

Prosjekt: Ro/Ro-Kai Somaneset 2013	  <b>Port-CAT</b>	Rev: 001	Dato: 28.01.13	Side: <b>1 / 45</b>
Tittel <b>Teknisk bilag til forprosjekt</b>		Prosjekt nr: <b>12008</b>	Utarb. Av: <b>Nyvoll</b>	Dokument nr: TBF-01



# RO/RO-KAI 2013 - TEKNISK BILAG TIL FORPROSJEKTRAPPORT



Rev	Dato	Tekst	Utført:	Kontroll:
001	28.01.13	Designforutsetninger	SON	CAT



Prosjekt: Ro/Ro-Kai Somaneset 2013		Rev: 001	Dato: 28.01.13	Side: <b>3 / 45</b>
Tittel <b>Teknisk bilag til forprosjekt</b>		Prosjekt nr: <b>12008</b>	Utarb. Av: <b>Nyvoll</b>	Dokument nr: TBF-01

Flyfoto av området med ny Somaneset innenfor rød sirkel:



Somaneset ligger inn mot innerste del av Gandsfjorden i Rogaland. Denne fjorden har regning nord-sør og ligger fullstendig skjermet mot direkte påvirkning fra havet. Det er ingen elver med avløp innerst i denne fjorden som således påvirker strømningsbildet i fjorden. På vestsiden heller terrenget svakt ned mot fjorden fra rundt kote 40, mens det på østsiden av fjorden er brattere terreng og topper med høyde opp mot kote 300.

Prosjekt: Ro/Ro-Kai Somaneset 2013	  <b>Port-CAT</b> Copyright	Rev: 001	Dato: 28.01.13	Side: 4 / 45
Tittel <b>Teknisk bilag til forprosjekt</b>		Prosjekt nr: <b>12008</b>	Utarb. Av: <b>Nyvoll</b>	Dokument nr: TBF-01

## 1.1 Pålitelighets- og kontrollklasser

Tiltaket skal prosjekteres iht. NS-EN1990:2002+NA:2008 i pålitelighetsklasse 2 iht. NS-EN1990, Tabell NA.A1(901) Veiledende eksempler for klassifisering av byggverk, konstruksjoner og konstruksjonsdeler.

Veiledende eksempler for klassifisering av byggverk, konstruksjoner og konstruksjonsdeler	Pålitelighetsklasse (CC/RC)			
	1	2	3	4
Atomreaktorer, lager for radioaktivt avfall				x
Dammer			x	(x)
Marine konstruksjoner for petroleumsindustrien			x	(x)
Grunn- og fundamenteringsarbeider og undergrunnsanlegg i kompliserte tilfeller <sup>1)</sup>		(x)	x	(x)
Veg- og jernbanebruer			x	
Byggverk med store ansamlinger av mennesker (tribuner, kinosaler, sportshaller, kjøpesentere, forsamlingslokaler, osv.)		(x)	x	
Kai- og havneanlegg		x	(x)	
Tårn, master, skorsteiner, siloer		x	(x)	
Industrianlegg		x	(x)	
Kontor- og forretningsbygg, skoler, institusjonsbygg, boligbygg osv.		x	(x)	
Fiskerihavner og -anlegg	(x)	x		
Landbruksbygg	x	(x)		
Feste av kledninger, taktekking og lignende komponenter	x	(x)		
Grunn- og fundamenteringsarbeider og undergrunnsanlegg ved enkle og oversiktlige grunnforhold <sup>1)</sup>	x	(x)		
Småhus, rekkehus, mindre lagerhus osv.	x			
Kaier og fortøyningsanlegg for sport og fritid	x			

<sup>1)</sup> Ved vurdering av pålitelighetsklasse for grunn- og fundamenteringsarbeider og undergrunnsanlegg skal det også tas hensyn til omkringliggende områder og byggverk.

Kontrollklasse for prosjektering blir da normal kontroll

NS-EN1990:2002+NA:2008 har ikke eget tillegg for beregning av kaier slik at NS-EN1990:2002/A1:2005+NA:2010 **Endringsblad A1. Eurocode: Grunnlag for prosjekterings av konstruksjoner** som angir last og samtidighetsfaktorer for bruer benyttes til design av kaikonstruksjonen.

## 1.2 Brannkrav

Det er ingen brannkrav for konstruksjonen.

## 1.3 Lydkrav

Det er ingen lydkrav til konstruksjonen.

Prosjekt: Ro/Ro-Kai Somaneset 2013	   	Rev: 001	Dato: 28.01.13	Side: 5 / 45
Tittel <b>Teknisk bilag til forprosjekt</b>		Prosjekt nr: <b>12008</b>	Utarb. Av: <b>Nyvoll</b>	Dokument nr: TBF-01

#### 1.4 Designbåt og fending

Designbåt er i utgangspunktet et nytviklet LNG cargo/containerskip fra NorLines:

LOA 119,95m  
 Beam: 20,80m  
 Design Draft: 5,50m  
 Dødvekt: ~5 000 tonn  
 Ballastvann: ~3 000 m<sup>3</sup>  
 Displacement ~10 000 tonn (Block koeffisient 0,728)



Dette skipet forutsettes å ha hyppige anløp. Lokalisering av kaien klassifiseres som greie, men form på konstruksjonen liten innbakt horisontalavstivende sikkerhet tilsier at en høy anløpshastighet i forhold til anbefalte verdier bør velges.

Vessel displacement in tonnes	Favourable Condition	Moderate Conditions	Unfavourable Conditions
Under 10,000	0.2 - 0.16	0.45-0.30	0.6-0.40
10,000 - 50,000	0.12 - 0.8	0.3-0.15	0.45-0.22
50,000 - 100,000	0.08	0.15	0.20
over 100,000	0.08	0.15	0.20

Vi velger å designe konstruksjonen for 0,20m/s som ligger midt mellom øvre anbefalte verdi for fordelaktige forhold for anløp og nedre verdi for moderate forhold for anløp. Valg av fenderverk baseres på designskip med denne anløpshastigheten.

Designmessig forutsettes at skipet anløper med en øvre anløpsvinkel på 5°.

Prosjekt: Ro/Ro-Kai Somaneset 2013	  <b>Port-CAT</b> Copyright	Rev: 001	Dato: 28.01.13	Side: 6 / 45
Tittel <b>Teknisk bilag til forprosjekt</b>		Prosjekt nr: <b>12008</b>	Utarb. Av: <b>Nyvoll</b>	Dokument nr: TBF-01

Japanske konsulenter har utarbeidet tabeller over skipsstørrelser med utgangspunkt i data hentet fra Loyds skipsregister. Tabellen angir alternative skip som øvre anløpshastighet bør kartlegges for. Ved behov kan andre skipstyper og størrelser kartlegges. Vindareal tilsvarende arealer i grønn rektangel benyttes for designskip.

Dimensjoner hentet fra Loyds skipsregister.

Type	Dead weight tonnage (t)	Displacement (t)	L <sub>OA</sub> (m)	L <sub>BP</sub> (m)	B (m)	D (m)	Max. draught (m)	Wind lateral area (m <sup>2</sup> )		Wind front area (m <sup>2</sup> )		
								Full load condition	Ballast condition	Full load condition	Ballast condition	
General cargo ship	1000	1580	63	58	10.3	5.2	3.6	227	292	59	88	
	2000	3040	78	72	12.4	6.4	4.5	348	463	94	134	
	3000	4460	88	82	13.9	7.2	5.1	447	605	123	172	
	5000	7210	104	96	16.0	8.4	6.1	612	849	173	230	
	7000	9900	115	107	17.6	9.3	6.8	754	1060	216	290	
	10 000	13 900	128	120	19.5	10.3	7.6	940	1340	274	361	
	15 000	20 300	146	136	21.8	11.7	8.7	1210	1760	359	463	
	20 000	26 600	159	149	23.6	12.7	9.6	1440	2130	435	552	
Bulk carrier*	30 000	39 000	181	170	26.4	14.4	10.9	1850	2780	569	709	
	40 000	51 100	197	186	28.6	15.7	12.0	2210	3370	690	846	
	5000	6740	106	98	15.0	8.4	6.1	615	850	205	231	
	7000	9270	116	108	16.6	9.3	6.7	710	1010	232	271	
	10 000	13 000	129	120	18.5	10.4	7.5	830	1230	264	320	
	15 000	19 100	145	135	21.0	11.7	8.4	980	1520	307	387	
	20 000	25 000	157	148	23.0	12.8	9.2	1110	1770	341	443	
	30 000	36 700	176	167	26.1	14.4	10.3	1320	2190	397	536	
	50 000	59 600	204	194	32.3	16.8	12.0	1640	2870	479	682	
	70 000	81 900	224	215	32.3	18.6	13.3	1890	3440	542	798	
	100 000	115 000	248	239	37.9	20.7	14.8	2200	4150	619	940	
	150 000	168 000	279	270	43.0	23.3	16.7	2610	5140	719	1140	
	200 000	221 000	303	294	47.0	25.4	18.2	2950	5990	800	1310	
	250 000	273 000	322	314	50.4	27.2	19.4	3240	6740	868	1450	
	Container ship**	7000	10 200	116	108	19.6	9.3	6.9	1320	1360	300	396
		10 000	14 300	134	125	21.0	10.7	7.7	1690	1700	373	477
15 000		21 100	157	147	24.1	12.6	8.7	2250	2190	478	591	
20 000		27 800	176	165	26.1	14.1	9.5	2750	2620	569	687	
25 000		34 300	192	180	27.7	15.4	10.2	3220	3010	652	770	
30 000		40 800	206	194	29.1	16.5	10.7	3660	3370	729	850	
40 000		53 700	231	218	32.3	18.5	11.7	4480	4040	870	990	
50 000		66 500	252	238	32.3	20.2	12.5	5230	4640	990	1110	
60 000	79 100	271	256	35.2	21.7	13.2	5950	5200	1110	1220		

## Fendere

Fendere montert på tilstøtende kaier bygger 600mm ut fra kaifront og danner grunnlag for design av fendere for denne kaien også.

$$E = F \cdot s = \frac{1}{2} \cdot c \cdot m \cdot \delta v^2, \quad c = \text{anløpskoeffesient}$$

Beregning av anløpskoeffesient:

$$C = C_H \cdot C_E \cdot C_C \cdot C_S$$

Hydrodynamisk masse:

$$C_b = M_{\text{disp}} / (\rho \cdot L \cdot B \cdot D) = 10\,000 / (1,035 \cdot 120 \cdot 20,8 \cdot 5,5) = 0,70$$

$$C_H = 1 + (\pi \cdot D) / (2 \cdot C_b \cdot B) = 1 + (3,14 \cdot 5,5) / (2 \cdot 0,70 \cdot 20,8) = 1,59 \quad (\text{Ueda, 2002})$$

## Eksentrisitetsfaktor

En vinkel på 5° mellom skip og kai ved første berøring legges til grunn i beregninger.

$$K = (0,19 \cdot C_b + 0,11) \cdot L = (0,19 \cdot 0,70 + 0,11) \cdot 120 = 29,16\text{m}$$

Det forutsettes at skipet ikke har hastighet fremad ved berøring av fendere og at første berøring med fendere er i horisontal projisert avstand 0,3 · L fra skipets massesenter.

$$R \approx 0,3 \cdot L = 0,3 \cdot 120 = 36\text{m}$$

$$\phi \approx 90 - (\arctan(20,8 / (2 \cdot 36) + 5)) = 68,9^\circ$$

$$C_E = (K^2 + R^2 \cdot \cos(\phi)^2) / (K^2 + R^2) = (29,16^2 + 36,0^2 \cdot \cos(68,9^\circ)^2) / (29,16^2 + 36,0^2) = 0,47.$$

Prosjekt: Ro/Ro-Kai Somaneset 2013	  <b>Port-CAT</b>	Rev: 001	Dato: 28.01.13	Side: <b>7 / 45</b>
Tittel <b>Teknisk bilag til forprosjekt</b>		Prosjekt nr: <b>12008</b>	Utarb. Av: <b>Nyvoll</b>	Dokument nr: TBF-01

### Dempeeffekt fra vannet.

Åpen pelekai gir liten dempeeffekt fra vannet. Velger  $C_C = 1,0$  som utgangspunkt med mulighet for reduksjon ved valg av cellespunkt kai eller spuntkai.

### Skrogets og kaikonstruksjonens stivhet.

Båten som er nyutviklet design med moderat størrelse som i kombinasjon med skrogform gir en stivhets-koeffisient i området 0,90 – 1,00. En kai som er horisontalavstivet av utkragede peler vil være en myk konstruksjon, mens vi forutsetter at konstruksjonen avstives med skråpeler i en rammekonstruksjon som totalt sett gir en stiv konstruksjon.

Velger  $C_S = 1,00$  som utgangspunkt med mulighet for reduksjon ved valg av kai som er horisontalavstivet på utkragede peler.

$$C = 1,59 \cdot 0,47 \cdot 1,00 \cdot 1,00 = 0,75$$

Displacement 10 000 tonn ved max draft som justeres for forhold som påvirker energibildet ved anløp. Øvre designanløpshastighet = 0,20m/s. For mindre skip tillates høyere anløpshastighet og for større skip må lavere anløpshastighet som beregnes separat benyttes.  $E_k = \frac{1}{2} \cdot 0,75 \cdot 10\,000 \cdot 0,200^2 = 150 \text{ kNm}$ .

$1,25 \leq \text{Abnormal impact factor} \leq 1,75$  i.h.t tabell 4.2.5

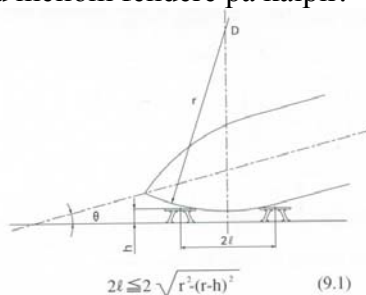
Velger en midlere verdi på 1,50.

$$E = 1,50 \cdot E_k = 1,50 \cdot 150 = 225 \text{ kNm}$$

Forholdet mellom anløpsenergi og maksimal geometrisk størrelse på fendring setter klare føringer for valg av fendring.

Vi velger å ta utgangspunkt i fender Sumitomo LMD-600H L1500 i gummikvalitet CLA som gir et energiopptak på 222 kNm på hver fender ved 55 % deformasjon og tilhørende reaksjonslast på 906kN. Denne laster regnes ikke å virke samtidig med fortøyningslast.

Avstand mellom fendere på kaipir:



Where  $2l$ : Installation pitches of fenders (m)

$r$ : Bent radius of board side of ships (m)

$h$ : Height of the fender when effective kinetic energy of vessels is absorbed (m)

As the bent radius is usually not known,

we can estimate the radius by ship's length ( $L$ ) and ship's width ( $B$ ).

$$2l \leq 2 \sqrt{h \left( \frac{B}{2} + \frac{L}{8B} - h \right)} \quad (9.2)$$

$$2L \leq 2 \cdot \sqrt{[0,60 \cdot (20,8/2 + 120^2 / (8 \cdot 20,6) - 0,60)]} = 15,2 \text{ m}$$

Maksimal avstand mellom fendere på kaien blir således = 15m

Ved kortere avstand kan størrelse på fendring justeres slik at energiopptak optimaliseres.

Reaksjonslast fra fendere går direkte inn i enden av bjelken.

Prosjekt: Ro/Ro-Kai Somaneset 2013	  <b>Port-CAT</b>	Rev: 001	Dato: 28.01.13	Side: <b>8 / 45</b>
Tittel <b>Teknisk bilag til forprosjekt</b>		Prosjekt nr: <b>12008</b>	Utarb. Av: <b>Nyvoll</b>	Dokument nr: TBF-01

## 1.5 Lastgrunnlag

### 1.5.1 Egenlaster.

Egenlast armert betong	25,0 kN/m <sup>3</sup>
Egenlast stål	78,5 kN/m <sup>3</sup>
Egenlast fyllmasser	19,0 kN/m <sup>3</sup>
Egenlast neddykkede fyllmasser	9,0 kN/m <sup>3</sup>

### 1.5.2 Generell nyttelast.

Generell nyttelast og generell punktlast på kaidekket defineres som ”Andre variable laster” i.h.t NS-EN1990:2002+NA:2008 i tabell NA.A2.4(B)

Nyttelast på kaidekke 50,0 kN/m<sup>2</sup>

Punktlast fordelt på 1,0x1,0m 700kN

Punktlast defineres som trafikklast type  $Q_{fwb}$  med tilhørende samtidighetskoeffesient.

<sup>1)</sup>Punktlaster virker ikke samtidig med jevnt fordelt nyttelast.

Dekketykkelse er 500mm og punktlaster regnes med 45° utbredelse ned mot dekkets senterlinje.

Effektiv punktlast =  $700/(1,000+2\cdot0,500/2)^2 = 311 \text{ kN/m}^2$  over 1,50x1,50m

### 1.5.3 Fritt fall fra løftet container.

Konstruksjonen beregnes for fall fra container L x B x H = 20x8x8 fot og vekt 30tonn. Fallhøyde = 10m. Skade tillates, men ikke progressiv kollaps. Last regnes som dimensjonerende ulykkeslast i kombinasjon med øvrige laster.

### 1.5.4 Skjevstillingslaster

Konstruksjonen beregnes med skjevstillingsbelastning som angitt i NA-EN1992-1-1:2004+NA2008 kapittel 5.2.

$$H_i = \theta_i(N_b - N_a),$$

$$\theta_i = \theta_0 \cdot \alpha_h \cdot \alpha_m$$

$$\theta_0 = 1/200,$$

$$\alpha_h = 2/\sqrt{I}, \quad 2/3 \leq \alpha_h \leq 1. \quad \text{Konstruksjonens høyde.}$$

$$\alpha_h = 2/\sqrt{10} = 0,63 < 0,67, \quad \alpha_h = 0,67.$$

$$\alpha_m = \sqrt{0,5 \cdot (1 + 1/m)}, \quad m = \text{antall søyler}$$

$$\theta_i = \theta_0 \cdot \alpha_h \cdot \alpha_m$$

$N_b - N_a$  er last påført fra det aktuelle plan som i dette tilfellet er kaiens overbygning.



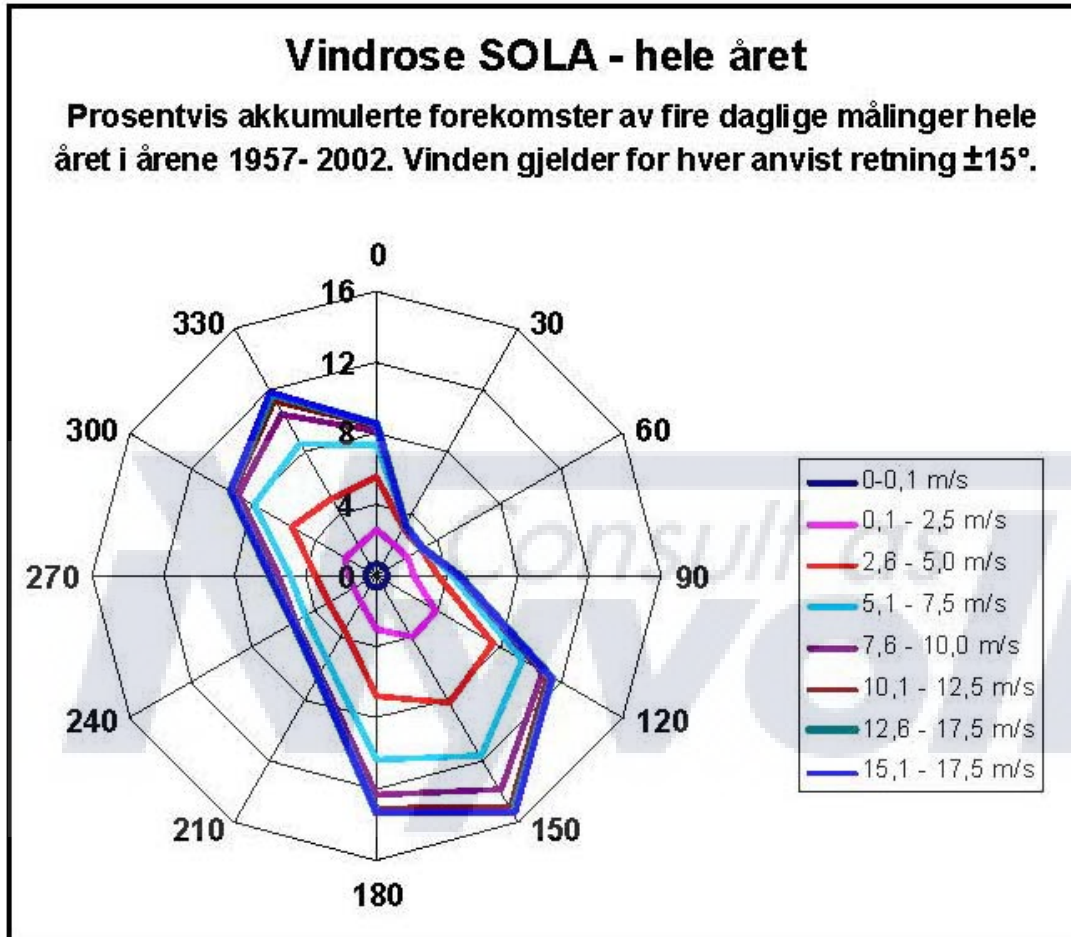
Prosjekt: Ro/Ro-Kai Somaneset 2013	  <b>Port-CAT</b>	Rev: 001	Dato: 28.01.13	Side: <b>9 / 45</b>
Tittel <b>Teknisk bilag til forprosjekt</b>		Prosjekt nr: <b>12008</b>	Utarb. Av: <b>Nyvoll</b>	Dokument nr: TBF-01

## 1.5.5 Naturlaster:

### Vindlast

Utgangspunkt for bestemmelse av vindlast er NS-EN1991-4 Laster på konstruksjoner, Del 1-4: Allmenne laster. Vindlaster. Basisvind for Sandnes Kommune er 26 m/s.

Vindlast inngår i generell last ut/inn på kaipir.



Kartet viser at vind fra nordvest er dominerende vindretning, men at det er forekomst av vind med intensitet over 17,5 m/s i alle retninger.

Vindlast fra nord og sør gir laster på springliner, mens vindlast fra vest gir strekk i brestliner. Vind fra øst presser skipet inn mot kaien.

Skipets gjennomsnittlige høyde ( $A_W/L_{BP}$ ) =  $1360/120 = 11,3\text{m}$  som velges for  $z$ .

Det velges område "Flatt og horisontalt område med lite vegetasjon uten hindringer".

Stedvindhastigheten (10 minutt varighet):

$$v_m(z) = c_r(z) \cdot c_0(z) \cdot v_b = 0,19 \cdot (0,01/0,05)^{0,07} \cdot \ln(11,3/0,01) \cdot 1,0 \cdot 26 = 31,0 \text{ m/s}$$

Basisvindhastighetstrykket (10 minutt varighet):

$$q_b = 0,5 \cdot \rho \cdot v_b^2 = 0,5 \cdot 1,25 \cdot 31,0^2 = 0,60 \text{ kN/m}^2$$

Prosjekt: Ro/Ro-Kai Somaneset 2013	  <b>Port-CAT</b> Copyright	Rev: 001	Dato: 28.01.13	Side: <b>10 / 45</b>
Tittel <b>Teknisk bilag til forprosjekt</b>		Prosjekt nr: <b>12008</b>	Utarb. Av: <b>Nyvoll</b>	Dokument nr: TBF-01

Vi velger å benytte gust-faktor fra ROM 04-95 som gir følgende verdier:

Wind gust duration $t$ (sec)	$C_G$
3	1.44
5	1.42
15	1.38
60 (1 min)	1.31
300 (5min)	1.21
600 (10 min)	1.00

Table 10.1.1: Wind Gust Duration and Gust Factor  
(ROM 04-95)

Størrelse på designbåten tilsier en Gust-faktor med varighet på 60s som gir faktor 1,31.

Karakteristisk vindlast mot fronten på skip i ballast

$$P_w = C_w \cdot [A_w \cdot \sin^2(\alpha) + B_w \cdot \sin^2(\alpha)] \cdot q_b = 0,9 \cdot [396 \cdot \sin^2(0) + 396 \cdot \cos^2(0)] \cdot 1,31 \cdot 0,60 = 280 \text{ kN}$$

Karakteristisk vindlast mot fronten på lastet skip

$$P_w = C_w \cdot [A_w \cdot \sin^2(\alpha) + B_w \cdot \sin^2(\alpha)] \cdot q_b = 0,9 \cdot [300 \cdot \sin^2(0) + 300 \cdot \cos^2(0)] \cdot 1,31 \cdot 0,60 = 212 \text{ kN}$$

Karakteristisk vindlast mot siden på skip i ballast

$$P_w = C_w \cdot [A_w \cdot \sin^2(\alpha) + B_w \cdot \sin^2(\alpha)] \cdot q_b = 1,3 \cdot [1\,360 \cdot \sin^2(0) + 1\,360 \cdot \cos^2(0)] \cdot 1,31 \cdot 0,60 = 1\,390 \text{ kN}$$

Karakteristisk vindlast mot siden på lastet skip

$$P_w = C_w \cdot [A_w \cdot \sin^2(\alpha) + B_w \cdot \sin^2(\alpha)] \cdot q_b = 1,3 \cdot [1\,320 \cdot \sin^2(0) + 1\,320 \cdot \cos^2(0)] \cdot 1,31 \cdot 0,60 = 1\,349 \text{ kN}$$

### Snølast.

Snølast på mark for Sandnes Kommune er 1,5 kN/m<sup>2</sup>. Snølast er betydelig mindre enn jevnt fordelt nyttelast både på kaier og blir ikke dimensjonerende last slik at denne neglisjeres i videre beregninger.

### Islast.

Islast er ikke en aktuell problemstilling i området og neglisjeres i videre beregninger.

Prosjekt: Ro/Ro-Kai Somaneset 2013	   	Rev: 001	Dato: 28.01.13	Side: 11 / 45
Tittel <b>Teknisk bilag til forprosjekt</b>		Prosjekt nr: <b>12008</b>	Utarb. Av: <b>Nyvoll</b>	Dokument nr: TBF-01

### **Bølger.**

Området ligger godt skjermet for bølger i retning fra vest, sør og øst, men noe eksponert for bølger fra nord. Bølger fra nord er i hovedsak generert av lokal vind, mens det også kan komme bølger fra passerende skip fra øst.

Vi har ikke mottatt dokumentasjon som gir grunnlag for eksakt fastsettelse av eksponering for bølger.

Bølger fra nord som er generert av lokal vind vil treffe et fortøyd skip forut eller akter. Dette dreier seg om bølger med en forventet signifikant bølgehøyde  $\leq 1\text{m}$  og bølgelengde  $\leq 12\text{m}$ . I størrelsesorden 10 bølgetopper vil passere skipet samtidig slik at bølger generert av vind fra nord kun vil gi beskjedne laster på det fortøyde skipet og ikke påføre det fortøyde skipet målbar krenkning.

Bølger fra passerende skip vil også være beskjedne da området har regulert hastighet for passerende skip. Det forventes at bølger fra passerende skip vil ha retning  $60^\circ$  på det fortøyde skipet og en signifikant bølgehøyde  $\leq 0,5\text{m}$  med tilhørende bølgelengde  $\leq 6\text{m}$  som tilsvarer  $1/3$  av skrogbredden til det fortøyde skipet. Flere bølgetopper vil passere skipet samtidig og dette vil ikke påføre skipet betydelig krenkning.

Grunnet liten distanse med åpen sjø/hav, aktuelle bølgeretninger og restriksjoner på hastighet fra passerende skip blir bølger erfaringsmessig små og kan neglisjeres i videre beregninger.

### **Strøm.**

Somaneset ligger innerst i gandsfjorden og det er ingen elver med avløp som således påvirker strømningsbildet i fjorden. Plassering innerst i fjorden tilsier også at strømninger fra tidevann er svært beskjedne i dette området. Laster fra strøm blir små og kan neglisjeres i videre beregninger

### **Temperatur**

Lufttemperatur: +40/ -30 °C.

Vanntemperatur: +22/ -2 °C.

Konstruksjonstemperatur = lufttemperatur og konstruksjonens nøytraltemperatur = +5 °C.

Lineær temperaturutvidelseskoeffisient  $\alpha_T = 1,0 \times 10^{-5} / ^\circ\text{C}$

Kaien har en lengde på 120m mellom ytre akser som gir negativ kaiutvidelse ved ytre kaiende på  $120/2 \cdot 1,0 \times 10^{-5} \cdot (30+5) = 21,1\text{mm}$ . Fastholdingskrefter som følge av temperaturendringer medtas i beregninger.

Prosjekt: Ro/Ro-Kai Somaneset 2013	  <b>Port-CAT</b>	Rev: 001	Dato: 28.01.13	Side: <b>12 / 45</b>
Tittel <b>Teknisk bilag til forprosjekt</b>		Prosjekt nr: <b>12008</b>	Utarb. Av: <b>Nyvoll</b>	Dokument nr: TBF-01

## 1.6 Seismiske laster

Konstruksjonen dimensjoneres i.h.t NS-EN 1998-1: 2004+NA:2008. Kaikonstruksjonen med dykdalber er fundamentert på pelar rammet til fjell. Veileder utarbeidet av Rådgivende Ingeniørers Forening benyttes for verifisering. Pelar rammet for tilstøtende kai er friksjonsbærende med relativt høg bæreevne i forhold til rammet lengde i ikke utfylte masser. Selve grunnen består av til dels fast lagrede sandmasser.

4.1 Konstruksjonsfaktor,  $q$ :

$$q \approx 1,5.$$

4.2 Spissverdi for grunnens akselerasjon,  $a_{g40\text{Hz}}$ :

$$a_{g40\text{Hz}} = 0,55\text{m/s}^2$$

4.3 Faktor for seismisk klasse,  $\gamma_I$ :

$$\text{Industrikai gir seismisk klasse II: } \gamma_{II} = 1,0$$

4.4 Dimensjonerende grunnakselerasjon,  $a_g$ :

$$a_g = 0,8 \cdot a_{g40\text{Hz}} \cdot \gamma_I = 0,8 \cdot 0,55 \cdot 1,0 = 0,44\text{m/s}^2$$

4.5 Forsterkningsfaktor for grunnforholdene,  $S$ :

Tabell NA.3.3 med grunntype C (Dype avleiringer av fast sand) gir  $S = 1,4$

4.6 Knekkpunkt i responspekteret,  $T_B$ ,  $T_C$ ,  $T_D$ :

Tabell NA.3.3 med grunntype D gir  $T_B = 0,15$ ,  $T_C = 0,35$ ,  $T_D = 1,5$ .

4.7 Byggets egenperiode,  $T$ . Konstruksjonens høyde regnes lik 19,8m

$$T_1 = C_t \cdot H^{3/4} = 0,085 \cdot 19,8^{3/4} = 0,80\text{s}$$

4.8 Dimensjonerende responspekteret,  $S_d(T)$ :

$$T_C < T_1 < T_D \text{ som gir } S_d(T) = a_g \cdot S \cdot 2,5 \cdot (T_C / T) / q$$

$$S_d(T) = 0,44 \cdot 1,4 \cdot 2,5 \cdot (0,35 / 0,80) / 1,5 = 0,45 \text{ m/s}^2 < 0,49 \text{ m/s}^2.$$

Kontroll m.h.p jordskjelv må ikke utføres.

Prosjekt: Ro/Ro-Kai Somaneset 2013	   	Rev: 001	Dato: 28.01.13	Side: 13 / 45
Tittel <b>Teknisk bilag til forprosjekt</b>		Prosjekt nr: <b>12008</b>	Utarb. Av: <b>Nyvoll</b>	Dokument nr: TBF-01

## 1.7 Påkjørsel fra skip (ulykkesgrensetilstand).

Kaikonstruksjonen designes i.h.t NS-EN1991-1-7:2006+NA:2008.

### 4.6 Ulykkeslaster forårsaket av skipstrafikk

#### 4.6.1 Generelt

(1) Ulykkeslaster forårsaket av skipskollisjon bestemmes bl.a. ut fra følgende:

- type farvann;
- vannstandforholdene;
- fartøyenes type og dypgang og deres egenskaper ved støt;
- typen konstruksjoner og deres energiabsorpsjonsegenskaper.

(2) Typen skip på innlands vannveger som det skal tas hensyn til i tilfelle skipsstøt på konstruksjoner, bør klassifiseres etter CEMT-klassifiseringssystemet.

MERKNAD CEMT-klassifiseringssystemet er gitt i tabell C.3 i tillegg C.

(3) Egenskaper ved havgående fartøyer som det skal tas hensyn til ved støt fra skip på konstruksjoner, bør fastsettes.

MERKNAD 1 Det nasjonale tillegget kan angi et klassifiseringssystem for havgående fartøyer. Tabell C.4 i tillegg C gir en veiledende klassifisering av slike skip.

MERKNAD 2 Informasjon om sannsynlighetsteoretisk modell for behandling av skipskollisjon finnes i tillegg B.

(4) Der dimensjonerende verdier for laster forårsaket av støt fra skip bestemmes med hjelp av nøyaktigere metoder, bør det tas hensyn til virkningene av hydrodynamisk tilleggs masse.

(5) Påvirkningen forårsaket av støt bør gis ved hjelp av to krefter som gjensidig utelukker hverandre:

- en frontstøtkraft  $F_{dx}$ ;
- en tverrstøtkraft med en komponent  $F_{dy}$  som virker vinkelrett på den frontale støtkraften og med en friksjonskomponent  $F_R$  som er parallell med  $F_{dx}$ .

(6) Konstruksjoner som dimensjoneres for å tåle støt fra skip under normale driftsforhold (f.eks. kaivegger og fenderverk) omfattes ikke av denne delen av NS-EN 1991.

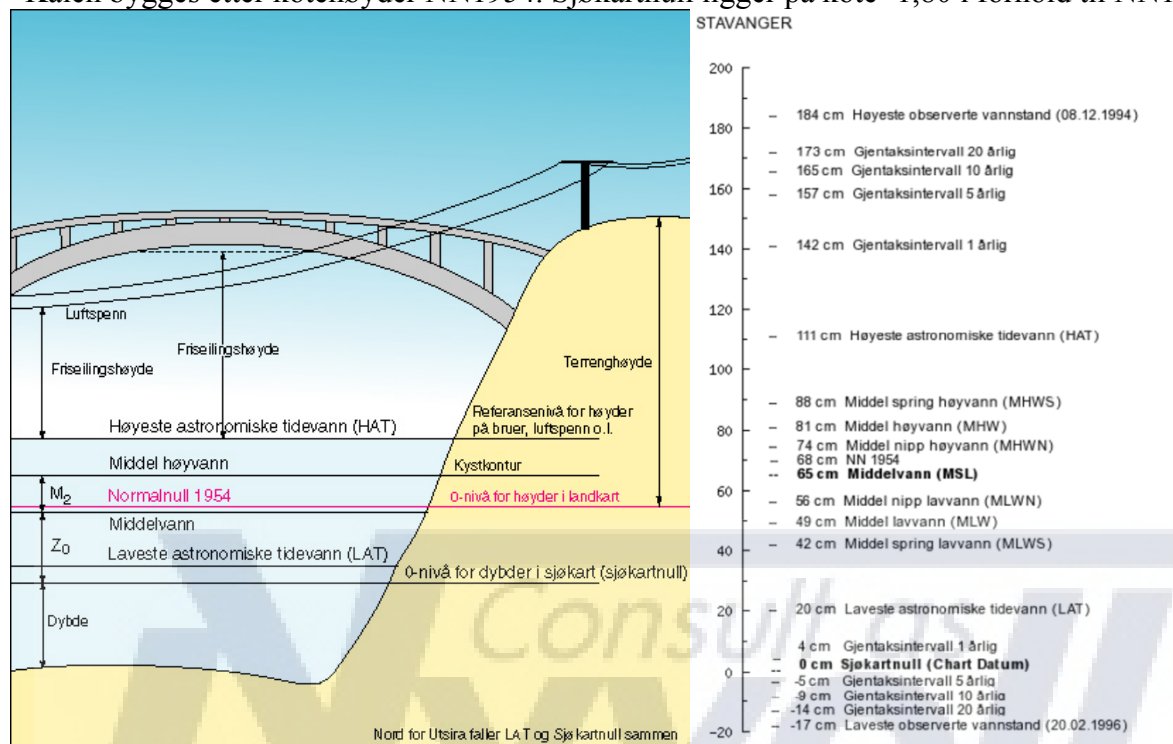
Hele kaikonstruksjonen er designet for å ta opp støt fra skip under normale driftsforhold slik at påkjørsel fra skip ikke inngår i designunderlaget.

Prosjekt: Ro/Ro-Kai Somaneset 2013	  <b>Port-CAT</b>	Rev: 001	Dato: 28.01.13	Side: 14 / 45
Tittel <b>Teknisk bilag til forprosjekt</b>		Prosjekt nr: <b>12008</b>	Utarb. Av: <b>Nyvoll</b>	Dokument nr: TBF-01

## 1.8 Vannstand/kartgrunnlag

### 1.8.1 Vannstand og høyder

Kaien bygges etter kotehøyder NN1954. Sjøkartnull ligger på kote -1,80 i forhold til NN1954.



Vann-nivå	Sjøkartverket	NGO-0 (NN1954)
HAT	+1,11	+0,46
NN1954	+0,68	+0,00
MW	+0,65	-0,03
LAT	+0,20	-0,48

### 1.8.2 Kartgrunnlag.

Digitalt kartgrunnlag fra kommunen og digitalt dybdekart benyttes i prosjektet. Høydereferanse settes lik NGO +0,00 (NN1954).

Prosjekt: Ro/Ro-Kai Somaneset 2013		Rev: 001	Dato: 28.01.13	Side: 15 / 45
Tittel <b>Teknisk bilag til forprosjekt</b>		Prosjekt nr: <b>12008</b>	Utarb. Av: <b>Nyvoll</b>	Dokument nr: TBF-01

## 1.9 Materialspesifikasjoner/Dimensjonerende brukstid

Konstruksjonens levetid er ikke angitt, men vi forutsetter 100år.

### 1.9.1 Betongkonstruksjoner

Betong spesifiseres i.h.t NS-EN1992-1-1:2004+NA:2008.

Eksponeeringsklasser:

- Søylar XC2, XS3, XF2
- Bjelker XC4, XS3, XF2
- Underkant dekker XC4, XS3, XF2
- Overkant dekker XC4, XD3, XS3, XF4

Bestandighetsklasser - alle konstruksjoner MF40

Betongfasthet - alle konstruksjoner B35

Kloridklasser - alle konstruksjoner Cl-0,1

Betongoverdekning

Minimum betongoverdekning = 75mm for underkant og sidekanter til kaia.

Minimum betongoverdekning = 60mm for overkantkant kaidekke.

Følgende betongoverdekning skal benyttes:

Element	Armering	Monteringsjern
Søylar	75mm ± 15mm	60mm ± 5mm
Bjelker	90mm ± 15mm	75mm ± 5mm
Uk. Dekker	85mm ± 10mm	-
Ok. Dekker	75mm ± 15mm	60mm ± 5mm

Maksimal rissvidde = 0,3mm for alle konstruksjonsdeler

Dekkeelementer støpes i form og monteringsarmering benyttes ikke.

### 1.9.2 Stålkonstruksjoner

Stålkonstruksjoner spesifiseres i.h.t NS-EN1993 gjeldende utgaver.

Peler og bærende stålkomponenter i gangbane utføres i kvalitet S355.

Kaifrontlist, pollere, gangbaner og rekkverk utføres i.h.t leverandørens standard kvalitet på produktet. Synlig stål på kaiens overflate varmgalvaniseres og males.

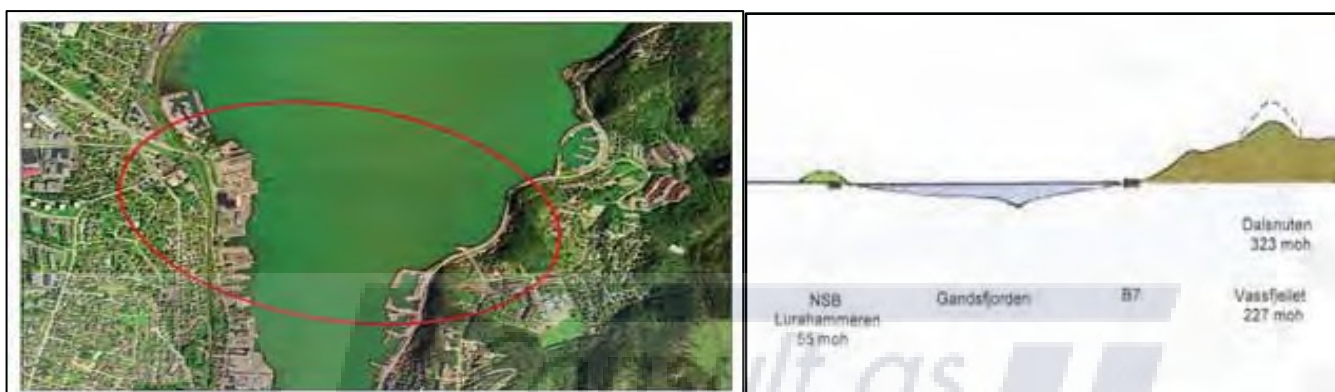
Stålrørspeler overflatebehandles ikke.

Prosjekt: Ro/Ro-Kai Somaneset 2013	  <b>Port-CAT</b>	Rev: 001	Dato: 28.01.13	Side: <b>16 / 45</b>
Tittel <b>Teknisk bilag til forprosjekt</b>		Prosjekt nr: <b>12008</b>	Utarb. Av: <b>Nyvoll</b>	Dokument nr: TBF-01

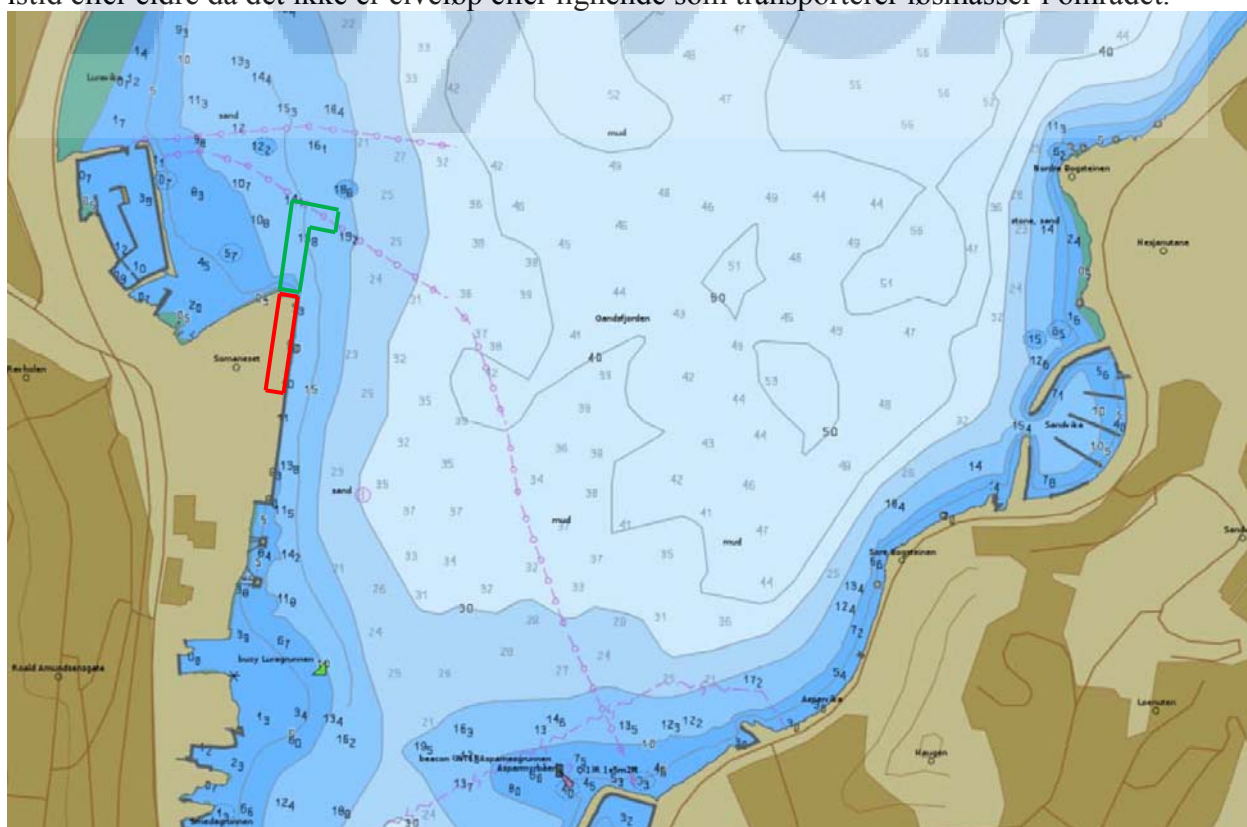
## 1.10 Grunnforhold og fundamentering

Gandsfjorden er ca. 12 kilometer lang og strekker seg fra Sandnes i syd og nordover mot Stavanger. Fjorden er et viktig element i sentrumsområdene i Sandnes. Gandsfjorden er av Kystverket definert som en viktig biled.

I planer om ny bru over Gandsfjorden er det satt krav til at seilingshøyde på brua skal være 25 meter i en bredde på 62,5 meter. I området der brua er tenkt å krysse fjorden er det en markert terskel. Dybde til fast fjell i Gandsfjorden er anslagsvis 100 meter i gjennomsnitt. Det er grunn til å tro at grunnen på Lura v/Somaneset er forurenset. Det er vedtatt at all havnevirksomhet skal flyttes til arealer på Somaneset



Vanddybder og bunnforhold angitt på Kystverkets kartgrunnlag. Området hvor ny kai skal bygges er beskrevet som sand. Naturlige avsetninger i området forventes å stamme fra siste istid eller eldre da det ikke er elveløp eller lignende som transporterer løsmasser i området.



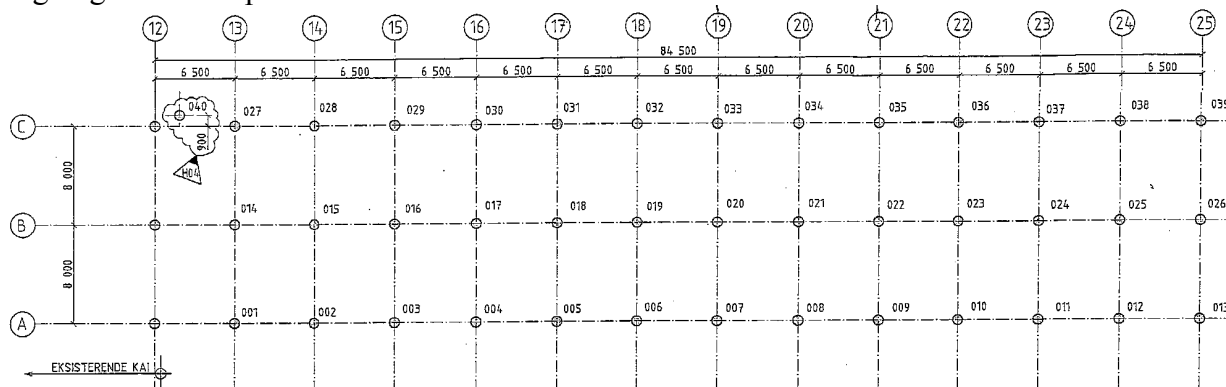
Tilstøtende kai er tegnet med rødt omriss og ny kai er tegnet med grønt omriss.



Prosjekt: Ro/Ro-Kai Somaneset 2013	  <b>Port-CAT</b>	Rev: 001	Dato: 28.01.13	Side: 17 / 45
Tittel <b>Teknisk bilag til forprosjekt</b>		Prosjekt nr: <b>12008</b>	Utarb. Av: <b>Nyvoll</b>	Dokument nr: TBF-01

Kaien skal bygges i et område der spesielle hensyn til bæreevne må ivaretas. Tilstøtende kai er fundamentert på friksjonsbærende stålrørspeler ø813mm.

Tegning som viser pelar som bærer tilstøtende kai:



Tabell som viser oppsummering fra rammeprotokoller:

Ytre pelerad akse A													
Pel nr	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Pelelengde	37,01	37,01	37,01	37,01	37,01	37,01	37,01	37,01	37,01	37,01	37,01	37,01	37,01
Pelespiss kote	<b>-34,96</b>	<b>-34,85</b>	<b>-34,60</b>	<b>-33,89</b>	<b>-33,82</b>	<b>-33,21</b>	<b>-33,32</b>	<b>-34,46</b>	<b>-34,14</b>	<b>-34,71</b>	<b>-34,40</b>	<b>-34,29</b>	<b>-34,46</b>
Rammet lengde	24,24	24,17	24,33	22,80	23,32	21,20	21,81	22,65	21,71	23,16	22,21	22,24	22,21

Midtre pelerad akse B													
Pel nr	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
Pelelengde	37,01	37,01	37,01	37,01	37,01	37,01	37,01	37,01	37,01	37,01	37,01	37,01	37,01
Pelespiss kote	<b>-34,34</b>	<b>-33,89</b>	<b>-32,59</b>	<b>-31,62</b>	<b>-31,57</b>	<b>-32,66</b>	<b>-32,53</b>	<b>-32,23</b>	<b>-33,47</b>	<b>-33,82</b>	<b>-33,20</b>	<b>-33,24</b>	<b>-33,90</b>
Rammet lengde	29,22	26,48	25,15	24,20	23,08	24,95	24,75	22,14	24,20	24,61	24,10	24,13	25,40

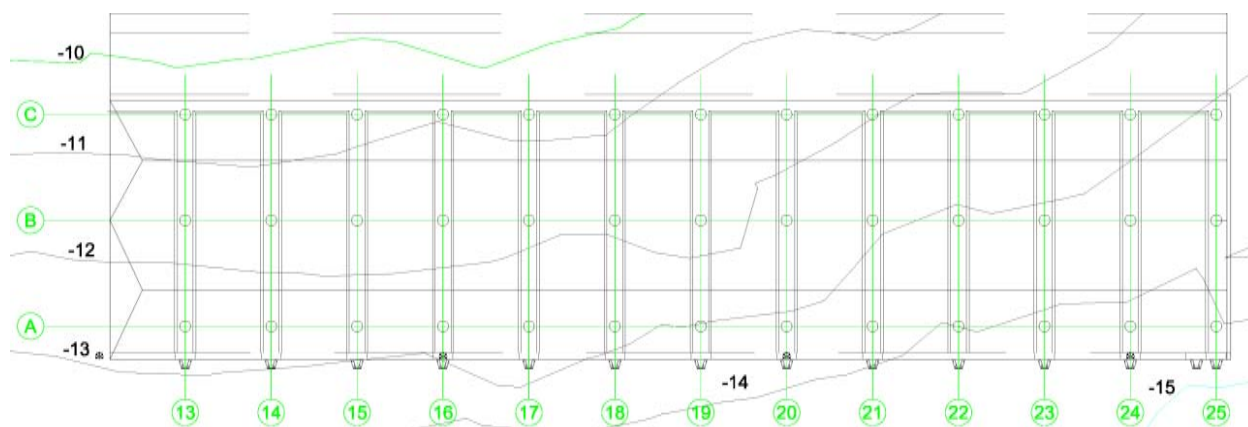
Indre Pelerad akse C													
Pel nr	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
Pelelengde	37,01	37,01	37,01	37,01	37,01	37,01	37,01	37,01	37,01	37,01	37,01	37,01	37,01
Pelespiss kote	<b>-33,48</b>	<b>-30,65</b>	<b>-33,14</b>	<b>-33,18</b>	<b>-33,54</b>	<b>-34,07</b>	<b>-32,56</b>	<b>-33,11</b>	<b>-32,70</b>	<b>-32,73</b>	<b>-32,50</b>	<b>-32,20</b>	<b>-32,80</b>
Rammet lengde	30,09	27,12	30,07	29,22	29,00	30,08	29,26	30,61	30,62	30,58	31,08	30,40	31,10

Som tabellen viser er samtlige pelar i akse A rammet til kote  $-34 \pm 1\text{m}$ , samtlige pelar i akse B til kote  $33 \pm 1,5\text{m}$  og samtlige pelar i akse C til kote  $32 \pm 2\text{m}$ .

Området under kaipiren består av noe utfylte masser inne mot eksisterende kaier over naturlige avsetninger som går over til naturlige avsetninger opp i sjøbunn etter hvert som eldre fyllingsfront passerer. Fjell er ikke kartlagt i området, men bør kartlegges med tanke på å ramme spissbærende pelar til fjell i stedet for friksjonsbærende pelar i løsmasser. For tilstøtende kaier ser det ut til at rammekriterier er oppnådd ved tilnærmede samme rammede dybde under gammel sjøbunn. Differanse i rammet lengde stammer i store trekk fra oppfylte masser over sjøbunn. Dette betyr at tilsvarende bæreevne på tilsvarende pelar under ny kai kan forventes oppnådd med å ramme til samme dybde som pelen ble rammet til i forrige byggetrinn.

Prosjekt: Ro/Ro-Kai Somaneset 2013	  <b>Port-CAT</b>	Rev: 001	Dato: 28.01.13	Side: <b>18 / 45</b>
Tittel <b>Teknisk bilag til forprosjekt</b>		Prosjekt nr: <b>12008</b>	Utarb. Av: <b>Nyvoll</b>	Dokument nr: TBF-01

Tegning som viser tilstøtende kai og opprinnelig sjøbunn



Peler akse A er rammet til en dybde rundt kote -33 til -35, mens sjøbunn opprinnelig var fra kote -12,5 mot sør som synker ned mot kote -14 mot nord. Dette gir en pelelengde rammet ned i opprinnelige sjøbunn fra 22,5m mot sør og ned mot 20,5m mot nord.

Peler akse B er rammet til en dybde rundt kote -33 til -35, mens sjøbunn opprinnelig var fra kote -11,5 mot sør som synker ned mot kote -13,5 mot nord. Dette gir en pelelengde rammet ned i opprinnelige sjøbunn fra 22-23m mot sør og ned mot 20m mot nord.

Peler akse C er rammet til en dybde rundt kote -30,5 til -34, mens sjøbunn opprinnelig var fra kote -10,5 mot sør som synker ned mot kote -13 mot nord. Dette gir en pelelengde rammet ned i opprinnelige sjøbunn fra 23m mot sør og ned mot 20m mot nord.

Data fra ramming av denne kaien viser generelt tilnærmet like forhold for fundamentering med en noe stigende bærekapasitet etter hvert som man går nordover, noe som også er gunstig for den nye kaien.

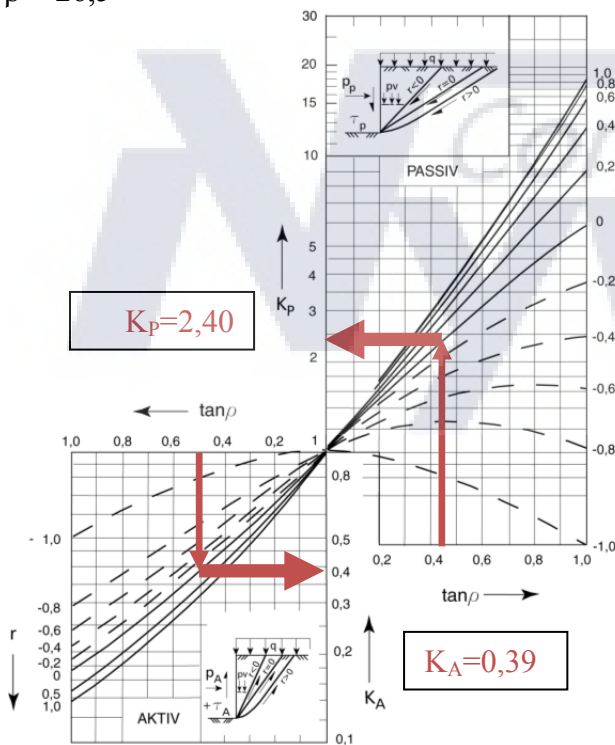
I mangel av geotekniske rapporter kan man forvente at peler under ny kai må rammes 22m under opprinnelig sjøbunn for å oppnå tilsvarende bæring som peler under tilstøtende kaikonstruksjon. Det forutsettes at peler med samme dimensjon benyttes.

Prosjekt: Ro/Ro-Kai Somaneset 2013	  <b>Port-CAT</b>	Rev: 001	Dato: 28.01.13	Side: <b>19 / 45</b>
Tittel <b>Teknisk bilag til forprosjekt</b>		Prosjekt nr: <b>12008</b>	Utarb. Av: <b>Nyvoll</b>	Dokument nr: TBF-01

Jordtrykk, stabilitet av skråning og bæreevne bør beregnes ut fra materialegenskaper angitt i tidligere utførte grunnundersøkelser. Det forventes å finne fast lagret sand med friksjonsvinkel  $\geq 33^\circ$  som benyttes videre i forprosjektet.

Plassering	Materiale	Dim. tyngde-tetthet $\gamma$ kN/m <sup>3</sup>	Karakteristisk indre friksjonsvinkel $\phi$		Attraksjon a kN/m <sup>2</sup>		
			grader	tan $\phi$			
Bak og foran landkar og støttemur	Tilførte komprimerte masser	Sprengstein *	19	42	0,90	0 - 10	
		Grus	19	38	0,78	0	
		Sand	18	36	0,73	0	
	Naturlige, ikke komprimerte masser	Grus	19	35	0,70	0	
		Sand	17	33	0,65	0	
		Silt	18	31	0,60	0	
		Leire og leirig silt	Fast **	20	26	0,49	0
			Bløt **	19	20	0,36	0

Tilnærmet flatt bakareal og  $\gamma_m = 1,3$  gir  $\tan(\rho) = \tan(\phi)/\gamma_m = \tan(33)/1,3 = 0,50$ .  
 $\rho = 26,5^\circ$



Prosjekt: Ro/Ro-Kai Somaneset 2013	  <b>Port-CAT</b> Copyright	Rev: 001	Dato: 28.01.13	Side: 20 / 45
Tittel <b>Teknisk bilag til forprosjekt</b>		Prosjekt nr: <b>12008</b>	Utarb. Av: <b>Nyvoll</b>	Dokument nr: TBF-01

## 1.11 Lastkombinasjoner i.h.t NS-EN1990:2002. Tillegg A2 Anvendelse for bruer.

### 1.11.1 Bruddgrensetilstand Tabell NA.A2 (B):

Vedvarende og forbigående dimensjonerende situasjoner	Permanente laster		For-spenning	Dominerende variabel last (*)	Øvrige variable laster (*)
	Ugunstig	Gunstig			
(Ligning 6.10 a)	$\gamma_{Gj,sup} G_{kj,sup}$	$\gamma_{Gj,inf} G_{kj,inf}$	$\gamma_p P$	$\gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$	$\gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$
(Ligning 6.10 b)	$\xi \gamma_{Gj,sup} G_{kj,sup}$	$\gamma_{Gj,inf} G_{kj,inf}$	$\gamma_p P$	$\gamma_{Q,i} Q_{k,i}$	$\gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$

(\*) Variable laster er de som er oppført i tabellene NA.A2.1 til NA.A2.3.

**MERKNAD 1** Det skal i bruddgrensetilstanden påvises ved bruk av ligningene 6.10 a og 6.10 b at bruers konstruksjonsoppførsel er i overensstemmelse med antatt beregningsmodell, utover mindre endringer (f.eks. oppløft fra lager, strekkpeler som sees bort fra, flytledd etc.) som kan aksepteres forutsatt at konstruksjonen dimensjoneres i overensstemmelse med de endrede forutsetningene.

**MERKNAD 2** Det benyttes følgende sett med  $\gamma$ - og  $\xi$ -verdier ved bruk av uttrykk 6.10a og 6.10b:

$\gamma_{Gj,sup} = 1,35$  for permanent last, untatt de listet under <sup>1) 2)</sup>

1,00 for irreversible deformasjonslaster <sup>3)</sup>

1,20 for permanent del av vanntrykk

$\gamma_{Gj,inf} = 1,0$  for permanent last <sup>1) 2)</sup>

0 for irreversible deformasjonslaster <sup>3)</sup>

1,0 for vanntrykk

$\xi = 0,89$  for egenvekt <sup>1)</sup>

$\gamma_p =$  verdier gitt i de aktuelle eurokodene. <sup>4)</sup>

$\gamma_Q = 1,35$  for vegtrafikk fra kjøretøyer og fotgjengere, hvis ugunstig (0 hvis gunstig)

$\gamma_Q = 1,5$  for jernbanetrafikk, hvis ugunstig (0 hvis gunstig). For lastmodell SW/2 benyttes  $\gamma_Q = 1,2$ .

$\gamma_Q = 1,60$  for laster fra vind, bølger og strøm, hvis ugunstig (0 hvis gunstig).

$\gamma_Q = 1,20$  for temperaturlast, hvis ugunstig (0 hvis gunstig).

$\gamma_Q = 1,35$  for last fra lagerfriksjon og variabel del av vanntrykk, hvis ugunstig (0 hvis gunstig).

$\gamma_Q = 1,50$  for øvrige variable laster, hvis ugunstig (0 hvis gunstig).

<sup>1)</sup> Disse verdiene gjelder for egenvekt av bærende og ikke-bærende konstruksjonsdeler, ballast, jord, flyttbare laster etc.

<sup>2)</sup> De karakteristiske verdiene for laster av samme opprinnelse for eksempel egenvekt multipliseres med  $\gamma_{Gj,sup}$  hvis resultatet i form av den totale lastvirkningen er ugunstig, og med  $\gamma_{Gj,inf}$  hvis resultatet i form av den totale lastvirkningen er gunstig. Dette gjelder også om forskjellige materialer er brukt.

<sup>3)</sup> Irreversible deformasjonslaster kan være bl.a. differansesetning, kryp og svinn. For  $\gamma$ -verdier for svinn vises til NS-EN 1992-1-1. Se også NS-EN 1991 til NS-EN 1999 for evt. øvrige  $\gamma$ -verdier som skal brukes for påførte deformasjoner. Irreversible deformasjonslaster skal alltid tas med dersom de har ugunstig virkning.

<sup>4)</sup> Der dette er aktuelt, gjelder verdiene også for indirekte virkninger av spennkrefter dvs. som tvangskrefter i statisk ubestemte konstruksjoner.

**MERKNAD 3** Jf. fotnote 2 over. Se også A2.3.1 (2).

**MERKNAD 4** For spesielle påvisninger kan verdiene for  $\gamma_G$  og  $\gamma_Q$  igjen deles inn i verdiene  $\gamma_g$  og  $\gamma_q$  og modellens usikkerhetsfaktor  $\gamma_{sd}$ . En verdi for  $\gamma_{sd}$  som ligger mellom 1,05 til 1,15, kan normalt benyttes.

Mer detaljerte regler for dette kan gis for det enkelte prosjekt.

**MERKNAD 5** For laster fra vann som ikke er dekket i denne tabellen eller av NS-EN 1997 (f.eks. rennende vann), kan lastkombinasjonene som skal brukes, angis for det enkelte prosjekt.

Horisontale laster inn/ut fra kai eller langsetter kaifront regnes som et produkt av vind, bølger og strøm på skip, mens reaksjonslaster fra fendere regnes som øvrige variable laster.

Prosjekt: Ro/Ro-Kai Somaneset 2013	  <b>Port-CAT</b>	Rev: 001	Dato: 28.01.13	Side: <b>21 / 45</b>
Tittel <b>Teknisk bilag til forprosjekt</b>		Prosjekt nr: <b>12008</b>	Utarb. Av: <b>Nyvoll</b>	Dokument nr: TBF-01

### Lastfaktorer for kraner

Action	Symbol ..	Situation	
		P/T	A
<b>Permanent crane actions</b>			
- unfavourable	$\gamma_{G\text{sup}}$	1,35	1,00
- favourable	$\gamma_{G\text{inf}}$	1,00	1,00
<b>Variable crane actions</b>			
- unfavourable	$\gamma_{Q\text{sup}}$	1,35	1,00
- favourable	$\gamma_{Q\text{inf}}$		
crane present		1,00	1,00
crane not present		0,00	0,00
<b>Other variable actions</b>	$\gamma_Q$		
- unfavourable		1,50	1,00
- favourable		0,00	0,00
<b>Accidental actions</b>	$\gamma_A$		1,00

Persistent situation      T - Transient situation      A - Accidental situation

Prosjekt: Ro/Ro-Kai Somaneset 2013	  <b>Port-CAT</b>	Rev: 001	Dato: 28.01.13	Side: 22 / 45
Tittel <b>Teknisk bilag til forprosjekt</b>		Prosjekt nr: <b>12008</b>	Utarb. Av: <b>Nyvoll</b>	Dokument nr: TBF-01

### 1.11.2 Ulykkesgrensetilstand:

$$Q_{ad} = 1,00 \cdot G + 0,5 \cdot NL + 0,5 \cdot F + A_d$$

### 1.11.3 Seismiske situasjoner:

Dimensjon-erende situasjon	Permanente laster		For-spennning	Dominerende ulykkeslast eller seismisk last	Øvrige variable laster (**)
	$G_{q,sup}$	$G_{q,inf}$			
Ulykkes-situasjon(*) (Ligning 6.11a/b)	$G_{q,sup}$	$G_{q,inf}$	$P$	$A_d$	$\psi_{2,i} Q_{k,i}$
Seismisk situasjon(***) (Ligning 6.12a/b)	$G_{q,sup}$	$G_{q,inf}$	$P$	$A_{Ed} = \gamma_l A_{Ek}$	$\psi_{2,i} Q_{k,i}$

(\*) For dimensjonerende ulykkesituasjon kan de øvrige variable laster regnes med sin tilnærmet permanente verdi.  
(\*\*) Variable laster er de som er oppført i tabell A2.1 til A2.3.  
(\*\*\*) For det enkelte prosjekt kan det være angitt spesielle dimensjonerende seismiske situasjoner. For jernbanebruer trenger kun ett spor regnes belastet, og det kan sees bort fra lastmodell SW/2.  
**MERKNAD** For alle ikke-seismiske laster settes  $\gamma = 1,0$ .

Seismiske situasjoner kontrolleres i.h.t overliggende lastkombinasjoner

### 1.11.4 Bruksgrensetilstand.

Kombinasjon	Permanente laster $G_d$		For-spennning	Variable laster $Q_d$	
	Ugunstig	Gunstig		Dominerende last	Øvrige laster
Karakteristisk	$G_{q,sup}$	$G_{q,inf}$	$P$	$Q_{k,1}$	$\psi_{0,i} Q_{k,i}$
Sjeldent forekommende	$G_{q,sup}$	$G_{q,inf}$	$P$	$\psi_{1,inf} Q_{k,1}$	$\psi_{1,i} Q_{k,i}$
Ofte forekommende	$G_{q,sup}$	$G_{q,inf}$	$P$	$\psi_{1,1} Q_{k,1}$	$\psi_{2,i} Q_{k,i}$
Tilnærmet permanent	$G_{q,sup}$	$G_{q,inf}$	$P$	$\psi_{2,1} Q_{k,1}$	$\psi_{2,i} Q_{k,i}$

Kontroll av rissvidder utføres i lastkombinasjon "Ofte forekommende" i.h.t NS-EN1990-1-1:2004+NA:2008 Tabell NA.7.1N da eksponeringsklasse XS3 er dimensjonerende.

Prosjekt: Ro/Ro-Kai Somaneset 2013	  <b>Port-CAT</b>	Rev: 001	Dato: 28.01.13	Side: <b>23 / 45</b>
Tittel <b>Teknisk bilag til forprosjekt</b>		Prosjekt nr: <b>12008</b>	Utarb. Av: <b>Nyvoll</b>	Dokument nr: TBF-01

### 1.11.5 $\Psi$ -Faktorer for laster (Tabell NA.A2.1)

Påvirkning	Symbol	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$ <sup>5)</sup>	$\psi_{1,infq}$ <sup>1)</sup>	
Trafikklaster (se NS-EN 1991-2, tabell 4.4)	gr1a	Boggilast (BL)	0,7 <sup>3)</sup>	0,7	0,2/0,5	0,8
	(LM1 + horisontale laster + laster på gangbaner/fortau)	Jevnt fordelt last (JFL)	0,7 <sup>3)</sup>	0,7	0,2/0,5	0,8
		Horisontale laster	0,7 <sup>3)</sup>	0,7	0,2/0,5	0,8
		Laster på gangbaner/fortau <sup>2)</sup>	0,7 <sup>3)</sup>	0,7	0,2/0,5	0,8
	gr1b (enkel aksling)		0,7 <sup>3)</sup>	0,7	0,2/0,5	0,8
	gr2 (horisontale kretter)		0,7 <sup>3)</sup>	0,7	0,2/0,5	0,8
	gr3 (laster på gangbaner/fortau)		0,7 <sup>3)</sup>	0,7	0,2/0,5	0,8
	gr4 (LM4 – Laster fra ansamling av mennesker)		0,7 <sup>3)</sup>	0,7	0,2/0,5	0,8
gr5 (LM3 – Spesialkjøretøyer)		-	-	-	-	
Vindkrefter	$F_{wk}$ - Vedvarende dimensjonerende situasjoner	0,7	0,6	0/0,5	0,8	
	$F_{wk}$ - Under utførelse	0,8	-	-	-	
	$F_w^*$	0,7	0,6	0/0,5	0,8	
Temperatur <sup>4)</sup>	$T_k$	0,7	0,6	0/0,5	0,8	
Snølaster	$Q_{Sn,k}$ - På tak o.l.	0,7	0,6	0,2/0,5	0,8	
	$Q_{Sn,k}$ - Under utførelse	0,8	-	-	-	
Laster i byggetilstand	$Q_c$	1,0	-	1,0	-	
Istrykk	-	0,7	0,6	0/0,5	0,8	
Bølger og strøm	-	0,7	0,6	0/0,5	0,8	
Vanntrykk, variabel del	-	0,7	0,6	0/0,5	0,8	
Jordtrykk, variabel del	-	0,7	0,6	0/0,5	0,8	
Last fra lagerfriksjon	-	0,7	0,6	0/0,5	0,8	
Øvrige variable laster	-	0,7	0,6	0/0,5	0,8	

<sup>1)</sup>  $\psi_{1,infq}$  er en faktor beregnet på å definere sjeldent forekommende laster.

<sup>2)</sup> Kombinasjonsverdien for laster på gangbaner/fortau angitt i tabell 4.4a i NS-EN 1991-2, er en redusert verdi og  $\psi$ -faktorene gjelder for denne verdien.

<sup>3)</sup> Der vindlasten behandles som den dominerende lasten, representert ved  $F_{wk}$ , bør  $\psi_0$  for trafikklast settes lik 0, jf. også A2.2.2(5).

<sup>4)</sup> Påvirkning fra temperatur medtas i alle lastkombinasjoner, også i bruddgrensetilstand, dersom virkningen er ugunstig.

<sup>5)</sup> Ved beregning av rissvidder i henhold til NS-EN 1992 for lastkombinasjonen "tilnærmet permanent" benyttes verdien 0,5. Verdierne 0,2 respektive 0 kan benyttes ved beregning av langtidseffekter for tidsavhengige egenskaper.

#### NA.A.2.3 $\psi$ -factors for crane loads

NA.A.2.3(1) For laster fra kraner brukes  $\psi$ -faktorverdiene  $\psi_0 = 1,0$ ,  $\psi_1 = 0,9$  og  $\psi_2 =$  forholdet mellom permanent last fra kran og total last fra kran.

Prosjekt: Ro/Ro-Kai Somaneset 2013	  	Rev: 001	Dato: 28.01.13	Side: 24 / 45
Tittel <b>Teknisk bilag til forprosjekt</b>		Prosjekt nr: <b>12008</b>	Utarb. Av: <b>Nyvoll</b>	Dokument nr: TBF-01

## 1.12 Forskrifter, standarder

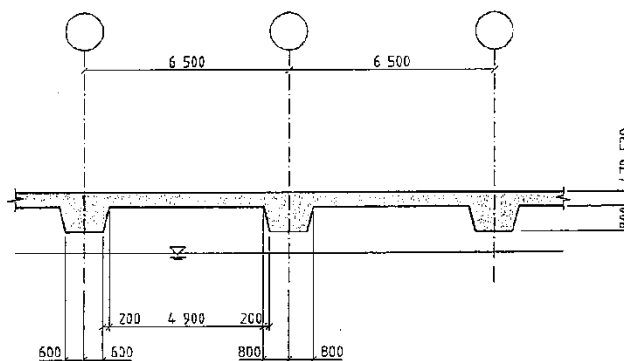
Standard nr	Beskrivelse	Utg.	År
NS-EN 1990:2002 +NA:2008	Eurocode: Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner.	1	2008
NS-EN 1991	Eurocode 1: Laster på konstruksjoner. Alle relevante deler:		
NS-EN 1992	Eurocode 2: Prosjektering av betongkonstruksjoner. Alle relevante deler med tilhørende materialstandarder		
NS-EN 1993	Eurocode 3: Prosjekterings av stålkonstruksjoner. Alle relevante deler med tilhørende materialstandarder		
NS-EN 1997-1: 2004+NA:2008	Eurocode 7: Geoteknisk prosjektering, Del 1: Allmenne regler	1	2008
NS-EN 1998-1: 2004+NA:2008	Eurocode 8. Prosjektering av konstruksjoner for seismisk påvirkning. Del 1: Allmenne regler, seismiske laster og regler for bygninger.	1	2008
NS-EN206-1-1: 2000+NA:2007	Betong. Del 1: Spesifikasjon, egenskaper, fremstilling og samsvar (innbefattet endringsblad prA1:2003)	1	2001
NS-EN 13670: 2009+NA:2010	Utførelse av betongkonstruksjoner	1	2010
Norske Siv.ing. forening	Anvisning for havnebygging del 1 og 2. Relevante deler	1	1988
Statens Vegvesen Håndbok 016	Geoteknikk i vegbygging	4	2006
Carl A. Thoresen	Port Designers Handbook: Recommendations and Guidelines	2	2010
Peleveiledningen	Peleveiledningen 2012		2012
Rådgivende Ingeniørers Forening	Dimensjonering for Jordskjelv		2010





Prosjekt: Ro/Ro-Kai Somaneset 2013	  <b>Port-CAT</b>	Rev: 001	Dato: 28.01.13	Side: <b>26 / 45</b>
Tittel <b>Teknisk bilag til forprosjekt</b>		Prosjekt nr: <b>12008</b>	Utarb. Av: <b>Nyvoll</b>	Dokument nr: TBF-01

Snitt hovedbjelker:



Vi bruker programmet K-Bjelke av Ove Sletten til vår etter-kalkulasjon. Hovedbjelkene modelleres med flensbredde 500mm, som er en noe forsiktig betraktning. Detaljdesign tas ikke med i utskriften i programmet.

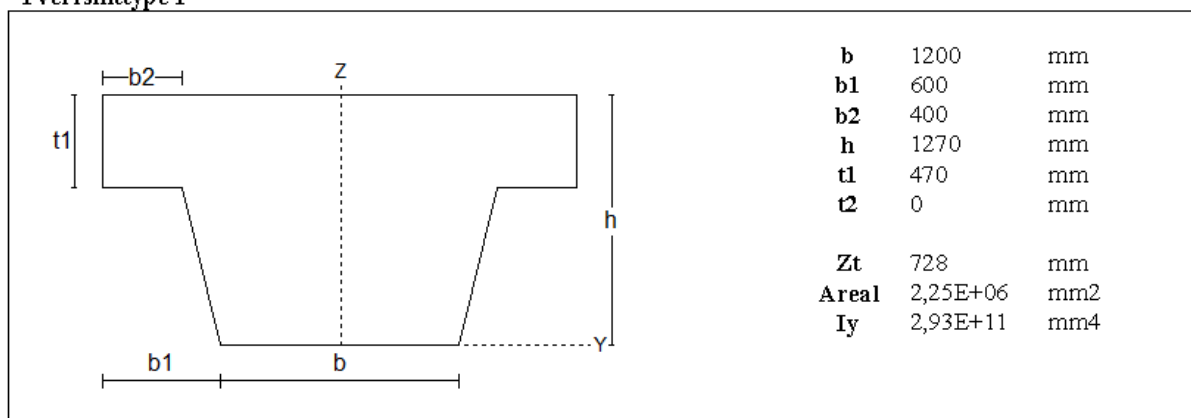
### 1.0 BJELKE MED 3 OPPLEGGSPUNKTER



### 1.1 SPENNVIDDER [mm], OG TVERRSNITTYPER

Felt nr	v.utkr.	1	2	h.utkr.
Spennvidde	2500	8000	8000	1500
Tverrsnitttype	1	1	1	1

#### Tverrsnitttype 1

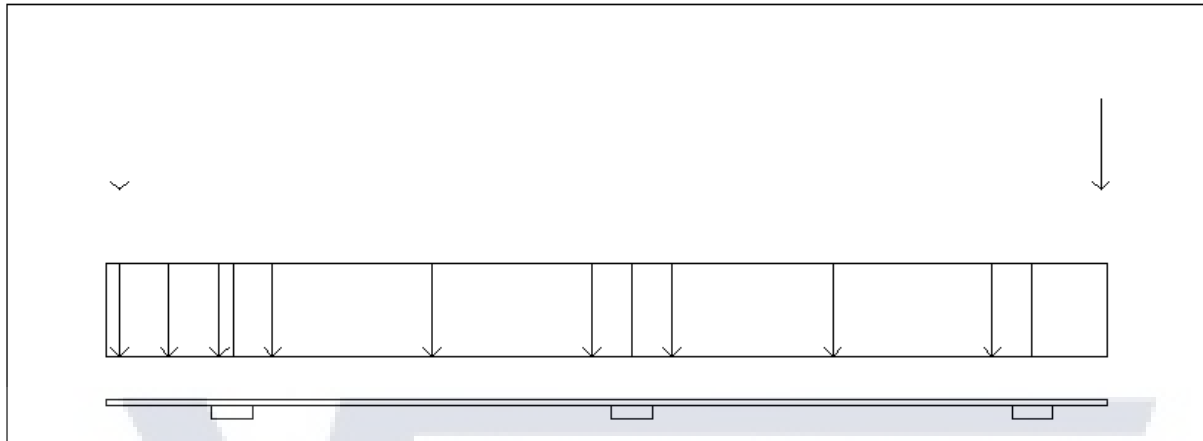


Prosjekt: Ro/Ro-Kai Somaneset 2013	  <b>Port-CAT</b> Copyright	Rev: 001	Dato: 28.01.13	Side: 27 / 45
Tittel <b>Teknisk bilag til forprosjekt</b>		Prosjekt nr: <b>12008</b>	Utarb. Av: <b>Nyvoll</b>	Dokument nr: TBF-01

## 1.2 SØYLER OG OPPLEGGSPUNKT [mm]

Opplegg nr	Søyer på bjelkens underside				Søyer på bjelkens overside			
	kode	lengde	h/diameter	b(tverretn)	kode	lengde	h/diameter	b(tverretn)
1	Sirkel	10000	813					
2	Sirkel	6666	813					
3	Sirkel	3333	813					

## 1.3 LASTBILDE



### Lastfaktorer

	Nedbøyning	Risskontroll	Bruddgrense
Permanent last	1,00	1,00	1,20
Variabel last	0,30	0,50	1,50

**PSI-Faktor** Kategori G : trafikk- parkeringsareal for mellomstore kjøretøy (30kN<kjøretøyvekt<160kN på to akslinger)

**Krav maks.nedbøyning** Konstruksjoner med alminnelige brukskrav eller estetiske krav

Pålitelighetsklasse: 3

Bjelkens romvekt: 2500 kg/m<sup>3</sup>

### Jevnt fordelt last (kN/m)

Felt nr	Egenvekt	Permanent last	Variabel last
v. utkrag.	56,20	47,18	325,00
1	56,20	47,18	325,00
2	56,20	47,18	325,00
h. utkrag.	56,20	47,18	325,00

### Punktlast (kN)

x: avstand fra punktlast til venstre ende i felt

Permanent	Variabel	x (mm)	Felt
27,00	0,00	250	0
385,90	495,60	1375	3

## 5.1 OPPLEGGSKREFTER I BRUKSGRENSETILSTAND (kN og kNm) (alle lastfaktorer = 1)

Ng,Mg: fra egenvekt. Np,Mp: fra nyttelast

Oppleggs- punkt	Permanent last i alle felt				Nyttelast i ett felt ved siden av oppleggspunkt			
	Ng (kN)	Mg (kNm)	Np (kN)	Mp (kNm)	Nyttelast i venstre felt		Nyttelast i høyre felt	
					Np (kN)	Mp (kNm)	Np (kN)	Mp (kNm)
1	-676	8,6	-1986	30,7	-965	-49,1	-1145	106,4
2	-842	-5,0	-2843	-1,7	-1622	-105,1	-1576	102,5
3	-962	15,6	-2167	-78,4	-1176	-292,2	-1126	138,6

Prosjekt: Ro/Ro-Kai Somaneset 2013	  <b>Port-CAT</b> Copyright	Rev: 001	Dato: 28.01.13	Side: <b>28 / 45</b>
Tittel <b>Teknisk bilag til forprosjekt</b>		Prosjekt nr: <b>12008</b>	Utarb. Av: <b>Nyvoll</b>	Dokument nr: TBF-01

## 5.2 OPPLGGSKREFTER I BRUDDGRENSETILSTAND (kN og kNm)

Ng,Mg: fra egenvekt. Np,Mp: fra nyttelast

Oppleggs- punkt	Permanent last i alle felt		Variabel last i alle felt		Nyttelast i ett felt ved siden av oppleggspunkt			
	Ng (kN)	Mg (kNm)	Np (kN)	Mp (kNm)	Nyttelast i venstre felt		Nyttelast i høyre felt	
					Np (kN)	Mp (kNm)	Np (kN)	Mp (kNm)
1	-812	10,4	-2979	46,1	-1448	-73,6	-1717	159,6
2	-1010	-6,0	-4264	-2,5	-2434	-157,7	-2365	153,7
3	-1155	18,7	-3250	-117,5	-1764	-438,3	-1690	207,9

Peler i akse A har en påført aksiallast på  $812+2\ 979$  = 3 791 kN i bruddgrensetilstand

Peler i akse B har en påført aksiallast på  $1\ 010+4\ 264$  = 5 274 kN i bruddgrensetilstand

Peler i akse C har en påført aksiallast på  $1\ 155+3\ 250$  = 4 405 kN i bruddgrensetilstand

I akse 25 som går mot ny kai er kaien avsluttet med en kontinuerlig oppleggshylle for kaidekke på ny kai. Det forutsettes at denne kan bære et kaidekke med tilsvarende spenn som dagens kai med feltbredde på 6,5m. Dette betyr at første bærebjelke for ny kai kan plasseres inntil 6,5m fra akse 25.

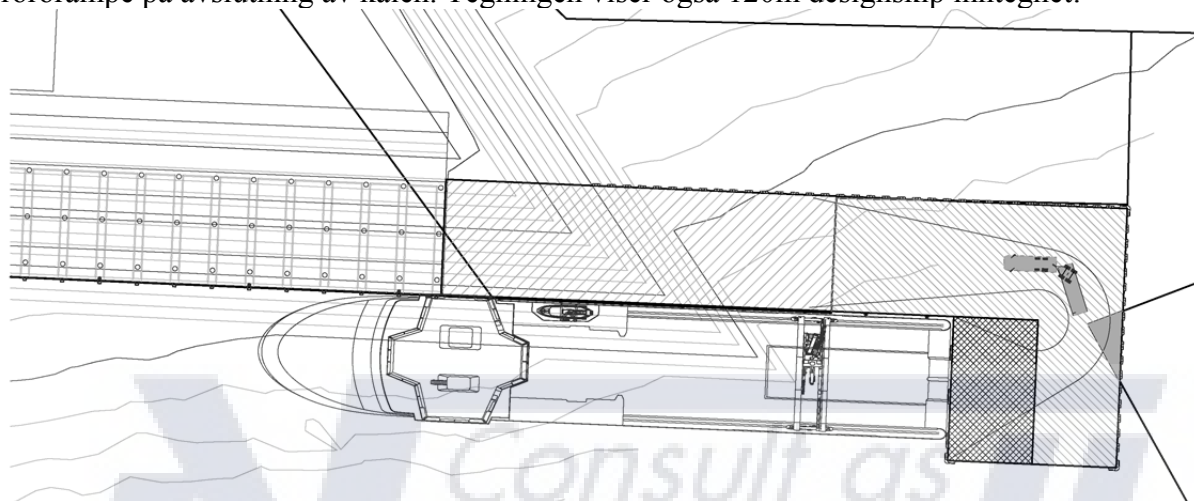


Prosjekt: Ro/Ro-Kai Somaneset 2013	  <b>Port-CAT</b>	Rev: 001	Dato: 28.01.13	Side: <b>29 / 45</b>
Tittel <b>Teknisk bilag til forprosjekt</b>		Prosjekt nr: <b>12008</b>	Utarb. Av: <b>Nyvoll</b>	Dokument nr: TBF-01

### 3. Ny kai og spennvidder

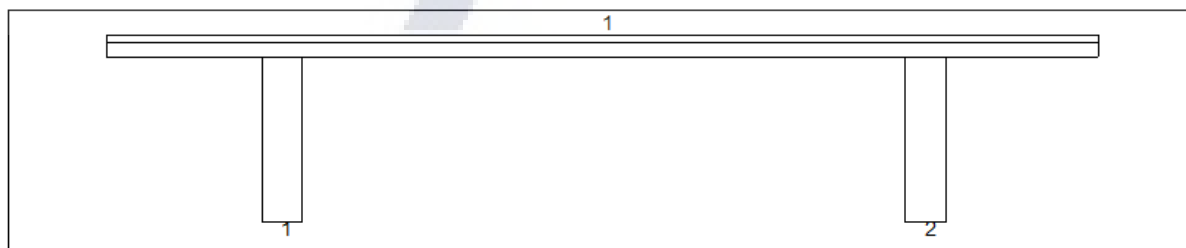
Den nye kaien skal bygges med lengde slik at denne ikke overskrider tverrlinjen for område regulert til havn. Det skal i tillegg bygges en rampe med bredde 25m for transport av roro gods. I utgangspunktet skal ny rororampe integreres med den nye kaien, men alternativ med flytende rampe vurderes også benyttet.

Tegning som viser forslag til ny kai. Det skal bygges en kaipir med bredde 20m og en rororampe på avslutning av kaien. Tegningen viser også 120m designskip inntegnet:



I utgangspunktet har vi designet en 2-pel løsning for selve kaipiren med utgangspunkt i at laster i bruddgrensetilstand i pelen ikke skal overskride laster i bruddgrensetilstand for de størst påkjente pelene i tilstøtende kai. Programmet K-Bjelke fra Ove sletten er benyttet i beregninger.

#### 1.0 BJELKE MED 2 OPPLEGGSPUNKTER

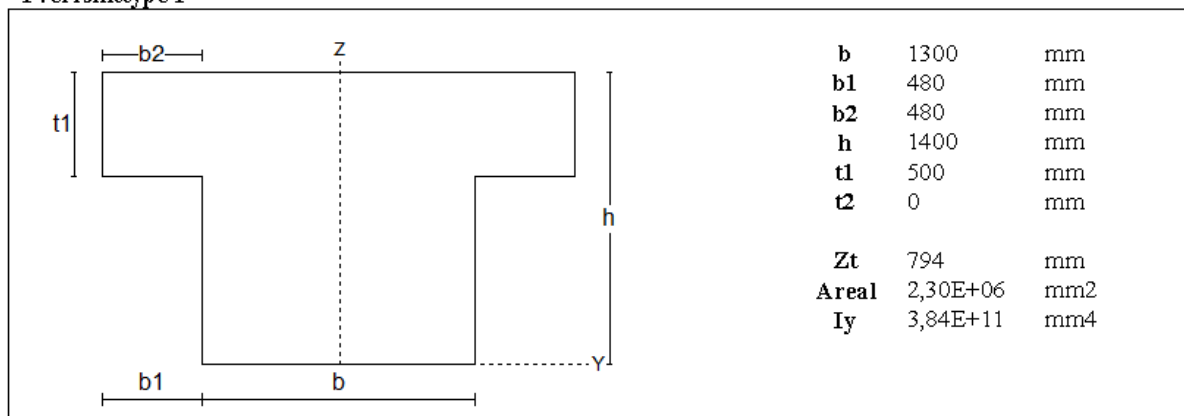


Prosjekt: Ro/Ro-Kai Somaneset 2013	  <b>Port-CAT</b>	Rev: 001	Dato: 28.01.13	Side: <b>30 / 45</b>
Tittel <b>Teknisk bilag til forprosjekt</b>		Prosjekt nr: <b>12008</b>	Utarb. Av: <b>Nyvoll</b>	Dokument nr: TBF-01

## 1.1 SPENNVIDDER [mm], OG TVERRSNITTYPER

Felt nr	v.utkr.	1	h.utkr.
Spennvidde	3500	13000	3500
Tverrsnitttype	1	1	1

### Tverrsnitttype 1

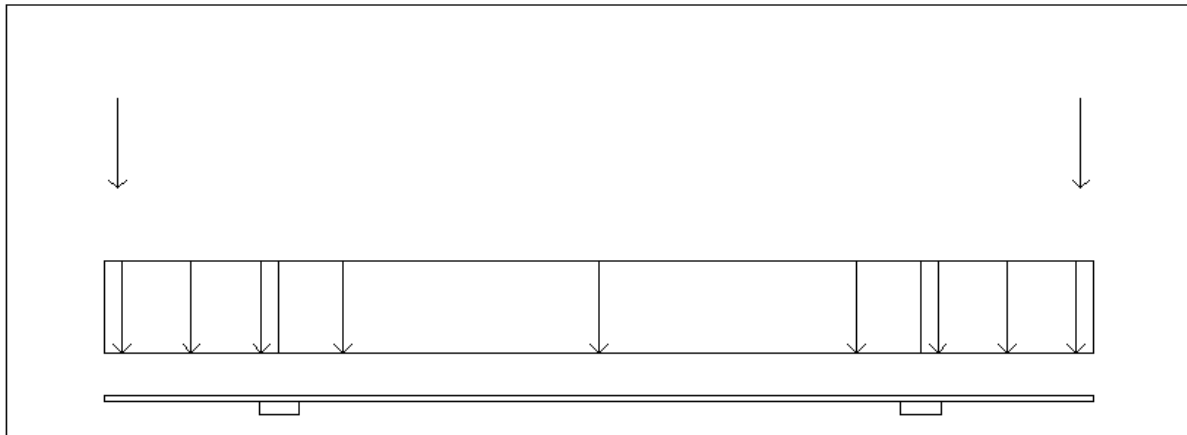


## 1.2 SØYLER OG OPPLÈGGSPUNKT [mm]

Opplegg nr	Søyler på bjelkens underside				Søyler på bjelkens overside			
	kode	lengde	h/diameter	b(tverretn)	kode	lengde	h/diameter	b(tverretn)
1	Sirkel	10000	813					
2	Sirkel	10000	813					

Prosjekt: Ro/Ro-Kai Somaneset 2013	  <b>Port-CAT</b>	Rev: 001	Dato: 28.01.13	Side: <b>31 / 45</b>
Tittel <b>Teknisk bilag til forprosjekt</b>		Prosjekt nr: <b>12008</b>	Utarb. Av: <b>Nyvoll</b>	Dokument nr: TBF-01

### 1.3 LASTBILDE



#### Lastfaktorer

	Nedbøyning	Risskontroll	Bruddgrense
Permanent last	1,00	1,00	1,20
Variabel last	0,60	0,70	1,50

**PSI-Faktor** Kategori F :trafikk- parkeringsareal små kjøretøy (vekt <= 30 kN)

**Krav maks.nedbøyning** Konstruksjoner med alminnelige brukskrav eller estetiske krav

Pålitelighetsklasse: 3	Bjerkens romvekt: 2500 kg/m <sup>3</sup>
------------------------	------------------------------------------

#### Jevnt fordelt last (kN/m)

Felt nr	Egenvekt	Permanent last	Variabel last
v. utkrag	57,50	36,00	265,00
1	57,50	36,00	265,00
h. utkrag	57,50	36,00	265,00

#### Punktlaster (kN)

x: avstand fra punktlast til venstre ende i felt

Permanent	Variabel	x (mm)	Felt
27,00	0,00	250	0
27,00	0,00	3250	2

### 5.1 OPPLGGSKREFTER I BRUKSGRENSETILSTAND (kN og kNm) (alle lastfaktorer = 1)

Ng,Mg: fra egenvekt. Np,Mp: fra nyttelast

Oppleggs- punkt	Permanent last i alle felt		Variabel last i alle felt		Nyttelast i ett felt ved siden av oppleggspunkt			
	Ng (kN)	Mg (kNm)	Np (kN)	Mp (kNm)	Np (kN)	Mp (kNm)	Np (kN)	Mp (kNm)
1	-962	64,4	-2650	207,0	-1048	-108,1	-1723	366,4
2	-962	-64,4	-2650	-207,0	-1722	-366,4	-1048	108,1

### 5.2 OPPLGGSKREFTER I BRUDDGRENSETILSTAND (kN og kNm)

Ng,Mg: fra egenvekt. Np,Mp: fra nyttelast

Oppleggs- punkt	Permanent last i alle felt		Variabel last i alle felt		Nyttelast i ett felt ved siden av oppleggspunkt			
	Ng (kN)	Mg (kNm)	Np (kN)	Mp (kNm)	Np (kN)	Mp (kNm)	Np (kN)	Mp (kNm)
1	-1154	77,3	-3975	310,6	-1572	-162,1	-2584	549,6
2	-1154	-77,3	-3975	-310,6	-2584	-549,6	-1572	162,1

Bruddlast i pel = 1154 + 3975 = 5 129 kN OK!

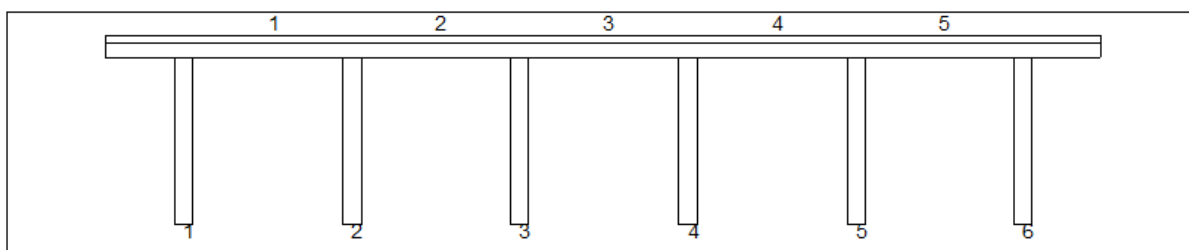
Prosjekt: Ro/Ro-Kai Somaneset 2013	 	Rev: 001	Dato: 28.01.13	Side: 32 / 45
Tittel <b>Teknisk bilag til forprosjekt</b>		Prosjekt nr: <b>12008</b>	Utarb. Av: <b>Nyvoll</b>	Dokument nr: TBF-01

## 4. FUNDAMENTERT RORO-RAMPE

Ved rororampen har vi designet en fler-pel løsning hvor feltbredden er øket fra 5,3 til 7m og med kontinuerlige betongbjelker med momentstivt sprang i overgangen på 2 stk peler.

Utgangspunkter som kaipiren forøvrig at laster i bruddgrensetilstand i pelen ikke skal overskride laster i bruddgrensetilstand for de størst påkjente pelene i tilstøtende kai. Programmet K-Bjelke fra Ove sletten er benyttet i beregninger.

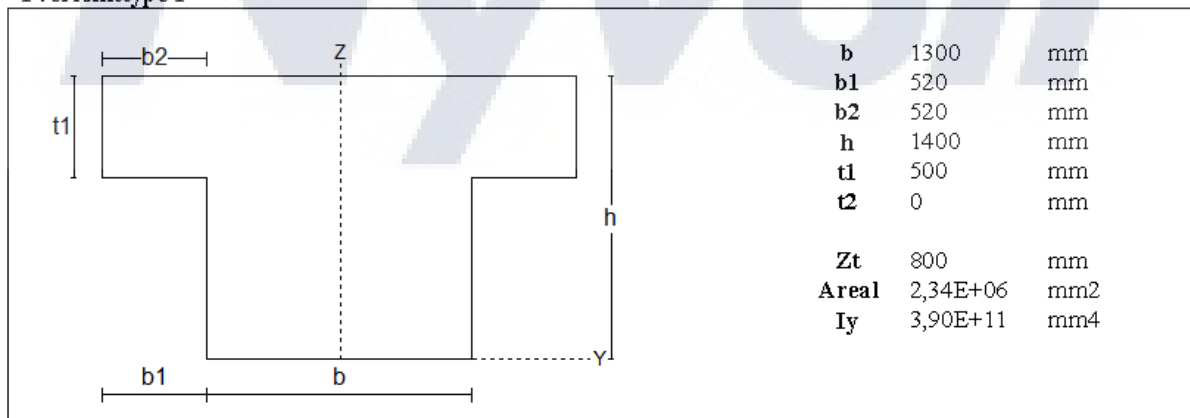
### 1.0 BJELKE MED 6 OPPLEGGSPUNKTER



### 1.1 SPENNVIDDER [mm], OG TVERRSNITTYPER

Felt nr	v.utkr.	1	2	3	4	5	h.utkr.
Spennvidde	3500	7600	7600	7600	7600	7600	3500
Tverrsnitttype	1	1	1	1	1	1	1

#### Tverrsnitttype 1



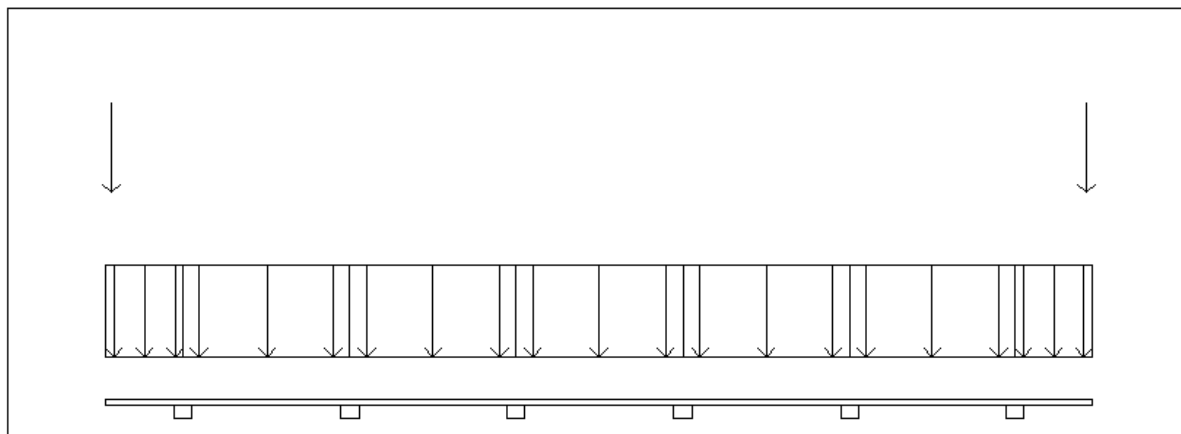
### 1.2 SØYLER OG OPPLEGGSPUNKT [mm]

Opplegg nr	Søyler på bjelkens underside				Søyler på bjelkens overside			
	kode	lengde	h/diameter	b(tverretn)	kode	lengde	h/diameter	b(tverretn)
1	Sirkel	10000	813					
2	Sirkel	10000	813					
3	Sirkel	10000	813					
4	Sirkel	10000	813					
5	Sirkel	10000	813					
6	Sirkel	10000	813					



Prosjekt: Ro/Ro-Kai Somaneset 2013	  <b>Port-CAT</b>	Rev: 001	Dato: 28.01.13	Side: <b>33 / 45</b>
Tittel <b>Teknisk bilag til forprosjekt</b>		Prosjekt nr: <b>12008</b>	Utarb. Av: <b>Nyvoll</b>	Dokument nr: TBF-01

### 1.3 LASTBILDE



#### Lastfaktorer

	Nedbøyning	Risskontroll	Bruddgrense
Permanent last	1,00	1,00	1,20
Variabel last	0,60	0,70	1,50

**PSI-Faktor** Kategori F :trafikk- parkeringsareal små kjøretøy (vekt  $\leq 30$  kN)

**Krav maks.nedbøyning** Konstruksjoner med alminnelige brukskrav eller estetiske krav

Pålitelighetsklasse: 3	Bjerkens romvekt: 2500 kg/m <sup>3</sup>
------------------------	------------------------------------------

#### Jevnt fordelt last (kN/m)

Felt nr	Egenvekt	Permanent last	Variabel last
v. utkrag.	58,50	61,10	350,00
1	58,50	61,10	350,00
2	58,50	61,10	350,00
3	58,50	61,10	350,00
4	58,50	61,10	350,00
5	58,50	61,10	350,00
h. utkrag.	58,50	61,10	350,00

#### Punktlast (kN)

x: avstand fra punktlast til venstre ende i felt

Permanent	Variabel	x (mm)	Felt
35,00	0,00	250	0
35,00	0,00	3250	6

Prosjekt: Ro/Ro-Kai Somaneset 2013	  <b>Port-CAT</b> Copyright	Rev: 001	Dato: 28.01.13	Side: <b>34 / 45</b>
Tittel <b>Teknisk bilag til forprosjekt</b>		Prosjekt nr: <b>12008</b>	Utarb. Av: <b>Nyvoll</b>	Dokument nr: TBF-01

### 5.1 OPLEGGSKREFTER I BRUKSGRENSETILSTAND (kN og kNm) (alle lastfaktorer = 1)

Ng,Mg: fra egenvekt. Np,Mp: fra nyttelast

Oppleggs- punkt	Permanent last i alle felt				Variabel last i alle felt				Nyttelast i ett felt ved siden av oppleggspunkt			
	Ng (kN)		Mg (kNm)		Np (kN)		Mp (kNm)		Nyttelast i venstre felt		Nyttelast i høyre felt	
	Ng (kN)	Mg (kNm)	Np (kN)	Mp (kNm)	Np (kN)	Mp (kNm)	Np (kN)	Mp (kNm)	Np (kN)	Mp (kNm)	Np (kN)	Mp (kNm)
1	-952	-9,4	-2629	-16,0	-1571	-74,7	-1161	74,1				
2	-855	2,5	-2568	4,3	-1718	-47,3	-1449	40,3				
3	-920	-0,8	-2678	-1,4	-1520	-38,4	-1502	37,9				
4	-920	0,8	-2678	1,4	-1502	-37,9	-1520	38,4				
5	-855	-2,5	-2568	-4,3	-1449	-40,3	-1718	47,3				
6	-952	9,5	-2629	16,0	-1161	-74,1	-1571	74,7				

### 5.2 OPLEGGSKREFTER I BRUDDGRENSETILSTAND (kN og kNm)

Ng,Mg: fra egenvekt. Np,Mp: fra nyttelast

Oppleggs- punkt	Permanent last i alle felt				Variabel last i alle felt				Nyttelast i ett felt ved siden av oppleggspunkt			
	Ng (kN)		Mg (kNm)		Np (kN)		Mp (kNm)		Nyttelast i venstre felt		Nyttelast i høyre felt	
	Ng (kN)	Mg (kNm)	Np (kN)	Mp (kNm)	Np (kN)	Mp (kNm)	Np (kN)	Mp (kNm)	Np (kN)	Mp (kNm)	Np (kN)	Mp (kNm)
1	-1142	-11,3	-3943	-24,0	-2357	-112,0	-1742	111,2				
2	-1026	3,0	-3852	6,4	-2578	-71,0	-2173	60,4				
3	-1104	-1,0	-4017	-2,1	-2279	-57,6	-2253	56,9				
4	-1104	1,0	-4017	2,1	-2253	-56,9	-2279	57,6				
5	-1026	-3,0	-3852	-6,4	-2173	-60,4	-2578	71,0				
6	-1142	11,3	-3943	24,1	-1742	-111,2	-2357	112,0				

Bruddlast akse 1 og 6 = 1 142 + 3 943 = 5 085 kN

Bruddlast akse 2 og 5 = 1 026 + 3 852 = 4 878 kN

Bruddlast akse 3 og 4 = 1 104 + 4 017 = 5 121 kN

Lastene ligger innenfor forutsetningene.

Prosjekt: Ro/Ro-Kai Somaneset 2013	  <b>Port-CAT</b>	Rev: 001	Dato: 28.01.13	Side: <b>35 / 45</b>
Tittel <b>Teknisk bilag til forprosjekt</b>		Prosjekt nr: <b>12008</b>	Utarb. Av: <b>Nyvoll</b>	Dokument nr: TBF-01

## 5. FUNDAMENTERING

Kaikonstruksjonen fundamenteres på friksjonsbærende stålrørspeler rammet til stopp kriteria i sandmasser. Det forutsettes at peler har nådd stopp kriteriet etter å ha blitt rammet en lengde på 22m under sjøbunn. Dette tilsier at løsmasser består av godt lagrede masser med høy bæreevne.

Frie pelelengder varierer fra 4m for innerste peler inn mot eksisterende kai til opp mot 20m for de pelene ytterst på hjørnet av roro-rampen. Stålrørspelen armeres i fra nivå hvor den regnes fast innspent i løsmasser og opp for å motvirke knekking av frie søyler i vann.

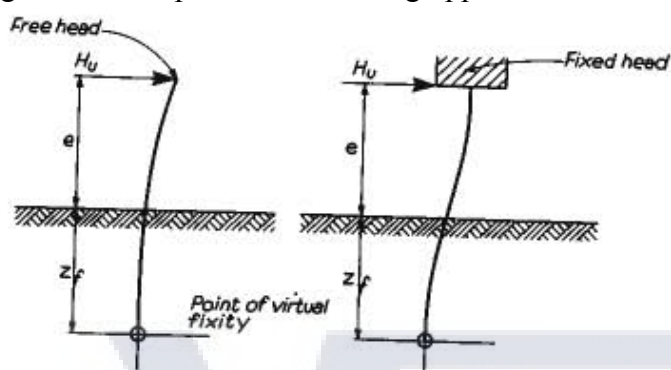
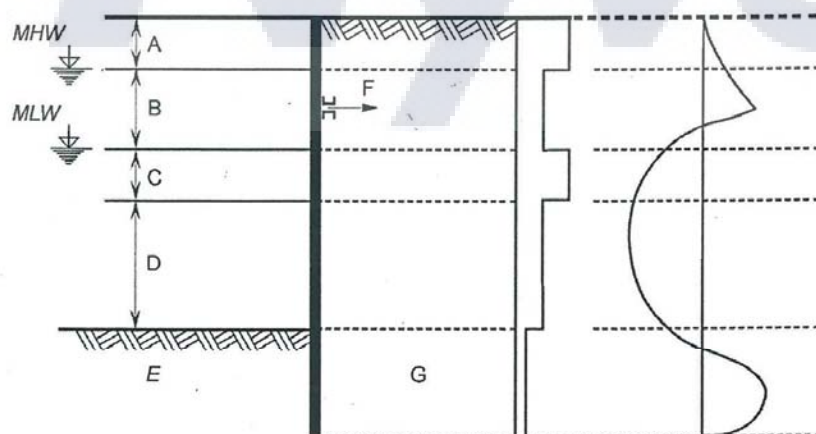


Fig. 6.28 Piles under horizontal load considered as simple cantilevers

Stålrøret er innspent i sjøbunn og fritt opplagret i topp, mens betongsøylen er innspent både i topp og bunn. Det regnes med forskjellig stivhet for de forskjellige peleradene og det regnes korrosjonsmonn etter NS-EN1993-5 etter lang tid. For avstiving av kaia kontrolleres stivhet med 100år korrosjon på stålrørene, mens det for temperatureffekter ikke regnes korrosjon.



a) Vertical zoning of sea water aggressivity

b) Corrosion rate distribution at side exposed to sea water

c) Typical bending moment distribution

A	Zone of high attack (splash zone);	B	Intertidal zone;
C	Zone of high attack (Low water zone);	D	Permanent immersion zone;
E	Buried zone (Water side);	F	Anchor;
G	Buried zone (Soil side)		

MHW Mean high water;

MLW Mean low water

Prosjekt: Ro/Ro-Kai Somaneset 2013	  <b>Port-CAT</b> Copyright	Rev: 001	Dato: 28.01.13	Side: <b>36 / 45</b>
Tittel <b>Teknisk bilag til forprosjekt</b>		Prosjekt nr: <b>12008</b>	Utarb. Av: <b>Nyvoll</b>	Dokument nr: TBF-01

**Tabell NA.4.2 – Verdier for reduksjon av tykkelse [mm] på grunn av korrosjon for peler og spunt i ferskvann eller sjøvann <sup>1)</sup>**

Dimensjonerende brukstid	5 år	25 år	50 år	75 år	100 år
Vanlig ferskvann (elver, skipskanaler, ....) i korrosjonsutsatt sone (vannlinje)	1,0	5,0	10,0	15,0	20,0
Svært forurenset ferskvann (kloakk, industrielt avløp, ....) i korrosjonsutsatt sone (vannlinje)	0,5	2,5	5,0	7,5	10,0
Sjøvann i temperert klima i korrosjonsutsatt sone (lavvann og i sone utsatt for sjøsprøyt) <sup>2)</sup>	1,5	7,5	15,0	22,5	30,0
Sjøvann i temperert klima i permanent neddykket sone <sup>2)</sup>	0,5	2,5	5,0	7,5	10,0

1) Reduksjon av tykkelse er ensidig reduksjon på eksponert flate.

2) Marint miljø krever spesiell vurdering av korrosjonsfaren. Den høyeste korrosjonshastigheten finnes ikke nødvendigvis i den mest påkjente delen og trenger derfor ikke være dimensjonerende.

Korrosjon på stålrør etter 100år settes lik 30mm fra lavvann og opp og 10mm under lavvann. Fra sjøbunn og ned settes korrosjonshastighet til 2mm. Dette betyr at i designsammenheng korroderer stålrøret i sin helhet bort fra lavvann og opp.

Vi beregner 2 alternative godstykkelser på ø813 peler.

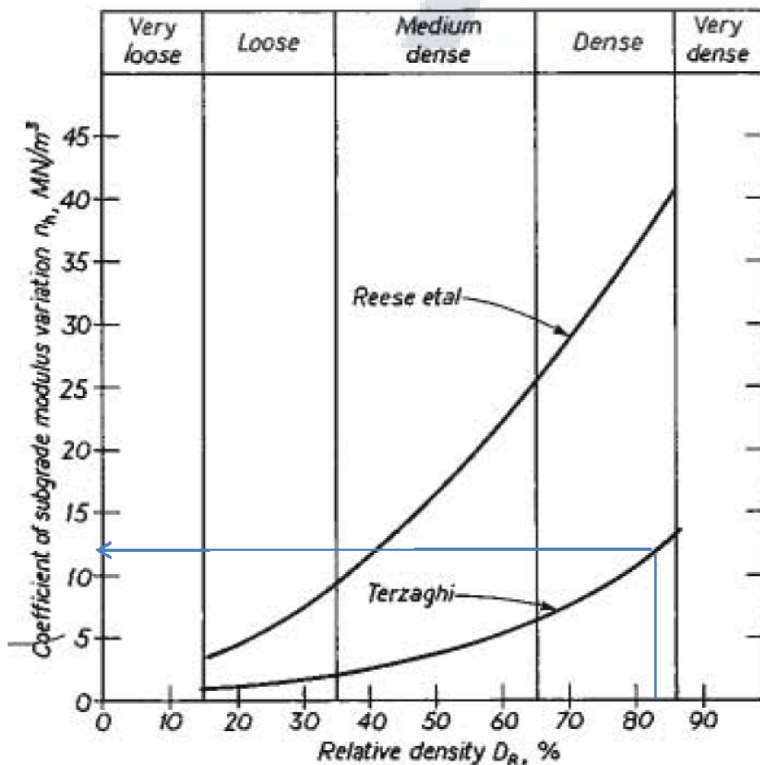
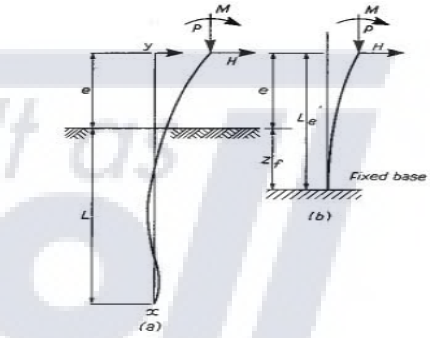
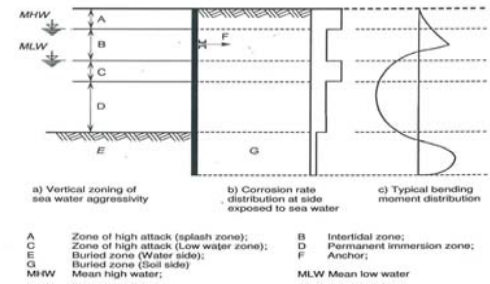
ø813-14,2mm utstøpte stålrørpeler m/8 ø32 som gir armerings mengde  $A_s = 6\,432\text{ mm}^2$ .

ø813-16,0mm utstøpte stålrørpeler m/8 ø32 som gir armerings mengde  $A_s = 6\,432\text{ mm}^2$ .

Kritisk snitt for peler ligger neddykket eller under sjøbunn. Konservativt benyttes korrosjonsmonn for neddykket stål i kritiske snitt.

Prosjekt: Ro/Ro-Kai Somaneset 2013	  <b>Port-CAT</b> Copyright	Rev: 001	Dato: 28.01.13	Side: 37 / 45
Tittel <b>Teknisk bilag til forprosjekt</b>		Prosjekt nr: <b>12008</b>	Utarb. Av: <b>Nyvoll</b>	Dokument nr: TBF-01

Beregning av pelers stivhet og innspenningsdybde i sjøbunn									
Levetid	100	[år]							
Sone 1	30	[mm]	Mellom LAT og HAT						
Sone 2	10	[mm]	Neddykket sone						
Sone 3	2	[mm]	Under sjøbunn						
Betong	$E_{ck}$	$\gamma_c$	$E_{cd}$	$E_{sk}$	$E_{sy}$				
B35	34 000	1,2	28 333	210 000	200 000				
Jordparameter byggetidspunkt			12 000 000	[N/m <sup>3</sup> ]					
Jordparameter etter 100 år			12 000 000	[N/m <sup>3</sup> ]					
	Diameter [mm]	Gods [mm]	Sone 1 Korrodert gods [mm]	Sone 2 Korrodert gods [mm]	Sone 3 Korrodert gods [mm]	O-dekn [mm]	Bøyler [mm]	Armering [mm]	Antall [stk]
Pelerør	813,00	14,20	0,00	4,20	12,20	75	12	32	8
Pelerør	813,00	16,00	0,00	6,00	14,00	75	12	32	8
	Diameter [mm]	Gods [mm]	Sone 2 D' [mm]	Sone 2 D' [mm]	Sone 3 D' [mm]	Armering D' [mm]	Armering t' [mm]	Betong D' [mm]	
Pelerør	813,00	14,20	0,00	788,80	796,80	621,00	3,30	784,60	
Pelerør	813,00	16,00	0,00	787,00	795,00	621,00	3,30	781,00	
Byggetidspunkt	$E_{lør}$	$E_{larm}$	$E_{lc}$	$EI$	Innsp. Dyb				
Ø813-14,2mm, 0 år	6,29E+14	6,20E+13	3,79E+14	1,07E+15	4,42				
Ø813-16,0mm, 0 år	7,09E+14	6,20E+13	3,73E+14	1,14E+15	4,48				
Sone 1, korrodert	$E_{lør}$	$E_{larm}$	$E_{lc}$	$EI$	Innsp. Dyb				
Ø813-14,2mm, 100	0,00E+00	6,20E+13	3,79E+14	4,42E+14	3,70				
Ø813-16,0mm, 100	0,00E+00	6,20E+13	3,73E+14	4,35E+14	3,69				
Sone 2, korrodert	$E_{lør}$	$E_{larm}$	$E_{lc}$	$EI$	Innsp. Dyb				
Ø813-14,2mm, 100	5,75E+14	6,20E+13	3,79E+14	1,02E+15	4,37				
Ø813-16,0mm, 100	6,43E+14	6,20E+13	3,73E+14	1,08E+15	4,43				
Sone 3, korrodert	$E_{lør}$	$E_{larm}$	$E_{lc}$	$EI$	Innsp. Dyb				
Ø813-14,2mm, 100	5,92E+14	6,20E+13	3,79E+14	1,03E+15	4,39				
Ø813-16,0mm, 100	6,63E+14	6,20E+13	3,73E+14	1,10E+15	4,44				



Prosjekt: Ro/Ro-Kai Somaneset 2013	  <b>Port-CAT</b>	Rev: 001	Dato: 28.01.13	Side: <b>38 / 45</b>
Tittel <b>Teknisk bilag til forprosjekt</b>		Prosjekt nr: <b>12008</b>	Utarb. Av: <b>Nyvoll</b>	Dokument nr: TBF-01

**Dybde under sjøbunn hvor full innspenning regnes oppnådd:**

**Peler ø813-14,2mm**

Byggetidspunkt  $Z_{fA-0} = 4,42\text{m}$

Etter 100 år  $Z_{fA-100} = 4,37\text{m}$

Velger innspenningsdybde = 4,6m for ved byggetidspunkt og 4,4m etter 100 år.

**Peler akse B, ø816-16,0mm**

Byggetidspunkt  $Z_{fA-0} = 4,48\text{m}$

Etter 100 år  $Z_{fA-100} = 4,43\text{m}$

Beregningsmessig velger innspenningsdybde = 4,5m både for ved byggetidspunkt og etter 100 år.



Prosjekt: Ro/Ro-Kai Somaneset 2013	  <b>Port-CAT</b>	Rev: 001	Dato: 28.01.13	Side: <b>39 / 45</b>
Tittel <b>Teknisk bilag til forprosjekt</b>		Prosjekt nr: <b>12008</b>	Utarb. Av: <b>Nyvoll</b>	Dokument nr: TBF-01

## 5.1 Opptak av horisontale laster:

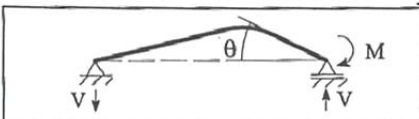

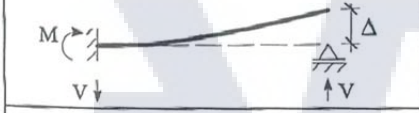

Pelerøret regnes utkraget fra innspenningspunkt under sjøbunn, mens selve betongsøylen er innspent både i topp og i sjøbunn. For at søylen skal ha samme knekkform regnes imidlertid søylen innspent under sjøbunn og fritt opplagt i toppen.  $L_k = 0,7 \cdot L$ .

Opptak av skjærkraft = opptak av horisontale laster.

$$V = (EI_{\text{rør}} + EI_{\text{sv}} + EI_{\text{c}}) \cdot 3 \cdot \Delta / L^3$$

$$\text{Ø813-14,2mm rør: } V = (5,75 + 0,62 + 3,79) \cdot 3 \cdot \Delta / L^3 = 30,48 \cdot 10^{14} \cdot \Delta / L^3$$

$$\text{Ø813-16,0mm rør: } V = (6,43 + 0,62 + 3,79) \cdot 3 \cdot \Delta / L^3 = 32,52 \cdot 10^{14} \cdot \Delta / L^3$$

	Skjærkraft V	Moment M
	$\frac{3EI}{L^2} \cdot \theta$	$\frac{3EI}{L} \cdot \theta$
	$\frac{6EI}{L^2} \cdot \theta$	$\frac{4EI}{L} \cdot \theta$
	$\frac{3EI}{L^3} \cdot \Delta$	$\frac{3EI}{L^2} \cdot \Delta$
	$\frac{12EI}{L^3} \cdot \Delta$	$\frac{6EI}{L^2} \cdot \Delta$

Verdiene gjelder for EI = konstant. Alle bjelker har lengde L.

Tabell som viser mulig opptak av horisontale laster i peler ø813-14,2mm.

Lastopptak horisontalt for peler ø813-14,2mm i forhold til deformasjon						
Vanndyp	Innspenning	Over vann	Søylelengde	Knekk lengde	Stivhet	V
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[kN/mm]
4,00	4,37	0,70	9,07	6,35	1,02E+15	11,90
6,00	4,37	0,70	11,07	7,75	1,02E+15	6,55
8,00	4,37	0,70	13,07	9,15	1,02E+15	3,98
10,00	4,37	0,70	15,07	10,55	1,02E+15	2,60
12,00	4,37	0,70	17,07	11,95	1,02E+15	1,79
14,00	4,37	0,70	19,07	13,35	1,02E+15	1,28
16,00	4,37	0,70	21,07	14,75	1,02E+15	0,95
18,00	4,37	0,70	23,07	16,15	1,02E+15	0,72
20,00	4,37	0,70	25,07	17,55	1,02E+15	0,56

Prosjekt: Ro/Ro-Kai Somaneset 2013	  <b>Port-CAT</b> Copyright	Rev: 001	Dato: 28.01.13	Side: <b>40 / 45</b>
Tittel <b>Teknisk bilag til forprosjekt</b>		Prosjekt nr: <b>12008</b>	Utarb. Av: <b>Nyvoll</b>	Dokument nr: TBF-01

Tabell som viser mulig opptak av horisontale laster i peler ø813-14,2mm.

Lastopptak horisontalt for peler ø813-16,0mm i forhold til deformasjon						
Vanddyb	Innspenning	Over vann	Søylelengde	Knekk lengde	Stivhet	V
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[kN/mm]
4,00	4,43	0,70	9,13	6,39	1,08E+15	12,41
6,00	4,43	0,70	11,13	7,79	1,08E+15	6,85
8,00	4,43	0,70	13,13	9,19	1,08E+15	4,17
10,00	4,43	0,70	15,13	10,59	1,08E+15	2,72
12,00	4,43	0,70	17,13	11,99	1,08E+15	1,88
14,00	4,43	0,70	19,13	13,39	1,08E+15	1,35
16,00	4,43	0,70	21,13	14,79	1,08E+15	1,00
18,00	4,43	0,70	23,13	16,19	1,08E+15	0,76
20,00	4,43	0,70	25,13	17,59	1,08E+15	0,59

En forenklet opptelling gir følgende antall søyler med forskjellig dybde:

- 4m – 3 stk
- 6m – 1 stk
- 8m – 1 stk
- 10m – 7 stk
- 12m – 2 stk
- 14m – 0 stk
- 16m – 32 stk
- 18m – 15 stk

Konstruksjonens høyde regnes lik gjennomsnittlig søylelengde fra innspenningspunkt i massene til massesenter som forenklet regnes lik underkant kaidekke kote +1,50.

Konstruksjons høyde blir da gjennomsnittlig vanddybde +5m som er 19,8m. Denne verdien benyttes i kontroll av seismiske laster.

Samlet horisontalavstivende kapasitet blir da 81,66 kN/mm deformasjon for søyler ø813-14,2mm. Opptak av last fra fendere med en reaksjonslast på 906kN vi da gi en deformasjon på  $1,5 \cdot 906 / 81,7 = 16-17$ mm dersom alle søyler aktiveres. Ved rotasjon kreves betydelig større deformasjon. Dette betyr at kaipiren ikke kan avstives med utkragede søyler alene.

Da det ikke er nødvendig å ta hensyn til seismiske laster, er det naturlig å kontrollere piren for vindlast mot skip satt opp mot en generell horisontal last mot kaipiren på 25 kN/m kaifront og reaksjonslast fra fendere ved anløp. 25 kN/m er last oppgitt i NS3479 for skip med displacement inntil 20 000t.

Generell statisk last fra fartøy =  $25 \cdot 118 = 2\ 950$  kN som i dette tilfellet blir den dimensjonerende lasten.

Kaipiren avstives med skrå stålrørspeler rammet i par slik at horisontallast opptas i et kraftpar bestående av strekk i en pel og trykk i den andre.



Prosjekt: Ro/Ro-Kai Somaneset 2013	  <b>Port-CAT</b>	Rev: 001	Dato: 28.01.13	Side: <b>41 / 45</b>
Tittel <b>Teknisk bilag til forprosjekt</b>		Prosjekt nr: <b>12008</b>	Utarb. Av: <b>Nyvoll</b>	Dokument nr: TBF-01

## 5.2 Skråpeler:

Skråpeler som opptar trykk regnes med samme kapasitet som vertikale peler.

Dimensjonerende kapasitet regnes til 5 250 kN for en pel som er rammet 22m under sjøbunn regnet vertikalt.

$$R_{s;k} = (R_{s;cal} + R_{b;cal})/\xi \text{ (sidefriksjon + spissmotstand)}$$

$$R_{s;k} = (\beta \cdot \sigma_{v;0} \cdot A_s + N_q \cdot \sigma_{v;0b} \cdot A_b)/\xi = (0,28 \cdot 249 \cdot 22 \cdot \pi \cdot 0,813 + 45 \cdot 348 \cdot \pi \cdot 0,4065^2)/\xi$$

$$R_{s;k} = (\beta \cdot \sigma_{v;0} \cdot A_s + N_q \cdot \sigma_{v;0b} \cdot A_b)/\xi = (0,25 \cdot 249 \cdot 22 \cdot \pi \cdot 0,813 + 45 \cdot 348 \cdot \pi \cdot 0,4065^2)/\xi$$

$$R_{s;k} = (3917+8129)/\xi$$

$$F_a\text{-faktor} = 0,8$$

Med en partsafaktor for trykk på 1,1 og dimensjonerende bæreevne på 5250 kN kan følgende utledes:

$$R_{s;d} = 0,8 \cdot (3917+8129)/(\xi \cdot 1,1) = 5\,250 \text{ kN. } \xi = 1,67.$$

Strekkepeler

$$R_{s;d} = 0,8 \cdot (3917+0)/(1,67 \cdot 1,2) = 1\,564 \text{ kN.}$$

Typisk egenlast i punkt hvor skråpeler settes er 855 kN for bjelker fundamentert på flere peler og horisontalt opptak av last for den pelen med minst kapasitet legges til grunn for total kapasitet til kraftparet. Vertikallast vil imidlertid fordeles slik at pel med strekk vil bli mer pålastet etter hvert som strekket øker. I praksis betyr dette at all vertikallast fra egenlast kan påføres strekkpel.

$$\text{Strekkelast: } H = (855+1448)/4 = 576 \text{ kN}$$

$$\text{Trykkpelast: } H = 5250/4 = 1\,312 \text{ kN}$$

$$\text{Kraftparets kapasitet} = 2 \cdot 576 = 1\,152 \text{ kN}$$

$$\text{Antall kraftpar} = 1,5 \cdot 2\,950/1\,152 = 3,84 \text{ stk i begge retninger.}$$

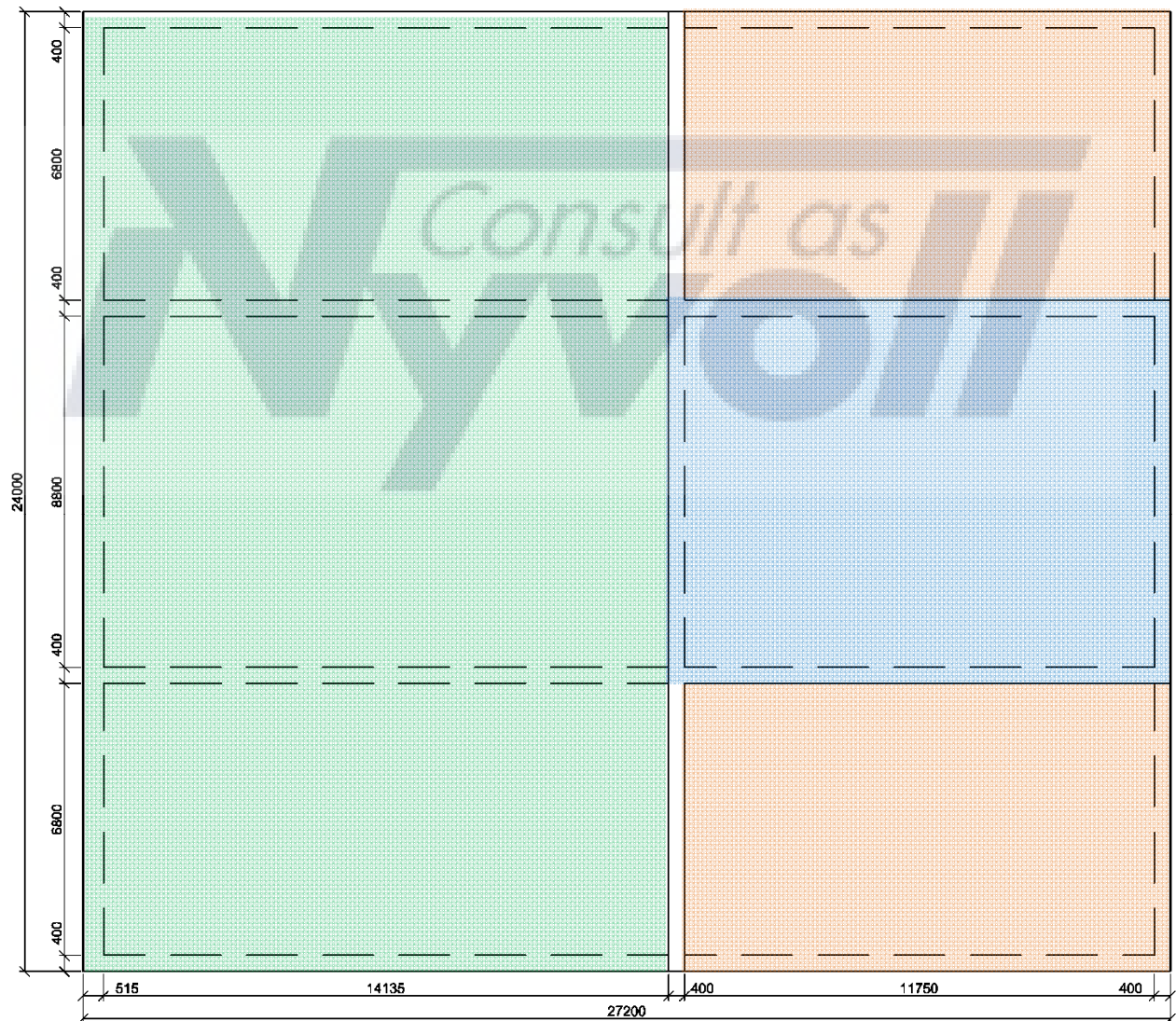
Prosjekt: Ro/Ro-Kai Somaneset 2013	  <b>Port-CAT</b>	Rev: 001	Dato: 28.01.13	Side: <b>42 / 45</b>
Tittel <b>Teknisk bilag til forprosjekt</b>		Prosjekt nr: <b>12008</b>	Utarb. Av: <b>Nyvoll</b>	Dokument nr: TBF-01

## 6. FLYTENDE RO/RO-RAMPE

Alternativ med flytende ro/ro-rampe er tilkommet som en tilleggsdel til vårt oppdrag. Rampen bygges opp som en rammekonstruksjon med dekket over. Vegger bygges i utgangspunktet med tykkelse 400mm, men tykkelse av vegg ytterst mot rampen tilpasses for å balansere vekten av rampen mest mulig slik at denne flyter horisontal i utgangspunktet. Mellom betongveggene fylles med EPS for å minimalisere vedlikehold og sikre at rampen ikke kan synke uten at den skades og går i oppløsning. For EPS regnes et fuktopptak på 5-vol % for neddykket materiale.

Rampen skal ha høyde +2,00 ved middelvann og 800mm fribord ved fronten av rampen. Før flytende ro/ro-rampe besluttes, må det gjøres en brukbarhetsstudie for eventuell kjøring med tyngre containertruck i forhold til akseptabel krenkning.

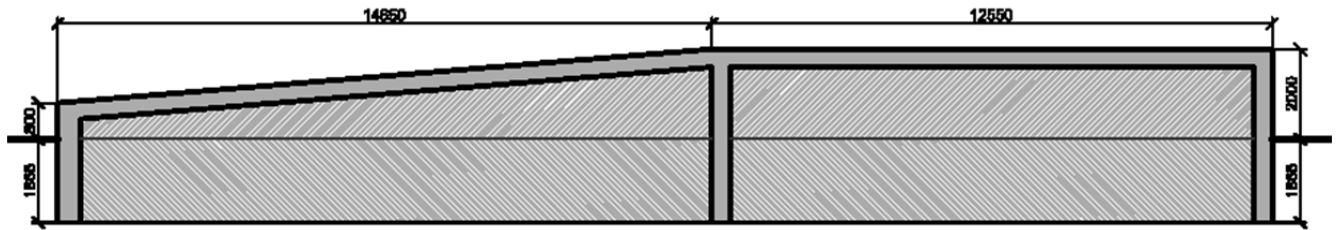
Tegning som viser vårt forslag til løsning:



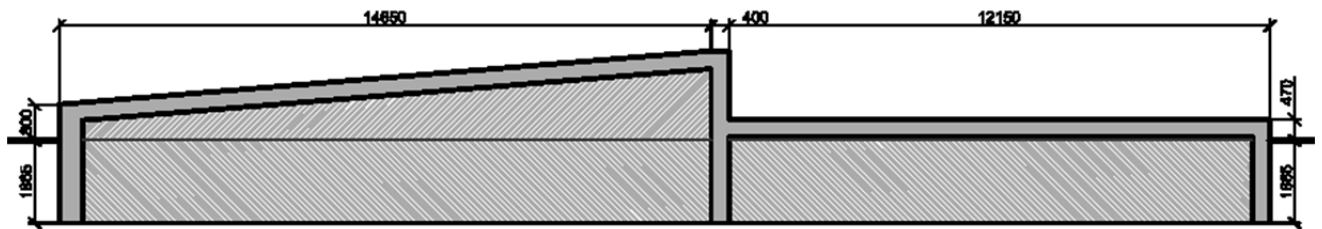
- ✓ Grønn del der rampen med helning 1:12 mot front med fribord 800mm.
- ✓ Blå del er horisontal del på kote +2,00 ved middelvann.
- ✓ Orange del ligger på et lavere nivå slik at bro kan føres innover rampen.

Prosjekt: Ro/Ro-Kai Somaneset 2013	  <b>Port-CAT</b>	Rev: 001	Dato: 28.01.13	Side: 43 / 45
Tittel <b>Teknisk bilag til forprosjekt</b>		Prosjekt nr: <b>12008</b>	Utarb. Av: <b>Nyvoll</b>	Dokument nr: TBF-01

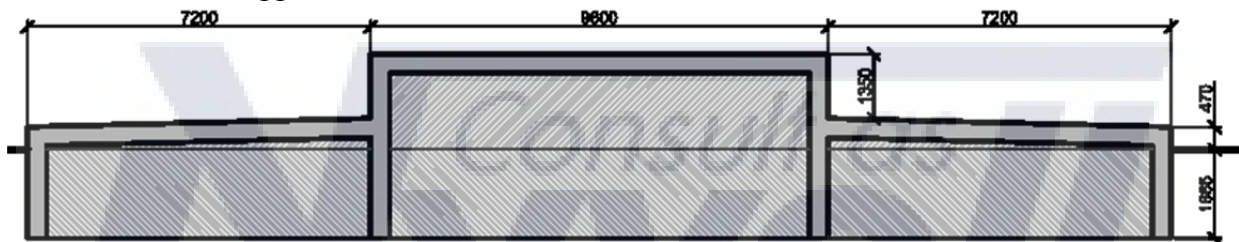
Div. snitt gjennom rampe



Snitt senter rampe



Snitt ut mot endevegger



Snitt innenfor bakvegg.

Mellom rampen og kaidekket bygges en kjørebri i stål med spennvidde minst 7,8m mellom opplager på rampen og opplager på kaien. Vi har valgt å legge til grunn en helning på kjørerampen på 1:12 ved vannstand lik sjøkartnull og plan kjørebri ved middelvann.

Kjørebrioen bygges med lager både på kaipiren og rampen og benyttes til å fastholde rampen i kaipiren horisontalt.

Prosjekt: Ro/Ro-Kai Somaneset 2013	  <b>Port-CAT</b>	Rev: 001	Dato: 28.01.13	Side: 44 / 45
Tittel <b>Teknisk bilag til forprosjekt</b>		Prosjekt nr: <b>12008</b>	Utarb. Av: <b>Nyvoll</b>	Dokument nr: TBF-01

### Beregning av oppdrift og volum

Beregning av flyteramep og tyngdepunkt						Volum	
Betong	Lengde	Bredde	Høyde	X	Y	[m <sup>3</sup> ]	Vol x X
Toppdekke	27,200	24,000	0,400	13,600	12,00	261,12	3 551,23
Vegg 1	24,000	0,515	2,280	0,200	12,00	28,18	5,64
vegg 2	24,000	0,400	3,465	14,850	12,00	33,26	493,97
Vegg 3	24,000	0,400	2,601	27,000	12,00	24,97	674,18
Vegg 4	57,000	0,400	2,880	7,985	12,00	65,66	524,31
Vegg 5	23,500	0,400	3,465	20,925	12,00	32,57	681,55
Vegg 6	23,500	0,400	1,945	20,925	12,00	18,28	382,57
						464,05	6 313,45
Vekt [tonn]						1 148,40	13,61
Eksentrisitet [m]							0,01

Egenvekt betong (FA50-MF40)	2 370 [kg/m <sup>3</sup> ]	Volum skumplast	1 564 [m <sup>3</sup> ]
Egenvekt stål	7 850 [kg/m <sup>3</sup> ]	Vekt skumplast	31 280 [kg]
Egenvekt sjøvann	1 035 [kg/m <sup>3</sup> ]	Vann i skumplast	80 937 [kg]
Fuktopptak skumplast (EPS)	5 %	Totalvekt rampe	1 261 tonn
Egenvekt Skumplast	20 [kg/m <sup>3</sup> ]	Draft	1,866 [m]
Armeringsmengde	150,00 [kg/m <sup>3</sup> ]	Totalhøyde rampe	3,865 [m]
Egenvekt armert betong	2 475 [kg/m <sup>3</sup> ]	Fribord rampe	0,799 [m]

Ved å benytte angitte dimensjoner vil rampen få et dypgående på 1,866m og en totalvekt på 1261 tonn inkl. 5 vol % vannopptak i EPS. Grunnet tyngden av rampen må denne bygges i tørrdokk. På Randaberg ligger ofte kranskipene "Saipem 7000" og "Thialf" med betydelig større løftekapasitet enn vekten av rampen, men leiepris for disse skipene tilsier at tørrdokk er den beste løsningen.

Prosjekt: Ro/Ro-Kai Somaneset 2013	 	Rev: 001	Dato: 28.01.13	Side: 45 / 45
Tittel <b>Teknisk bilag til forprosjekt</b>		Prosjekt nr: <b>12008</b>	Utarb. Av: <b>Nyvoll</b>	Dokument nr: TBF-01

Vi har også beregnet stabilitet for flyterampen påført en last på 50T i avstand 600mm fra kant av rampen. Vedlagte beregninger viser et draft på 2,161m ved rampen og 1,720m på motsatt side som gir et differansedraft på 0,441m. I praksis betyr dette at rampen får en helning på 1:8,82 i stedet for 1:12 som en fast rampe ville hatt. Helningen øker etter hvert som lasten nærmer seg rampens kant.

Lekter <b>Flyterampe</b> 50T last 0,6m fra rampekant															
Lengde	27,20	Areal 1		[m <sup>2</sup> ]										Nøkkeltall	
Bredde	24,00	Areal 2	652,8	[m <sup>2</sup> ]										BM [m]	24,738
Høyde	4,00 [m]	Totalvekt	1 311,0	[T]										GM [m]	23,624
Egenvekt	1 261,00 [tonn]	Draft	1,940	[m]											
Nøytralakse	12,00 [m]	B	0,970	[m] Avstand fra kjø											
B = Oppdriftsenter		G	2,084	[m] Avstand fra kjø											
M = Metasenter		I <sub>yy</sub>	40247,3	[m <sup>2</sup> ]											
G = Tyngdepunktsenter		BM <sub>yy</sub>	31,774	[m]											
Vekt sjøvann	1,035 [tonn/m <sup>3</sup> ]	M <sub>yy</sub>	32,744	[m] Avstand fra kjø											
Utlagg	[m]	I <sub>xx</sub>	31 334	[m <sup>2</sup> ]											
Lengde bom	[m]	BM <sub>xx</sub>	24,738	[m]											
		M <sub>xx</sub>	25,708	[m] Avstand fra kjø											
Σ Mom X	-650,0	[kNm]							Σ Mom X	-652,6	[kNm]				
Σ Mom Y	0,0	[kNm]							Σ Mom Y	0,0	[kNm]				
Krenging X	-0,0161	[rad]	0,93	[grader]					Krenging X	-0,0162	[rad]	0,93	[grader]		
Krenging Y	0,0000	[rad]	0,00	[grader]					Krenging Y	0,0000	[rad]	0,00	[grader]		
Draft VB	2,160	[m]	Draft VF	1,721	[m]	Draft VB	2,161	[m]	Draft VF	1,720	[m]				
Draft HB	2,160	[m]	Draft HF	1,721	[m]	Draft HB	2,161	[m]	Draft HF	1,720	[m]				
Posisjon av vektssenter i forhold til senter bak/uk på lekter															
Ballast	[m <sup>3</sup> ]	Lengde	Bredde	Høyde	Pos X	Pos Y	Pos Z	Fyllings andel [%]	Mom Y-Y	2-ordens	Mom X-X	2-ordens			
Ledig	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0 %	0,0	0,0	0,0	0,0			
Ledig	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0 %	0,0	0,0	0,0	0,0			
Ledig	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0 %	0,0	0,0	0,0	0,0			
Ledig	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0 %	0,0	0,0	0,0	0,0			
Ledig	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0 %	0,0	0,0	0,0	0,0			
Ledig	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0 %	0,0	0,0	0,0	0,0			
Ledig	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0 %	0,0	0,0	0,0	0,0			
Ledig	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0 %	0,0	0,0	0,0	0,0			
Ledig	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0 %	0,0	0,0	0,0	0,0			
Ledig	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0 %	0,0	0,0	0,0	0,0			
Ledig	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0 %	0,0	0,0	0,0	0,0			
Ledig	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0 %	0,0	0,0	0,0	0,0			
Sum	0,0								0,0	0,0	0,0	0,0			
Posisjon av vektssenter i forhold til senter bak/uk på lekter															
Last	[tonn]	Arm x	Arm y	Høyde	Pos X	Pos Y	Pos Z	Medvirk. andel [%]	Mom Y-Y	2-ordens	Mom X-X	2-ordens			
100T	50,0	13,00	0,00	4,20	-13,00	0,00	4,20	100 %	-650,0	-2,6	0,0	0,0			
	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100 %	0,0	0,0	0,0	0,0			
	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100 %	0,0	0,0	0,0	0,0			
	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100 %	0,0	0,0	0,0	0,0			
	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100 %	0,0	0,0	0,0	0,0			
	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100 %	0,0	0,0	0,0	0,0			
	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100 %	0,0	0,0	0,0	0,0			
Sum	50,0								-650,0	-2,6	0,0	0,0			

Denne rampen vil få krengning om 2 akser dersom lasten påføres eksentrisk om 2 akser. Bro mellom kaipir og rampen må designes for å ivareta både tidevann, belastning og last eksentrisk påført rampe. Dette løses i et eventuelt detaljprosjekt.