

Prosjekt: Ny Øyfergeterminal Rådhusbrygge 4	  Copyright	Rev: 002	Dato: 08.04.13	Side: 1 / 40
Tittel Teknisk bilag til forprosjekt		Prosjekt nr: 13002	Utarb. Av: Nyvoll	Dokument nr: TBF-01



Ruter#

Ny øyfergeterminal Rådhusbrygge 4 TEKNISK BILAG TIL FORPROSJEKTRAPPORT



Rev	Dato	Tekst	Utført:	Kontroll:
001	13.03.13	Designforutsetninger	SON	CAT
002	08.04.13	Revidert dokument	SON	CAT

Prosjekt: Ny Øyfergeterminal Rådhusbrygge 4	  Copyright	Rev: 002	Dato: 08.04.13	Side: 2 / 40
Tittel Teknisk bilag til forprosjekt		Prosjekt nr: 13002	Utarb. Av: Nyvoll	Dokument nr: TBF-01

1.	GENERELL INFO	2
2.	TILSTØTENDE KAIPIR RÅDHUSBRYGGE 4.	26
3.	UNIVERSELL UTFORMING	28
4.	OPPDRIFT OG STABILITET	29
5.	KRENGING	31
6.	FORANKRING	33
7.	POLLERE PÅ FLYTEKAI	35
8.	GANGBRUER	36
9.	OVERBYGNING I TRE	37



Prosjekt: Ny Øyfergeterminal Rådhusbrygge 4	  Copyright	Rev: 002	Dato: 08.04.13	Side: 2 / 40
Tittel Teknisk bilag til forprosjekt		Prosjekt nr: 13002	Utarb. Av: Nyvoll	Dokument nr: TBF-01

1. GENERELL INFO

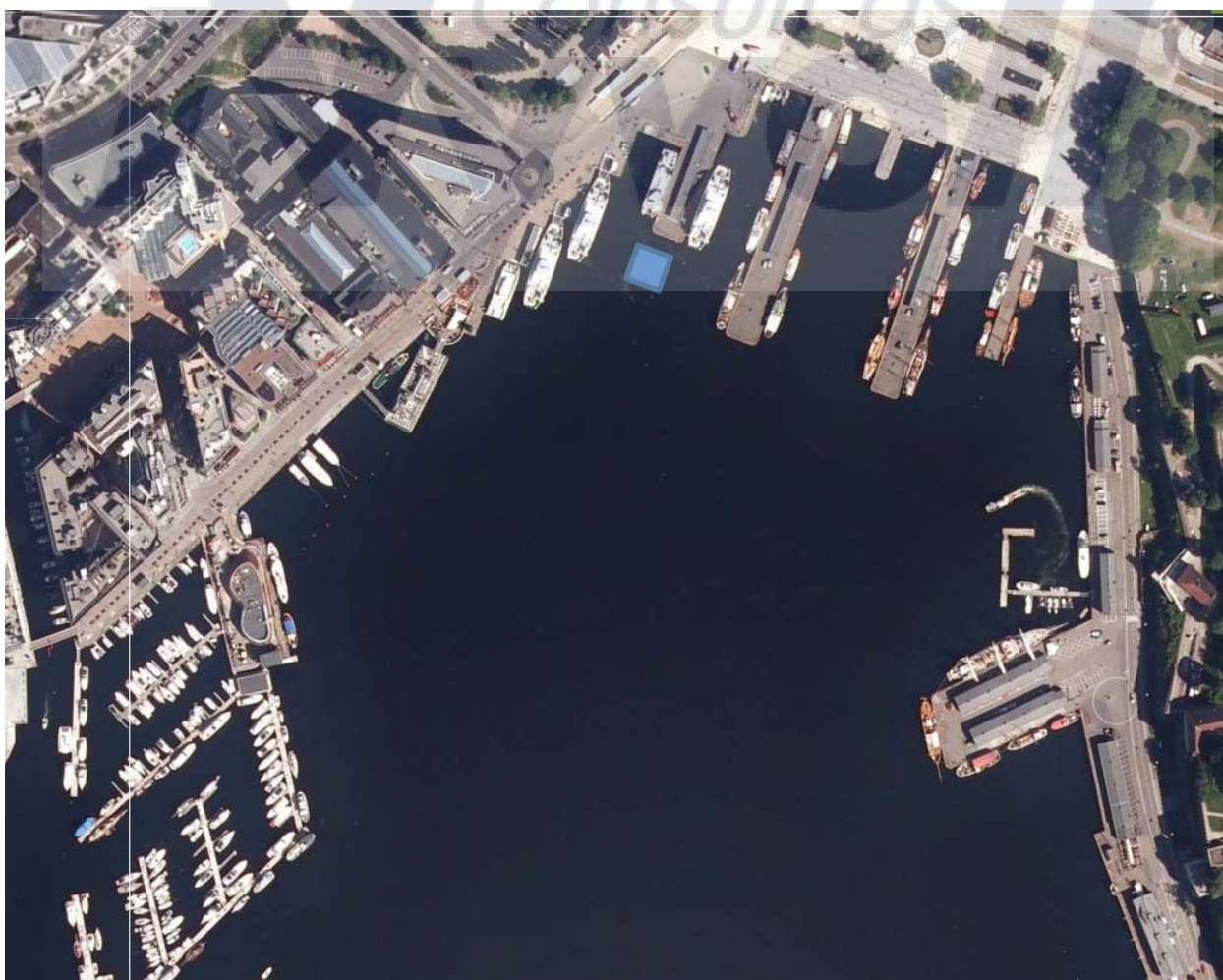
Oslo Havn KF (HAV) skal på vegne av Ruter As etablere en ny øyfergeterminal på Rådhusbrygge 4, med bygging av bl.a. følgende konstruksjoner:

- Ny flytebrygge med ramper utenfor Rådhusbrygge 4 som skal fungere i helårsdrift.
- Kjørdner system på Rådhusbryggen.
- Fundamenter og strøm til billettautomater på Rådhusbryggen.
- Nytt dekke av heller/gatestein og asfalt på Rådhusbryggen med møblement og belysning.

Det vil bli utarbeidet et forprosjekt med total teknisk løsning for nødvendige prosjekteringsarbeider, samt kostnadsoverslag og beskrivelse av fordeler/ulempes for alternative gjennomføringsmetoder. Ny flytebrygge med ramper utenfor Rådhusbrygge 4 som skal fungere i helårsdrift. Prosjektering omfatter en total teknisk løsning for ny øyfergeterminal som godkjennes av oppdragsgiveren.

Tiltaket ny øyfergeterminal på Rådhusbrygge 4 skal gjennomføres i løpet av 2013. Det utarbeides et forprosjekt med vurdering av forskjellige aktuelle alternativer for flytebrygger som avklarer en total teknisk løsning for gjennomføring av prosjektet.

Flytebryggen skal ha fribords høyde på 1,72 m ved normal belastning. Dette sikrer landgangsfri ombordstigning i fergene som har samme høyde.



Typisk plassering er inntegnet på flyfoto.

Prosjekt: Ny Øyfergeterminal Rådhusbrygge 4	  Copyright	Rev: 002	Dato: 08.04.13	Side: 3 / 40
Tittel Teknisk bilag til forprosjekt		Prosjekt nr: 13002	Utarb. Av: Nyvoll	Dokument nr: TBF-01

Dimensjonerende forhold:

- Flytebryggen skal ha fribords høyde på 1,72 m ved normal belastning.
- Antall passasjerer årlig er ca 600 000. Valg av kaidekke må ta hensyn til denne trafikkmengden.
- Flytebryggen skal tåle ca 10 000 anløp pr år over flere år.
- Dagens ferger er på opptil ca. 100 BRT og ligger med baugen mot bryggen med motor i gang ved av- og påstigning.
- 2 båter med 6 m bredde skal kunne benytte bryggen samtidig.
- Bryggen benyttes kun som transittområde ved ombordstigning og ilandstigning.
- Venteområdet for påstigende passasjer vil være på den faste kaia.
- Bryggen kan bli utsatt for påkjørsel fra fergene/annen båt, og må tåle skade uten at det går utover flyteevne.
- Flytebryggen skal benyttes til helårsdrift, og kaidekket må være sklisikkert og tar hensyn til at bryggen skal benyttes vinterstid.
- Flytebryggen skal knyttes til eksisterende kai med 2 stk landganger (hhv av- og påstigning), som må ha maks stigning 1:20 innenfor normalvannstand og normalbelastning.
- Landgangene må kunne benyttes av rullestolbrukere og skal tilfredsstillende krav om universell utforming både med tanke på bredde og stigningsforhold.
- Landganger og flytebrygge utformes slik at landgangene kan benyttes også opp mot ekstremvannstand, men da med brattere stigningsforhold enn krav i universell utforming.
- Innfesting til eksisterende kai må være slik at kai og flytebrygge ikke får unødvendig slitasje ved bevegelse grunnet sjø eller tidevannsforskjeller.
- Bryggen skal ha en enkel fortøyningspullert i alle 4 hjørner, og innfestingen skal tåle sidekrefter slik at en evt. reserveferge med sidetillegging kan ligge til bryggen med springfortøyning og motorkraft.
- Bryggen må ligge stabilt ved alle vannstandsvariasjoner og belastninger.
- Det skal være forskriftsmessig rekkverk på landganger og evt. på brygge med høyde på 0,9 m eller høyere.
- Endelig valg av profiler og materialer på rekkverk og håndløpere skal avklares sammen med oppdragsgiver.
- Flytebryggen med rekkverk osv. skal ha gjennomgående god estetisk kvalitet og det skal legges vekt på bruk av gode og holdbare materialer tilpasset sted og funksjon. Innfarget betong eller overflate med samme farge som tilstøtende blokkmurskai (rød granitt). Det skal være ledere ned i sjø på begge kortsidene.
- Det skal anvendes fenderplater (ikke bildekk) som fendring.

Prosjekt: Ny Øyfergeterminal Rådhusbrygge 4	  Copyright	Rev: 002	Dato: 08.04.13	Side: 4 / 40
Tittel Teknisk bilag til forprosjekt		Prosjekt nr: 13002	Utarb. Av: Nyrvoll	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 ¹⁾		(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, takteking og lignende komponenter	x	(x)		
Grunn- og fundamenteringsarbeider og undergrunnsanlegg ved enkle og oversiktlige grunnforhold ¹⁾	x	(x)		
Småhus, rekkehus, mindre lagerhus osv.	x			
Kaier og fortøyningsanlegg for sport og fritid	x			

¹⁾ 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

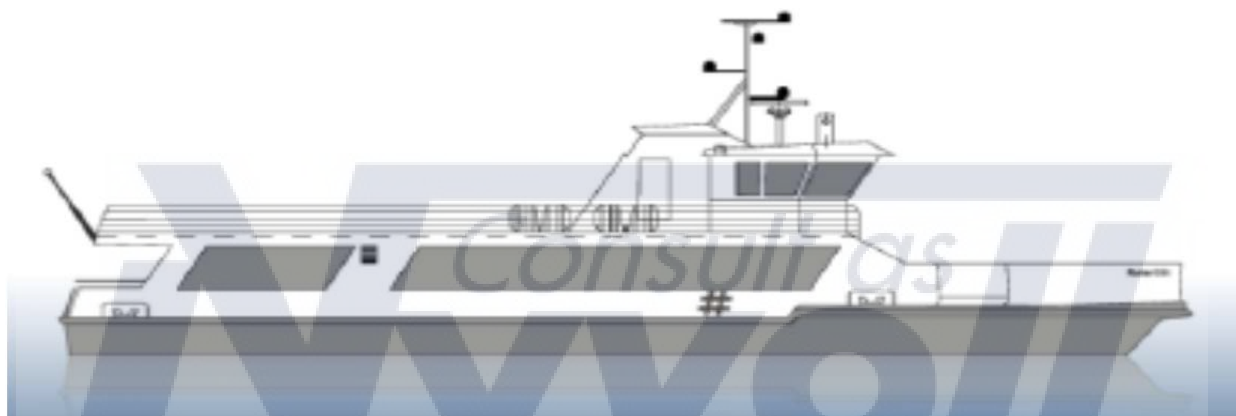
Det er ingen lydkrav til konstruksjonen.

Prosjekt: Ny Øyfergeterminal Rådhusbrygge 4	  Copyright	Rev: 002	Dato: 08.04.13	Side: 5 / 40
Tittel Teknisk bilag til forprosjekt		Prosjekt nr: 13002	Utarb. Av: Nyvoll	Dokument nr: TBF-01

1.4 Designferge og fending

Designferger er fastsatt av Ruter AS og i utgangspunktet større enn de fergene som benyttes på strekningen i dag. Følgende data benyttes:

LOA	30,00m.
LBP	28,00m.
Beam:	7,50m.
Design Draft:	1,95m.
Servicehastighet	10 knop.
Hovedmotor	527 kW.
Hull	Aluminium
Universell utforming	Ja
Displacement	130 tonn
Kapasitet passasjerer	375 stk



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

Table 4.2.1 Suggested Approach Velocity(Mean Values) m/s (Taken from the Spanish ROM Standard. 0.2-90)			
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 0,30m/s som ligger i nedre del anbefalte verdier for moderate forhold for anløp. Valg av fenderverk baseres på designskip med denne anløpshastigheten. Designmessig forutsettes at skipet anløper head on.

Prosjekt: Ny Øyfergeterminal Rådhusbrygge 4	  Copyright	Rev: 002	Dato: 08.04.13	Side: 6 / 40
Tittel Teknisk bilag til forprosjekt		Prosjekt nr: 13002	Utarb. Av: Nyvoll	Dokument nr: TBF-01

Vindareal sideveis (beregnet ACAD)	90m ²
Vindareal front (anslått/beregnet)	41 m ² .
Anslått strømareal sideveis	55 m ² .
Strømareal front	15 m ² .

Dagens ferger er utstyrt med dekningsfendring i form av gummibeskyttelse langs dekk og på et rektangulært område på midten. Dette er ikke tilstrekkelig anløpsfendring og flytekai må utstyres med støtabsorberende fendring i tillegg. Denne fendringen må kunne ta støt fra skipets støtsone på forskjellige steder, både sideveis og vertikalt. Imidlertid vil en flytekai også følge vannstanden tilsvarende som skipet slik at vertikal fendring kan tilpasses.

Fendere

Fendere monteres på flyter og vi velger et system basert på frontpanel og energiabsorpsjon ut fra kaifront og danner grunnlag for design av fendere for denne kaien også.

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

Beregning av anløpskoeffesient:

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

Hydrodynamisk masse sideveis anløp:

$$C_b = M_{\text{disp}} / (\rho \cdot L \cdot B \cdot D) = 130 / (1,035 \cdot 28,00 \cdot 7,5 \cdot 1,95) = 0,31$$

$$C_H = 1 + (\pi \cdot D) / (2 \cdot C_b \cdot B) = 1 + (3,14 \cdot 1,95) / (2 \cdot 0,31 \cdot 7,5) = 2,32 \text{ (Ueda, 2002)}$$

Hydrodynamisk masse ved anløp med baugen:

$$C_H = 1,1 \quad (\text{Pianc WG33})$$

Eksentrisitetsfaktor

En vinkel på 90° mellom skip og kai ved første berøring legges til grunn i beregninger. Tilsvarende roroskop med direkte anløp settes $C_E = 1,00$.

Dempeeffekt fra vannet.

Åpen flytekai gir liten dempeeffekt fra vannet. Velger $C_C = 1,0$ som utgangspunkt med mulighet for reduksjon ved valg av cellespункtai eller spunktai.

Skrogets og kaikonstruksjonens stivhet.

Båten som er nyutviklet design med moderat størrelse som i kombinasjon med skrogform gir en stivhets-koeffisient i området opp mot 1,00. En flytekai som er horisontalavstivet av utkragede stag vil være en myk konstruksjon. Denne har også mulighet for en liten rotasjon ved anløp.

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

$$C = 1,1 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,00 = 1,10$$

Displacement 130 tonn ved max draft som justeres for forhold som påvirker energibildet ved anløp. Øvre designanløpshastighet = 0,30m/s. For mindre skip tillates høyere anløpshastighet og for større skip må lavere anløpshastighet som beregnes separat benyttes.

$$E_k = \frac{1}{2} \cdot 1,1 \cdot 130 \cdot 0,30^2 = 6,44 \text{ kNm}.$$

Prosjekt: Ny Øyfergeterminal Rådhusbrygge 4	  Copyright	Rev: 002	Dato: 08.04.13	Side: 7 / 40
Tittel Teknisk bilag til forprosjekt		Prosjekt nr: 13002	Utarb. Av: Nyvoll	Dokument nr: TBF-01

Abnormal impact factor $\geq 2,00$ i.h.t. tabell 4.2.5

Velger en verdi på 2,50.

$$E = 2,50 \cdot E_k = 2,50 \cdot 6,44 = 16 \text{ kNm.}$$

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

Vi velger å ta utgangspunkt i fender Sumitomo HOM-400H i gummikvalitet X60 som gir et energiopptak på 16,8 kNm på hver fender ved 70,0 % deformasjon og tilhørende reaksjonslast på 75,2kN. Denne laster regnes ikke å virke samtidig med fortøyningslast.

Det benyttes 2 stk fendere med felles frontpanel for hvert støtpunkt. Til sammen 6 stk fender og 3 stk frontpanel.



Prosjekt: Ny Øyfergeterminal Rådhusbrygge 4	  Copyright	Rev: 002	Dato: 08.04.13	Side: 8 / 40
Tittel Teknisk bilag til forprosjekt		Prosjekt nr: 13002	Utarb. Av: Nyvoll	Dokument nr: TBF-01

1.5 Lastgrunnlag

1.5.1 Egenlaster.

Egenlast armert betong	25,0 kN/m ³
Egenlast stål	78,5 kN/m ³
Egenlast fyllmasser	19,0 kN/m ³
Egenlast neddykkede fyllmasser	9,0 kN/m ³
Egenlast sjøvann	10,35 kN/m ³

1.5.2 Generell nyttelast.

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 500kg/m ² . Personlast kategori C3	5,0 kN/m ²
Punktlast fordelt på 50x50mm. Punktlast kategori C3	4,0 kN

¹⁾Punktlaster virker ikke samtidig med jevnt fordelt nyttelast.

Horisontal last på håndløper på rekkverk	1,5 kN/m
--	----------

1.5.3 Normal nyttelast.

Normal nyttelast i bruksgrensetilstand defineres innenfor området 0-200 kg/m².
Normal nyttelast benyttes i design av maksimal helning av landgang.

Prosjekt: Ny Øyfergeterminal Rådhusbrygge 4	  Copyright	Rev: 002	Dato: 08.04.13	Side: 9 / 40
Tittel Teknisk bilag til forprosjekt		Prosjekt nr: 13002	Utarb. Av: Nyvoll	Dokument nr: TBF-01

1.5.4 Naturlaster:

Vindlast

Utgangspunkt for bestemmelse av vindlast er NS-EN1991-4 Laster på konstruksjoner, Del 1-4: Allmenne laster. Vindlaster. Basisvind for Oslo Kommune er 22 m/s.

Vindrose, frekvensfordeling av vind

Vindretning deles i sektorer på 30°

Frekvensfordeling av vindhastighet i prosent %

18700 OSLO - BLINDERN

Vindhastighet (m/s)

- > 20.2
- 15.3-20.2
- 10.3-15.2
- 5.3-10.2
- 0.3-5.2

Stille (%)

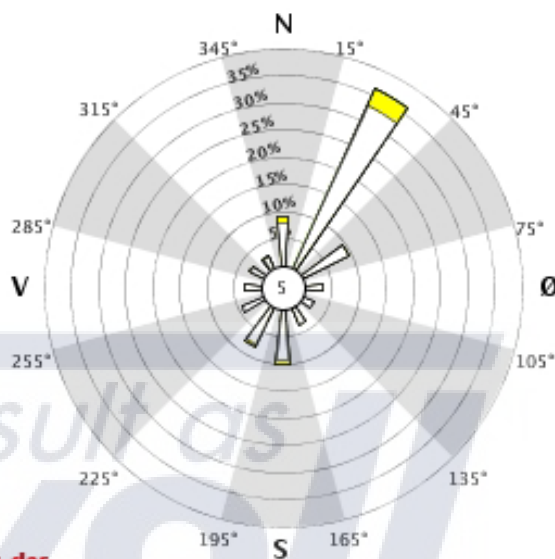
5



År: 1951 - 2012

jan, feb, mar, apr, mai, jun, jul, aug, sep, okt, nov, des

Tidspunkt: 1 (NMT)



Vindrose for Blindern som gir typiske vindretninger i området. I den videre beregning velger vi likevel å benytte verdier fra NS-EN1991-1-4.

Vindlast fra øst og vest gir sidetrykk på flytern, mens vind fra nord og sør gir laster inn/ut fra kaipir.

Skipets gjennomsnittlige høyde (A_W/L_{BP}) = $100/22,05 = 4,5\text{m}$ som velges for z .

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

Stedvindhastigheten (10 minutt varighet):

$$v_m(z) = c_r(z) \cdot c_0(z) \cdot v_b = 0,19 \cdot (0,01/0,05)^{0,07} \cdot \ln(4,5/0,01) \cdot 1,0 \cdot 22 = 22,8 \text{ m/s}$$

Basisvindhastighetsstrykket (10 minutt varighet):

$$q_b = 0,5 \cdot \rho \cdot v_b^2 = 0,5 \cdot 1,25 \cdot 22,8^2 = 0,33 \text{ kN/m}^2$$

Prosjekt: Ny Øyfergeterminal Rådhusbrygge 4	  Copyright	Rev: 002	Dato: 08.04.13	Side: 10 / 40
Tittel Teknisk bilag til forprosjekt		Prosjekt nr: 13002	Utarb. Av: Nyrøll	Dokument nr: TBF-01

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

Wind gust duration (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 15s som gir faktor 1,38.

Karakteristisk vindlast mot fronten på skipet

$$P_w = C_w \cdot [A_w \cdot \sin^2(\alpha) + B_w \cdot \sin^2(\alpha)] \cdot q_b = 0,9 \cdot [41 \cdot \sin^2(0) + 41 \cdot \cos^2(0)] \cdot 1,38 \cdot 0,33 = 16,8 \text{ kN}$$

Karakteristisk vindlast mot siden på skipet

$$P_w = C_w \cdot [A_w \cdot \sin^2(\alpha) + B_w \cdot \sin^2(\alpha)] \cdot q_b = 1,3 \cdot [90 \cdot \sin^2(0) + 90 \cdot \cos^2(0)] \cdot 1,38 \cdot 0,33 = 53,3 \text{ kN}$$

Vindlast mot selve brygga alle sider.

$$\text{Areal } A_w \approx 14 \cdot (1,82 + 0,90) = 38,1 \text{ m}^2.$$

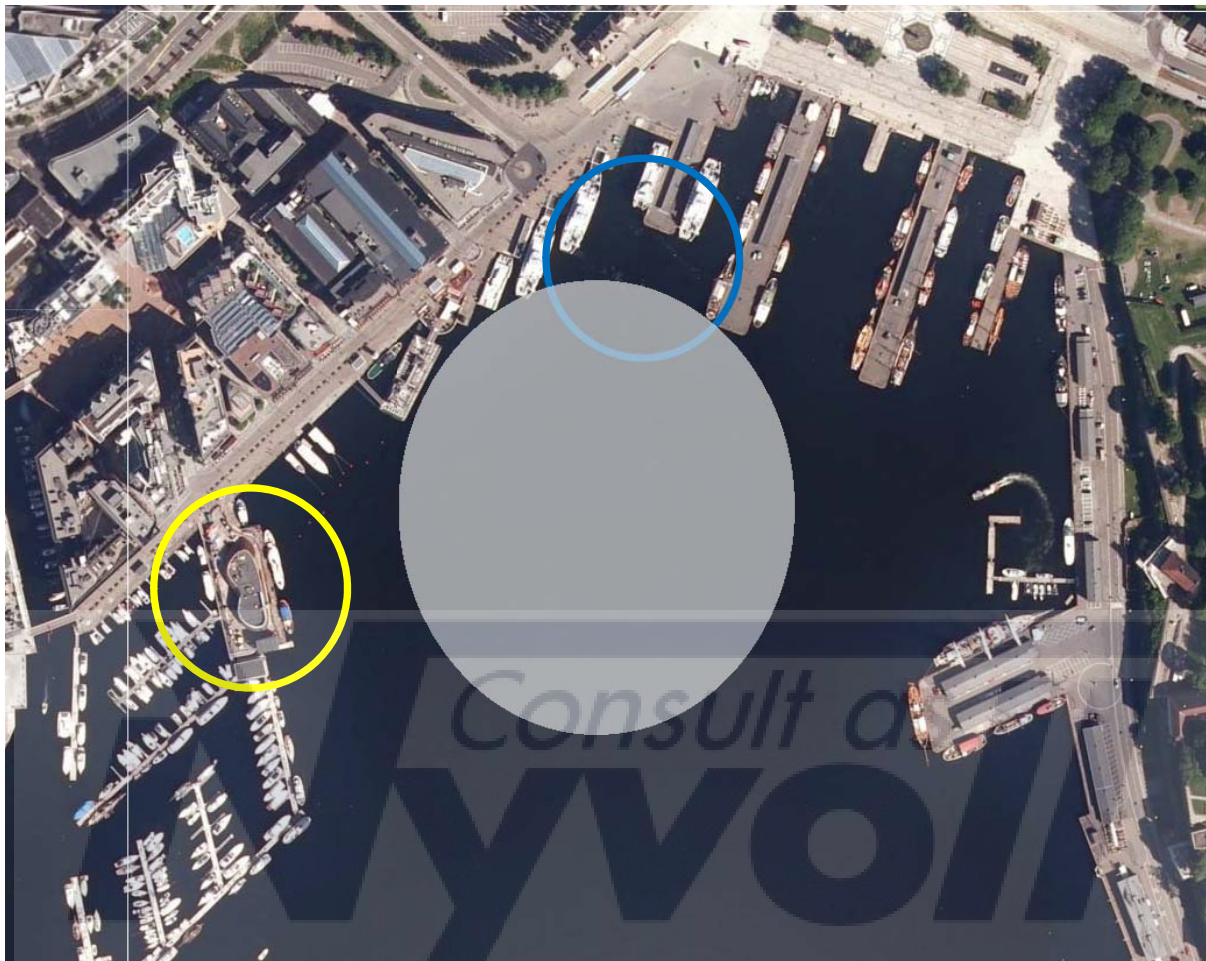
$$P_w = C_w \cdot [A_w \cdot \sin^2(\alpha) + B_w \cdot \sin^2(\alpha)] \cdot q_b = 1,3 \cdot [38 \cdot (\sin^2(0) + \cos^2(0))] \cdot 1,38 \cdot 0,33 = 22,5 \text{ kN}$$

Snølast.

Snølast på mark for Oslo Kommune er 3,5 kN/m². Snølast er mindre enn jevnt fordelt nyttelast både på kaier og blir ikke dimensjonerende last slik at denne neglisjeres i videre beregninger.

Prosjekt: Ny Øyfergeterminal Rådhusbrygge 4	  Copyright	Rev: 002	Dato: 08.04.13	Side: 11 / 40
Tittel Teknisk bilag til forprosjekt		Prosjekt nr: 13002	Utarb. Av: Nyvoll	Dokument nr: TBF-01

Islast.



Området som flytern skal plasseres ligger innerst mot vest i Pipervika (blå sirkel). Om vinteren kan det bli en del is i området, hovedsakelig ved at hele området fryser til. Tilgjengelige rapporter simulerer istykkelse opp mot 50 cm innen 50 års returperiode. Når hele området fryser til vil imidlertid flyterens plassering i forhold til øvrige konstruksjoner og land være låst slik at horisontale laster balanseres. Denne situasjonen krever ikke spesielle forøyningstiltak.

Et aktuelt tilfelle kan være at flyteren fryser fast i et mindre flat med mindre tykkelse som ikke er landfast. Avdrift av flaket eller scenarioet at et isbrytende skip støter isflaket kan være en dimensjonerende situasjon.

For flyter ved Onda Restaurant (gul sirkel) er islast fra flat i avdrift beregnet for en flakstørrelse på 36Daa som gir en beregningsmessig støtlast på 400 kN (beregningsmetode Leppäranta 2005). For Rådhusbrygge 4 som ligger betydelig mer skjermet blir dette flaket betydelig mindre, typisk som angitt på figur med grå farge (areal ca 5Daa). Større isflak vil treffe land andre steder først.

Karakteristisk støt fra isflak i drift regnes proporsjonalt med areal: $I_k = 400 \cdot 5/36 = 56 \text{ kN}$
Det regnes kun islast mot brygga fra sørvest midt imot.

Prosjekt: Ny Øyfergeterminal Rådhusbrygge 4	  Copyright	Rev: 002	Dato: 08.04.13	Side: 12 / 40
Tittel Teknisk bilag til forprosjekt		Prosjekt nr: 13002	Utarb. Av: Nyrøll	Dokument nr: TBF-01

Bølger.



Hoved bølgeretning i området er angitt med blå pil, mens lengste åpne havstrekk er inntegnet med rød strek. Som flyfotoet viser, må bølger i primær bølgeretning bøye av minst 30° for at disse skal treffe den vestre delen av Pipervika og Rådhusbrygge 4.

I forbindelse med planlegging av en større flytende enhet ved dagens Onda restaurant (gul sirkel) er det utført en del simuleringer av fysisk miljø. Disse ligger nært Rådhusbrygge 4, men noe mer eksponert slik at disse verdiene kan benyttes direkte i en konservativ betraktning.

Signifikant bølgehøyde $H_s = 0,8\text{m}$

Tilhørende bølgeperiode $T_p = 4,2\text{s}$

Beregnet bølgelengde $L_w = gT^2 / (2\pi) = 9,81 \cdot 4,2 / (2\pi) = 6,6\text{m}$

Skipstrafikken har begrenset hastighet i området og det forventes ikke større bølger fra skipstrafikk enn designbølger generert av vind.

Største bølgehøyde i løpet av 1 times sjøtilstand:

Antall bølger $N = 60 \cdot 60 / 4,2 = 857$ stk

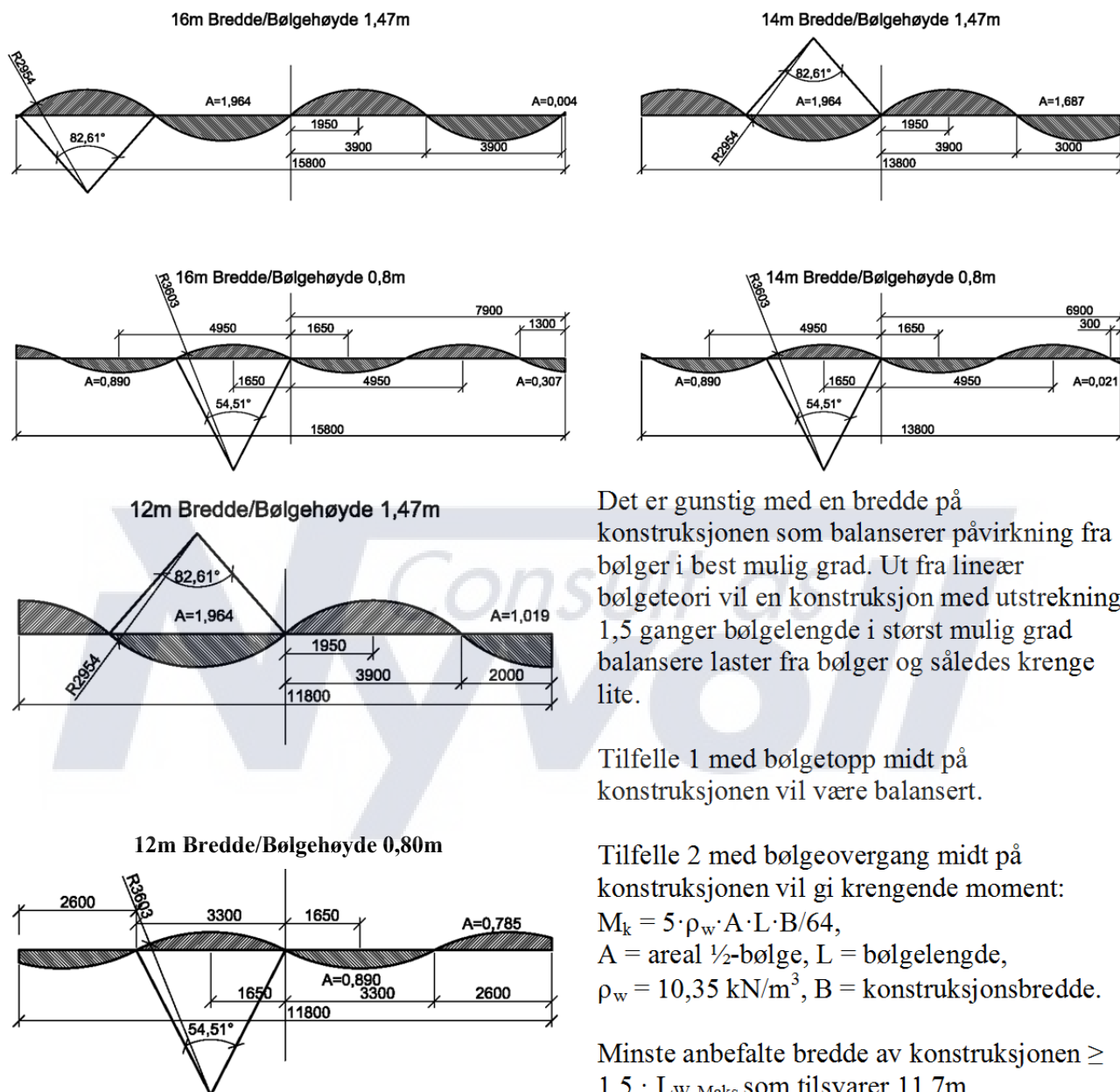
$H_{\text{maks}} = H_s \cdot (\ln(N)/2)^{0,5} = 0,8 \cdot (\ln(857)/2)^{0,5} = 1,47\text{m}$

Største periode for største bølgehøyde er estimert til 5 sek.

Tilhørende bølgelengde $L_w = gT^2 / (2\pi) = 9,81 \cdot 5,0 / (2\pi) = 7,8\text{m}$

Prosjekt: Ny Øyfergeterminal Rådhusbrygge 4	  Copyright	Rev: 002	Dato: 08.04.13	Side: 13 / 40
Tittel Teknisk bilag til forprosjekt		Prosjekt nr: 13002	Utarb. Av: Nyvoll	Dokument nr: TBF-01

Figur som viser bølge med høyde 0,8m/1,47m på flyter med bredde hhv 12m, 14m og 16m.



Prosjekt: Ny Øyfergeterminal Rådhusbrygge 4	  Copyright	Rev: 002	Dato: 08.04.13	Side: 14 / 40
Tittel Teknisk bilag til forprosjekt		Prosjekt nr: 13002	Utarb. Av: Nyvoll	Dokument nr: TBF-01

Bølger regnes kun å treffe flyteren vinkelrett fra utsiden.

Belastning regnes i.h.t ROM0.2-90

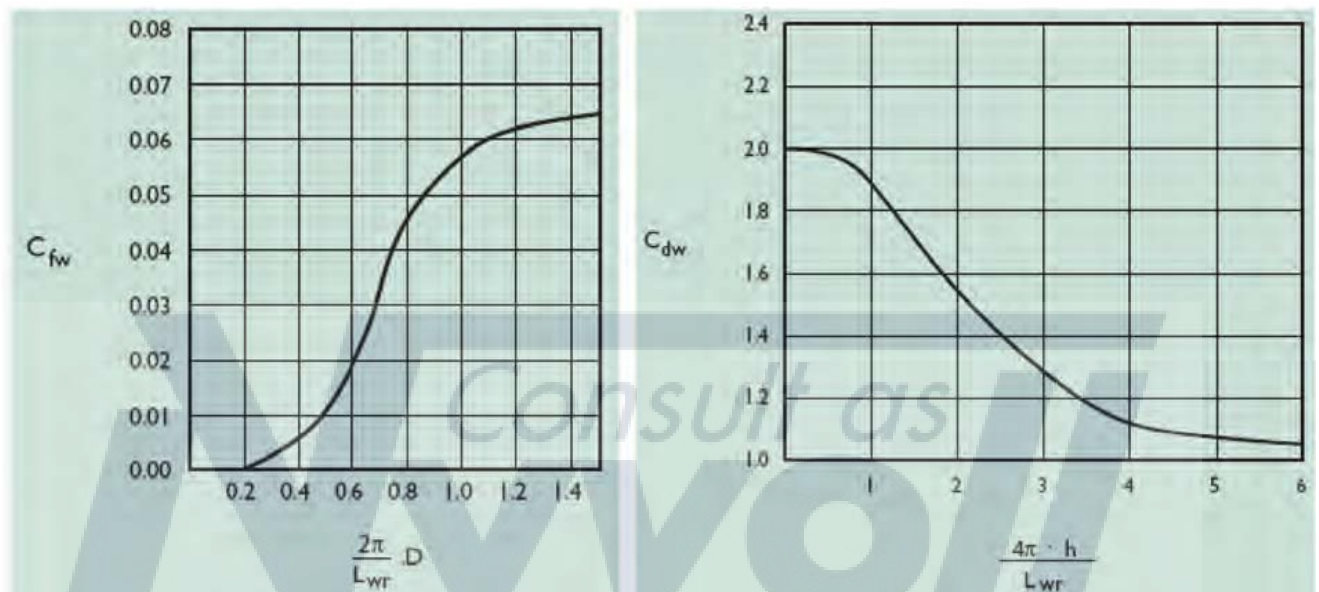
$$F_T = C_f \cdot C_d \cdot \gamma_w \cdot H_s^2 \cdot D' \cdot \sin(\alpha)$$

$$F_L = C_f \cdot C_d \cdot \gamma_w \cdot H_s^2 \cdot D' \cdot \cos(\alpha)$$

$$D' = L_{pp} \cdot \sin(\alpha) + B \cdot \cos(\alpha) = 14\text{m for bølger rett imot fra utsiden.}$$

$$H_s = 0,8\text{m.}$$

$$\gamma_w = 10,35 \text{ kN/m}^3.$$



$2\pi D/L_{wr} = 2\pi \cdot 2,0/6,6 = 1,90$ som gir $C_f \approx 0,065$, D = dypgående, L_{WR} = bølgelengde
 $4\pi h/L_{wr} = 4\pi \cdot 5,0/6,6 = 9,52$ som gir $C_{dw} \approx 1,05$, h = vann dybde

$$F_T = 0,065 \cdot 1,05 \cdot 10,35 \cdot 0,8^2 \cdot 14 \cdot \sin(90) = 6,3 \text{ kN}$$

Horisontale laster fra bølger er relativt beskjedne, men tas med i videre beregninger.

Det regnes kun bølgelast mot brygga fra sørvest midt imot.

Temperatur

Lufttemperatur: +40/ -30 °C.

Vanntemperatur: +22/ -2 °C.

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

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

Flytekaia er designet for å bevege seg med vannstand som gir betydelig større bevegelse enn bevegelser fra temperatur slik at fastholdningskrefter fra temperaturendringer kan neglisjeres i videre beregninger.

Prosjekt: Ny Øyfergeterminal Rådhusbrygge 4	  Copyright	Rev: 002	Dato: 08.04.13	Side: 15 / 40
Tittel Teknisk bilag til forprosjekt		Prosjekt nr: 13002	Utarb. Av: Nyvoll	Dokument nr: TBF-01

Strøm.

Rådhusbrygge 4 ligger innerst i Pipervika nedenfor Oslo Rådhus. Det er ingen elver med avløp i umiddelbar nærhet slik at eventuelle strømminger kun består av tidevann. Vi har ikke tilgang til observerte data



Geometri og plassering av flytebrygge skulle tilsi liten strømnings i sjøen ved Rådhusbrygge 4. I forbindelse med planlegging av en større flytende enhet ved dagens Onda restaurant (gul sirkel) er det utført en del simuleringer av fysisk miljø. Det henvises til en rapport fra Ø, Hammer, K.E Webb og D. Depreitner publisert i 2009 som oppgir overflatehastigheter på strøm i indre Oslofjord på opptil 0,30 m/s. Da Pipervika ligger skjermet velger vi konservativt å legge disse strømningshastighetene til grunn for design.

Forenklet regnes strøm lik: $S = \rho_w \cdot v_s^2 / 2 \cdot A_s \cdot k$.

Strøm på skipet sideveis

Vanndybde/skipets draft $\approx 5,0/1,95 = 2,56$ som gir forsterkningsfaktor for vanndybde: $k \approx 2,0$
 Last fra strøm på skipet $= 10,35 \cdot 0,3^2 / 2 \cdot 55 \cdot 2,0 = 51,2 \text{ kN}$

Strøm på selve brygga

Vanndybde/bryggas draft $\approx 5,0/2,0 = 2,50$ som gir forsterkningsfaktor for vanndybde: $k \approx 2,0$
 Last fra strøm på brygga $= 10,35 \cdot 0,3^2 / 2 \cdot 14 \cdot 2,0 \cdot 2,0 = 26,1 \text{ kN}$

Prosjekt: Ny Øyfergeterminal Rådhusbrygge 4	  Copyright	Rev: 002	Dato: 08.04.13	Side: 16 / 40
Tittel Teknisk bilag til forprosjekt		Prosjekt nr: 13002	Utarb. Av: Nyvoll	Dokument nr: TBF-01

1.6 Seismiske laster

Konstruksjonen dimensjoneres i.h.t NS-EN 1998-1: 2004+NA:2008. Konstruksjonen er flytende og følger ikke bevegelser i terrenget. Veileder utarbeidet av Rådgivende Ingeniørers Forening benyttes for verifisering. Horisontalt er konstruksjonen forankret inn i Rådhusbrygge 4 slik at konstruksjonens høyde regnes lik 0. kaien som flytekaien forankres inn i er bygget før krav om kontroll for seismisk aktivitet ble innført og kontrolleres ikke.

4.1 Konstruksjonsfaktor, q :

$$q \approx 1,5.$$

4.2 Spissverdi for grunnens akselerasjon, a_{g40Hz} :

$$a_{g40Hz} = 0,55 \text{ m/s}^2$$

4.3 Faktor for seismisk klasse, γ_I :

Mindre flytekai gir seismisk klasse I: $\gamma_I = 0,7$

4.4 Dimensjonerende grunnakselerasjon, a_g :

$$a_g = 0,8 \cdot a_{g40Hz} \cdot \gamma_I = 0,8 \cdot 0,55 \cdot 0,7 = 0,31 \text{ m/s}^2$$

4.5 Forsterkningsfaktor for grunnforholdene, S :

Tabell NA.3.3 med grunntype C (Avleiringer av fast sand/leire) gir $S = 1,25$

4.6 Knekkpunkt i responsspekteret, T_B , T_C , T_D :

Tabell NA.3.3 med grunntype D gir $T_B = 0,10$, $T_C = 0,30$, $T_D = 1,5$.

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

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

4.8 Dimensjonerende responsspekteret, $S_d(T)$:

$$T_1 < T_B \text{ som gir } S_d(T) = a_g \cdot S \cdot (2/3 + T/T_B) \cdot (2,5/q - 2/3)$$

$$S_d(T) = 0,31 \cdot 1,25 \cdot (2/3 + 0/0,10) \cdot (2,50/1,5 - 2/3) = 0,26 \text{ m/s}^2 < 0,49 \text{ m/s}^2.$$

Kontroll m.h.p jordskjelv må ikke utføres.

Prosjekt: Ny Øyfergeterminal Rådhusbrygge 4	  Copyright	Rev: 002	Dato: 08.04.13	Side: 17 / 40
Tittel Teknisk bilag til forprosjekt		Prosjekt nr: 13002	Utarb. Av: Nyvoll	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 tilleggsmasse.

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

- en frontalstøtkraft $F_{\alpha x}$;
- en tverrstøtkraft med en komponent $F_{\alpha y}$ som virker vinkelrett på den frontale støtkraften og med en friksjonskomponent F_R som er parallell med $F_{\alpha x}$.

(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: Ny Øyfergeterminal Rådhusbrygge 4	  Copyright	Rev: 002	Dato: 08.04.13	Side: 18 / 40
Tittel Teknisk bilag til forprosjekt		Prosjekt nr: 13002	Utarb. Av: Nyvoll	Dokument nr: TBF-01

1.8 Vannstand/kartgrunnlag

1.8.1 Vannstand og høyder

Kaien bygges etter kotehøyder Oslo Havn (HAV-0). Sjøkartnull ligger på kote -0,91 NGO-0 på kote -0,10 og Middelvann år 2000 kote -0,29 i forhold til HAV-0.

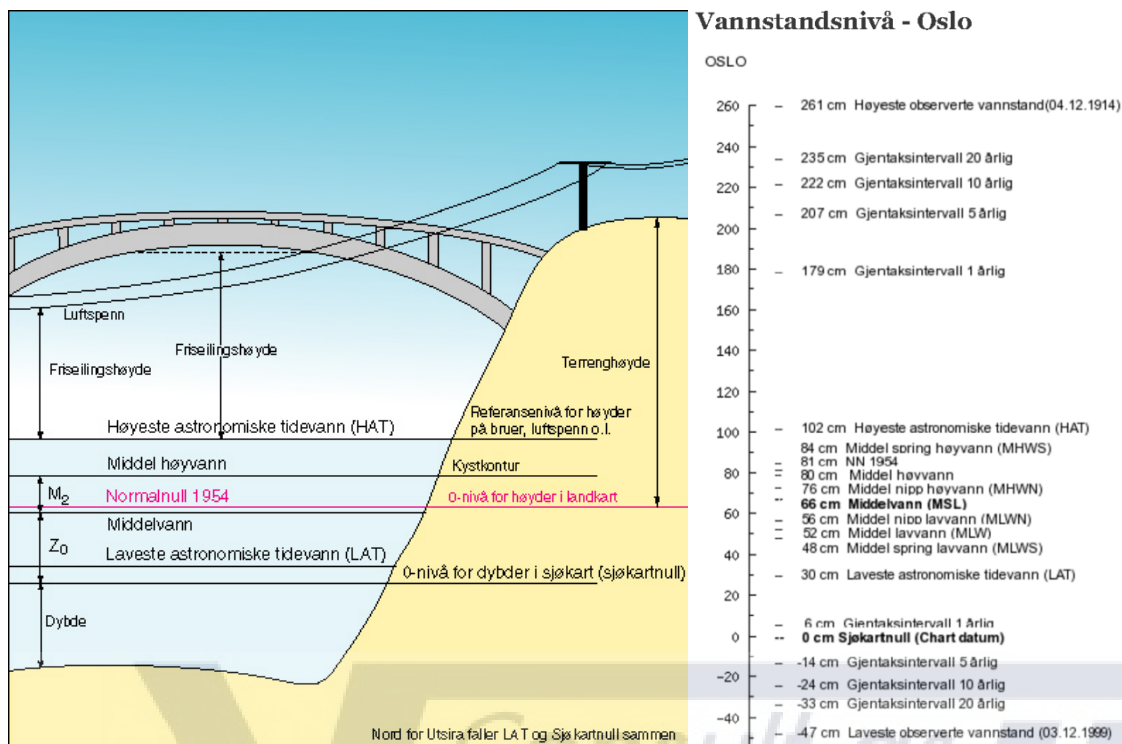
Vannstand og nivå Oslo Havn	Sjøkart	NGO (NN1954)	Oslo Oppmåling	MW år 2000	Oslo Havn KF
Kotenivå kranskiner kai	3,912	3,102	2,890	3,285	3,000
Høyeste observerte vannstand	2,61	1,80	1,59	1,98	1,70
20 årlig gjentaksintervall høyvann	2,35	1,54	1,33	1,72	1,44
10 årlig gjentaksintervall høyvann	2,22	1,41	1,20	1,59	1,31
5 årlig gjentaksintervall høyvann	2,07	1,26	1,05	1,44	1,16
1 årlig gjentaksintervall høyvann	1,79	0,98	0,77	1,16	0,88
Oslo Oppmåling +0,00	1,02	0,21	0,00	0,40	0,11
HAT (Høyeste astromomiske tidevann)	1,02	0,21	0,00	0,39	0,11
OHV +0,00	0,91	0,10	-0,11	0,29	0,00
MHWS (Middel spring høgvann)	0,84	0,03	-0,18	0,21	-0,07
NGO +0,00 (NN1954)	0,81	0,00	-0,21	0,18	-0,10
Middel høyvann	0,80	-0,01	-0,22	0,17	-0,11
MHWN (Middel nipp høgvann)	0,76	-0,05	-0,26	0,13	-0,15
OHV +0,00	0,71	-0,10	-0,31	0,08	-0,20
Middelvann	0,66	-0,15	-0,36	0,03	-0,25
MW år 2000	0,63	-0,18	-0,40	0,00	-0,29
MLWN (Middel nipp lavvann)	0,56	-0,25	-0,46	-0,07	-0,35
MLW (Middel lavvann)	0,52	-0,29	-0,50	-0,11	-0,39
MLWS (Middel spring lavvann)	0,48	-0,33	-0,54	-0,15	-0,43
LAT (Laveste astronomiske tidevann)	0,30	-0,51	-0,72	-0,33	-0,61
1 årlig gjentaksintervall lavvann	0,06	-0,75	-0,96	-0,57	-0,85
Sjøkart +0,00	0,00	-0,81	-1,02	-0,63	-0,91
5 årlig gjentaksintervall lavvann	-0,14	-0,95	-1,16	-0,77	-1,05
10 årlig gjentaksintervall lavvann	-0,24	-1,05	-1,26	-0,87	-1,15
20 årlig gjentaksintervall lavvann	-0,33	-1,14	-1,35	-0,96	-1,24
Laveste observerte vannstand	-0,47	-1,28	-1,49	-1,10	-1,38

Nivåforskjeller

NGO +0,00	0,000
Oslo Oppmåling +0,00	0,212
Oslo Havn KF +0,00	0,102
MW år 2000	-0,183



Prosjekt: Ny Øyfergeterminal Rådhusbrygge 4	  Copyright	Rev: 002	Dato: 08.04.13	Side: 19 / 40
		Prosjekt nr: 13002	Utarb. Av: Nyrøll	Dokument nr: TBF-01



1.8.2 Kartgrunnlag.

Digitalt kartgrunnlag fra kommunen er mottatt og benyttes i prosjektet. Vedrørende grunnlagshøyder på kaipir er disse oppgitt til kote +2,10 (HAV) på tegning mottatt fra Oslo Havn. Middelvann år 2000 legges til grunn for utgangspunkt for normalhøyde for flytekai.

Prosjekt: Ny Øyfergeterminal Rådhusbrygge 4	  Copyright	Rev: 002	Dato: 08.04.13	Side: 20 / 40
Tittel Teknisk bilag til forprosjekt		Prosjekt nr: 13002	Utarb. Av: Nyvoll	Dokument nr: TBF-01

1.9 Materialspesifikasjoner/Dimensjonerende brukstid

Konstruksjonens levetid er angitt til 50år.

1.9.1 Betongkonstruksjoner

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

Eksponeringsklasser:

- 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 = 65mm for underkant og sidekanter til kaia.

Minimum betongoverdekning = 50mm for overkantkant kaidekke.

Følgende betongoverdekning skal benyttes:

Element	Armering	Monteringsjern
Alle konstruksjoner	65mm ± 15mm	50mm ± 5mm

Maksimal rissvidde = 0,3mm for alle konstruksjonsdeler

Betongkonstruksjoner plass-støpes.

1.9.2 Stålkonstruksjoner

Stålkonstruksjoner spesifiseres i.h.t NS-EN1993 gjeldende utgaver og utføres i stål kvalitet S355 eller bedre. Synlig stål på kaiens overflate varmgalvaniseres og males.

1.9.3 Oppdrift av flytekai

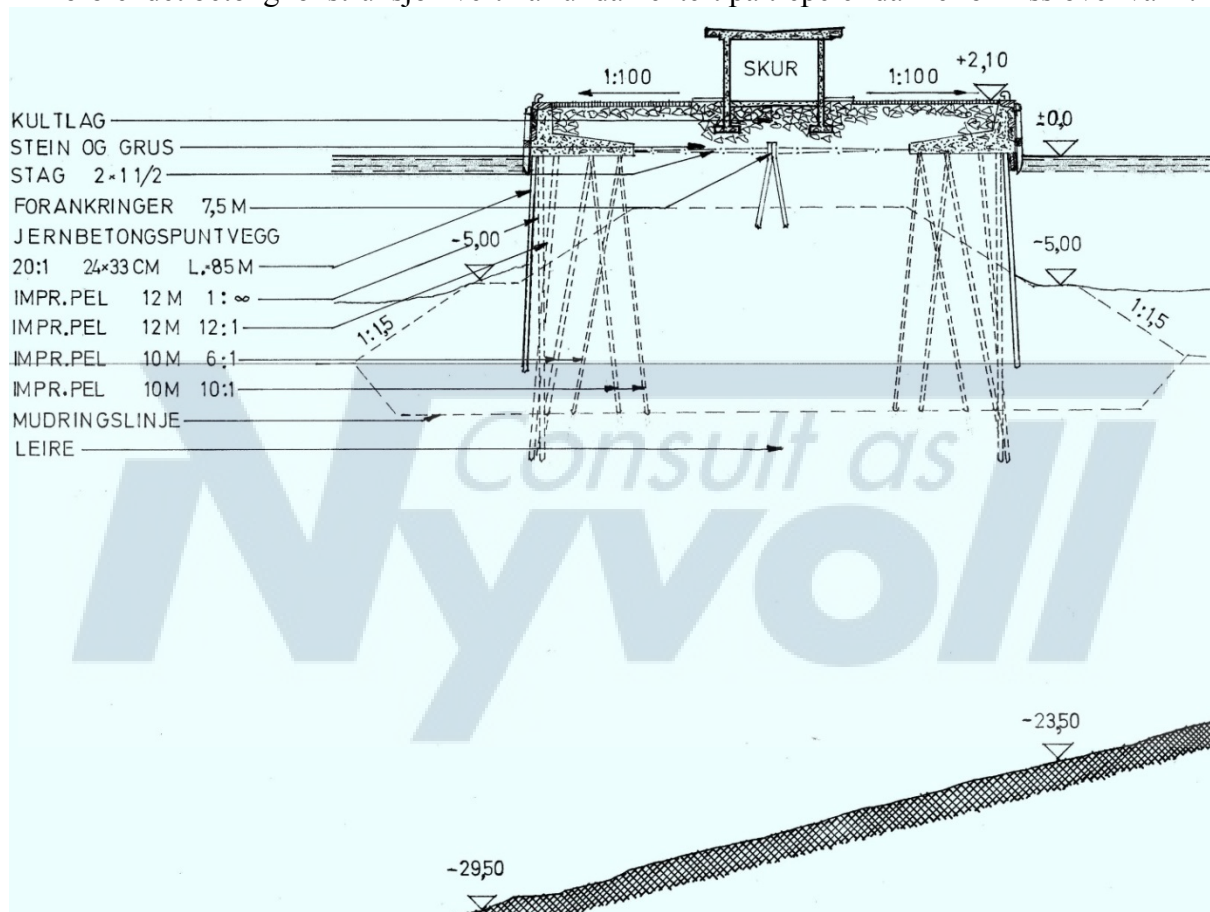
For å ivareta oppdrift bygges flytekaien med innstøpt XPS som også vil forhindre at konstruksjonen kan synke. Kvalitet vil bli spesifisert senere. Det benyttes XPS med maksimalt vannopptak på 0,7 vol- % på neddykket material.

Prosjekt: Ny Øyfergeterminal Rådhusbrygge 4	  Copyright	Rev: 002	Dato: 08.04.13	Side: 21 / 40
Tittel Teknisk bilag til forprosjekt		Prosjekt nr: 13002	Utarb. Av: Nyvoll	Dokument nr: TBF-01

1.10 Grunnforhold og fundamentering

Området består av leire over fjell. Det er ikke utført egne grunnundersøkelser i prosjektet og betraktninger baseres på tegninger av eksisterende kaikonstruksjoner. Fjelldybder er ikke kjent, men regnes varierende i områder fra kote -20 eller dypere. Ingen tilstøtende konstruksjoner er fundamentert på fjell.

Rådhusbrygge 4 er en spunkasse med mothold i masser i bunn med innvendig staging i topp. En forblendet betongkonstruksjon vertikalfundamentert på trepeler danner omriss over vann.



Prosjekt: Ny Øyfergeterminal Rådhusbrygge 4	  Copyright	Rev: 002	Dato: 08.04.13	Side: 22 / 40
Tittel Teknisk bilag til forprosjekt		Prosjekt nr: 13002	Utarb. Av: Nyrøll	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)	$\gamma_{Gj,sup} G_{j,sup}$	$\gamma_{Gj,inf} G_{j,inf}$	$\gamma_p P$	$\gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1}$	$\gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$
(Ligning 6.10 b)	$\xi \gamma_{Gj,sup} G_{j,sup}$	$\gamma_{Gj,inf} G_{j,inf}$	$\gamma_p P$	$\gamma_{Q,1} Q_{k,1}$	$\gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$

(*) 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, flyteledd etc.) som kan aksepteres forutsatt at konstruksjonen dimensjoneres i overensstemmelse med de endrede forutsetningene.

MERKNAD 2 Det benyttes følgende sett med γ - og ξ -verdier ved bruk av uttrykk 6.10a og 6.10b:

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

1,00 for irreversible deformasjonslaster ³⁾

1,20 for permanent del av vanntrykk

$\gamma_{Gj,inf}$ = 1,0 for permanent last ^{1) 2)}

0 for irreversible deformasjonslaster ³⁾

1,0 for vanntrykk

ξ = 0,89 for egenvekt ¹⁾

γ_p = verdier gitt i de aktuelle eurokodene. ⁴⁾

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

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

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

γ_Q = 1,20 for temperaturlast, hvis ugunstig (0 hvis gunstig).

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

γ_Q = 1,50 for øvrige variable laster, hvis ugunstig (0 hvis gunstig).

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

²⁾ 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.

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

⁴⁾ 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 γ_Q og γ_Q igjen deles inn i verdiene γ_g og γ_q og modellens usikkerhetsfaktor γ_{sd} . En verdi for γ_{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.

Prosjekt: Ny Øyfergeterminal Rådhusbrygge 4	  Copyright	Rev: 002	Dato: 08.04.13	Side: 23 / 40
Tittel Teknisk bilag til forprosjekt		Prosjekt nr: 13002	Utarb. Av: Nyrøll	Dokument nr: TBF-01

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.

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:

Dimensjonerende situasjon	Permanente laster		For-spennning	Dominerende ulykkeslast eller seismisk last	Øvrige variable laster (**)
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	$A_{Ed} = \gamma_i A_{Ek}$	$\psi_{2,i} Q_{k,i}$

(*) 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: Ny Øyfergeterminal Rådhusbrygge 4	  Copyright	Rev: 002	Dato: 08.04.13	Side: 24 / 40
Tittel Teknisk bilag til forprosjekt		Prosjekt nr: 13002	Utarb. Av: Nyvoll	Dokument nr: TBF-01

1.11.5 Ψ -Faktorer for laster (Tabell NA.A2.1)

Påvirkning	Symbol	ψ_0	ψ_1	$\psi_2^{5)}$	$\psi_{1,infq}^{1)}$	
Trafikkklaster (se NS-EN 1991-2, tabell 4.4)	gr1a	Boggilast (BL)	0,7 ³⁾	0,7	0,2/0,5	0,8
	(LM1 + horisontale laster + laster på gangbaner/fortau)	Jevnt fordelt last (JFL)	0,7 ³⁾	0,7	0,2/0,5	0,8
		Horisontale laster	0,7 ³⁾	0,7	0,2/0,5	0,8
		Laster på gangbaner/fortau ²⁾	0,7 ³⁾	0,7	0,2/0,5	0,8
	gr1b (enkel aksling)		0,7 ³⁾	0,7	0,2/0,5	0,8
	gr2 (horisontale krefter)		0,7 ³⁾	0,7	0,2/0,5	0,8
	gr3 (laster på gangbaner/fortau)		0,7 ³⁾	0,7	0,2/0,5	0,8
	gr4 (LM4 – Laster fra ansamling av mennesker)		0,7 ³⁾	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 ⁴⁾	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	

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

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

³⁾ Der vindlasten behandles som den dominerende lasten, representert ved F_{wk} , bør ψ_0 for trafikklast settes lik 0, jf. også A2.2.2(5).

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

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

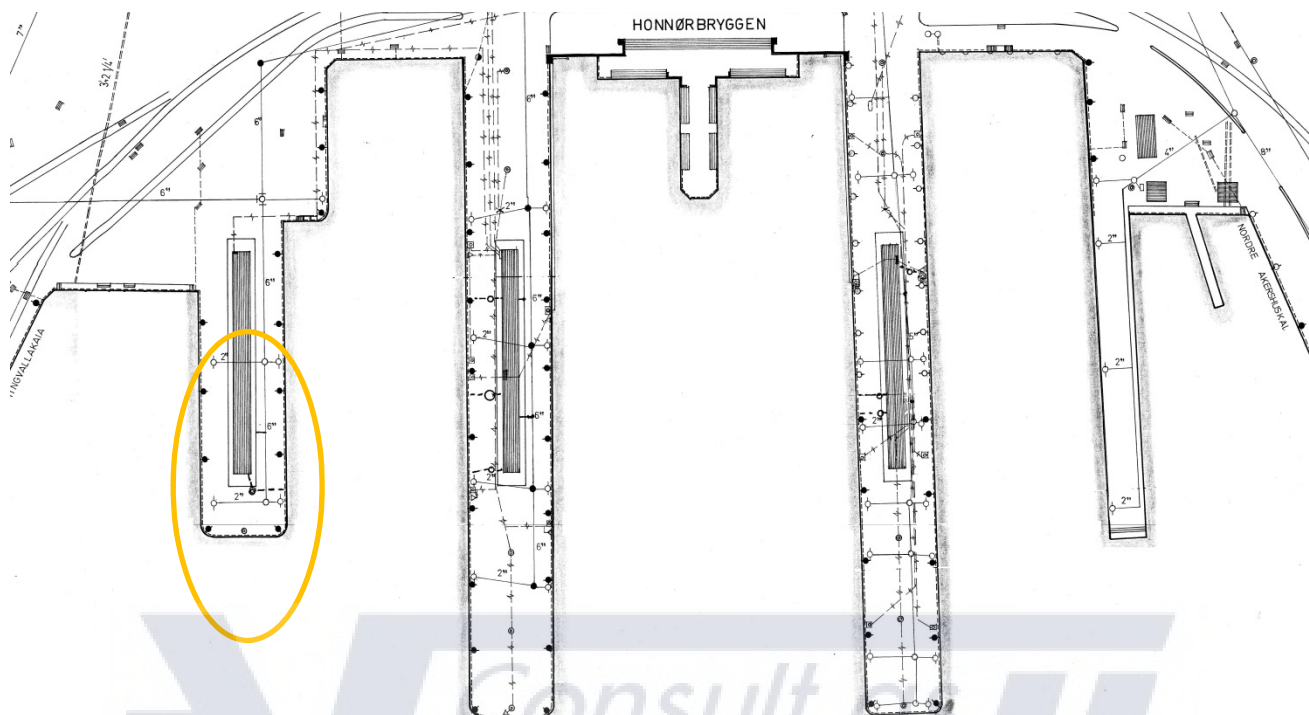
Prosjekt: Ny Øyfergeterminal Rådhusbrygge 4	  Copyright	Rev: 002	Dato: 08.04.13	Side: 25 / 40
Tittel Teknisk bilag til forprosjekt		Prosjekt nr: 13002	Utarb. Av: Nyvoll	Dokument nr: TBF-01

1.12 Forskrifter, standarder

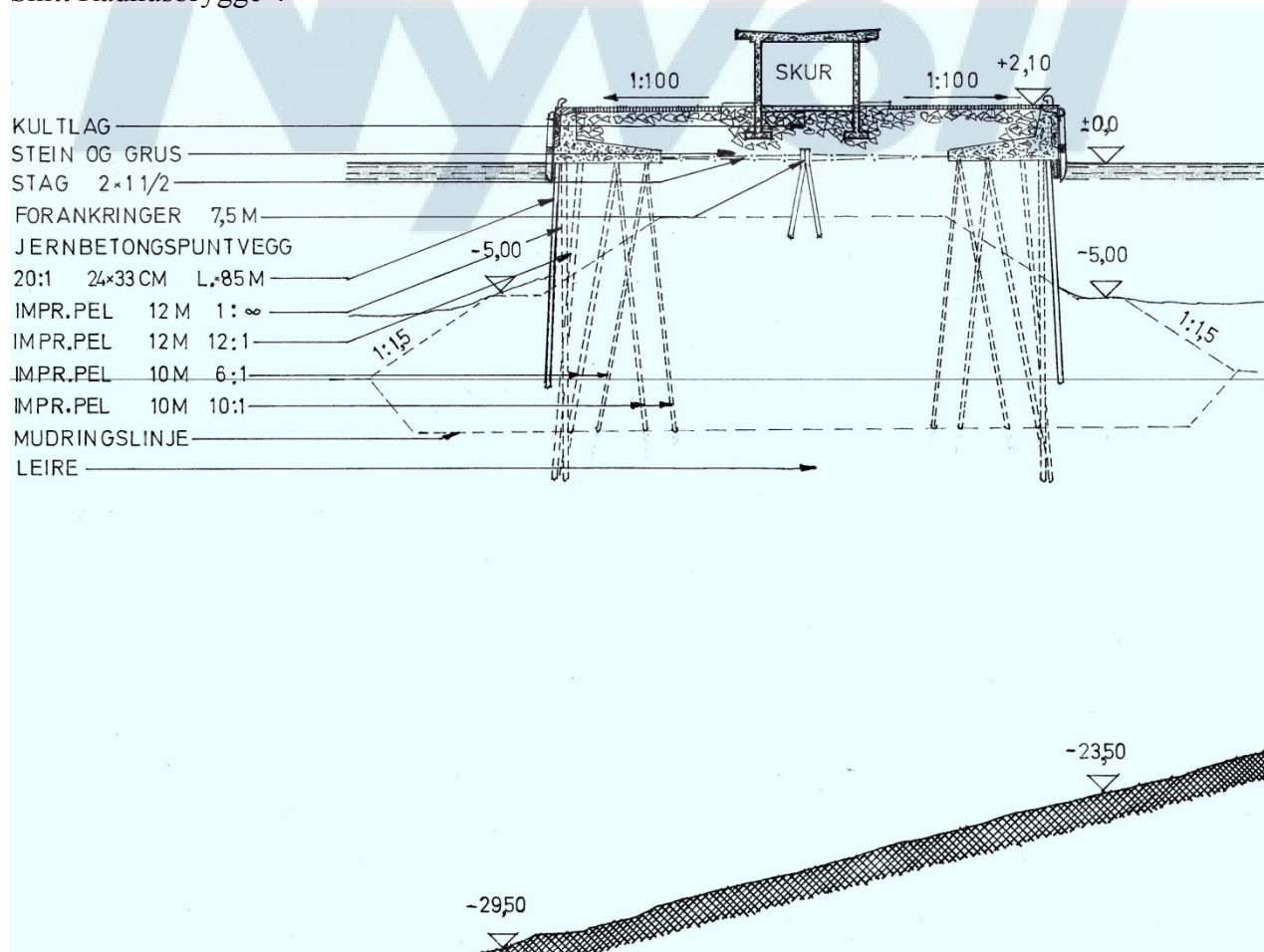
Standard nr	Beskrivelse	Utg.	År
NS-EN 1990:2002 +NA:2008	Eurocode: Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner.	1	2008
NS-EN 1991	Eurocode 1: Laster på konstruksjoner. Alle relevante deler:		
NS-EN 1992	Eurocode 2: Prosjektering av betongkonstruksjoner. Alle relevante deler med tilhørende materialstandarder		
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: Ny Øyfergeterminal Rådhusbrygge 4	  Copyright	Rev: 002	Dato: 08.04.13	Side: 26 / 40
Tittel Teknisk bilag til forprosjekt		Prosjekt nr: 13002	Utarb. Av: Nyvoll	Dokument nr: TBF-01

2. TILSTØTENDE KAIPIR RÅDHUSBRYGGE 4.



Snitt Rådhusbrygge 4



Prosjekt: Ny Øyfergeterminal Rådhusbrygge 4	  Copyright	Rev: 002	Dato: 08.04.13	Side: 27 / 40
Tittel Teknisk bilag til forprosjekt		Prosjekt nr: 13002	Utarb. Av: Nyvoll	Dokument nr: TBF-01

Tilstøtende kaipir, Rådhusbrygge 4 er bygget opp som en utstikkende spunkasse med L-element i betong på toppen som bæres av et større antall impregnerte trepeler. Fra vegg til vegg er det strekkstag som stabiliserer konstruksjonen. Bak spunten er det fylt med stein og grus. Nyttelasten på området er oppgitt til 10 kN/m². Over vannlinjen er kaipiren forblendet med rød granitt slik at kaipiren fremstår som en blokkmurskai rent estetisk. Spunten som har lengde 8,5m har mothold i massene i bunn og går opp mot kote 0 hvor overbygning i betong begynner.

Med en bredde på rundt 18m og en vanddybde i området på rundt 5m, fremstår kaipiren som svært stabil så fremt at ikke korrosjon gjennomårenes løp har svekket spunkonstruksjonen eller stagene.

I utgangspunktet er det mulig å forankre en flytebrygge sideveis på utsiden av Rådhusbrygge 4 med fastholding i utstikkende kaipir.



Prosjekt: Ny Øyfergeterminal Rådhusbrygge 4	  Copyright	Rev: 002	Dato: 08.04.13	Side: 28 / 40
Tittel Teknisk bilag til forprosjekt		Prosjekt nr: 13002	Utarb. Av: Nyvoll	Dokument nr: TBF-01

3. UNIVERSELL UTFORMING

Universell utforming av bryggen setter noen krav til både breddeforhold og stigninger. Statens Vegvesen Håndbok 278 "Universell utforming av veger og gater" (2011) legges til grunn for design.

Med en flytende konstruksjon må det defineres en del parametere i tillegg til krav gitt i gjeldende regelverk. Stigning av landgang vil variere med vannstand og belastninger. Det må defineres øvre og nedre vannstand, samt øvre og nedre last som legges til grunn for grenseverdier for stigning av landgang for normal bruk. Disse lastnivåene og vann-nivåene er grenseverdier for normale brukssituasjoner og må ikke sammenblandes med ekstrem-situasjoner:

Normalvannstand:	Middelvann år 2000 (MW2000, -0,29 HAV)
Øvre design vannstand:	Høyeste astronomiske vannstand (HAT, +0,11 HAV)
Nedre design vannstand:	Laveste astronomiske vannstand (LAT, -0,61 HAV)

Normal brukslast:	100 kg/m ² .
Øvre normale brukslast:	200 kg/m ²
Nedre normale brukslast:	0 kg/m ² .

Stigningsforhold rampe:

- Normal vannstand kombinert med normal brukslast benyttes i utgangsdesign.
- Oppadgående stigning på landgang ved øvre design vannstand kombinert med nedre normale brukslast skal være $\leq 1:20$
- Nedadgående stigning på landgang ved nedre design vannstand kombinert med øvre normale brukslast skal være $\leq 1:20$

Minstebredder for ulike grupper:

Syklende med tilhenger:	0,75 – 1,00m
Gående med barnevogn:	0,75m
Gående med tvillingvogn:	1,00m
Gående med ledsager eller førerhund:	1,20m
Rullestol:	0,90m
Bredde utendørs (inkl. passering) velges	$\geq 2,00m$

Minstelengder:

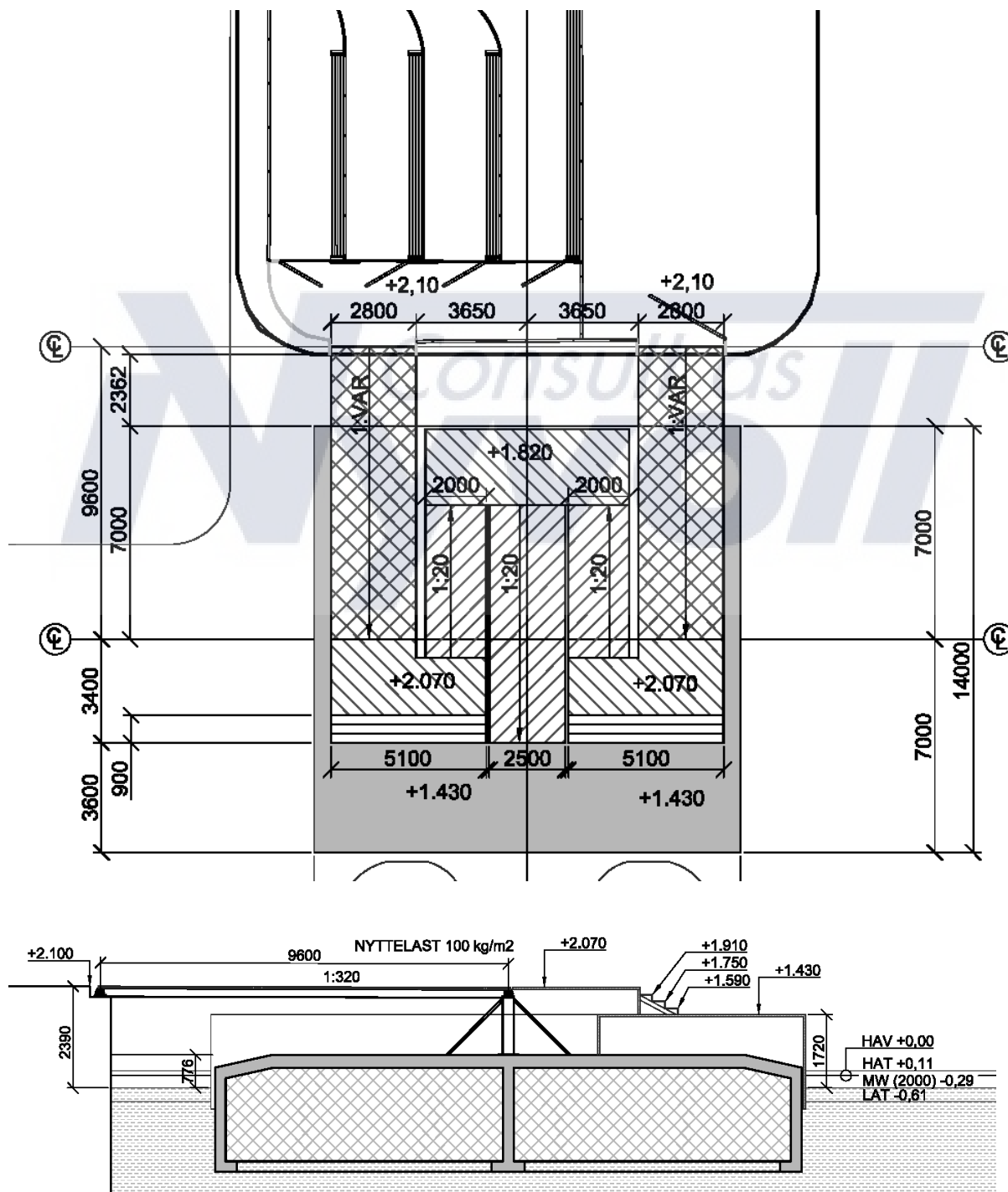
Syklende (m/tilhenger)	1,80 – 4,00m
Gående med barnevogn	1,70m
Rullestol	1,50m
Snusirkel utendørs for rullestol	2,50m
Lengde av horisontalt platå velges	$\geq 2,50m$

Prosjekt: Ny Øyfergeterminal Rådhusbrygge 4	 	Rev: 002	Dato: 08.04.13	Side: 29 / 40
Tittel Teknisk bilag til forprosjekt		Prosjekt nr: 13002	Utarb. Av: Nyvoll	Dokument nr: TBF-01

4. OPPDRIFT OG STABILITET

Det bygges en flytende betong-pontong med innstøpt XPS og overflater utført i treverk. For synlige overflater velges Kebony som er en relativt godt bestandig varmebehandling, mens det for bjelkelag og øvrig trekonstruksjon innvendig, velges kreosotimpregneret materiale.

I utgangspunktet velges en brutto størrelse på 14x14m. Selve betongkonstruksjonen får ytre mål 13,8x13,8m og denne kles med treverk til under vannlinjen.



Prosjekt: Ny Øyfergeterminal Rådhusbrygge 4	 	Rev: 002	Dato: 08.04.13	Side: 30 / 40
Tittel Teknisk bilag til forprosjekt		Prosjekt nr: 13002	Utarb. Av: Nyrøll	Dokument nr: TBF-01

Beregning av flyteramep og tyngdepunkt							Volum			
Betong	Lengde	Bredde	Høyde	X	Y	Z	[m ³]	Vol x X	Vol x Y	Vol x Z
Toppdekke	13,800	13,800	0,300	7,000	7,000	2,600	57,13	399,92	399,92	148,54
Vegg 1	13,800	0,250	2,200	7,000	0,225	1,350	7,59	53,13	1,71	10,25
vegg 2	13,800	0,250	2,200	7,000	7,000	1,350	7,59	53,13	53,13	10,25
Vegg 3	13,800	0,250	2,200	7,000	13,775	1,350	7,59	53,13	104,55	10,25
Vegg 4	13,050	0,250	2,200	0,225	7,000	1,350	7,18	1,61	50,24	9,69
Vegg 5	13,050	0,250	2,200	13,775	7,000	1,350	7,18	98,87	50,24	9,69
Bunnplate	13,800	13,800	0,250	7,000	7,000	0,125	47,61	333,27	333,27	5,95
Utsp bunn	6,000	4,000	0,250	7,000	7,000	0,125	-28,27	-197,92	-197,92	-3,53
							113,59	795,15	795,15	201,08
				Vekt	[tonn]		281,11	7,00	7,00	1,77
							Eksentrisitet [m]	0,10	0,10	

Egenvekt betong (FA50-MF40)	2 370 [kg/m ³]	Volum skumplast	375 [m3]	Z	Vol x Z
Egenvekt stål	7 850 [kg/m ³]	Vekt skumplast	7 493 [kg]	1,35	10 116
Egenvekt sjøvann	1 035 [kg/m ³]	Vann i skumplast	2 714 [kg]	1,35	3 665
Påført egenvekt	250 [kg/m ²]	Påført egenvekt	49 000 [kg]	3,5	171 500
Nyttelast	500 [kg/m ²]	Nyttelast	98 000 [kg]	4,014	393 372
Midlere brukslast	100 [kg/m ²]	Midlere brukslast	19 600 [kg]	4,014	78 674
Fuktopptak skumplast (XPS)	0,7 %	Vekt vann i utsp bunn	29 264 [kg]	0,125	3 658
Egenvekt Skumplast	20 [kg/m ³]	Egenvekt rampe	370 tonn	Σ Vol x Z	686 551
Armeringsmengde	150,00 [kg/m ³]	Totalvekt rampe	468 tonn	Σ Vol x Z	1 079 923
Egenvekt armert betong	2 475 [kg/m ³]	Vekt rampe m/normall	389 tonn	Z-egenvekt	1,858
Normallast = midlere brukslast		Totalhøyde betong	2,750 [m]	Z-totallast	2,310
		Draft egenlast	1,875 [m]	Egenvekt	369 581
		Fribord betong u/NL	0,875 [m]		
		Draft m/NL	2,372 [m]		
		Fribord betong m/NL	0,378 [m]		
		Draft m/normallast	1,974 [m]		
		Fribord bet. normallast	0,776 [m]		

Beregning som viser typiske dimensjoner for flyter. Etter hvert som konstruksjonen detaljeres, vil nøyaktigere verdier fremkomme.

Tyngdepunktsenter (G₁) ligger i avstand 1,858m fra bunn for flyteren alene.

Tyngdepunktsenter (G₂) ligger i avstand 2,310m fra bunn for flyter og nyttelast.

Nyttelast regnes påført 1,0m over dekk kote +1,43.

Avstand fra bunn til oppdriftssenter (O) = draft/2.

Displacement (D) = 1,035 · B · L · d, Bredde (B) = lengde (L) = 13,8m, d = dypgående.

For at konstruksjonen skal være stabil må avstanden mellom tyngdepunktsenter (G) og Metasenter (M) være 0.

Kontroll:

$$OM = B^3 \cdot L / (12 \cdot D) = B^2 / (12 \cdot 1,035 \cdot d)$$

Egenlast: $OM = 13,8^2 / (12 \cdot 1,035 \cdot 1,875) = 8,18m > 0. \text{ OK!}$

Egenlast + nyttelast: $OM = 13,8^2 / (12 \cdot 1,035 \cdot 2,310) = 6,64m > 0. \text{ OK!}$

Stabilitet er ivarettatt.

Prosjekt: Ny Øyfergeterminal Rådhusbrygge 4	  Copyright	Rev: 002	Dato: 08.04.13	Side: 31 / 40
Tittel Teknisk bilag til forprosjekt		Prosjekt nr: 13002	Utarb. Av: Nyvoll	Dokument nr: TBF-01

5. KRENGING

Skjev fordeling av nyttelast, bølger, samt støt fra båter i avvikende høyde fra horisontalavstivende ramme og laster ut/inn spesielt ved vannstander utenfor HAT/LAT vil alle påføre flyteren krengning.

Det er imidlertid lite sannsynlig at flyteren påføres nevneverdig skjev nyttelast samtidig med at det er store bølger i området. Store ansamlinger av mennesker på flyteren vil opptre i fint vær om sommeren, ikke om vinteren med de mest ekstreme værforholdene.

Skjev fordeling av nyttelast:

Det regnes full nyttelast (500kg/m^2)/fyll brukslast (200kg/m^2) på den ene halvdelen av flyteren.

Full nyttelast på den ene halvdelen av flyteren:

Gjennomsnittlig draft = $1,858 + (2,310 - 1,858)/2 = 2,084\text{m}$

$M_v = 0,50 \cdot 14,0 \cdot 7,0 \cdot 7,0/2 = 171,5 \text{ Tm}$.

$M_s = 1,035 \cdot h \cdot 13,8 \cdot 6,9 \cdot 6,9^2/3 \cdot 2 = 171,5$, $h = 0,189\text{m}$, $h = 0,5 \cdot \text{differansedraft}$.

Krengning = $1:6,900/0,189$ som tilsvarer $1:36,5$ sideveis ved full nyttelast på den ene halvdelen av flyteren.

Full brukslast på den ene halvdelen av flyteren:

Gjennomsnittlig draft = $1,858 + (2,310 - 1,858)/5 = 1,948\text{m}$

$M_v = 0,20 \cdot 14,0 \cdot 7,0 \cdot 7,0/2 = 68,6 \text{ Tm}$.

$M_s = 1,035 \cdot h \cdot 13,8 \cdot 6,9 \cdot 6,9^2/3 \cdot 2 = 68,6$, $h = 0,076\text{m}$, $h = 0,5 \cdot \text{differansedraft}$.

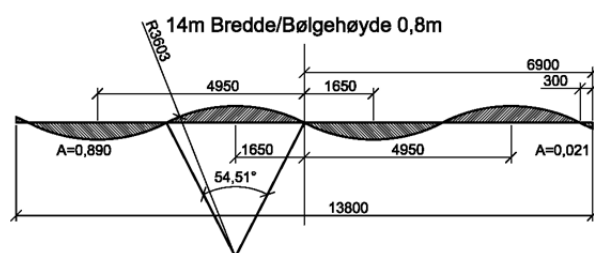
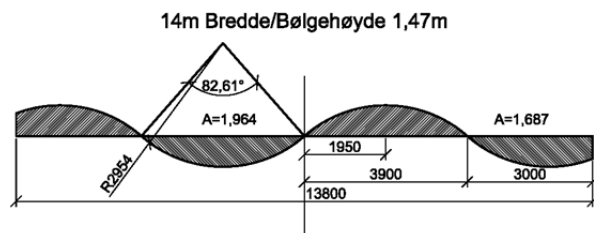
Krengning = $1:6,900/0,076$ som tilsvarer $1:91,2$ sideveis ved full brukslast på den ene halvdelen av flyteren.

Krengning grunnet skjev fordeling av påført last på flytebryggen er små og således ikke av en intensitet som krever ytterligere påvisning av brukstilstanden eller stabilitet.

Innfesting av flytebryggen i Rådhusbrygge 4 må imidlertid designes for å ivareta krengning som beregnet i dette kapittelet.

Prosjekt: Ny Øyfergeterminal Rådhusbrygge 4	  Copyright	Rev: 002	Dato: 08.04.13	Side: 32 / 40
Tittel Teknisk bilag til forprosjekt		Prosjekt nr: 13002	Utarb. Av: Nyvoll	Dokument nr: TBF-01

Bølger



Maksimal bølge:

$$M_v \approx 1,035 \cdot (1,687 \cdot (3,90 + 5 \cdot 3,00/8) - 1,964 \cdot 3,90/2) \cdot 2 \cdot 14 = 171,3 \text{ Tm.}$$

$$M_s = 1,035 \cdot h \cdot 13,8 \cdot 6,9 \cdot 6,9^2/3 \cdot 2 = 171,3, \quad h = 0,189 \text{ m, } h = 0,5 \cdot \text{differansedraft.}$$

Krengning = $1:6,900/0,189$ som tilsvarer 1:36,5 sideveis ved full nyttelast på den ene halvdelen av flyteren.

Signifikant bølge:

$$M_v \approx 1,035 \cdot 0,890 \cdot (4,95 - 1,65) \cdot 2 \cdot 14 = 85,1 \text{ Tm.}$$

$$M_s = 1,035 \cdot h \cdot 13,8 \cdot 6,9 \cdot 6,9^2/3 \cdot 2 = 85,1, \quad h = 0,094 \text{ m, } h = 0,5 \cdot \text{differansedraft.}$$

Krengning = $1:6,900/0,094$ som tilsvarer 1:73,4 sideveis ved full nyttelast på den ene halvdelen av flyteren.

Krengning grunnet maksimale bølger eller signifikante bølger påført flytebryggen er små og således ikke av en intensitet som krever ytterligere påvisning av brukstilstanden eller stabilitet.

Innfesting av flytebryggen i Rådhusbrygge 4 må imidlertid designes for å ivareta krengning som beregnet i dette kapittelet.

Prosjekt: Ny Øyfergeterminal Rådhusbrygge 4	  Copyright	Rev: 002	Dato: 08.04.13	Side: 33 / 40
Tittel Teknisk bilag til forprosjekt		Prosjekt nr: 13002	Utarb. Av: Nyvoll	Dokument nr: TBF-01

6. FORANKRING

Det skal tas høyde for at det kan ligge båter fortøyd med baugen inn mot brygga. Det er montert 3 pollere i front av brygga oppe på dekk. Brygga forankres i Rådhusbrygge 4 med 2 stag inn/ut og mellomliggende kryss av vire som spennes opp.

Støt fra ferger under anløp

Støt fra ferger under anløp rett imot = 75 kN

Opptreer ikke samtidig med øvrige laster på ferge.

Kan opptre samtidig med øvrige laster på flytebrygge.

Vindlast

Sideveis vindlast på ferje. = 53,3 kN

Avstand fra kaipir = $2,35+14,00+0,48+30,0/2$ = 31,8 m

Sideveis vindlast på brygge = 22,5 kN

Avstand fra kaipir = $2,35+14,00/2$ = 9,4 m

Strøm

Strøm i området er inntil 0,30 m/s

Sideveis last fra strøm på skipet = 51,2 kN

Sideveis last fra strøm på = 26,1 kN

Islast

Støt fra isflak er beregnet til 56 kN hovedsakelig i regning inn mot land. Denne laster regnes ikke å opptre samtidig med last fra ferger. Da vindlast er noe større enn islast og islast angriper lenger inn mot Rådhusbrygge enn islast regnes vindlast som dimensjonerende slik at islast kan neglisjeres i videre beregninger.

Bølger

Last fra bølger er beregnet til 6,3 kN og regnes i retning inn mot brygga. Det er lite sannsynlig av bølgelast opptreer i forskjellig retning av vindlast slik at denne lasten kombineres ikke med sideveis vindlast.

Moment fra sideveis naturlast.

Kombinasjon av maksimal horisontal sidelast regnes innenfor LAT/HAT ved vertikalhelning inntil 22°. Dette gir en økning i forankringslast er på $1/\cos(22) = 7,9 \%$.

$$M_{\gamma 1} = 1,6 \cdot (53,3 \cdot 31,8 + 22,5 \cdot 9,4) + 1,6 \cdot 0,7 \cdot (51,2 \cdot 31,8 + 26,1 \cdot 9,4) = 5\,149 \text{ kNm.}$$

$$M_{\gamma 2} = 1,6 \cdot 0,7 \cdot (53,3 \cdot 31,8 + 22,5 \cdot 9,4) + 1,6 \cdot (51,2 \cdot 31,8 + 26,1 \cdot 9,4) = 5\,133 \text{ kNm.}$$

$$V_{\gamma} = 1,6 \cdot (59,2 + 22,5) + 1,6 \cdot 0,7 \cdot (51,2 + 26,1) = 217 \text{ kN.}$$

$$V_{\gamma \text{ korr}} = 217 \cdot 1,079 = 234 \text{ kN.}$$

$$\text{Avstand mellom innfestinger i Rådhusbrygge 4} = 13,55 \text{ m}$$

$$S_{\gamma} = T_{\gamma} = 5\,149 / 13,55 = 380 \text{ kN}$$

$$S_{\gamma \text{ korr}} = T_{\gamma \text{ korr}} = 380 \cdot 1,079 = 352 \text{ kN}$$

Det monteres kulelager med kapasitet på å overføre 400kN ut/inn og 250kN i aksens lengderetning.

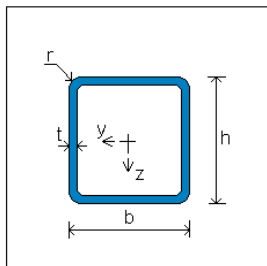
Prosjekt: Ny Øyfergeterminal Rådhusbrygge 4	  Copyright	Rev: 002	Dato: 08.04.13	Side: 34 / 40
Tittel Teknisk bilag til forprosjekt		Prosjekt nr: 13002	Utarb. Av: Nyvoll	Dokument nr: TBF-01

COLBEAM NS3472	Project: Øyfergeterminal Rådhusbrygge 4	Page: 1/1
Version 3.0 Column/Beam program based on NS3472, 3rd ed Copyright (C) 2001-2007 StruProg AB	Identification: Hovedbjelke landgang	Date: 05.04.2013
File: \nc90\prosjekt\13002 øyfergeterminal oslo\ber\rammestaver.cbn		Time: 18:3

General:

Material: S355 $f_y = 355 \text{ MPa}$ $f_d = 322,7 \text{ MPa}$ $E = 2,100 \times 10^5 \text{ MPa}$
 $g_{m1} = 1,10$ Section class 1-2: Plastic section modulus

Profile: RHS 200x200x6,3 (Hotf.)



Dimensions and weight:

h = 200 mm
 b = 200 mm
 t = 6,3 mm
 r = 9,5 mm
 g = 38,0 kg/m
 S = 0,773 m²/m

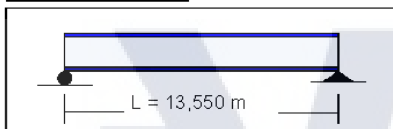
Section property:

A = 4840 mm²
 $I_x = 4,653 \times 10^7 \text{ mm}^4$
 $I_y = 3,011 \times 10^7 \text{ mm}^4$
 $I_z = 3,011 \times 10^7 \text{ mm}^4$
 $I_w = 9,299 \times 10^{12} \text{ mm}^6$
 $W_{ely} = 3,011 \times 10^5 \text{ mm}^3$
 $W_{ply} = 3,500 \times 10^5 \text{ mm}^3$
 $W_{elz} = 3,011 \times 10^5 \text{ mm}^3$
 $W_{plz} = 3,500 \times 10^5 \text{ mm}^3$

Capacity:

Section class: 2/2 N/My
 $N_{td} = 1562,0 \text{ kN}$
 $N_{crd} = 1562,0 \text{ kN}$
 $M_{dy} = 113,0 \text{ kNm}$
 $M_{dz} = 113,0 \text{ kNm}$
 $V_{dz} = 450,9 \text{ kN}$
 $V_{dy} = 450,9 \text{ kN}$

Geometry/Loading:



Support stiffener: Weak

Loading information: (kN/kNm/m)

P=Permanent; V=Variable; S=Selfweight
 $N = 81,7 \text{ (V1)}$ $N = 77,3 \text{ (V2)}$
 Selfweight of member included
 $ULS(\text{Sect/Buckl}) = 1,20 \cdot S + 1,20 \cdot P + 1,50 \cdot V1 + 1,12 \cdot V2$
 $SLS(\text{Def.}) = 1,00 \cdot S + 1,00 \cdot P + 1,00 \cdot V1 + 1,00 \cdot V2$

Loading/Moment: (kN&kNm/m)

Variable axial load

77,3
 81,7

Bending moment (My, kNm)



Shear (Vz, kN)



Deflection (SLS): z (mm): L/409



Buckling parameters:

	Y-axis	Z-axis
Buckling length factor	1,00	1,00
Buckling Curve	a	a
Slenderness λ_{mda}	2,25	2,25
Betam	1,30	1,40

Lateral buckling parameters:



SECTION CONTROL:

$UF = N/N_d + M_y/M_{dy} = 209,1/1562,0 + 13,1/113,0 = 0,25 < 1,00$ (0,50L; Ch 12.2.6)
 $UF = V_z/V_{dz} = 3,9/450,9 = 0,01 < 1,00$ (0,00L; Ch 12.2.5)

BUCKLING CONTROL:

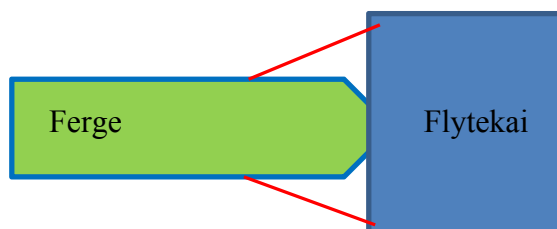
$UF = N/(X_{min} \cdot N_d) + k_y \cdot M_y/M_{dy} = 209,1/(0,18 \cdot 1562,0) + 1,50 \cdot 13,1/113,0 = 0,92 < 1,00$ (Ch 12.3.4.2)

Selve rammen bygges opp av HUP200x8,0mm med utstikkende 20mm flenser inn over aksel i ledd som består av kulelager SKF SNL520-617 med lager 22220K og akselstål ø90mm.
 Strekk-diagonal: Macalloy 650 Stainless fully threaded Bars System ø27mm.

Prosjekt: Ny Øyfergeterminal Rådhusbrygge 4	  Copyright	Rev: 002	Dato: 08.04.13	Side: 35 / 40
Tittel Teknisk bilag til forprosjekt		Prosjekt nr: 13002	Utarb. Av: Nyvoll	Dokument nr: TBF-01

7. POLLERE PÅ FLYTEKAI

Flytekaien skal utstyres med 2 stk pollere og det skal være mulig å forankre en designferge med baugen inn mot flytekaien. Trosse mellom ferge og flytekai regnes horisontal.



Figur som viser ferge fortøyd til flytebrygge.

Forutsetninger:

Avstand mellom poller er 13,2m

Støtflate for ferge mot flytekai har 3m utstrekning.

Momentarm for lasstopptak i trosser = $13,2/2 + 3,0/2 = 8,1\text{m}$

Last i trosse: $S_y = (1,6 \cdot 53,3 \cdot 30,0/2 + 1,6 \cdot 0,7 \cdot 51,2 \cdot 30,0/2)/8,1 = 264 \text{ kN}$.

Vinkel mellom skipets lengdeakse og trosse:

Avstand mellom skipsside til poller $\approx 13,2/2 - 7,5/2 = 2,85\text{m}$.

Fergen har LOA = 30m. I mangel av bedre data velger vi å definere avstand fra baug til trossefester på ferge som $LOA/5 = 6\text{m}$. Lengdeavstand fra poller til trossefeste på fergen blir da $6,0 + 0,5 + 0,2 = 6,7\text{m}$.

Vinkel mellom skipets lengdeakse og trosse = $\arctan(2,85/6,70) = 23,0^\circ$

Trosse regnes horisontal med inntil 25° retningsendring i forhold til fergens lengdeakse.

$S_{y\text{-res}} = 264/\cos(25) = 291 \text{ kN}$.

Velger å montere 2 stk 30T pollere på flytekai.

Prosjekt: Ny Øyfergeterminal Rådhusbrygge 4	  Copyright	Rev: 002	Dato: 08.04.13	Side: 36 / 40
Tittel Teknisk bilag til forprosjekt		Prosjekt nr: 13002	Utarb. Av: Nyvoll	Dokument nr: TBF-01

8. GANGBRUER

Gangbruer skal ha bredde 2,8m og designes for spennvidde 9,6m. Det brukes fritt opplager på bryggen og et glidelager eller rullelager på kaien. For å ha tilstrekkelig stivhet, velges å designe for en egenfrekvens ≥ 5 Hz med 15 % av karakteristisk nyttelast medtatt. Egenvekt regnes lik 2,0 kN/m som fordeles på 2 stk dragere

Design

$$M_y = (1,2 \cdot 2,0/2 + 1,5 \cdot 5,0 \cdot 2,8/2) \cdot 9,6^2/8 = 135 \text{ kNm}$$

$$W \geq 135\,000\,000 \cdot 1,05/3,55 = 399\,296 \text{ mm}^3$$

Dette tilsvarer hovedbæring bestående av 2 stk U280.

Kontroll av vibrasjoner:

$$f = \pi/(2 \cdot L^2) \cdot \sqrt{EI/m}$$

$$\text{Masse pr bjelke} = (200 + 0,15 \cdot 500 \cdot 2,8)/2 = 205 \text{ kg/m}$$

U280:

$$f = \pi/(2 \cdot 9,6^2) \cdot \sqrt{(210\,000 \cdot 62,8/205)} = 4,3 \text{ Hz}$$

U300:

$$f = \pi/(2 \cdot 9,6^2) \cdot \sqrt{(210\,000 \cdot 80,3/205)} = 4,9 \text{ Hz}$$

U320:

$$f = \pi/(2 \cdot 9,6^2) \cdot \sqrt{(210\,000 \cdot 108,7/205)} = 5,7 \text{ Hz}$$

Velger langsgående profil U320.

Toppdekke i treverk:

For fasthet og behandling vises til neste kapittel

Bjelkelag 2x6" lagt horisontalt C24

$$M_d = 24 \cdot (150/48)^{0,2} \cdot 0,65 \cdot 1,0 \cdot 1,1/1,25 \cdot 148 \cdot 48^2/6 = 0,980 \text{ kNm pr stk.}$$

Kontroll av punktlast med intensitet 4,0 kN og med lengde 0,05m/bredde 0,05.

$$M_y = \gamma_f \cdot N \cdot L/4 = 1,50 \cdot 4,0 \cdot L/4 \leq 0,98 \text{ kNm som gir } L \leq 0,65\text{m}$$

Kontroll mot jevnt fordelt last med intensitet 5,0 kN/m².

$$M_y = \gamma_f \cdot N \cdot L^2/8 = 1,50 \cdot 5,0 \cdot L^2/8 \leq 0,98 \text{ kNm som gir } L \leq 1,02\text{m}$$

Velger tverrbæring c/c 0,60m

(Dette gjelder også for trapper og flytebrygga forøvrig)

Prosjekt: Ny Øyfergeterminal Rådhusbrygge 4	  Copyright	Rev: 002	Dato: 08.04.13	Side: 38 / 40
Tittel Teknisk bilag til forprosjekt		Prosjekt nr: 13002	Utarb. Av: Nyvoll	Dokument nr: TBF-01

Materiale	Standard	Klima- klasse	Lastvarighetsklasse				
			Perma- nent last	Langtids- last	Mellom- langtids- last	Korttids- last	Øyeblikks- last
Konstruk- sjonstre	NS-EN 14081-1	1	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
		2	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
		3	0,50	0,55	0,65	0,70	0,90
Limtre	NS-EN 14080	1	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
		2	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
		3	0,50	0,55	0,65	0,70	0,90
Parallell- finer	NS-EN 14374 og NS-EN 14279	1	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
		2	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
		3	0,50	0,55	0,65	0,70	0,90
Kryssfiner	NS-EN 636						
	Type NS-EN 636-1	1	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
	Type NS-EN 636-2	2	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
	Type NS-EN 636-3	3	0,50	0,55	0,65	0,70	0,90
OSB-plater	NS-EN 300						
	OSB/2	1	0,30	0,45	0,65	0,85	1,10
	OSB/3 og OSB/4	1	0,40	0,50	0,70	0,90	1,10
	OSB/3 og OSB/4	2	0,30	0,40	0,55	0,70	0,90
Sponplater	NS-EN 312						
	Type P4, Type P5	1	0,30	0,45	0,65	0,85	1,10
	Type P5	2	0,20	0,30	0,45	0,60	0,80
	Type P6 og Type P7	1	0,40	0,50	0,70	0,90	1,10
	Type P7	2	0,30	0,40	0,55	0,70	0,90
Trefiber- plater, harde	NS-EN 622-2						
	HB.LA, HB.HLA 1 eller 2	1	0,30	0,45	0,65	0,85	1,10
	HB.HLA 1 eller 2	2	0,20	0,30	0,45	0,60	0,80
Trefiber- plater, middels harde	NS-EN 622-3						
	MBH.LA1 eller 2	1	0,20	0,40	0,60	0,80	1,10
	MBH.HLS1 eller 2	1	0,20	0,40	0,60	0,80	1,10
	MBH.HLS1 eller 2	2	—	—	—	0,45	0,80
Trefiber- plater, plater framstilt ved tørrmetode (MDF)	NS-EN 622-5						
	MDF.LA, MDF.HLS	1	0,20	0,40	0,60	0,80	1,10
	MDF.HLS	2	—	—	—	0,45	0,80

Prosjekt: Ny Øyfergeterminal Rådhusbrygge 4	  Copyright	Rev: 002	Dato: 08.04.13	Side: 39 / 40
Tittel Teknisk bilag til forprosjekt		Prosjekt nr: 13002	Utarb. Av: Nyvoll	Dokument nr: TBF-01

Bjelkelag i treverk

Bjelkelag 2x4" C24

$$M_d = 24 \cdot 0,65 \cdot 1,0 \cdot 1,1 \cdot (150/98)^{0,2} / 1,25 \cdot 48 \cdot 98^2 / 6 = 1,15 \text{ kNm pr stk.}$$

Bjelkelag 2x6" C24

$$M_d = 24 \cdot 0,65 \cdot 1,0 \cdot 1,1 / 1,25 \cdot 48 \cdot 148^2 / 6 = 2,41 \text{ kNm pr stk.}$$

Bjelkelag 2x8" C24

$$M_d = 24 \cdot 0,65 \cdot 1,0 \cdot 1,1 / 1,25 \cdot 48 \cdot 198^2 / 6 = 4,31 \text{ kNm pr stk.}$$

Bjelkelag 2x9" C24

$$M_d = 24 \cdot 0,65 \cdot 1,0 \cdot 1,1 / 1,25 \cdot 48 \cdot 223^2 / 6 = 5,46 \text{ kNm pr stk.}$$

Bjelkelag med c/c 600mm belastet med jevnt fordelt last.

Egenvekt av toppdekke og bjelkelag regnes lik $0,35 \text{ kN/m}^2$.

Opptredende moment $M_y = 0,6 \cdot (1,2 \cdot 0,35 + 1,35 \cdot 5,0) \cdot L^2 / 8 = 0,594 \cdot L^2$.

$$\text{Bjelkelag 2x4" C24: } L \leq \sqrt{(1,15 / 0,594)} = 1,39 \text{ m}$$

$$\text{Bjelkelag 2x6" C24: } L \leq \sqrt{(2,41 / 0,594)} = 2,01 \text{ m}$$

$$\text{Bjelkelag 2x8" C24: } L \leq \sqrt{(4,31 / 0,594)} = 2,69 \text{ m}$$

$$\text{Bjelkelag 2x9" C24: } L \leq \sqrt{(5,46 / 0,594)} = 3,03 \text{ m}$$

Oppsummering

- For spennvidder inntil 3,0m benyttes bjelkelag 2x9" C24 c/c 600mm
- For spennvidder inntil 2,5m benyttes bjelkelag 2x8" C24 c/c 250mm
- For spennvidder inntil 2,0m benyttes bjelkelag 2x6" C24 c/c 300mm