

NOTAT

OPPDRAAG	Bruer E8 Halsebakkan - Skibotn	DOKUMENTKODE	712620-RIG-NOT-001
EMNE	Prosjekteringsforutsetninger og geoteknisk vurdering, Kavelelv	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAAGSGIVER	Statens Vegvesen Region Nord	OPPDRAAGSLEDER	Ole Listad Hansen
KONTAKTPERSON	Jørn Are Torslien	SAKSBEH	Ida Mari Bueide
KOPI		ANSVARLIG ENHET	4012 Tromsø Geoteknikk

SAMMENDRAG

Statens Vegvesen Region Nord har under planlegging en bru over Kavelelv som skal pelefunderes til berg. Foreliggende notat omhandler pelelengder, jordtrykksberegning av landkar og erosjonssikring. Bergoverflaten ligger på mellom kote 29 – 33 med en løsmassemektighet mellom 18 – 21 m. Opptak av horisontale bremsekrefter innover landkaret er større enn 3500kN for gitte dimensjoner. Pelelengdene blir mellom 18 og 21 m. Landkarene og elveskråningen i nærheten erosjonssikres med velgradert sand/grus/stein.

1 Innledning

Statens Vegvesen Region Nord har under planlegging to bruer over Kavelelv og Lulleelv i forbindelse med utbygging av E8 fra Halsebakkan til Skibotn i Storfjord kommune.

Multiconsult AS er engasjert som rådgivende ingeniør i geoteknikk for prosjektet omfattende de to bruene. Foreliggende notat omfatter beregning av jordtrykk og erosjonssikring av elveskråning og landkar for Kavelelv bru.

Grunnundersøkelser er utført av Rambøll. Det vises til rapport nr. 1, oppdrag nr. 1350002182 E8 Halsebakken – Skibotn.

Det henvises til 712620-RIG-NOT-002 for pelebeskrivelse.

2 Grunnforhold

Totalsonderingene viser at bergoverflaten ligger på mellom kote 29 og kote 33. Løsmassemektighet er mellom 18 – 21 m. Grunnen består i hovedsak av 3 lag. Øverst er et lag med høy sonderingsmotstand med mektighet på mellom 3 – 4 m. Under er et lag med middels sonderingsmotstand med en mektighet på mellom 11 – 17 m. Over berg er sonderingsmotstanden høy, laget har en mektighet på mellom 0 – 6 m.

Løsmassene i det midterste laget består av siltig leire med vanninnhold på ca. 25 %. Omrørt skjærstyrke ligger mellom 2,0 – 3,3 kN/m², skjærfasthet fra konus og enaks er 35 – 85 kN/m².

	03.03.15		imb	tones	erbk
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

Beregningsnotat Kavelelv

Leirmassene er klassifisert som meget telefarlige, klasse T4. Leirmassene er ikke sprøbruddsmateriale.

Deler av rapport nr. 1, oppdrag nr. 1350002182 *E8 Halsebakken – Skibotn* fra Rambøll er presentert i tegning 712620-RIG-TEG-001 og -100, henholdsvis borplan og profil av boringer ved Kavelelv.

3 Sikkerhetsprinsipper

3.1 Geoteknisk prosjektering. Kategori, grensetilstander

Følgende klassifisering av prosjektet er valgt, og er grunnlagt i vedlegg A:

- Geoteknisk kategori: 2
- Konsekvens- og pålitelighetsklasse (CC/RC): 2
- Grunntype seismisk påvirkning: E
- Tiltaksklasse iht. PBL: 2
- Kontrollklasse for prosjektering og utførelse: «Normal»

4 Geoteknisk vurdering

Bru over Kavelelv planlegges fundamentert med stålkjernepeler til berg. Pelelengdene ventes å bli 18-21 m lange med nivå peletopp beliggende på ca. kote 50.

I toppen bores det gjennom et lag av sand/grus med høy sonderingsmotstand og en mektighet på 3-4 m. Videre bores det gjennom siltig leire med lav sonderingsmotstand. Over berg bores det gjennom fast morene med høy sonderingsmotstand. Laget har en mektighet på opp mot 6 m.

4.1 Jordtrykkskapasitet

Det er forutsatt at horisontale bremsekrefter skal tas opp som passivt jordtrykk fra landkar mot massene bakenfor. Det er utført jordtrykksberegninger for å se på størrelsen av horisontalt jordtrykk.

Det forutsettes følgende:

- Friksjonsvinkel $\varphi = 45^\circ$, $a = 0$ og $\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$, tilførte sprengsteinsmasser
- Materialkoeffisient $\gamma_M = 1,4$ for friksjonsmateriale
- Ruheten er valgt til $r = 0$
- Ytre last q er neglisjert, om denne er til stede vil den gi et positivt bidrag
- Det er antatt horisontalt terreng bak støttekonstruksjonen
- Høyden av landkarveggen er antatt $H_{\text{bak}} = 3,3 \text{ m}$
- Høyden av terreng foran støttemur er antatt $H_{\text{front}} = 1,5 \text{ m}$
- Jordtrykkskoeffisientene er gitt til $K_A = 0,28$ og $K_P = 3,75$

Dimensjonerende totalt jordtrykk på landkarveggen med en lengde $L = 9,2 \text{ m}$ er 3500kN (382kN/m). Oppgitt maksimal horisontallast som skal tas opp er 385kN.

4.2 Erosjonssikring

Landkaret og skråningene erosjonssikres med et ca. 1,0 m tykt lag med velgradert sand/grus/stein med fraksjon 0-300mm med $D_{50} = 50-100\text{mm}$. Massene må være knuste masser.

Beregningsnotat Kavelelv

Erosjonssikringen legges i høyde med overkant fundament og 1,5 m ut fra fundamentet med helning på 1:1,5. Det lages en fotgrøft i bunnen med dybde 0,5 m under elvebunn. Det vises til tegning nr. 712620-RIG-TEG-500 for prinsippsnitt av erosjonssikringen.

Erosjonssikringen må gå et stykke både oppstrøms og nedstrøms bru for å sikre fundamentene. For detaljprosjektering av dette må det utføres en befaring. Utbredelsen av erosjonssikringen som går 10 m oppstrøms og nedstrøms er vist i situasjonsplanen, tegning nr. 712620-RIG-TEG-501.

Vedlegg:

Vedlegg A – Prosjekteringsforutsetninger

Tegninger:

712620-RIG-TEG-001

712620-RIG-TEG-100

712620-RIG-TEG-500

712620-RIG-TEG-501

Geoteknisk prosjektering. Kategori, grensetilstander og partialfaktorer

Innholdsfortegnelse

A.1	Prosjekteringsforutsetninger.....	2
A.1.1	Generelt	2
A.1.2	Geotekniske problemstillinger.....	2
A.1.3	Partialfaktorer for materialparametere og krav til sikkerhetsfaktor	2
A.1.4	TEK 10 § 7, Sikkerhet mot naturpåkjenninger.....	2
A.1.5	TEK 10 § 10, Konstruksjonssikkerhet.....	2
A.1.6	Geoteknisk kategori.....	3
A.1.7	Konsekvensklasse/pålitelighetsklasse (CC/RC).....	3
A.1.8	Kvalitetssystem	3
A.1.9	Seismisk grunntype	4
A.1.10	Bruddgrensetilstander.....	4
A.1.11	Dimensjoneringsmetode (STR og GEO).....	4
A.1.12	Partialfaktorer/lastvirkninger (A).....	5
A.1.13	Partialfaktorer grunnens egenskaper (M) & (R).....	5
A.1.14	Partialfaktorer pelemateriale	5

A.1 Prosjekteringsforutsetninger

A.1.1 Generelt

Gjeldende regelverk legges til grunn for prosjekteringen, og for geoteknisk prosjektering gjelder dermed:

- Teknisk forskrift, TEK 10 § 7 og § 10
- NS-EN 1990-1:2002 + NA:2008 (Eurokode 0) /1/
- NS-EN 1997-1:2004 + NA:2008 (Eurokode 7) /2/
- NS-EN 1998-1:2004 + NA:2008 (Eurokode 8) /4/
- NS-EN 1998-5:2004 + NA:2008 (Eurokode 8) /5/

I tillegg:

- Statens vegvesen (SVV), Håndbok V220 Geoteknikk i vegbygging, 6. utgave, juni 2010
- Statens vegvesen (SVV), Håndbok 274 Grunnforsterkning, fyllinger og skrånninger, april 2012
- Norsk Geoteknisk forening (NGF), Den Norske Pelekomité, Peleveiledningen, 2012

A.1.2 Geotekniske problemstillinger

Geotekniske problemstillinger for prosjektet omfatter:

- Pelefundamentering av ny bru

A.1.3 Partialfaktorer for materialparametere og krav til sikkerhetsfaktor

I henhold til NS-EN 1997:2004+NA:2008 Eurocode 7 Tabell A.2 kreves det min. $\gamma_m \geq 1,4$ ved totalspenningsanalyse og $\gamma_m \geq 1,25$ ved effektivspenningsanalyse ($a\varphi$ -analyse).

Det forventes kun friksjonsmasser i området og i henhold til Eurocode er $\gamma_m \geq 1,25$. Iht håndbok V220 er $\gamma_m \geq 1,4$ for CC/RC 2 og nøytral bruddmekanisme.

A.1.4 TEK 10 § 7, Sikkerhet mot naturpåkjenninger

I henhold til TEK 10 § 7.2 skal byggverk plasseres, prosjekteres og utføres slik at det oppnås tilfredsstillende sikkerhet mot skade eller vesentlig ulempe fra naturpåkjenninger (flom, stormflo og skred).

Brufundamentene må erosjonssikres for å ivareta TEK10 § 7.2.

A.1.5 TEK 10 § 10, Konstruksjonssikkerhet

I henhold til TEK 10 § 10.1 vil forskriftens minstekrav til personlig og materiell sikkerhet være oppfylt dersom det benyttes metoder og utførelse etter Norsk Standard (Eurokoder).

TEK 10 § 10.2 angir følgende:

Grunnleggende krav til byggverkets mekaniske motstandsevne og stabilitet, herunder grunnforhold og sikringstiltak under utførelse og i endelig tilstand, kan oppfylles ved prosjektering av konstruksjoner etter Norsk Standard NS-EN 1990 Eurokode: Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner og underliggende standarder i serien NS-EN 1991 til NS-EN 1999, med tilhørende nasjonale tillegg.

I veiledningen til TEK 10 står det:

Forskriftens krav er oppfylt dersom det benyttes metoder og utførelse etter Norsk Standard. Korrekt bruk av prosjekteringsstandardene gir samlet det nivået som tilsvarer det sikkerhetsnivået som er akseptert av myndighetene.

Ved å benytte standarder (Eurokoder) som angitt i pkt. 2.1 i prosjekteringen, vil TEK 10 § 10 dermed være ivaretatt.

A.1.6 Geoteknisk kategori

NS-EN 1997-1:2004+NA:2008 stiller krav til prosjektering ut fra tre ulike geotekniske kategorier. Valg av kategori gjøres ut fra standardens punkt 2.1 "Krav til prosjektering".

Det er gjort grunnundersøkelser i området, og vi har omfattende erfaring med tilsvarende grunnforhold og problemstillinger.

Bruen er planlagt pelefundamentert til berg.

Overordnet utføres arbeidet etter konvensjonelle metoder uten unormale risikoer.

Prosjektet plasseres i geoteknisk kategori 2.

Dette innebærer at prosjekteringen bør omfatte kvantitative geotekniske data og analyser for å sikre at de grunnleggende kravene blir oppfylt.

A.1.7 Konsekvensklasse/pålitelighetsklasse (CC/RC)

NS-EN 1990:2002+NA:2008 definerer byggverks plassering med hensyn til konsekvensklasse og pålitelighetsklasse (CC/RC). Konsekvensklasser er behandlet i standardens tillegg B (informativt), mens veiledende eksempler på klassifisering av byggverk i pålitelighetsklasser er vist i nasjonalt tillegg NA (informativt), tabell NA.A1 (901).

Prosjektet vurderes å falle under kategorien: "Veg og jernbanebruer" i Tabell NA.A1 (901). Veiledende eksempel plasserer dette i CC/RC 3. Men fundamenteringen av brua anbefales å legges i CC/RC 2 på grunn av :

- Prosjektet er ikke geoteknisk komplisert.
- Det blir samsvar mellom pålitelighetsklassen og Geoteknisk kategori.

Prosjektet plasseres i Pålitelighetsklasse CC/RC 2, som ut fra Tabell B1 /1/ beskriver "middels stor konsekvens i form av tap av menneskeliv, betydelige økonomiske, sosiale eller miljømessige konsekvenser".

A.1.8 Kvalitetssystem

Eurokode 0 gir videre føringer for krav til omfang av prosjekteringskontroll og utførelseskontroll avhengig av pålitelighetsklasse /1/.

I samsvar med tabell NA.A1 (902) og NA.A1 (903) i Eurokode 0 blir prosjekteringskontroll og utførelseskontroll av geotekniske arbeid satt til kontrollklasse **N (Normal eller grunnleggende kontroll)**.

Normal prosjekteringskontroll innebærer at det utføres grunnleggende kontroll (egenkontroll) og kollegakontroll / sidemannskontroll. Dette gjennomføres etter vanlig praksis i Multiconsult.

For **utførelse** innebærer kontrollklasse "N" at det fra foretaket som utfører arbeidet skal gjøres basiskontroll av alt utført arbeid. I tillegg skal det utføres en intern systematisk kontroll som innebærer regelmessig kontroll med faste rutiner og dokumentasjon.

Under vises Statens vegvesens veiledning til kontroller som forventes utført avhengig av valgt kontrollklasse (Basis / Normal / Utvidet) over.

Kontroll av	Kontrollklasse		
	B	N	U
- global likevekt	B	N	U
- kritiske komponenter (konstr.deler, knutepunkter, opplegg etc.)	B	N	U
- beregninger og tegninger	B	N	U
- samsvar mellom beregninger og tegninger		N	U
- at funksjonskravene er oppfylt		N	U
- lastantakelser og beregningsmodeller for laster		N	U
- modeller for konstruksjonsanalyse og bereg. av lastvirkninger		N	U
- at det foreligger tilstrekkelig kjennskap til grunnforhold for å bestemme karakteristiske parametere	B	N	U
- relevans av antatte materialegenskaper			U
- spesifisering av lastantakelser og tilhørende beregningsmodeller			U
- tilleggskontroll av konstruksjonsberegninger ved å utføre tilstrekkelige uavhengige beregninger			U
- at krav til utførelseskontroll er relevante			U

Figur A.1: Omfang av prosjekteringskontroll relatert til kontrollklasse (figur 0.9 i HB 016)

A.1.9 Seismisk grunntype

Etter NS-EN 1998-1:2004+NA:2008 Eurokode 8: *Prosjektering av konstruksjoner for seismisk påvirkning* vurderes tomte å ligge klasse Grunntype E. Løsmassetykkelsen er over 20 m med sand/grus/stein i toppen og fast leire.

A.1.10 Bruddgrensetilstander

Følgende bruddgrensetilstander er aktuelle for geoteknisk design i prosjektet /2/:

- STR: Intern svikt eller for stor deformasjon i konstruksjon eller bærende deler, medregnet f.eks. fundamenter, peler eller kjellervegger, der konstruksjonsmaterialenes fasthet gir et betydelig bidrag til motstanden.

$$E_d \leq R_d$$

- GEO: Svikt eller for stor deformasjon i grunnen, der fastheten av jord eller berg gir et betydelig bidrag til motstanden.

$$E_d \leq R_d$$

Eurokoden åpner for bruk av både strengere og mildere verdier for partialfaktorer enn de som er anbefalt i tillegg A eller nasjonalt tillegg.

A.1.11 Dimensjoneringsmetode (STR og GEO)

Dimensjoneringsmetode 3 blir benyttet for all annen geoteknisk prosjektering enn peler. Følgende sett av partialfaktorer blir benyttet for denne dimensjoneringsmetoden (2.4.7.3.4.4, ref. /5/ og NA.A1.3.1(5) /1/):

Påvirkninger / lastvirkninger: A1 (konstruksjonslaster) & A2 (geotekniske laster)
Grunnens egenskaper: M2

Motstand: R3

For peler benyttes dimensjoneringsmetode 2 der følgende sett av partialfaktorer blir benyttet (NA.A1.3.1(5) /1/)

Påvirkninger / lastvirkninger: A1 (konstruksjonslaster)

Grunnens egenskaper: M1

Motstand: R2

A.1.12 Partialfaktorer/lastvirkninger (A)

For geotekniske laster benyttes lastfaktor 1,0 for permanente laster og 1,3 for variable laster. (ECO: Tabell NA.A1.2(C), ref. /1/).

For gunstige lastvirkninger, og for beregninger i ulykkesgrensetilstand, regnes det med partialfaktor 1,0 på lasta.

A.1.13 Partialfaktorer grunnens egenskaper (M) & (R)

Dimensjoneringsmetode 3 (generell geoteknisk prosjektering)

Følgende gjelder for partialfaktor på effektiv friksjon ($\tan \phi'$) og kohesjon, udrenert skjærfasthet og tyngdetetthet etter dimensjoneringsmetode 3 (NA.A.3.2, ref. /2/):

$$\gamma_{\phi'(M2)} = 1,25 \quad / \quad \gamma_{c'(M2)} = 1,25 \quad / \quad \gamma_{cu(M2)} = 1,4 \quad / \quad \gamma_{\gamma(M2)} = 1,0$$

Dimensjoneringsmetode 2 (peler)

Følgende gjelder for partialfaktor på effektiv friksjon ($\tan \phi'$) og kohesjon, udrenert skjærstyrke og tyngdetetthet etter dimensjoneringsmetode 3 (Tabell NA.A.3.2, ref /2/):

$$\gamma_{\phi'(M1)} = 1,0 \quad / \quad \gamma_{c'(M1)} = 1,0 \quad / \quad \gamma_{cu(M1)} = 1,0 \quad / \quad \gamma_{\gamma(M1)} = 1,0$$

Partialfaktor for motstand avhenger av pelenes installasjonsmetode. Alle peler i prosjektet er planlagt installert ved boring. Følgende partialfaktorer for motstand er da aktuelle:

$$\begin{aligned} \gamma_{b(R2)} &= 1,3 && \text{(Spissmotstand)} \\ \gamma_{s(R2)} &= 1,3 && \text{(Sidefriksjon)} \\ \gamma_{t(R2)} &= 1,3 && \text{(Total bæreevne, trykkpel)} \\ \gamma_{s;t(R2)} &= 1,4 && \text{(Sidefriksjon for strekkpel)} \end{aligned}$$

A.1.14 Partialfaktorer pelemateriale

Følgende gjelder i forhold til stålpeler iht. Eurokode 3 (/12/ NA2010):

$$\begin{aligned} \gamma_{M0} &= 1,05 && \text{(Tverrsnittskapasitet uansett klasse)} \\ \gamma_{M1} &= 1,10 && \text{(Kapasitet staver - instabilitet)} \\ \gamma_{M2} &= 1,25 && \text{(Kapasitet strekkpåkjenning)} \end{aligned}$$

Y:\0712\712620\712620-03 ARBEIDSRÅDE\712620-02 RIG\712620-05 MODELLER\712620-RIG-TEG-001.dwg, - Layout: (RIG-TEG-001 Borplan Kavelev); - Plottet av: idmb, Dato: 2015.03.03 kl 9:58

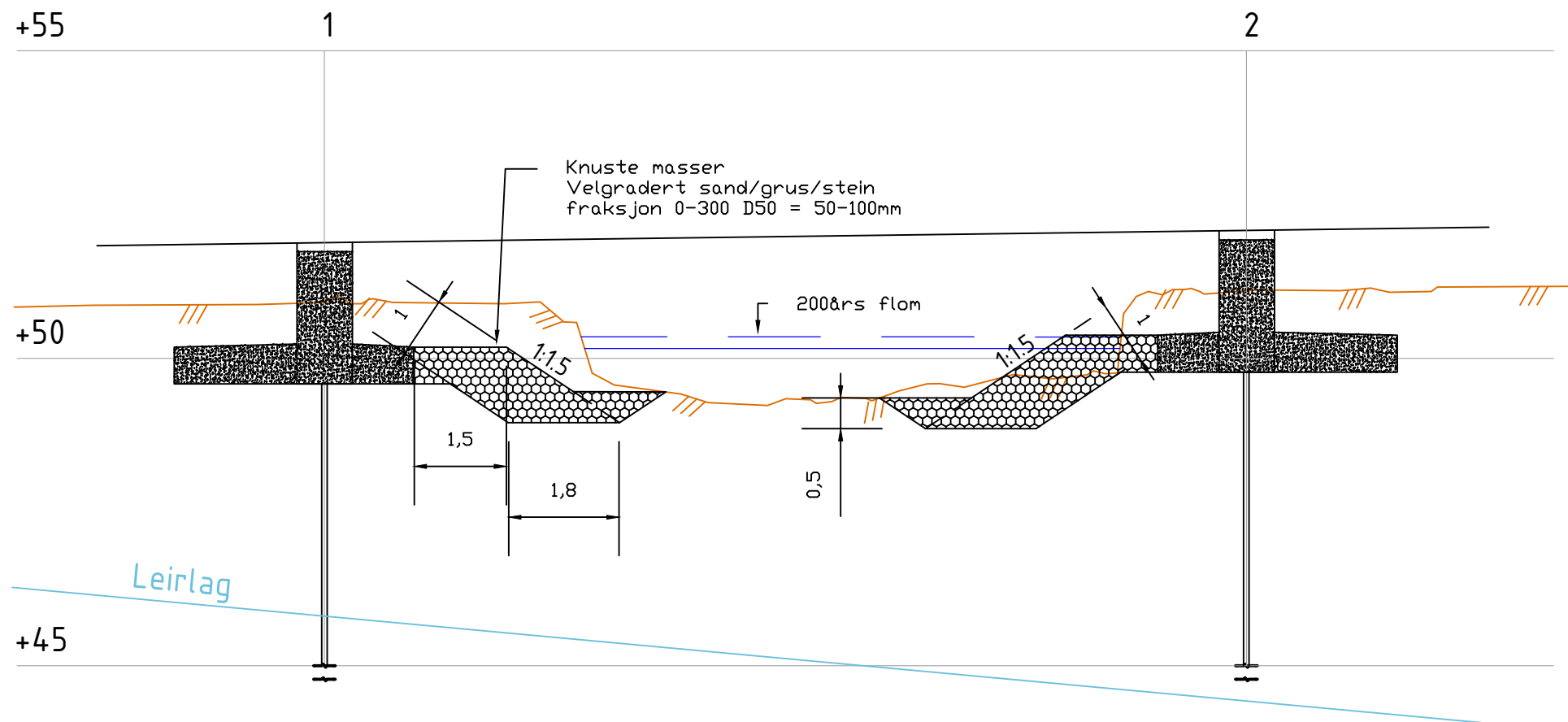


Rev.	Beskrivelse	Endr.liste	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
x			xx.xx.xxxx	xxx	xxx	xxx

Multiconsult
www.multiconsult.no

Bruer E8 Region Nord
Statens Vegvesen Region Nord
Borplan

Status	-	Fag	Geoteknikk	Original format	A3	Dato	03.03.2015
Konstr./Tegnet	imb	Kontrollert	Kavelev	Godkjent	erbk	Målestokk	1:500
Oppdragsnr.	712620	Tegningsnr.	RIG-TEG-001	Rev.	-		



Koter og dimensjoner antatt fra Statens Vegvesens tegning nr. K2-01 (14.02.14)

Rev.	Beskrivelse	Endr.liste	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
x			xx.xx.xxxx	xxx	xxx	xxx

Multiconsult
www.multiconsult.no

Bruer E8 Halsebakkan-Skibotn
Statens Vegvesen Region Nord
Kavelelv
Prinsippsnitt erosjonssikring

Status	-	Fag	Geoteknikk	Original format	A3	Dato	02.03.2015
Konstr./Tegnet	imb	Kontrollert	tones	Godkjent	erbk	Målestokk	1:100
Oppdragsnr.	712620	Tegningsnr.	RIG-TEG-500	Rev.	-		

Y:\0712\712620\03 ARBEIDSSOMRÅDE\712620-02 RIG\712620-RIG-TEG-500.dwg, - Layout: [712620-RIG-TEG-500], - Plottet av: idmb, Dato: 2015.03.02 kl 14:03

Y:\0712\712620\712620-03 ARBEIDSRÅDE\712620-02 RIG\712620-RIG-TEG-500 Erosjonssikring Utbredelse.dwg, - Layout: (RIG-TEG-501 Kavelelv Erosjonssikring Utbredelse); - Plottet av: idmb, Dato: 2015.02.27 kl:10:47



Rev.	Beskrivelse	Endr.liste	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
x			xx.xx.xxxx	xxx	xxx	xxx

Multiconsult
www.multiconsult.no

Bruer E8 Halsebakkan-Skibotn
Statens Vegvesen Region Nord
Kavelelv
Erosjonssikring Situasjonsplan

Status	-	Fag	Geoteknikk	Original format	A3	Dato	27.02.2015
Konstr./Tegnet	imb	Kontrollert	tones	Godkjent	erbk	Målestokk	1:500
Oppdragsnr.	712620	Tegningsnr.	RIG-TEG-501	Rev.	-		