



Statens vegvesen
Vegdirektoratet

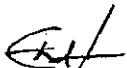

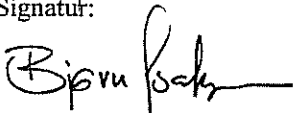
Bru til Jøa

Nord-Trøndelag

Skisseprosjekt



Oppdragsrapport

Tittel: Bru til Jøa Nord-Trøndelag Skisseprosjekt	Rapport nummer: 2003-08 BRU
	Dato: 2003-12-18
	Antall sider: 3
	Antall bilag: 9
Oppdragsgiver: Statens vegvesen Region midt	
Oppdragsgivers kontaktperson: Johannes Hildrum	
Saksbehandler: Eldar Høysæter og Bjørn Isaksen	Signatur:  
Ansvarlig: Seksjon for bruteknikk, Bjørn Isaksen	Signatur: 
Sammendrag: <p>Seksjon for bruteknikk i Vegdirektoratet har utarbeidet et skisseprosjekt for bru til Jøa. Det er laget to hovedalternativ:</p> <ul style="list-style-type: none">- Hengebru med hovedspenn 570 meter og total kostnad 365 millioner kroner. 1)- Flerspenns bjelkebru på steinfylling med total kostnad 265 millioner kroner. <p>Prisnivået ved årsskiftet 2003/2004 er brukt i kostnadsberegningene.</p> <p>Nøyaktigheten i kostnadsoverslagene vurderes å være $\pm 25\%$. Det understrekes at markedssituasjonen på byggetidspunktet vil ha betydning for kostnadene. Det gjelder spesielt hengebrualternativet.</p> <p>Risikoen knyttet til gjennomføring av prosjektene er betydelig større for alternativet med steinfylling enn for hengebrualternativet.</p> <p>1) 454 SSB 2008</p>	
Stikkord:	Fjordkryssing, kostnader
Keywords:	Strait crossing, costs

Innledning

Seksjon for bruteknikk i Vegdirektoratet har vurdert ulike løsninger for å knytte Jøa til fastlandet med bru over Seierstadvjorden. Denne rapporten beskriver de aktuelle tekniske løsningene. De to hovedalternativene er:

- I) Bjelkebru på steinfylling
- II) Hengebru

Denne rapporten bygger på en befaring av området rundt Seierstadvjorden den 21. november 2003 samt tidligere arbeid gitt i referansene /2/, /3/, /4/ og /5/.

Bjelkebru på steinfylling

I forhold til vegtraséen som er skissert i referanse /2/, foreslår vi å rette ut veglinja slik som vist på tegningen – se bilag nr. 5. Det etableres fire kjegleformete steinfyllinger ute i fjorden. På toppen av fyllingene settes det senkekasser, som blir fundamentet for selve brukonstruksjonen. Selve brukonstruksjonen er en stålkasse i samvirke med et betongdekke. Senkekassene produseres i en dokk og fløtes på plass. Ca. 70 meter lange seksjoner av ståloverbygningen produseres ferdig i verksted og fløtes inn på lekter for montasje på brustedet. Til slutt støpes betongdekket.

I prinsippet er dette en enkel og velprøvd byggeteknikk, men i referanse /5/ er det antydnet relativt dårlig grunn under steinfyllingene. Det er derfor nødvendig med detaljerte grunnundersøkelser og analyser for å påvise stabilitet av steinfyllingene. Et mulig tiltak for å stabilisere de to senkekassene nærmest land, er å pele gjennom steinfyllinga. Det er også mulig å utføre disse fundamentene som frittstående pelegrupper av utstøpte stålrørspeler. En nærmere geoteknisk undersøkelse i aksene er nødvendig for å avklare dette. Ulik fundamentering i aksene er utfordrende fordi det øker risikoen for store setningsforskjeller. Etter at kjeglene er lagt ut, kan det være aktuelt å fyre av rettede sprengladninger i underkant av selve steinfyllinga. En slik eksplosjon vil kunne utløse eventuelle latente instabiliteter i jordmassene.

De dårlige grunnforholdene medfører en betydelig risiko for fortrenkning av jordmassene under etablering av steinfyllingene. Det er derfor knyttet en betydelig usikkerhet til beregning av behovet for sprengstein. Kostnadsoverslaget er basert på teoretiske mengder, men det er brukt relativt slake skråningshelninger (1:1,5).

Brua har fem spenn og en total lengde på 640 meter. Det lengste spennet er 140 meter. Høyden på seilløpet er 12 meter. Hovedårsaken til dette valget, er å begrense lastene fra skipsstøt. En økning av høyden på seilløpet vil medføre økt dimensjonerende last fra skipspåkjørsel, som igjen påvirker dimensjonene på overbygning og senkekasser i betydelig grad.

Hengebru

Hovedspennet er 570 meter, og hovedbæresystemet består av 12 lukkede og spiralslätte kabler. Avstivningsbæreren er utformet som en lukket spisskasse i stål. Tårnene er i betong, og både tårnbein og rigler er utformet med hulltverrsnitt. Fundamentet for tårnet på fastlandssiden må sprenges ned betydelig. Viaduktene utføres som platebruer i betong.

Bredden på avstivningsbæreren er styrt av krav til vindstabilitet, og det må gjennomføres nøyaktigere undersøkelser for å minke denne.

Kraftlinja over til Jøa kommer ikke i konflikt med hengebrua.

Kostnadsoverslag

Prisnivået ved årsskiftet 2003/2004 er lagt til grunn i kostnadsoverslagene.

Kostnadsoverslaget for hengebrua er beheftet med minst usikkerhet. På befaringen den 21. november 2003 ble det observert fjell i dagen i begge tårnaksene og ved kabelforankringene. Usikkerheten i kostnadsoverslaget er først og fremst knyttet til markedssituasjonen på byggetidspunktet. Manglende geologiske undersøkelser har betydning for usikkerheten i kostnadsoverslaget, men i mindre grad enn markedssituasjonen. På fastlandssiden vil vegen gå direkte fra brua og inn i tunnel. Kostnadene knyttet til denne tunnelen er ikke med i kostnadsoverslaget for hengebrua.

Kostnadsoverslaget for bjelkebru på steinfylling er beheftet med større usikkerhet på grunn av manglende kjennskap til grunnforholdene. Usikkerheten i kostnadsoverslaget er derfor mer knyttet til etablering av steinfyllingene enn til selve brukonstruksjonen.

Skipsfart

Korrespondansen med Kystverket er vedlagt – se bilagene nr. 7, 8 og 9. Kravet til bredde på seilløpet er 80 meter og kravet til dybde er 8 meter. Begge hovedalternativene tilfredsstiller disse kravene. Forsvaret stiller også krav til farbarhet – se referanse /1/. Kystverkets krav til fri seilingshøyde er 30 meter, og dette kravet vurderes endret til 40 meter. Kostnadene forbundet med å tilfredsstille dette kravet er betydelige. Lengden på hengebruas viadukter øker. Tårnene blir høyere, og lengden på bærekablene øker. Løsningen med bjelkebru på steinfylling bør ikke realiseres med dette kravet til seilingsløp.

Miljø

Etablering av steinfyllinger i fjorden kan påvirke miljøet. Det er blant annet grunn til å tro at gjennomstrømningen i Seierstadvfjorden vil bli påvirket. Det er nødvendig å ta kontakt med relevante myndigheter på dette området for å søke om tillatelse til å etablere steinfyllingene.

Andre tekniske løsninger

Flytebru uten sideforankring kan være et alternativ til hengebru. Denne brutypen krever gode forankringsmuligheter på begge sider av fjorden (fjell) – et krav som er oppfylt i hengebrutraséen. Potensialet for å redusere kostnadene i forhold til hengebrua er til stede, men vi mangler et godt nok referansegrunnlag for å kvantifisere dette.

Hengebruspennet kan også erstattes med hybridløsning i betong, som består av en FFB-del og en skråstagdel. Denne konstruksjonstypen egner seg godt når forholdene ligger til rette for en balansert utbygging fra tårn. I hengebrutraséen på fastlandssiden er dette problematisk. Selv om det er kostnadsreduserende å bygge hele brukonstruksjonen i betong, vil denne løsningen kreve tårn med høyder over kote +120.

Gjenbruk av oljeplattformer som brufundament vurderes som uaktuelt. For det første er Seierstadvjorden relativt grunn, og disse understellkonstruksjonene står ofte på større dyp enn det som er aktuelt her. For det andre forlenges levetiden for slike installasjoner i Nordsjøen stadig, og det er derfor svært få konstruksjoner som blir ledige til dette formålet i nær framtid.

Referanser

- /1/ Foreløpig og udatert rapport fra Kystverket vedrørende «aktuelle utbyggingsprosjekt samt dimensjoneringskriterier for farleder og kriterier for typebetegnelse»
- /2/ Rapport av 24. januar 2003 fra Myklebust AS
Fastlandsforbindelse til Jøa
Rv 777 Nord-Trøndelag
Skisseprosjekt
- /3/ Notat av 26. februar 1990 fra konsulentfirmaet A.R. Reinertsen ANS
Fastlandsforbindelse til Jøa
Fosnes kommune Nord-Trøndelag
Vurdering av tunnel- og bruløsning
- /4/ Dr.Ing. A. Aas-Jakobsen AS
Bru til Jøa
Forprosjekt med kostnadsoverslag datert 20. desember 1989
- /5/ NGU-rapport nr. 86.230 datert 21. januar 1987
Refleksjonsseismiske undersøkelser i Seierstadvjorden (Elvalandet/Jøa)
Nord-Trøndelag

Revodden
Kjellneset
49
Kvernvatnet
56

fjorden

Mjøen

Ølhammaren
ØLHAMMAREN

HENGEBRU

71

136

Jektvika

Seierstad

Myrvatn

Seierstadneset

Lia

Bjørk

holmen

BRU PÅ FYLLING

Fallet

Surstad-

75

Storvika

Skjervika

Innerboinet

vika

trul-

Hest-

berget

hestudet

Jagar-

neset

115

Nufs-

Stakkvika

fjorden

Tiggset

Djupvika

Lrdvika

vika

Nord-

151

Franshammaren

134

772

151

Bilag nr. 1

763

777

772

KOSTNADSOVERSLAG BJELKEBRU PÅ STEINFYLLING

NAVN: Bru til Jøa

REGION: MIDT

Tekniske data:

Brutype:	Stålkasse med samvirkende betongdekke
Total lengde:	640,0 m
Total bredde:	7,0 m
Største spenn:	140,0 m

1. <u>Teknisk kostnadsoverslag</u> (Antatt anbudssum pr. dato, se vedlegg)	mill. kr	189,7
2. Uforutsett (Normalt 0-15%. Anvendt 10%)	mill. kr	19,0
3. Antatt anbudsbeløp	mill. kr	<u>208,7</u>
4. Uforutsette endringer under byggeprosessen (Normalt 0-5%. Anvendt 3%)	mill. kr	6,3
5. Produksjonskostnader eks. m.v.a.	mill. kr	<u>215,0</u>
6. M.V.A. (Normalt 5-10%. Anvendt 8,0 %)	mill. kr	15,1
7. Produksjonskostnader	mill. kr	<u>230,1</u>
8. Byggherrekostnader (Normalt 10-25%. Anvendt 15%)	mill. kr	34,5
9. Totalkostnader	mill. kr	<u>265</u> (avrundet)
10. <u>Totalkostnader</u> pr. løpemeter bru	kr.	<u>414 000</u> (avrundet)

Bru til Jøa							
Teknisk overslag							
Elem/ Prosess	Beskrivelse	Arm. fakt. (kg/m ³)	Enhet	Mengde	Ehets- pris	Delsum	Sum
	Generelle byggeplasskostnader						
	Se element A1						
	Fyllinger						
B40.1	Fylling fram til landkar akse 1						
	Sprengning lasting og transport til fylling (antatt mengde)		m ³	100 000	50		5 000 000
B40.2	Kjegle akse 2						
	(Antatt mengde)						
	Sprengning i massetak og levering til lekter		m ³	150 000	30	4 500 000	
	Lektertransport og plassering i kjegle		m ³	150 000	35	5 250 000	
	Fjernig prekonsolideringsmasser		m ³	700,0	20	14 000	
						9 764 000	9 764 000
B40.3	Kjegle akse 3						
	(Helning 1 : 1,5, Ø _{topp} =20m, u.k. Senkekaske kote -8)						
	Sprengning i massetak og levering til lekter		m ³	280 000	30	8 400 000	
	Lektertransport og plassering i kjegle		m ³	280 000	35	9 800 000	
	Fjernig prekonsolideringsmasser		m ³	700,0	20	14 000	
						18 214 000	18 214 000
B40.4	Kjegle akse 4						
	(Helning 1 : 1,5, Ø _{topp} =20m, u.k. Senkekaske kote -8)						
	Sprengning i massetak og levering til lekter		m ³	280 000	30	8 400 000	
	Lektertransport og plassering i kjegle		m ³	280 000	35	9 800 000	
	Fjernig prekonsolideringsmasser		m ³	700,0	20	14 000	
						18 214 000	18 214 000
B40.5	Kjegle akse5						
	(Antatt mengde)						
	Sprengning i massetak og levering til lekter		m ³	150 000	30	4 500 000	
	Lektertransport og plassering i kjegle		m ³	150 000	35	5 250 000	
	Fjernig prekonsolideringsmasser		m ³	700,0	20	14 000	
						9 764 000	9 764 000
B40.1	Fylling fram til landkar akse 6						
	Sprengning lasting og transport til fylling (antatt mengde)		m ³	120 000	50		6 000 000
B40.10	Sprengning med rettede ladninger (antatt)						
	Sprengning under kjegler(antatt)		RS				5 000 000
C10.1	Landkar akse 1						
84.2	Forskaling		m ²	100,0	600	60 000	
84.3	Armering	0,073	t	11,3	8 000	90 000	
84.4	Betong c45		m ³	150,0	2 000	300 000	
						450 000	450 000
C10.5	Landkar akse 6						
84.2	Forskaling		m ²	100,0	600	60 000	
84.3	Armering	0,073	tonn	11,3	8 000	90 000	
84.4	Betong c45		m ³	150,0	2 000	300 000	
						450 000	450 000
	Sum side 1						72 856 000

Prosess	Beskrivelse	Arm. fakt. (kg/m ³)	Enhet	Mengde	Ehets- pris	Delsum	Sum ¹
	Overført fra side 1						72 856 000
C20.2	Fundament akse 2, senkekasse						
	Slep + plassering		RS			500 000	
84.2	Forskaling		m ²	500,0	600	300 000	
84.3	Armering	0,100	t	23,0	8 500	195 500	
84.4	Betong C15, magerbetong		m ³	560,0	1 500	840 000	
84 412	Betong C55		m ³	230,0	2 000	460 000	
						2 295 500	2 295 500
C20.3	Fundament akse 3, senkekasse						
	Slep + plassering		RS			500 000	
84.2	Forskaling		m ²	500,0	600	300 000	
84.3	Armering	0,100	t	23,0	8 500	195 500	
84.4	Betong C15, magerbetong		m ³	560,0	1 500	840 000	
84 412	Betong C55		m ³	230,0	2 000	460 000	
						2 295 500	2 295 500
C20.4	Fundament akse 4, senkekasse						
	Slep + plassering		RS			500 000	
84.2	Forskaling		m ²	500,0	600	300 000	
84.3	Armering	0,100	t	23,0	8 500	195 500	
84.4	Betong C15, magerbetong		m ³	560,0	1 500	840 000	
84 412	Betong C55		m ³	230,0	2 000	460 000	
						2 295 500	2 295 500
C20.5	Fundament akse 5, senkekasse						
	Slep + plassering		RS			500 000	
84.2	Forskaling		m ²	500,0	600	300 000	
84.3	Armering	0,100	t	23,0	8 500	195 500	
84.4	Betong C15, magerbetong		m ³	560,0	1 500	840 000	
84 412	Betong C55		m ³	230,0	2 000	460 000	
						2 295 500	2 295 500
	Søyler akse 2, 3, 4 og 5						
84.2	Forskaling		m ²	600,0	600	360 000	
84.3	Armering	0,075	tonn	24,8	8 500	210 375	
84.4	Betong c45		m ³	330,0	2 000	660 000	
						1 230 375	1 230 375
D3	Ståltrau (S460M og S355-J2-G3)						
85.1	Levering av materialer		tonn	1700,0	8 000	13 600 000	
85.2	Bearbeiding og sammenføyning av ståldeler		tonn	1700,0	9 000	15 300 000	
85.3	Overflatebehandling		m ²	7500,0	700	5 250 000	
85.4	Transport og montasje		tonn	1700,0	7 000	11 900 000	
						46 050 000	46 050 000
E1	Bruoverbygning						
84.2	Forskaling brubane		m ²	5100,0	700	3 570 000	
84.3	Armering	0,100	tonn	510,0	8 500	4 335 000	
84.4	Betong C55, inkl. fortau		m ³	1350,0	2 000	2 700 000	
84.5	Avretting		m ²	3840,0	150	576 000	
						11 181 000	11 181 000
E2	Slitelag/fuktisolasjon						
86,2	Slitelag og membraner (betong C60)		m ²	3840,0	400	1 536 000	
							1 536 000
	Sum side 1						142 035 375

Prosess	Beskrivelse	Arv. fakt.	Enhet	Mengde	Ehets- pris	Delsum	Sum ¹
	Overført fra side 2	(kg/m ³)					142 035 375
H1	Utstyr						
85.7	Rekkverk inkl. landkar		m	1300,0	2500	3 250 000	
	Vegrekkverk på fyllinger			500,0	800	400 000	
86.1	Lagere og fuger						
	Lagre		stk	12,0	30000	360 000	
	Fugestål (antatt fuge i begge ender)		m	14,0	30000	420 000	
86.2	Brubanebelysning/elektromontasje				RS	500 000	
						4 930 000	4 930 000
H2	Tilleggsutstyr						
86,52	Elektroarbeider, markerings og varsellys		RS			50 000	
86,54	Elektroarbeider innvendig belysning		RS			60 000	
86,91	Avfuktningssystem		RS			300 000	
						410 000	410 000
	Sum eks. rigg						147 375 375
A1	Rigg						
	15% kostnader stålkasse (Element D3)					6 907 500	
	35% av sum andre elementer					35 463 881	
						42 371 381	42 371 381
	Sum entreprisekostnader						189 746 756
	Sum entreprisekostnader (mill. kr)						190
							(avrundet)
	Nøkkeltall						
	Entreprisekost pr. m. bru (avrundet)		296 000	kr/m			
	Entreprisekost pr. m ² bru (avrundet)		42000	kr/m ²			
	Stålvækt pr. l.m. bru (avrundet)		2700	kg/m			
	Entreprisekost pr. kg. stål (15% rigg)		31,2	kr/kg			

Gjøa
 Overslag over masser
 pr. kjegle

Enheter:
 (kompletterende)

$$kN := 10^3 \cdot N$$

$$kNm := 10^3 \cdot N \cdot m$$

$$MN := 10^3 \cdot kNm$$

$$MNm := 10^3 \cdot kNm \cdot m$$

$$g = 9,81 \frac{m}{s^2}$$

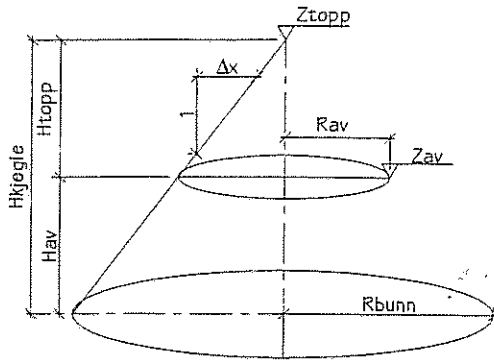


Fig. 1

Indekser:

kj: kjegle

w: water (salt)

av: avkuttet (ref. avkuttet snitt)

Inndata:

Materialdata:

Tetthet betong
 NS3473:98-3.1:

$$\rho_{c0} := 2500 \frac{kg}{m^3}$$

Romvekt
 sprengstein:

$$\rho_{spreng} := 2000 \frac{kg}{m^3}$$

NS3473:98;
 A.7.3.5

$$\Delta \rho_{c_last} := 120 \frac{kg}{m^3}$$

$$\rho_{c_last} := \rho_{c0} + \Delta \rho_{c_last}$$

$$\rho_{c_last} = 2620,00 \frac{kg}{m^3}$$

Tetthet sjøvann:

$$\rho_w := 1015 \frac{kg}{m^3}$$

Dykket romvekt
 sprengstein:

$$\rho_{spreng_w} := 1200 \frac{kg}{m^3}$$

Kjegle:

$$R_{av} := 10m$$

$$z_{av} := -8,00m$$

$$\Delta x := 1,5 \text{ (ingen enhet!)} :$$

$$z_{bunn} := -50,00m$$

Senkekasse:

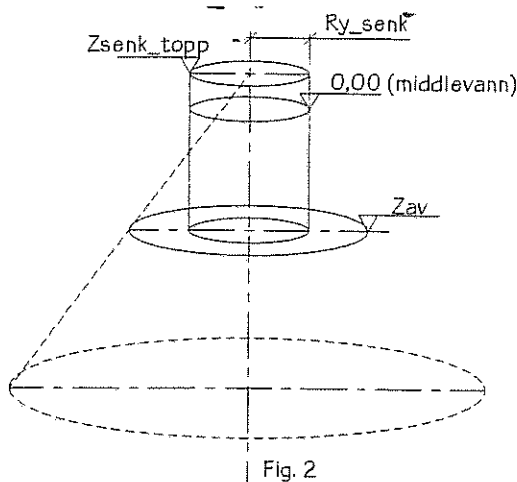


Fig. 2

$$R_{y_senk} := 5,00m$$

$$z_{senk_topp} := 2,00m$$

$$z_0 := 1,00m \text{ (+/-):}$$

$$T_{pl.topp} := 0,800m$$

$$T_{vegg} := 0,400m$$

$$T_{pl.bunn} := 0,800m$$

Søyle :

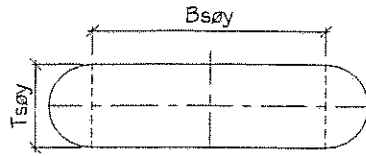


Fig. 3

$$B_{søy} := 2.50m$$

$$T_{søy} := 2.50m$$

$$z_{søyletopp} := 12.00m$$

Overbygning:

Største spenn :

$$L_{spenn} := 140m$$

Betongplate :

$$B_{pl} := 7.00m$$

$$T_{pl} := 0.300m$$

$$T_{slit} := 0.08m$$

Stålförbruk overslag:

Antar lineær sammenheng mellom spennvidde og stålvækt pr m. bru (pkasse) :

$$L_1 := 50m$$

$$p_{kasse_L1} := 1500 \frac{kg}{m}$$

$$L_2 := 90m$$

$$p_{kasse_L2} := 2000 \frac{kg}{m}$$

Stålvækt pr m. bru (pkasse) :

$$p(L) := p_{kasse_L1} + \frac{p_{kasse_L2} - p_{kasse_L1}}{L_2 - L_1} (L_{spenn} - L_1)$$

$$p(L) = 2625.00 \frac{kg}{m}$$

Kjegle:

Stigningsforhold η :

$$\eta := \frac{1}{\Delta x}$$

$$\eta = 0.667$$

$$H_{topp} := R_{av} \cdot \eta$$

$$H_{topp} = 6.67 \text{ m}$$

$$z_{topp} := z_{av} + H_{topp}$$

$$z_{topp} = -1.33 \text{ m}$$

$$H_{av} := z_{av} - z_{bunn}$$

$$H_{av} = 42.00 \text{ m}$$

$$R_{bunn} := R_{av} + H_{av} \cdot \Delta x$$

$$R_{bunn} = 73.00 \text{ m}$$

$$V_{kj_brutto} := \frac{\pi \cdot R_{bunn}^2}{3} \cdot (H_{av} + H_{topp})$$

$$V_{kj_brutto} = 271585.1 \text{ m}^3$$

$$V_{kj_topp} := \frac{\pi \cdot R_{av}^2}{3} \cdot H_{topp}$$

$$V_{kj_topp} = 698.13 \text{ m}^3$$

$$V_{kj_avk} := V_{kj_brutto} - V_{kj_topp}$$

$$V_{kj_avk} = 270887.0 \text{ m}^3$$

Prekonsolidering og oppfylling, volum som kan fylles (fysisk mulig) :

$$V_{kj_brutto} = 271585.10 \text{ m}^3$$

Masser som skal fjernes :

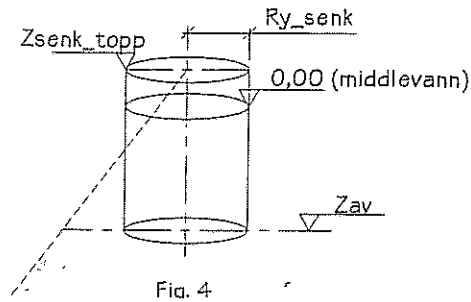
$$V_{kj_topp} = 698.13 \text{ m}^3$$

Prekonsolidering, last på en kjegle :

Det vurderes å forbelaste kjeglen med den egenlasten som vil påføres fra overbygning. Egenlasten fra dykket senkekasse, søyle og overbygning :

Senkekasse :

- Vannstand: middelvann - z0,
- Kassen antas fylt med betong C15)



$$H_{s_opp_min} := -(z_{av} + z_0)$$

$$H_{s_opp_min} = 7.00 \text{ m}$$

$$H_{senkekasse} := z_{senk_topp} - z_{av}$$

$$H_{senkekasse} = 10.00 \text{ m}$$

$$V_{senk} := \pi \cdot R_{y_senk}^2 \cdot H_{senkekasse}$$

$$V_{senk} = 785 \text{ m}^3$$

$$V_{opp} := \pi \cdot R_{y_senk}^2 \cdot H_{s_opp_min}$$

$$V_{opp} = 550 \text{ m}^3$$

$$G_{senk_dykket} := g \cdot (\rho_{c_last} \cdot V_{senk} - \rho_w \cdot V_{opp})$$

$$G_{senk_dykket} = 14.7 \text{ MN}$$

Søyle :

$$A_{søyle} := B_{søyl} \cdot T_{søyl} + \left[\pi \cdot \left(\frac{T_{søyl}}{2} \right)^2 \right]$$

$$A_{søyle} = 11.2 \text{ m}^2$$

$$O_{søyle} := 2B_{søyl} + \pi \cdot T_{søyl}$$

$$O_{søyle} = 12.85 \text{ m}$$

$$H_{søyle} := z_{søyle_topp} - z_{senk_topp}$$

$$H_{søyle} = 10.00 \text{ m}$$

$$A_{forskaling} := O_{søyle} \cdot H_{søyle}$$

$$A_{forskaling} = 128.54 \text{ m}^2$$

$$V_{søyle} := A_{søyle} \cdot H_{søyle}$$

$$V_{søyle} = 112 \text{ m}^3$$

$$G_{søyle} := V_{søyle} \cdot g \cdot \rho_{c_last}$$

$$G_{søyle} = 2.9 \text{ MN}$$

Stålkasse :

$$G_{kasse_stål} := \rho(L) \cdot L_{spenn} \cdot g$$

$$G_{kasse_stål} = 3.60 \text{ MN}$$

Dekke (samvirke) :

$$G_{dekke} := B_{pf} T_{pf} L_{spenn} P_{c_last} g$$

$$G_{dekke} = 7.55 \text{ MN}$$

$$G_{slit} := B_{pf} T_{slit} L_{spenn} P_{c_last} g$$

$$G_{slit} = 2.01 \text{ MN}$$

Sum egenlast som belaster en kjegle :

$$G_{over_s\oyle_senk} := G_{dekke} + G_{slit} + G_{kasse_st\aa} + G_{s\oyle} + G_{senk_dykket}$$

$$G_{over_s\oyle_senk} = 30.75 \text{ MN}$$

$$G_{kjegletopp} := V_{kj_topp} P_{sprang_w} g$$

$$G_{kjegletopp} = 8.22 \text{ MN}$$

Konklusjon: Det er neppe realistisk å få til forbelastning av kjeglen som kan kompensere framtidig pålasting av overbygningen.

Mengder :

Senkekasse :

$$H_{ballast} := H_{senkekasse} - T_{pl,topp} - T_{pl,bunn}$$

$$H_{ballast} = 8,40 \text{ m}$$

$$R_{ballast} := R_{y,senk} - T_{vegg}$$

$$R_{ballast} = 4,60 \text{ m}$$

$$V_{senk,bal} := \pi \cdot R_{ballast}^2 \cdot H_{ballast}$$

$$V_{senk,bal} = 558,40 \text{ m}^3$$

$$V_{senk,normalbet} := V_{senk} - V_{senk,bal}$$

$$V_{senk,normalbet} = 227,00 \text{ m}^3$$

Ytre forskalingsareal:

$$A_{ytre} := 2\pi \cdot R_{y,senk} \cdot H_{senkekasse}$$

$$A_{ytre} = 314,16 \text{ m}^2$$

Indre forskalingsareal:

$$A_{indre} := 2\pi \cdot R_{ballast} \cdot [H_{senkekasse} - (T_{pl,topp} + T_{pl,bunn})]$$

$$A_{indre} = 242,78 \text{ m}^2$$

$$\Sigma A_{forskaling} := A_{ytre} + A_{indre}$$

$$\Sigma A_{forskaling} = 556,94 \text{ m}^2$$

Søyler (sammendrag akse 2,3,4 og 5) :

$$Z_{søyletopp_akse2} := 8,32 \text{ m}$$

$$Z_{søyletopp_akse3} := 11,59 \text{ m}$$

$$Z_{søyletopp_akse4} := 11,59 \text{ m}$$

$$Z_{søyletopp_akse5} := 8,32 \text{ m}$$

$$\Sigma H_{søyler} := Z_{søyletopp_akse2} + Z_{søyletopp_akse3} + Z_{søyletopp_akse4} + Z_{søyletopp_akse5} - 4 \cdot z_{senk_topp}$$

$$\Sigma H_{søyler} = 31,82 \text{ m}$$

$$\Sigma A_{forskaling} := 0_{søyle} \cdot \Sigma H_{søyler}$$

$$\Sigma A_{forskaling} = 409,01 \text{ m}^2$$

Total stålvekt :

$$Profil_{start} := 600 \text{ m}$$

$$Profil_{slutt} := 1240 \text{ m}$$

$$L_{bru} := Profil_{slutt} - Profil_{start}$$

$$L_{bru} = 640,00 \text{ m}$$

$$m_{stål} := L_{bru} \cdot \rho(L)$$

$$m_{stål} = 1680000,0 \text{ kg}$$

Areal som skal overflatebehandles :

Midlere ytre omkrets + overlapp 2*0,1m øvre flenser:

$$O_{stål_middel} := 11,6 \text{ m}$$

$$A_{overflate} := O_{stål_middel} \cdot L_{bru}$$

$$A_{overflate} = 7424,00 \text{ m}^2$$

Betongplate :

$$A_{brutto} := L_{bru} \cdot B_{pl}$$

$$A_{brutto} = 4480.00 \text{ m}^2$$

$$V_{plate} := B_{pl} \cdot T_{pl} \cdot L_{bru}$$

$$V_{plate} = 1344.00 \text{ m}^3$$

$$A_{slit} := L_{bru} \cdot (B_{pl} - 2 \cdot 0.5 \text{ m})$$

$$A_{slit} = 3840.00 \text{ m}^2$$

$$A_{pl_forskaling} := L_{bru} \cdot (B_{pl} + 1.0 \text{ m})$$

$$A_{pl_forskaling} = 5120.00 \text{ m}^2$$