

**Dovrebanen
(Fåberg) – Vinstra
Ringebu, km 241
Randklev bru**

**VURDERING AV SIKRINGSFYLLING FOR
BYGGING AV PILAR 3**

00C	Førstegangsutsendelse	20.11.2023	ERP	KIAA	AFLOSL	
Rev.	Revisjonen gjelder	Dato	Utarb. av	Kontr. av	Godkj. av	
Dovrebanen (Fåberg – Vinstra) Ringebu, km 241 Randklev bru Vurdering av sikringsfylling for bygging av pilar akse 3		Ant. sider	Fritekst 1d			
		15	Fritekst 2d			
			Fritekst 3d			
			Produzent			
		Prod. dok. nr.				
		Erstatning for				
Prosjekt: 60070710		Dokument nr.:			Rev.	
		POM-03-A-00039			00C	
		FDV-dokument nr.:			Rev.	

1	INNLEDNING.....	3
2	TOPOGRAFI OG GRUNNFORHOLD.....	4
3	GRUNNLAG FOR GEOTEKNISK PROSJEKTERING.....	5
3.1	GEOTEKNISK KATEGORI	5
3.2	PÅLITELIGHETSKLASSE (CC/RC).....	5
3.3	PROSJEKTERINGS- OG UTFØRELSESKONTROLL	5
3.4	REGELVERK OG HÅNDBØKER.....	5
3.5	PARTIALFAKTOR	5
4	GEOTEKNISKE VURDERINGER	6
4.1	FYLLING	6
4.2	STABILITET OG PÅVIRKNING FRA ISLAST	6
4.3	HYDROLOGISKE BEREKNINGER.....	7
4.4	BESKRIVELSE AV FYLLINGSARBEIDER.....	8
5	KONTROLLPLAN FOR UTFØRELSE.....	10
6	REFERANSER	11
7	SAMMENDRAG	12
8	VEDLEGG	13

1 INNLEDNING

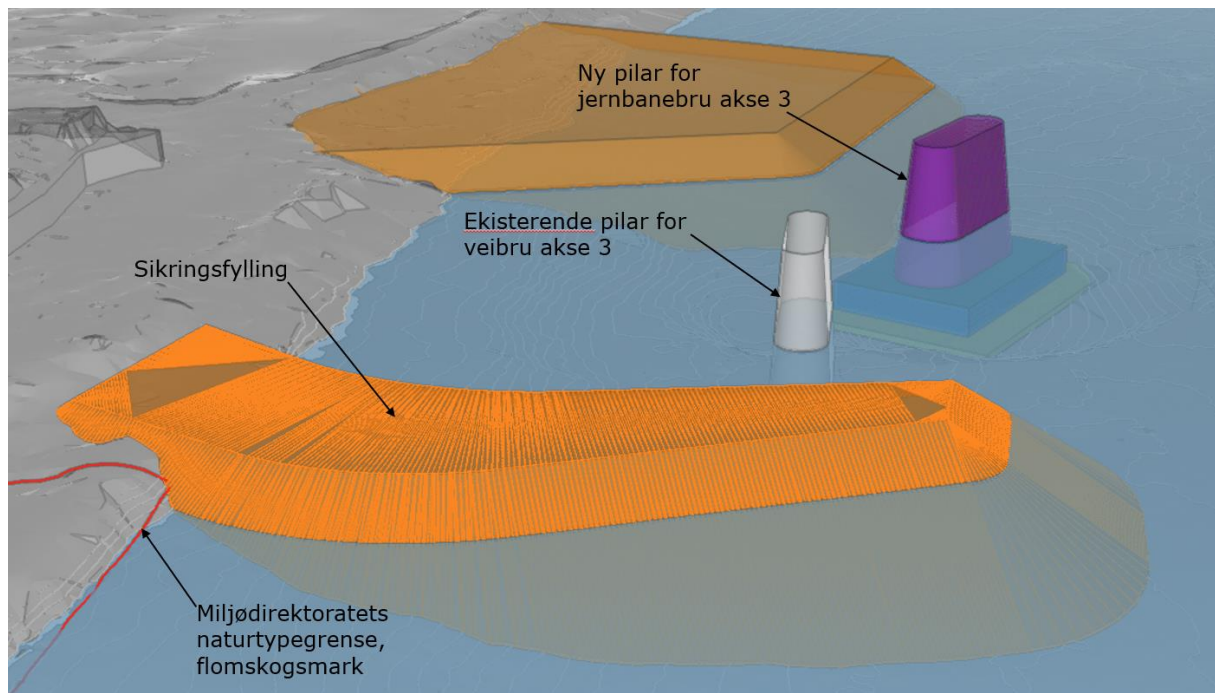
Notat omhandler geotekniske vurderinger av fylling for sikring av ny pilar for jernbanebru i akse 3 i byggefasen.

Ny pilar for jernbanebru i akse 3 skal bygges ved bruk av en senkekaske av betong som plasseres på avrettet elvebunn. For å beskytte senkekasen og dykkere mot drivende is, skal det bygges en midlertidig sikringsfylling på oppstrøms side av eksisterende veibru.

Mot nord – vest ligger planlagt fylling tett inntil en registrert naturtype, flomskogsmark med svært høy kvalitet.

Fyllingsgeometrien er bestemt og avgrenset av nødvendig lengde ut i elva for å sikre pilar i akse 3, fyllingsfot mot eksisterende pilar for veibru, tilgang fra eksisterende vei på land og mot naturtypegrense mot nord-vest.

Fyllingen planlegges fjernet senest før vårlommen 2024.



Figur 1 viser planlagt sikringsfylling, pilar 3 for jernbanebru og miljødirektoratets naturtypegrense

2 TOPOGRAFI OG GRUNNFORHOLD

Området på nordsiden av elva, hvor fyllingen skal legges ut, er flatt med dyrket mark og noe skog.

Det er utført grunnundersøkelser på land og langs elvebredden. For detaljert beskrivelse av topografi og grunnforhold vises det til beskrivelse gitt i POM-03-A-00012, Datarapport geotekniske grunnundersøkelser datert 27.09.23.

Grunnforholdene vurderes å være tilsvarende tidligere beskrivelse på østsiden av bruene, og består i hovedsak av grov grus og sandig, grusig materiale til ca. 15 meters dybde. Under dette gruslaget ligger det et lag med antatt sand til stor dybde.



Bilde 1 viser grusmasser fra prøvegraving i elv ved pilar 3 for jernbanebru

3 GRUNNLAG FOR GEOTEKNISK PROSJEKTERING

3.1 Geoteknisk kategori

Eurokode 7 stiller krav til prosjektering ut fra tre geotekniske kategorier. Valg av kategori gjøres ut fra standardens punkt 2.1 «Krav til prosjekteringen». De planlagte arbeidene vurderes å falle inn under kategorien «konvensjonelle typer konstruksjoner og fundamenter uten unormale risikoer eller vanskelige grunn- og belastningsforhold». Krav til prosjektering er vurdert til å være iht. geoteknisk kategori 2.

3.2 Pålitelighetsklasse (CC/RC)

Eurokode 0 tabell NA.A1(901) gir veiledende eksempler for klassifisering av byggverk, konstruksjoner og konstruksjonsdeler. Tabellen er delt inn i pålitelighetsklasser (CC/RC) fra 1 til 4. Tiltaket vurderes å ligge innenfor kategorien «Grunn- og fundamenteringsarbeider og undergrunnsanlegg ved enkle, og oversiktlige grunnforhold.» Fyllingen plasseres i pålitelighetsklasse 2.

3.3 Prosjekterings- og utførelseskontroll

Eurokode 0 stiller krav til graden av prosjekterings- og utførelseskontroll (kontrollklasse) hver for seg, avhengig av pålitelighetsklasse.

Iht. tabell NA.A1 (902) og NA.A1 (903) i Eurokode 0 settes prosjekteringskontroll og utførelseskontroll av geotekniske arbeider til kontrollklasse PKK2/UKK2.

3.4 Regelverk og håndbøker

Geoteknisk prosjektering er utført i henhold til følgende regelverk og håndbøker:

- NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016 (Eurokode 0) [1]
- NS-EN 1991-1-1:2002+NA:2019 (Eurokode 1) [2]
- NS-EN 1997-1:2004+NA:2020 (Eurokode 7) [3]
- NS-EN 1998-1:2004+A1:2013+NA:2021 (Eurokode 8) [4]
- Statens vegvesen, Håndbok N200 Vegbygging [5]
- Statens vegvesen, Håndbok V220 Geoteknikk i vegbygging [6]
- Statens vegvesen, Håndbok N400 Bruprosjektering [7]
- Statens vegvesen, Håndbok R761, Standard beskrivelse for vegkontrakter [8]
- Bane NOR, Teknisk regelverk [9]
- NVE, Retningslinje for laster og dimensjonering, Norges vassdrags- og energidirektorat [10]

3.5 Partialfaktor

For partialfaktorer for fyllingen legges Tabell A.16 Partialfaktorer for jordparametre og motstand i NS-EN 1997 [3] til grunn.

For friksjonsvinkel og effektiv kohesjon er krav til partialfaktor $\gamma_M = 1,25$.

4 GEOTEKNISKE VURDERINGER

Fyllingen bygges for å beskytte senkekassen for nytt fundament i akse 3 på jernbanebrua mot drivende is. Av plassmessige årsaker må fyllingen legges på oppstrøms side av veibrua. Fyllingen bygges fra eksisterende vei som går under begge bruene, og legges med foten inntil naturtypesone mot vest og brupilar for veibru mot øst. Fyllingen legges tilstrekkelig langt ut i elva slik at den stopper eller leder bort drivende is fra området der senkekassen skal bygges, uten at den snevrer inn elveløpet eller øker vannstrømmen av betydning i øvrige deler av elva.

4.1 Fylling

Fyllingen bygges opp av sprengstein fra elvebunnen til kote +184,5. Massene skal være godt drenerende, velgradert og av god steinkvalitet med kubisk form, og ikke inneholde finstoff/ subbus.

Over vann legges fyllingen ut lagvis og komprimeres med «normal komprimering» i henhold til NS 3458.

Oppstrøms side og endekant mot sør av fyllingen erosjonssikres med steinstørrelse $D_{50} = 0,3$ meter. Tykkelse erosjonssikringslag minimum 0,6 meter. Hjørnet på oppstrøms side må avrundes så godt det lar seg gjøre.

Fylling må ikke legges brattere enn 1:1,5.

4.2 Stabilitet og påvirkning fra islast

Foruten islast, skal ikke fyllingen belastes med annet enn anleggstrafikk i forbindelse med bygging, og i senere faser for utlegging av erosjonssikring.

Statens vegvesens Håndbok V221 [7] angir stabil fyllingshelning på 1:1,5 for sprengsteinsmasser, noe som legges til grunn for denne fyllingen.

Fyllingen bygges for å senke vannhastigheten og beskytte området hvor ny pilar for jernbanebru skal bygges mot drivende is. Det er vanskelig å bedømme hvilken islast som vil påvirke fyllingen. Da fyllingen vil medføre lavere vannhastighet på oppstrøms side, vurderes det at vannet vil fryse i dette området på vinteren. Vi mener derfor at NVEs retningslinjer for laster og dimensjonering [10] legges til grunn, og fyllingen påvirkes av normverdi for islast på 100 kN/m. Islasten angriper 0,25 meter under høyeste regulerte vannstand, i dette tilfellet høyeste flomvannstand i byggefasen, tilsvarende kote +183,3.

Med topp fylling på kote +184,5 og minimumsbredde på fyllingen på 5 meter, er stabiliteten ved påvirkning fra islast ivarettatt med en oppnådd mobiliseringsgrad på 0,77. Se vedlegg 1 for beregning.

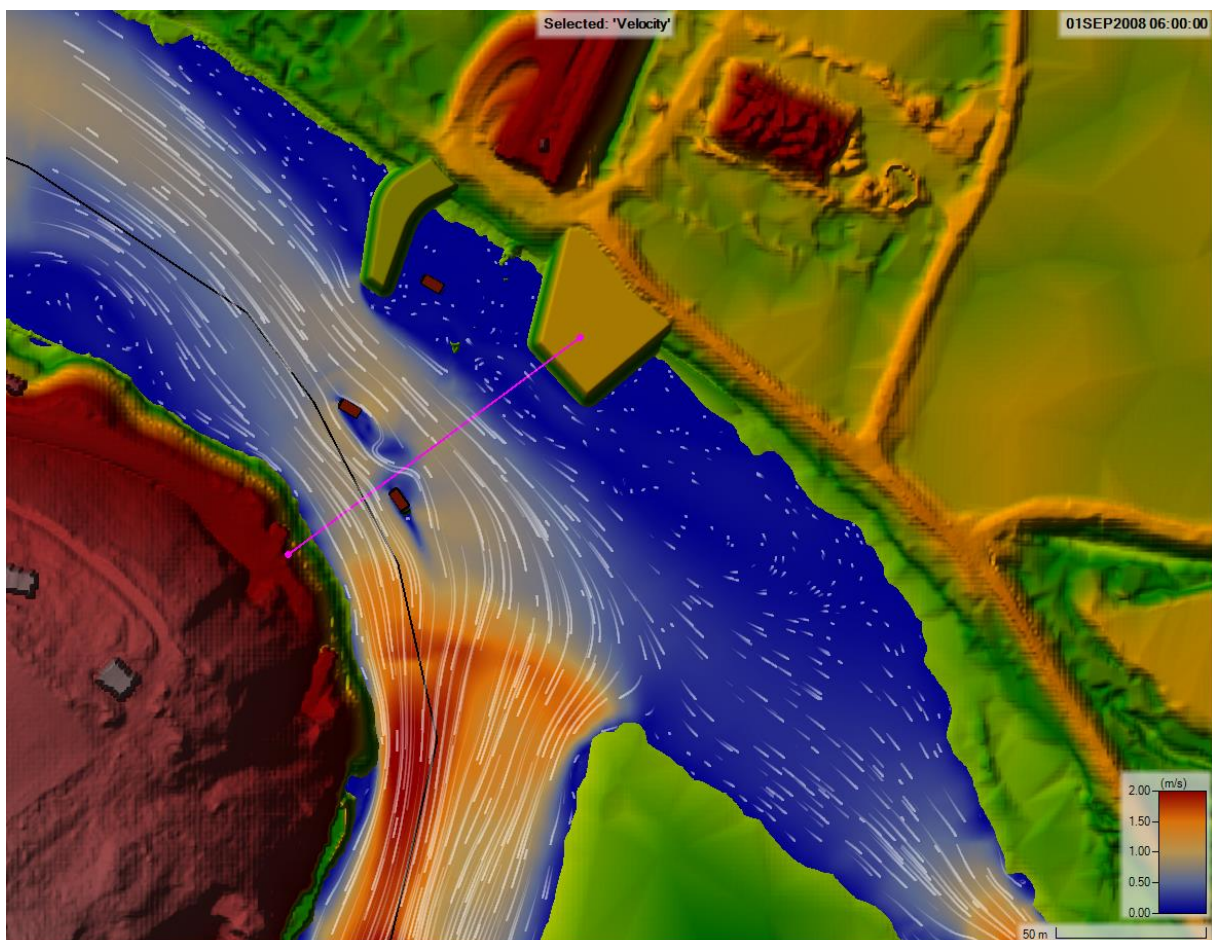
Planlagt fylling kommer tett inntil eksisterende fundament i akse 3 for veibru. Det må fylles forsiktig i dette området slik at fyllingen ikke kommer nær, eller påvirker eksisterende fundament.

4.3 Hydrologiske beregninger

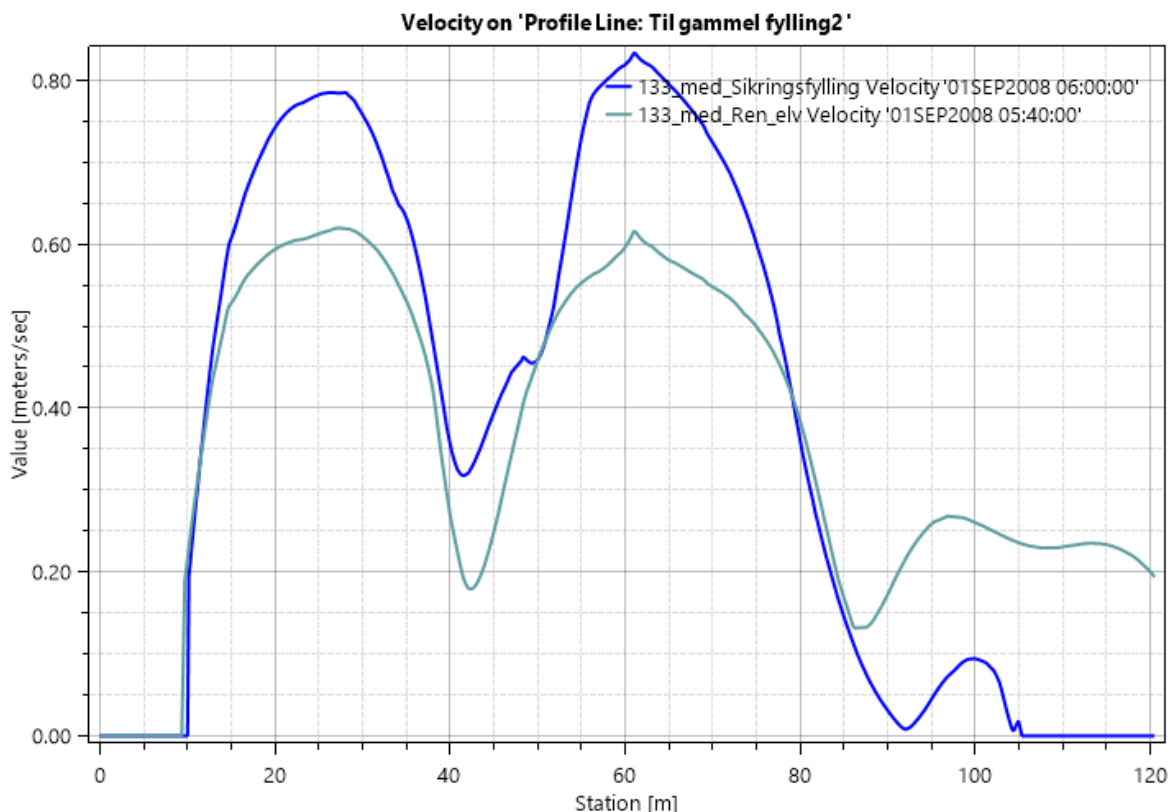
Hydrologiske beregninger viser at fyllingens påvirkning på vannstrømmen i elva er liten, og innenfor krav som tidligere er godkjent i søknad til NVE.

Der er simulert med en typisk vintervannføring lik $133 \text{ m}^3/\text{s}$ i elva. Det er simulert en situasjon med ren elv uten konstruksjoner i elva, og en situasjon med fyllinger som vist på figur 2. Simuleringen viser at med fyllinger ledes strømmen inn mot midten og fører til en liten økning av vannhastigheten i midten av elva. Dette er en liten økning som ligger mellom 20 og 30 cm/s og som er vist i figur 2 og 3.

Hastigheten varierer og kan være opp til 100 cm/s på tvers av elva.



Figur 2 viser strømningsbildet ved en typisk vintervannføring på $133 \text{ m}^3/\text{s}$ ved Randklev bru



Figur 3 plott som viser vannhastigheten på tvers over elva, med og uten sikringsfylling. Det er en økning på mellom 20 og 30 cm/s med fyllingen.

4.4 Beskrivelse av fyllingsarbeider

Fyllingsarbeidene skal utføres i henhold til prosesser angitt i Statens vegvesens Håndbok R761, Prosesskode 1 [8].

Prosess	Beskrivelse	Enhet
21.3	Avtaking av vegetasjonsdekke og matjord	m ³
25.3	Jordmasser til lager <i>Gjelder masser av sand/ silt over gruslag</i>	m ³
26.4	Sprengt stein til støyvoll, ledevoll, oppfylling mot bergskjæring, erosjonssikring mv. <i>Gjelder erosjonssikring av fylling i elv på oppstrøms- og endekant til fylling mot sør. D₅₀ = 0,3 meter. Tykkelse minimum 0,6 meter</i>	m ³
26.7	Sprengt stein fra lager til fylling i linjen <i>Gjelder fylling i elv og opp til kote +184,5. Massene skal ikke inneholde finstoff/ subbus</i>	m ³
51.4	Avretting, justering og komprimering av planum på sprengt stein i skjæring, på fylling og i tunnel	m ²

Fyllingen legges ut fra land langs elvebredden og mot sør. Fyllingen skal avsluttes med plastring på oppstrøms side (mot vest) og mot sør. Plastringen legges rett på sprengsteinsmassene. Plastringen må ikke legges brattere enn 1:1,5.

Prinsippskisse og høyde for de ulike lagene i fyllingen er vist i Vedlegg 3, Prinsippskisse fyllingsgeometri.

Fyllingen plasseres på byggeplass i henhold til digital modell/ LandXML fil.

5 KONTROLLPLAN FOR UTFØRELSE

- Fyllingen må ikke legges inn over naturtypegrense mot nord-vest
- Det må påses at det ikke fylles mot pilar for veibru i akse 3
- Skråningshelningen på fyllingen og plastringslaget skal ikke være brattere enn 1:1,5
- Geometri for utlagt fylling må dokumenteres

6 REFERANSER

- [1] Standard Norge, «NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016,» Standard Norge, 2016.
- [2] Standard Norge, «NS-EN 1991-1-1:2002+NA:2019,» Standard Norge, 2019.
- [3] Standard Norge, «NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2020,» Standard Norge, 2020.
- [4] Standard Norge, «NS-EN 1998-1:2004+A1:2013+NA:2021,» Standard Norge, 2021.
- [5] Statens Vegvesen, «Håndbok N200: Vegbygging,» Statens Vegvesen, 2022.
- [6] Statens vegvesen, «Håndbok V220 Geoteknikk i vegbygging,» Vegdirektoratet, 2023.
- [7] Statens vegvesen, «Vegnormal N400 Bruprosjektering,» Vegdirektoratet, 2023.
- [8] Statens Vegvesen, «Håndbok R762, Standard beskrivelse for bruer og kaier, hovedprosess 8,» Vegdirektoratet, 2018.
- [9] Bane NOR, «Teknisk regelverk,» 14.9.2023.

- [10] NVE, Retningslinje for laster og dimensjonering, Norges vassdrags- og energidirektorat, 2003.

7 SAMMENDRAG

Det skal bygges en fylling i elva på oppstrøms side av veibrua, som har som hensikt å sikre byggefasen for nytt fundament i akse 3 for jernbanebrua. Fylling legges ut fra den nordlige elvebredden, og blir liggende tett inn til naturtypegrense mot vest og brupilar for veibru i akse 2.

Hydrologiske beregninger viser at påvirkningen fra sikringsfyllingen på vannstrømmen i elva er liten.

Fyllingen er midlertidig og skal fjernes før vårflommen 2024.

Skråningshelninger legges i henhold til anbefalinger i Statens vegvesens Håndbok V221, og stabilitetskrav vurderes dermed som oppfylt.

Fyllingen bygges opp av sprengstein som vist på prinsippskisse i vedlegg 3, og erosjonssikres på oppstrøms side og endekant mot sør med et 0,6 meters lag med steinstørrelse $D_{50} = 0,3$ meter.

Statens vegvesens Håndbok R761, Prosesskode 1, legges til grunn for utførelse av anleggsarbeidene.

8 VEDLEGG

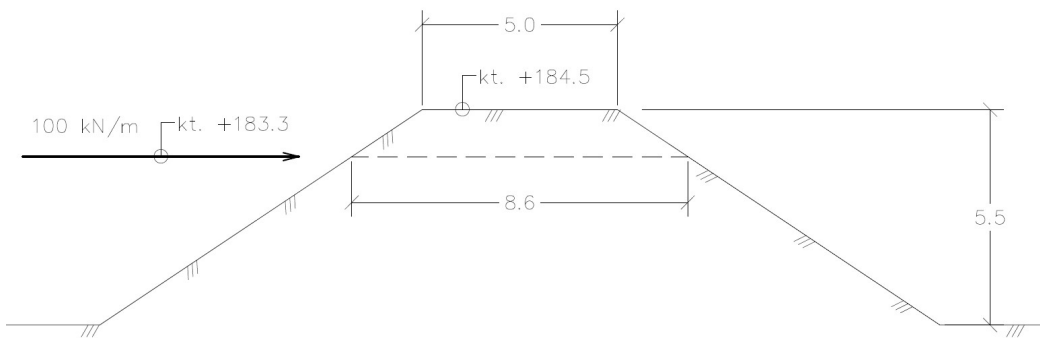
Vedlegg 1 – Beregning av fylling for påvirkning fra islast

Vedlegg 2 – Prinsippskisse oppbygning fylling

VEDLEGG 1

Randklev bru

Kontrollberegning av fylling for påvirkning fra islast



Det antas stille vann i området på oppstrøms side av fyllinga. NVEs Retningslinjer for laster og dimensjonering benyttes for dimensjonering for islast. Det benyttes 100 kN/m som horisontalbelastning på fyllingen. Islasten angriper i kt. +183,3 som er 0,25m under dimensjonerende flomvannstand på kt. +183.55.

$$\text{Horisontallast} \quad qh := 100 \quad \frac{kN}{m}$$

$$\text{Lastfaktor} \quad \gamma_f := 1.1$$

$$\text{Bredde fylling i skjærplan} \quad B := 8.6$$

Jordparametre sprengstein

$$\text{Tyngetetthet} \quad \gamma := 19 \quad \frac{kN}{m^3}$$

$$\text{Friksjonsvinkel} \quad \phi := 42 \quad ^\circ$$

$$\text{Attraksjon} \quad a := 5 \quad kPa$$

$$\text{Materialfaktor} \quad \gamma_m := 1.25$$

Antar et horisontalt skjærplan 1.2 meter under topp fylling

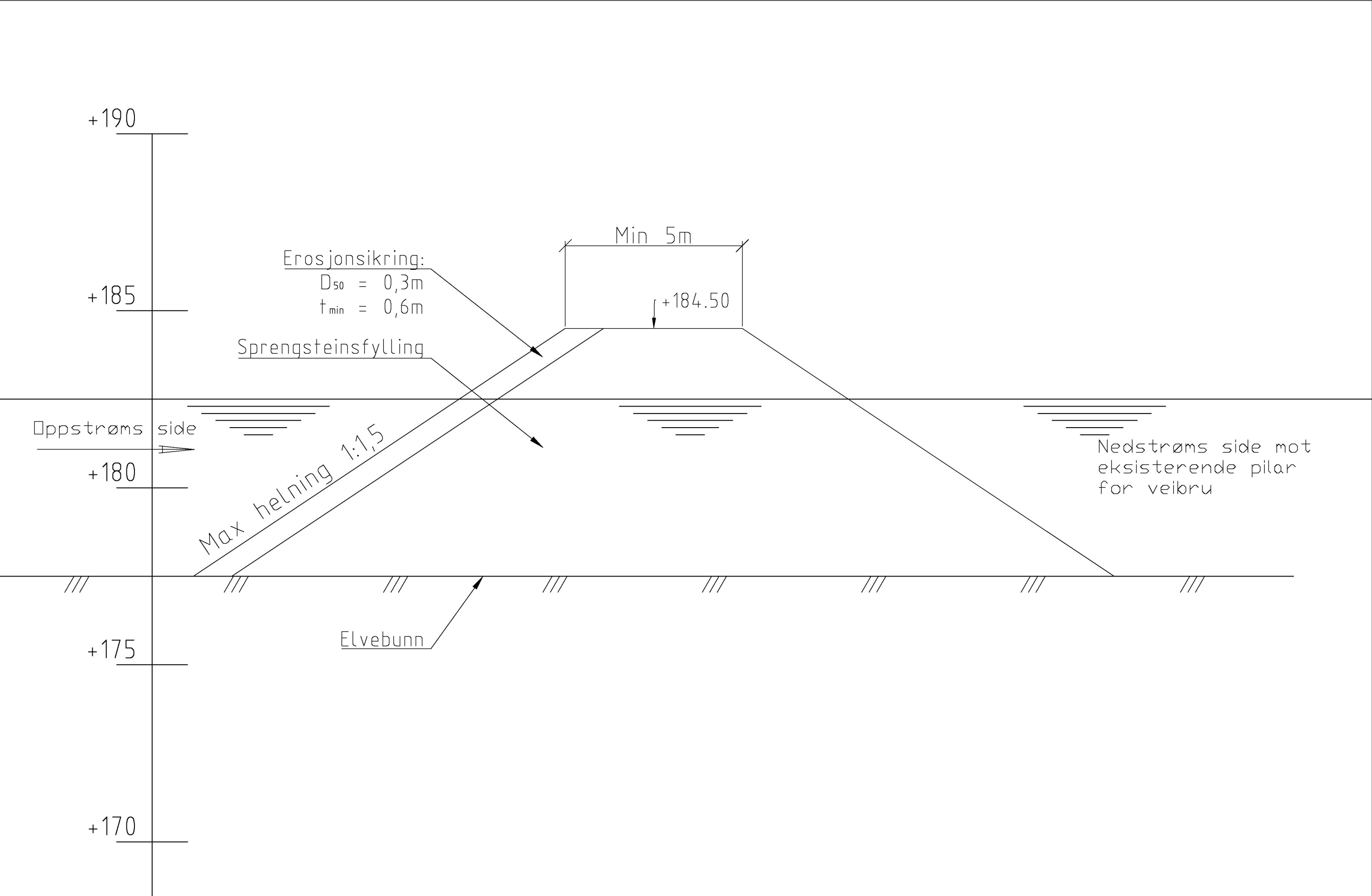
$$z := 0.95 \quad \text{Ekvivalent høyde med fylling til kote +184,5 og bredde topp fylling 5m}$$

$$\sigma_v' := \gamma \cdot z = 18.05 \quad kPa$$

$$\text{Horisontal dim. skjærspenning} \quad \tau_h := \frac{qh \cdot \gamma_f}{B} = 12.791 \quad kPa$$

$$\text{Mobiliserbar skjærstyrke} \quad \tau_d := (a + \sigma_v') \cdot \frac{\tan(\phi \cdot \text{deg})}{\gamma_m} = 16.603 \quad kPa$$

$$\text{Mobiliseringsgrad} \quad u := \frac{\tau_h}{\tau_d} = 0.77$$



						RAMBOLL Rambøll i Norge AS Kobbegate 2, 7042 Trondheim Pb. 9420 Torgarden, 7493 Trondheim TLF: 73 84 10 00 www.ramboll.no	OPPDRAG Randklev bru		INNHold Prinsippsskisse Sikringsfylling Fyllingsoppbygging	OPPDRAG NR. 1350057292	MÅLESTOKK -	BLAD NR. 01	AV 01	
00	17.11.2023		KIAA	ERP	KIAA		OPPDRAGSGIVER Bane NOR			TEGNING NR.		REV.		
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ		Vedlegg 2						0	
TEGNINGSSTATUS							Prinsippsskisse							