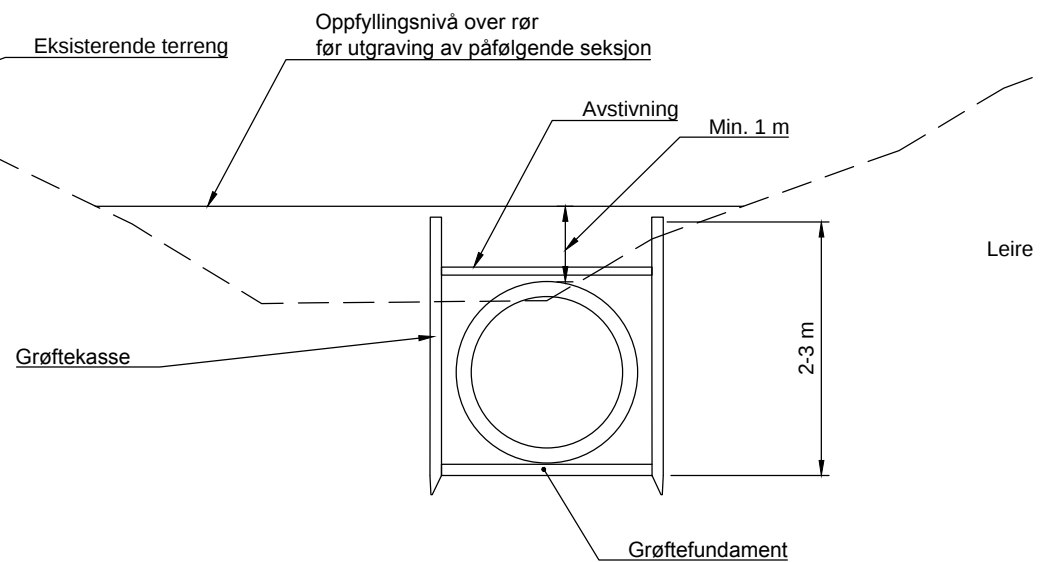
Jordart:	1	a =	m verdier fra ... til ..	m =	Maximal tøyning ε =
1 fjell, granitt, oc-leire, fast morene		1	$10^3 - 10^7$	60	
2 grus, sand, grov silt		0,5	50 - 500		
3 normalkonsolidert leire, fin silt		0	5 - 30		0,1



SNITT MED ÅPEN GRAVING
CA. PROFIL 130



SNITT MED GRØFTEKASSE
CA. PROFIL 250



SNITT MED GRØFTEKASSE
CA. PROFIL 300

BESTEMMELSER:

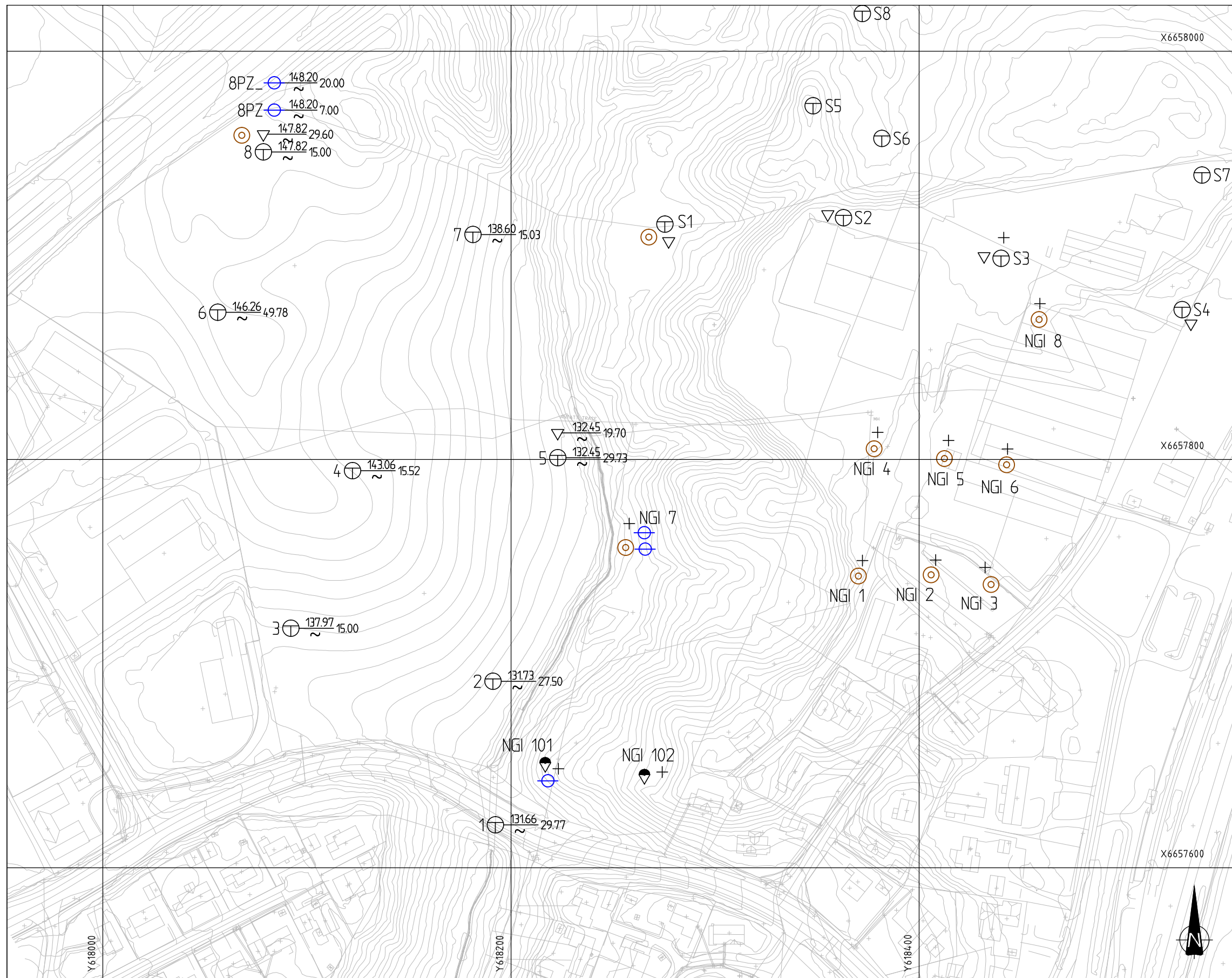
1. Grøftekasser skal benyttes ved gravedybder større enn 2,0 m.
2. Graving utføres med helning ikke brattere enn 53° helning med horisontalen.
3. Grøftegraving skal utføres i henhold Arbeidstilsynets *Veiledning for grøftearbeid*.
4. Dimensjoner på grøftekasse tilpasses av entreprenør ut fra plassbehov for rør og krav til tilbakefyllingsmasser rundt rør.
5. Maksimal lengde på åpen grøft er 6 m. Begrensningen gjelder grøft både med og uten bruk av grøftekasser.
6. For bruk av grøftekasser, se også 17079 Notat RIG05.

Rev.	Revisjonstekst	Dato	Tegnet	Kontroll
00	Original	22.11.17	JJ	SKa



Elvesletta 35
2323 Ingeberg
Telefon: 95 48 50 00
E-post: post@georaad.no

Tiltakshaver	Bilag nr.	Tegning nr.
-	D01	N05D01
Oppdragsgiver	Prosjekt nr.	Målestokk
Bulk Lindeberg II AS	17079	1:100 (A3)
Prosjekt	Dato	Revisjon
Bjerke industriområde	22.11.2017	00
Tegningstittel	Ansvarlig	Kontrollert
Graving og grøftekasser. Prinsippsnitt	JJ	SKa



TEGNFORKLARING:

- TOTALSONDERING
- DREIETRYKKSONDERING
- PRØVESERIE
- VANNSTANDSRØR
- CPTU
- VINGEBORING

FORKLARINGER:

- S1-S8: Grunnundersøkelser utført av SWECO, kfr. SWECO-rapport 1, oppdrag 16 62 50, datert 13.05.2011.
 - NGI 101 - NGI 102: Grunnundersøkelser utført av NGI, kfr. NGI-rapport nr. 950629, datert 29.11.1995
 - 1 - 8: Grunnundersøkelser utført av Løvlien Georåd AS i 2017, kfr. Løvlien-rapport 17079 rapport nr. 1.
 - NGI 1 - NGI 7: Grunnundersøkelser utført av NGI, kfr. Rapport 69006, datert 20. april 1969.
- Borpunkt 1-8 er plassert koordinatrigtig på planen. Øvrige grunnundersøkelser er plassert omtrentlig.



Elvesletta 35
2323 Ingeberg
Telefon: 95 48 50 00
E-post: post@georaad.no

00	Original	21.11.17	JJ	Ska
Rev.	Revisjonstekst	Dato	Tegnet	Kontroll
Tiltakshaver		Bilag nr.	Tegning nr.	
-		D02	N05D02	
Oppdragsgiver		Prosjekt nr.	Målestokk	
Bulk Lindeberg II AS		17079	1:2000 (A3)	
Prosjekt		Dato	Revisjon	
Bjerke industriområde		10.11.2017	00	
Tegningstittel		Ansvarlig	Kontrollert	
Utførte grunnundersøkelser. Oversiktsplan		JJ	SKa	