

BY & HAVN

---

# NORDHAVNSUDVIDElsen

Belastnings-, beregnings- og dimensioneringsforudsætninger

BBD

Juni 2011

---

BY & HAVN

---

Projekt nr. 202403  
Udarbejdet af fagledere  
Kontrolleret af CHP  
Godkendt af UAN

# NORDHAVNSUDVIDElsen

Belastnings-, beregnings- og dimensioneringsforudsætninger

BBD

Juni 2011

---

---

## PROJEKT

Nordhavnsudvidelsen  
Belastnings-, beregnings- og dimensioneringsforudsætninger  
BY & HAVN

---

## INDHOLD

<b>1</b>	<b>Indledning .....</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Normer og standarder .....</b>	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>Overordnede krav og dimensioneringsforudsætninger .....</b>	<b>7</b>
3.1	Arbejdsrækkefølge .....	7
3.2	Dimensionsgivende skib .....	7
3.3	Vanddybder .....	8
3.4	Geometriske bindinger .....	8
3.5	Tilfyldning af jorddepot .....	8
3.6	Kajudstyr.....	9
3.7	Erosionsbeskyttelse.....	9
3.8	Krav til maksimale deformationer .....	10
3.9	Forsyning og installationer.....	10
3.9.1	Bunkring af krydstogtskibe.....	10
3.9.2	Spildevandsaftag fra krydstogtskibe .....	10
3.9.3	Spildevandsledninger og pumpestationer for spildevand fra krydstogtskibe .....	11
3.9.4	Spildevandsledninger for bygninger.....	12
3.9.5	Eltavler .....	12
3.9.6	Føringsveje .....	12
3.9.7	Landstrøm.....	12
3.9.8	Belysning .....	12
3.9.8.1	Krydstogtsområde, inkl. fordelingsvej .....	13
3.9.8.2	Cellefangedæmning.....	13
3.10	Belægning og afvanding (Designpakke 3).....	13
3.10.1	Belægning.....	13
3.10.2	Afvanding.....	15
<b>4</b>	<b>Geotekniske forhold.....</b>	<b>16</b>
<b>5</b>	<b>Lastkombinationer .....</b>	<b>17</b>
5.1.1	Generelt .....	17
5.1.2	Brudgrænsetilstande.....	17
5.1.3	Anvendelsesgrænsetilstande.....	18
5.1.4	Ulykkestilfælde.....	19

<b>6</b>	<b>Laster .....</b>	<b>21</b>
6.1	Nyttelast.....	21
6.1.1	Karakteristisk værdi af variabel last .....	21
6.1.2	Lastreduktionsfaktor.....	22
6.2	Punktlaster.....	22
6.2.1	Karakteristisk værdi af variabel last .....	22
6.2.2	Lastreduktionsfaktor.....	23
6.3	Pullertlast.....	24
6.3.1	Karakteristisk værdi af variabel last .....	24
6.3.2	Lastreduktionsfaktor.....	24
6.4	Fendere .....	24
6.4.1	Karakteristisk værdi af variabel last .....	24
6.4.2	Partialkoefficienter .....	25
6.4.3	Lastreduktionsfaktor.....	25
6.5	Bølgelast.....	25
6.6	Islast .....	26
6.6.1	Partialkoefficienter og lastreduktionsfaktorer.....	26
6.7	Differensvandtryk.....	26
6.8	Vandstand .....	26
6.9	Klimaforandringer .....	27
6.10	Skibsstød.....	28
<b>7</b>	<b>Konstruktioner og materialer .....</b>	<b>29</b>
7.1	Generelt.....	29
7.2	Konstruktionens levetid .....	29
7.2.1	Krydstogtterminal og kombikaj.....	29
7.2.2	Cellefangedæmning.....	29
7.2.3	Depotvægge .....	29
7.2.4	Korrosionstillæg .....	30
7.3	Konstruktioners tæthed .....	32
7.4	Stål .....	32
7.5	Beton .....	32
7.6	Geoteknik .....	32
7.6.1	Overskudsjord.....	32
7.6.2	Forbrændingsovns­slagge .....	32
<b>8</b>	<b>Referencer .....</b>	<b>33</b>

---

## 1 INDLEDNING

Dette dokument beskriver de belastnings-, beregnings-, og dimensioneringsforudsætninger, der danner grundlag for projektering af opgaven 'Nordhavnsudvidelse og ny krydstogtterminal i København'.

Den overordnede geometriske udformning beskrevet i dispositionsforslaget udgør grundlaget for projektet.

Vinkelangivelser er i grader  $0^{\circ}$  -  $360^{\circ}$ .

Projektets koordinatsystem er system 34 Sjælland og kotesystemet er DVR 90.

---

## **2 NORMER OG STANDARDER**

Grundlaget for projekteringen er gældende Eurocodes inkl. Nationale Annekser.

### 3 OVERORDNEDE KRAV OG DIMENSIONERINGSFORUDSÆTNINGER

#### 3.1 Arbejdsrækkefølge

Bindinger mellem forskellige anlægsaktiviteter, der har indflydelse på de påvirkninger, konstruktioner under udførelse udsættes for er beskrevet i hovedprojektet.

Herudover skal anføres, hvilke bindinger der skyldes krav fra myndighederne (By & Havn oplyser disse bindinger).

By & Havn kan oplyse følgende bindinger fra myndighedsbehandlingen:

Der må kun foretages uddybning og udgraves gytje for bundudskiftning i perioden 01. oktober til 31. marts. Denne begrænsning gælder ikke områder, der er inddæmmet eller afgrænset med tæt væg.

Uddybning og indbygning af gytje skal ske under hensyn til miljømæssige krav til spild.

Genudlægning af gytje i depotområde, skal ske bag lukket indfatning.

Arbejdet skal tilrettelægges under hensyn til fastsatte miljøkrav (støj, vibrationer m.v.).

Eventuelle ønsker omkring ændringer skal aftales med By & Havn, og kan kun forventes imødekommet, hvis disse vil kunne godkendes af relevante myndigheder.

#### 3.2 Dimensionsgivende skib

Skibstypen 'Voyager Class' med nedenstående generelle data skal anvendes som dimensionsgivende skib i projekteringen.

Navn	Type	LOA [m]	Beam [m]	Disp. [T]	Draft [m]
Voyager Class	Krydstogtskib	311,1	38,6	60.704	8,6

Skibstypen 'Voyager Class' design parametre fortsat:

Navn	Hastighed	Agter Thrusters	Total fremdrift	Antal Passagerer	Mandskab
Voyager Class	22 knob	4 x 3 MW, total 12 MW	42000 kW	3840	1180

<http://www.voyager-class.com/design/facts/facts.html>

Til dimensionering af fendere skal desuden regnes med følgende skibe:

Navn	Type	LOA [m]	Beam [m]	Disp. [T]	Draft [m]
Constellation	Krydstogtskib	294,0	32,2	44.000	8,3
Finnkraft	RO-RO skib	163,0	20,6	17.000	6,7

### 3.3 Vanddybder

De nuværende vanddybder fremgår af tegningerne. Pejlinger er udført af By & Havn i 2008.

Krydstogtterminalen (strækning A-D) skal dimensioneres for fremtidig bund i kote - 10,7 m (heri er indeholdt 0,2 meter overdybde).

Cellefangedæmningen (strækning D-F) skal dimensioneres for fremtidig bund i kote - 12,7 m (heri er indeholdt 0,2 meter overdybde).

Indfatningsdæmningen (strækning F-H) skal dimensioneres for en bund beliggende som nuværende vist på tegningerne.

Kronløbet skal uddybes til kote -10,2 m (heri er indeholdt 0,2 meter overdybde).

### 3.4 Geometriske bindinger

Krydstogtterminalen skal udføres med overside af hammer i kote +2,50 m, og kajgaden skal have en bredde på 70 meter. Terræn ved kajkant anlægges i kote +2,40 m. Krydstogtterminalen dimensioneres dog for fremtidig kajkote i +3,0 meter.

Terræn ved bygningsmidte svarende til ca. 35 m fra kajkant anlægges i kote + 3,00 m.

Langs deponhegnet og naboskel mod Campus 2 anlægges terræn i kote +2,85 m.

Adgangsvejen til krydstogtterminalen anlægges i ca. kote +2,6 á + 2,80 m. Adgangsvejen er afsluttet midlertidigt ca. 30 meter fra afgrænsningen af krydstogtterminalen.

Cellefangedæmningen dimensioneres for fremtidig kajkote i +3,00 m.

Stenindfatning i indfatningsdæmningen dimensioneres med krone i minimum kote +3,50 m.

Arbejdsvej på indfatningsdæmning skal dimensioneres 5 meter bred, og anlægges i kote +3,20 m.

### 3.5 Tilfyldning af jorddepot

Tilfyldning skal ske i henhold til notat 'Teknisk notat – 003, rev. 1, Deponeringsstrategi, jorddepoter'. Ifølge notatet gælder bl.a.:

For dæmninger langs indfatningsvægge:

- Topkote på køredæmninger anlægges i kote +2,00 m.
- Skråninger under vandspejlet udføres med  $a=4$ .



- 
- Skråninger over vandspejlet udføres med  $a=2$ .
  - Arbejdsveje på køredæmninger anlægges med bredde 5-8 meter.
  - Perimeterdæmningens krone holdes 20-25 m fra den aktuelle indfatningsvæg. Dæmningens profil ved indfatningsvæggen skal holdes under kote -4, 0 m

For dæmninger over gytjeområder:

- Topkote på dæmning kan anlægges max. 2,0 m over det nedpumpe vandspejl. Vandspejlet kan max. sænkes til kote -2,0 m.
- Skråninger under vandspejlet udføres med  $a=4$ .
- Skråninger over vandspejlet udføres med  $a=2$ .

Vedr. jordparametre se afsnit 7.6.

### 3.6 Kajudstyr

Krydstogtterminal (strækning A-D) skal designes for følgende udstyr:

- Pullerter
- Fendere
- Stormpullerter

Cellefangedæmning og cellekonstruktion (strækningen D-F) skal forberedes for at der på et senere tidspunkt kan installeres følgende udstyr:

- Pullerter
- Fendere
- Stormpullerter
- Svajepullerter (på cellekonstruktionen)

Desuden skal cellefangedæmningen være forberedt for, at der på et senere tidspunkt kan etableres en pælefunderet kranbjælke langs hele den kommende kajstrækning.

Laster m.v. fra ovenstående kajudstyr er nærmere beskrevet i afsnit 6.

### 3.7 Erosionsbeskyttelse

Langs krydstogtterminalen samt i randzonen mellem krydstogtterminalen og cellefangedæmningen (ved punkt D) skal der tages højde for skruevandserosion.

Med henblik på By & Havns beslutning om, hvorvidt der skal udføres egentlig erosionsbeskyttelse langs krydstogtterminalen, eller krydstogtterminalen alternativt skal dimensioneres for overdybde, skal følgende gennemføres:

- Projektering af bundsikring iht. metoden beskrevet i Pianc Working Group 22's anbefalinger (se [1]).
- Dimensionering af krydstogtterminalen for en overdybde på 1,2 m dvs. bund i kote -11,7 m, herunder belysning af udviklingen af erosion over tid og krav til påkrævet løbende vedligeholdelse.

Fordele og ulemper ved de to ovennævnte metoder og ledsagende økonomi er belyst i separat NIRAS-notat 01-01.

Erosionssikring skal langs hele krydstogtkajen dimensioneres for skibstypen 'Voyager Class'.

### **3.8 Krav til maksimale deformationer**

Der er i hovedprojektet redegjort for de forventede deformationer af cellefangedæmningen, herunder både under udførelsen, og under den senere opfyldning af depotet, samt efter ibrugtagning af depotområde til fremtidige havneformål.

Der må ikke optræde deformationer, som er uhensigtsmæssige eller skadelige for den påtænkte brug af konstruktionerne.

### **3.9 Forsyning og installationer**

#### **3.9.1 Bunkring af krydstogtskibe**

Forsyning med brændstof til skibe påregnes at foregå fra søsiden.

For vandforsyning af krydstogtskibene skal der etableres kajhydranter langs krydstogtkajen pr. ca. 60 m med start 60 m fra den sydlige ende af krydstogtkajen, i alt 17 stk. Kajhydranter placeres maksimalt 2 m fra kajkanten.

Kajhydranterne skal have en samlet kapacitet på  $360 \text{ m}^3/\text{time} = 100 \text{ l/s}$ , hvilket dækker behovet for tre skibe ( $120 \text{ m}^3/\text{time}$  pr. skib).

Der etableres to brandhaner langs krydstogtterminalområdet med en ydelse pr. brandhane på  $120 \text{ m}^3$  i timen, svarende til 33,3 l/s.

#### **3.9.2 Spildevandsaftag fra krydstogtskibe**

Der skal regnes med 2 døgn's produktion af spildevand pr. skib dvs. ca.  $2 \times 1.000 \text{ m}^3 = 2.000 \text{ m}^3$ . 3 skibe samtidigt ved kaj giver således en samlet mængde på ca.  $6.000 \text{ m}^3$ .

Pumpekapacitet for modtageanlæg for spildevand fra krydstogtskibene skal udgøre  $300 \text{ m}^3/\text{time}$  pr. skib, idet det skal forudsættes at 3 skibe samtidigt lægger til kaj. Der skal påregnes en liggetid pr. skib på 10 timer.

Der skal etableres modtagestudse langs krydstogtkajen pr. ca. 60 m, i alt 16 stk. Modtagestudse placeres maksimalt 2 m fra kajkanten.

Spildevandsstudse placeres midt imellem kajhydranter, således at den indbyrdes afstand mellem spildevandsstudse og kajhydranter bliver ca. 30 m.

### 3.9.3 *Spildevandsledninger og pumpestationer for spildevand fra krydstogtskibe*

Til modtagelse af spildevand fra krydstogtskibene skal der etableres spildevandsledninger i krydstogtterminalen. Spildevandsledningerne skal kunne rumme den overpumpede spildevandsmængde fra krydstogtskibene. Spildevand fra spildevandsledningerne skal føres til eksisterende trykledning fra Strandvænget pumpestation til Lynetten. Tilslutning sker ved eksisterende tryktårn på modsat side af Skudeløbet (Bilterminalen).

Det forudsættes, at der kan overpumpes op til 250 l/s til eksisterende tryktårn. Spildevandssystemet skal dimensioneres på baggrund af denne pumpeydelse. Hvis kapaciteten af den eksisterende ledning i perioder ikke muliggør tilledning af spildevand fra krydstogtskibene, må disse afvente, at der er kapacitet i eksisterende ledning. Desuden skal det forudsættes, at der skal etableres forbehandling af spildevand i form af sandfang og ristning inden overpumpning til Lynetteledning. Risten skal være selvrensende, og det skal på en enkel måde være muligt at pakke eller emballere ristestof så det kan køres til forbrænding.

Trykledning føres under Skudeløbet. Linieføring og koterings af tracé skal godkendes af Københavns Kommune.

Ny pumpestation skal etableres med tørtopstillede pumper. Pumperne skal arbejde alternerende svarende til 100 % overkapacitet. Pumperne styres af vandspejlsniveauet i oppumpningstryktårnet samt af vandspejlet i pumpesump.

Ved overpumpning af spildevand fra krydstogtskibene til eksisterende kloaksystem må der ikke ske nogen form for gener på det eksisterende ledningssystem, herunder gener i form af aflejringer, lugt, øget klorindhold, svovlbrinte mv.

Tilslutning skal ske lige under vandlinien i tryktårnet.

Spildevandsledninger skal indrettes således, at de renholdes automatisk uden manuel arbejdsindsats. Der må således ikke akkumuleres aflejringer på noget sted i spildevandsledningerne eller i tilløbsledninger.

Krav til renholdelsessystemet er:

- skal udføres i korrosionsbestandige materialer
- være let at inspicere og servicere
- skal være robust og driftssikkert
- skal sikre aflejringsfrie ledninger

Krav til indretning af bygværker er, at alle bygværker nord for Skudeløbet, herunder pumpe- og elinstallationer, etableres under terræn. Der skal etableres et servicrum med adgang fra terræn via en trappenedgang. Fra servicerummet er der adgang til pumperummet. El- og teleledninger placeres i druknesikkert skab/rum, samtidig med at der skal være alarm for vand på gulvet mv.

---

Pumpestation(er) skal kunne overstyres af Strandvænget Pumpestation via SRO-anlæg. Det skal sikres, at der ikke sker overpumpning fra krydstogtskibene samtidigt med overpumpning fra Strandvænget pumpestation.

Lugtgener fra spildevandsledninger og pumpestation(er) skal undgås. Ved ventilation af ledninger skal det sikres, at luften bliver udledt udenfor krydstogtterminalen og i stedet udledes syd for krydstogtterminalen efter passage af et kulfilteranlæg.

### 3.9.4 *Spildevandsledninger for bygninger*

Spildevand fra terminalbygningerne, CMP mandskabsbygning samt kiosk og udsigtstårn skal tilsluttes eksisterende pumpestation på hjørnet af Campus 2 for enden af den nye adgangsvej til krydstogtterminalen.

Spildevandsledningen skal tilsluttes eksisterende pumpestation ikke dybere end kote -1,70 m. Hvis dette ikke er muligt ved gravitation, skal der etableres en eller flere pumpestationer på krydstogtterminalområdet.

### 3.9.5 *Eltavler*

El-udtag placeres langs kajkanten på krydstogtskajen til brug for arbejde ved skibslugerne. El-udtagene placeres pr. ca. 150 m svarende til to udtag pr. skib med 400V/16A + 400V/32A + 2x230V/10A. Brønde med udtag placeres ved kajkanten, således at der ikke føres løse kabler på tværs af kajen.

Installationen udlægges for et spændingsfald på 5 % fra hovedtavle til CEE stik ved kajkant.

Forsyning af CMP bygning er udlagt for 20 W/m<sup>2</sup>. Bygning udgår, men forsyning på 160 kW bevares i hovedtavle til forsyning af midlertidig skurby.

Forsyning af terminaler er 82A pr. terminal inkl. terminalbygning/telt samt stik i kaj. Til terminalbygning/telt alene er afsat et 63 A CEE stik.

Til forsyning af forsyningspunkt E på spidsen af cellefangedæmning er der afsat 400V/16 A.+ 400V/63A + 2x230V/10A

Tavler er ikke forberedt for nødforsyning.

### 3.9.6 *Føringsveje*

Der er forberedt trækrør ø110 mm og 900x900 mm trækbrønde for fremtidige installationer. Alle dæksler på trækbrønde dimensioneres for 40t.

### 3.9.7 *Landstrøm*

Krydstogtterminalen skal forberedes for fremtidig anvendelse af landstrøm. Der findes endnu ikke internationale standarder for udformningen af sådanne anlæg. Forberedelsen består i fastlæggelse af føringsveje og etablering af kabelblokke med ø160 mm rør og trækbrønde 900x900x1300 mm under den faste belægning for trækning af højspændingskabler mellem kaj og adgangsvej/konverterstation.

### 3.9.8 *Belysning*

Installationen udlægges for et spændingsfald på 5 % fra hovedtavle til fjerneste belysningsarmatur.

---

Belysning på skal udformes således, at den ikke giver anledning til blænding af skibstrafikken. Der benyttes armaturer med veldefineret optik, som styrer lyset ned.

#### 3.9.8.1 Krydstogtsområde, inkl. fordelingsvej

Lysniveauet på udenoms arealerne skal udlægges til mindst et belysningsniveau LE4, hvor niveauet skal kunne sænkes efter behov.

Med den forudbestemte mastefasthed på 22 meter og armaturvalget, der er betinget af ønsket om at kunne sænke belysningsniveauet, kan belysningsklassen kun opfyldes i den nedre del af tolerancen på 10 %. Dette vurderes ikke at forringe belysningsanlægget, da LED-armaturerne har en meget høj farvegengivelse (øget synskomfort).

På forsyningskajen ud for de steder, hvor der er terminalbygninger, ligger belysningsniveauet 20 % under LE4 klassens krav, men den mørkeste del af området (ud mod kajkanten), er oplyst til samme niveau som de strækninger af forsyningskajen, der ligger ud for opmarchområderne.

Det kræver master med en lyspunkthøjde op til 9,2 m (masten bliver da 11 m) samt forskellige udgaver af City Swan armaturet.

Belysningsanlægget på fordelingsvejen etableres iht. krav fra Københavns Kommune så det efterfølgende er muligt at overdrage driften til KK's driftspartner.

#### 3.9.8.2 Cellefangedæmning

Af sikkerhedsmæssige grunde for skibsfarten etableres der nedadrettet belysning på spidsen af cellefangedæmningen, forsyningspunkt E.

### 3.10 Belægning og afvanding (Designpakke 3)

#### 3.10.1 Belægning

##### Vej ved stenindfatning

Belægningen på arealerne ved stenindfatningen designes i henhold til teknisk notat TN-003.

- Vurderet ud fra teknisk notat TN-003 skønnes trafikbelastningen i 20 år at udgøre 250.000  $\text{Æ}_{10}$  inklusiv forventet årlig stigning mm.
- Vejen skal være 5 m bred

##### Krydstogtterminal (strækning A-C)

Belægningen på arealer med vej- og terminaltrafik skal designes for følgende årlige dimensionsgivende trafik udtrykt i  $\text{Æ}_{10}$  aksler i én retning:

- Maj til september, i alt 150 anløb x 1900 køretøjer x 23 % tung trafik ( $\text{Æ}_{10}$ ) x 0,5 (omregningsfaktor lastbil over 6t) x 0,5 (én kørebane) = 16.400  $\text{Æ}_{10}$
- Oktober til april, i alt 16.400  $\text{Æ}_{10}$  x 25 % = 4.100  $\text{Æ}_{10}$
- Årlig trafik i 2013 er i alt 16.400 + 4.100 ~ 20.500  $\text{Æ}_{10}$

- Dimensionsgivende trafik er den årlige trafik i 2013 år plus en årlig stigning i trafikken på 8 % pr. år i 20 år.

Der skal således dimensioneres for en samlet trafikbelastning på 20.500  $\text{Æ}_{10}$  aksler pr. år i 20 år plus 8%'s stigning i trafikken pr. år over den 20 årige periode.

Der skal ved dimensionering regnes for:

- Stående belastning på P-pladser
- En hastighed på 30 km/time på kørearealer

Belægningsopbygning for buslommer og holdepladser for busser skal dimensioneres særskilt.

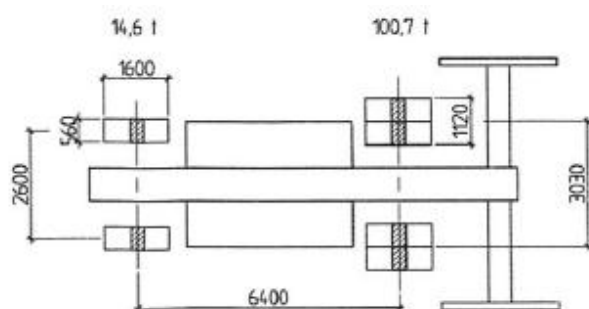
### Krydstogtterminal (strækning C-D) / kombikaj

Belægningen designs for anvendelse som kombikaj. Her skal belægningen dimensioneres for samme laster som strækning A-C samt for følgende laster fra terminaludstyr:

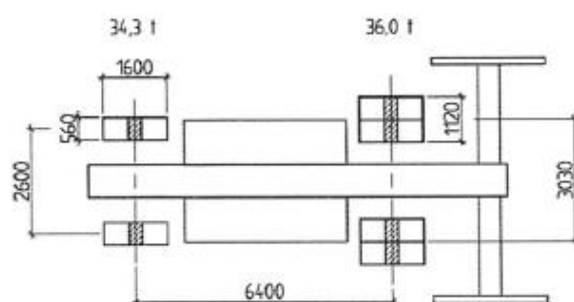
Tabel 1: Reachstacker:

Egenvægt:	703 kN
Foraksel (4 hjul):	360 kN
Bagaksel (2 hjul):	343 kN
Foraksel (4 hjul) med maks. belastning fra container:	1007 kN
Hjultryk:	1,0 MPa
Antal overkørsler:	10.000 pr. år

Geometrien fremgår af følgende skitse:



**Aksellast, belastet**



**Aksellast, ubelastet**

---

### 3.10.2 *Afvanding*

Alt overfladevand på området skal udledes til Københavns Havn via sandfang og olieudskiller inden udledning til havnen.

Nye afvandingsledninger skal dimensioneres efter følgende kriterier, jf. Skrift 27, 28 og 29, reference [2], [3] og [4]:

- Fuldtløbende rør for  $T = 1$  år
- Stuvning til terræn for  $T = 5$  år
- Statistisk usikkerhedsfaktor: 1,3
- Forøget regnintensitet: 1,3 (100 år)
- Fortætning af opland: 1,0

Sammenfattende skal følgende regnintensitet anvendes:

$$I = 105 \text{ l/s*ha} \times 1,3 \times 1,3 \times 1,0 = 178 \text{ l/s*ha}$$

---

#### **4 GEOTEKNISKE FORHOLD**

For dimensionering af konstruktioner i jord anvendes de geotekniske styrkeparametre som er angivet i 'Nordhavnsudvidelse og ny krydstogtterminal i København, Geoteknisk undersøgelsesrapport 2, GMCB Februar 2011', reference [7].



## 5 LASTKOMBINATIONER

### 5.1.1 Generelt

Af de ovenfor definerede lasttilfælde opstilles iht. EN1990 med applikation af det nugældende nationale anneks DS/EN 1990 DK NA:2010-05 en række grundlæggende lastkombinationer som vurderes at kunne indtræffe.

De grundlæggende lastkombinationer undersøges i anvendelses- og brudgrænsetilstanden. Endvidere skal de undersøges i de midlertidige tilstande under udførelsesfasen samt for ulykkeslasttilfælde.

I hovedprojektet undersøges alle relevante lastkombinationer.

Differensvandtryk indgår som en del af de geometrisk betingede forhold for enhver lastkombination såvel som ved opfyld af jord.

Konsekvensklasse er fastsat til CC2, hvor  $K_{FI} = 1,0$ .

For partialkoefficienter for jordparametre ( $\gamma_M$ ) og modstandsevne ( $\gamma_R$ ) for strukturelle (STR) og geotekniske (GEO) grænsetilstande henvises til DS/EN 1997-1:2007 med applikation af det nugældende nationale anneks EN 1997-1 DK NA:2010-09.

Laster kombineres iht.:

- Eurocode 0: Projekteringsgrundlag for bærende konstruktioner DS/EN 1990 inklusiv Nationalt Anneks.
- Eurocode 1: Last på bærende konstruktioner DS/EN 1991-1-1 inklusiv Nationalt Anneks.
- Eurocode 7: Geoteknik DS/EN 1997-1 inklusiv Nationalt Anneks.

### 5.1.2 Brudgrænsetilstande

Bestemmelse af stabilitet af krydstogtskaj, cellefangedæmning og depotvægge (spunsarbejder) undersøges generelt i dimensioneringstilstanden STR/GEO der ved ugunstige permanente laster er formuleret ved:

$$K_{FI} \gamma_{Gj,sup} G_{kj,sup} + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum (\gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}) \quad \text{EN1990 formel 6.10b (sæt B)}$$

lig (for  $K_{FI} = 1,0$ )

$$\gamma_{Gj,sup} G_{kj,sup} + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum (\gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}) \quad \text{EN1990 formel 6.10 (sæt C)}$$

Idet en række af de definerede lasttilfælde ikke kan optræde samtidig reduceres antallet af grundlæggende lastkombinationer til 22, se Tabel 2.

I kolonnerne til højre er angivet med kryds (x) ud for de lastkombinationer som undersøges i projektforslaget samt videre ud for de lastkombinationer som undersøges i hovedprojektet.

Tabel 2 Grundlæggende lastkombinationer, brudgrænsetilstand (ULS)

Last komb.	Permanente laster**		Dominerende variabel last		Øvrige variable laster			Projekt-forslag	Hoved-projekt
			$Y_{Q,1}$	$Q_{k,1}$	$Y_{Q,i}$	$\psi_0$	$Q_{k,i}$		
1	$Y_{Gj,sup} G_{kj,sup}$	+	1,5	Nyttelast				x	x
2	$Y_{Gj,sup} G_{kj,sup}$	+	1,5	Nyttelast	+	1,5	0,6 Fenderlast		x
3	$Y_{Gj,sup} G_{kj,sup}$	+	1,5	Nyttelast	+	1,5	0,6 Pullertlast		x
4	$Y_{Gj,sup} G_{kj,sup}$	+	1,5	Nyttelast	+	1,5	$H_{s,5}/H_{s,50}$ Bølgelast		
5	$Y_{Gj,sup} G_{kj,sup}$	+	1,5	Nyttelast	+	1,5	0,6 Islast		x
6	$Y_{Gj,sup} G_{kj,sup}$	+	1,5	Punktlaster				x	x
7	$Y_{Gj,sup} G_{kj,sup}$	+	1,5	Punktlaster	+	1,5	0,6 Fenderlast		x
8	$Y_{Gj,sup} G_{kj,sup}$	+	1,5	Punktlaster	+	1,5	0,6 Pullertlast		x
9	$Y_{Gj,sup} G_{kj,sup}$	+	1,5	Punktlaster	+	1,5	$H_{s,5}/H_{s,50}$ Bølgelast		
10	$Y_{Gj,sup} G_{kj,sup}$	+	1,5	Punktlaster	+	1,5	0,6 Islast		x
11	$Y_{Gj,sup} G_{kj,sup}$	+	1,5	Fenderlast					
12	$Y_{Gj,sup} G_{kj,sup}$	+	1,5	Fenderlast	+	1,5	0,8 Nyttelast		x
13	$Y_{Gj,sup} G_{kj,sup}$	+	1,5	Fenderlast	+	1,5	0,4 Punktlaster		x
14	$Y_{Gj,sup} G_{kj,sup}$	+	1,5	Pullertlast					
15	$Y_{Gj,sup} G_{kj,sup}$	+	1,5	Pullertlast	+	1,5	0,8 Nyttelast		x
16	$Y_{Gj,sup} G_{kj,sup}$	+	1,5	Pullertlast	+	1,5	0,4 Punktlaster		
17	$Y_{Gj,sup} G_{kj,sup}$	+	1,5	Bølgelast					x
18	$Y_{Gj,sup} G_{kj,sup}$	+	1,5	Bølgelast	+	1,5	0,8 Nyttelast		
19	$Y_{Gj,sup} G_{kj,sup}$	+	1,5	Bølgelast	+	1,5	0,4 Punktlaster		
20	$Y_{Gj,sup} G_{kj,sup}$	+	1,5	Islast					x
21	$Y_{Gj,sup} G_{kj,sup}$	+	1,5	Islast	+	1,5	0,8 Nyttelast		x
22	$Y_{Gj,sup} G_{kj,sup}$	+	1,5	Islast	+	1,5	0,4 Punktlaster		x

\* Punktlaster udgøres af forskellige lastscenarier for hhv. støttebenstryk og akseltryk under samme lastkombination

\*\* Lastkombinationer tager udgangspunkt i at permanente laster virker ugunst, hvor permanente laster virker til gunst erstattes  $Y_{Gj,sup}$  med  $Y_{Gj,inf}$ .

### 5.1.3 Anvendelsesgrænsetilstande

Deformationsanalyse udføres i anvendelsestilstanden for cellefangedæmning og krydstogtskaj, iht. følgende udtryk:

$$G_{kj,sup} + Q_{k,1} + \sum(\psi_{0,i} Q_{k,i}) \quad \text{EN1990 formel 6.14b (karakteristisk)}$$

I projektforslaget udføres kun deformationsanalyse af cellefangedæmningen, mens deformationsanalysen for krydstogtskajen udføres under hovedprojektet. Lastkombinationer udvælges på baggrund af Tabel 3 samt en vurdering af beregningerne i brudgrænsetilstanden.

Tabel 3 Grundlæggende lastkombinationer, anvendelsesgrænsetilstand (SLS)

Last komb.	Permanente laster		Dominerende variabel last $Q_{k,1}$		Øvrige variable laster $\psi_0$ $Q_{k,i}$	Projekt-forslag	Hoved-projekt
1	$G_{kj,sup}$	+	Nyttelast			x	X
2	$G_{kj,sup}$	+	Nyttelast	+	0,6 Fenderlast		X
3	$G_{kj,sup}$	+	Nyttelast	+	0,6 Pullertlast		
4	$G_{kj,sup}$	+	Nyttelast	+	$H_{s,5}/H_{s,50}$ Bølgelast		
5	$G_{kj,sup}$	+	Nyttelast	+	0,6 Islast		X
6	$G_{kj,sup}$	+	Punktlaster			X	X
7	$G_{kj,sup}$	+	Punktlaster	+	0,6 Fenderlast		X
8	$G_{kj,sup}$	+	Punktlaster	+	0,6 Pullertlast		
9	$G_{kj,sup}$	+	Punktlaster	+	$H_{s,5}/H_{s,50}$ Bølgelast		
10	$G_{kj,sup}$	+	Punktlaster	+	0,6 Islast		X
11	$G_{kj,sup}$	+	Fenderlast			X	
12	$G_{kj,sup}$	+	Fenderlast	+	0,8 Nyttelast		X
13	$G_{kj,sup}$	+	Fenderlast	+	0,4 Punktlaster		X
14	$G_{kj,sup}$	+	Pullertlast				
15	$G_{kj,sup}$	+	Pullertlast	+	0,8 Nyttelast		
16	$G_{kj,sup}$	+	Pullertlast	+	0,4 Punktlaster		
17	$G_{kj,sup}$	+	Bølgelast				x
18	$G_{kj,sup}$	+	Bølgelast	+	0,8 Nyttelast		
19	$G_{kj,sup}$	+	Bølgelast	+	0,4 Punktlaster		
20	$G_{kj,sup}$	+	Islast				x
21	$G_{kj,sup}$	+	Islast	+	0,8 Nyttelast		x
22	$G_{kj,sup}$	+	Islast	+	0,4 Punktlaster		x

#### 5.1.4 Ulykkestilfælde

Ulykkestilfælde i den permanente såvel som midlertidige tilstand undersøges iht. følgende udtryk:

$$G_{kj,sup} + A_d + \psi_{2,1} Q_{k,i} \quad \text{EN1990 formel 6.11 a/b}$$

Således opstilles følgende lastkombinationer for ulykkestilfælde.

Tabel 4 Lastkombinationer, ulykkestilfælde (ALS)

Last komb.	Permanente laster		Dominerende ulykkeslast $A_d$		Ikke-dominerende var. Laster $\psi_1$ $Q_{k,i}$	Projekt-forslag	Hoved-projekt
U1	$G_{kj,sup}$	+	Skibsstød			x	x
U2	$G_{kj,sup}$	+	Skibsstød	+	0,0* Nyttelast		
U3	$G_{kj,sup}$	+	Skibsstød	+	0,0* Punktlaster		
U4	$G_{kj,sup}$	+	Vandret masselast				
U5	$G_{kj,sup}$	+	Vandret masselast	+	0,2 Fenderlast		
U6	$G_{kj,sup}$	+	Vandret masselast	+	0,2 Pullertlast		
U7	$G_{kj,sup}$	+	Vandret masselast	+	0,0 Bølgelast		
U8	$G_{kj,sup}$	+	Vandret masselast	+	0,2 Islast		

---

\* Ved undersøgelse af lasttilfælde med ulykkeslast fra skibsstød gælder  $\psi = 0,0$  på øvrige variable laster, jf. BBD.

Iht. det nationale anneks DS/EN 1990 DK NA:2010-05 benyttes vandret masselast til vurdering af konstruktioner for det seismiske dimensioneringstilfælde. Dog vurderes dette generelt ikke at være dimensionsgivende.

---

## 6 LASTER

### 6.1 Nyttelast

#### 6.1.1 *Karakteristisk værdi af variabel last*

##### **Krydstogtterminal (strækning A-C)**

De første 800 meter af kajen (ca. strækning A-C) samt sydlige fløjvæg ved punkt A skal dimensioneres for en nyttelast på 20 kN/m<sup>2</sup>.

##### **Krydstogtterminal (strækning C-D) / kombikaj**

De sidste 300 meter af kajen (ca. strækning C-D) skal kunne anvendes som kombikaj. Denne strækning skal dimensioneres for følgende nyttelast:

- Indtil 30 meter bag kajfront: 30 kN/m<sup>2</sup>
- Mere end 30 meter bag kajfront: 45 kN/m<sup>2</sup>

##### **Cellefangedæmning (strækning D-E-F)**

Cellefangedæmning (strækning D-E-F) og cellekonstruktionen (hjørnecelle) skal undersøges for belastninger både før- og efter den overgår til havneformål.

Cellefangedæmningen dimensioneres for følgende:

- Eksisterende vanddybder
- Fyld mellem væggene til kote +2,0 m
- Fyld i depotet til kote +3,0 m
- Nyttelast indtil 20 meter bag kajfront: 10 kN/m<sup>2</sup>
- Last mere end 20 meter bag kajfonten: 60 kN/m<sup>2</sup> (egenvægt fra forbelastning med jord)

Cellefangedæmningen skal dimensioneres for følgende nyttelast efter at konstruktionen er overgået til havneformål:

- Indtil 30 meter bag kajfront: 30 kN/m<sup>2</sup>
- Mere end 30 meter bag kajfronten: 45 kN/m<sup>2</sup>

Desuden skal der tages hensyn til de midlertidige faser, som vil være gældende under arbejdets udførelse, herunder bl.a. mens der bortgraves gytje, udlægges sandtæpper og ved sænkning af vandstand i depot.

##### **Indfatningsdæmning (strækning F-G-H)**

Indfatningsdæmningen (strækning F-G-H) skal dimensioneres for følgende belastninger:

- Nyttelast på midterste 3,0 meter svarende til 20 kN/m<sup>2</sup>.

### Depotområde

- På jordfyldsæmninger langs indfatningsvægge (strækning K-L-J, L-D' og I-C') skal der på kronen regnes med en nyttelast på 10 kN/m<sup>2</sup>.
- På jordfyldsæmninger over gytjeområder, herunder æmninger langs cellefangedæmningens bagside, skal regnes med en nyttelast på 5 kN/m<sup>2</sup>.

#### 6.1.2 Lastreduktionsfaktor

På alle ovenstående overfladelaster anvendes følgende lastreduktionsfaktorer:

$$\psi_0=0,8, \psi_1=0,8 \text{ og } \psi_2=0,7$$

### 6.2 Punktlaster

#### 6.2.1 Karakteristisk værdi af variabel last

##### Krydstogtterminal (strækning A-C)

Kajgaden dimensioneres for en karakteristisk punktlast (støttebenstryk) på 1200 kN fordelt på 1,5x1,5 m plade.

Center af punktlasten beregnes med en placering på hhv. 2,0 meter, 2,5 meter og 3,0 meter bag centerlinie frontvæg.

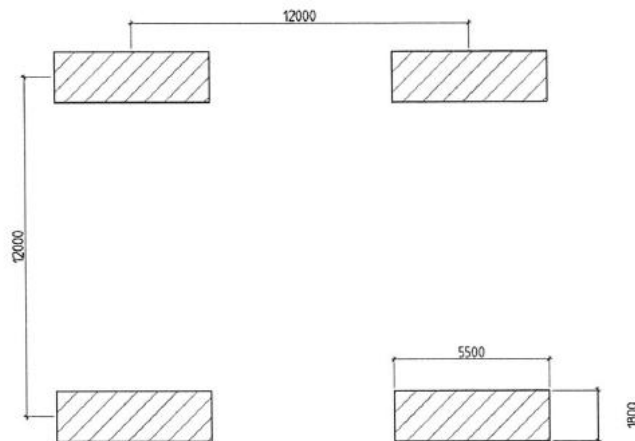
##### Krydstogtterminal (strækning C-D) / kombikaj

Kajgaden er dimensioneret for last fra en mobil containerkran med afstand fra centerlinie frontvæg til start støttebenstryk/akseltryk på hhv. 0,3 meter, 1,0 meter og 2,0 meter. Situationen er beregnet med frontvæg i begge retninger.

##### Støttebenstryk:

Maksimalt støttebenstryk: 3.000 kN.

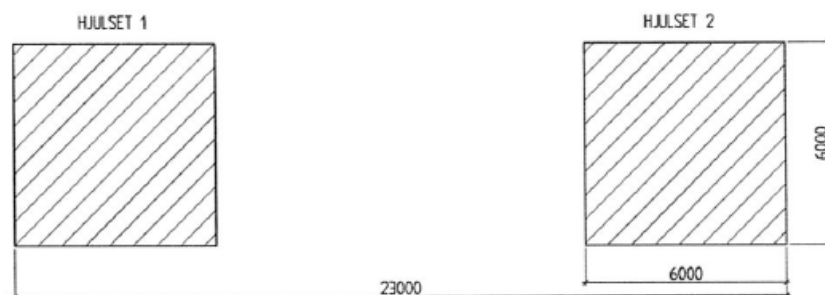
Konfigurationen af støtteben kan ses på nedenstående skitse:



##### Liebherr LHM 400, mobil containerkran, støtteben

#### Akseltryk fra kørende mobilkran:

Ved transport belastes to kvadranter på 6x6 m<sup>2</sup> med en totallast på 3.900 kN. Konfigurationen kan ses på nedenstående skitse:



#### **Liebherr LHM 400, mobil containerkran, kørende kran**

##### Reachstacker

Kombikajen skal også designes for belastning med kørsel med Reachstacker.

Tabel 5: Belastning med kørsel med Reachstacker

Egenvægt: 703 kN

Foraksel (4 hjul): 360 kN

Bagaksel (2 hjul): 343 kN

Foraksel (4 hjul) med  
maks. belastning fra  
container: 1007 kN

Hjultryk: 1,0 MPa

Antal overkørsler: 10.000 pr. år

#### **Cellefangedæmning (strækning D-F)**

Cellefangedæmningen strækning D-F samt cellekonstruktionen dimensioneres for samme laster som krydstogtterminalen (strækning C-D) / kombikaj, se ovenfor samt for Stradel Carrier.

##### **6.2.2 Lastreduktionsfaktor**

På ovenstående punktlaster anvendes følgende lastreduktionsfaktorer:

$\psi_0=0,4$ ,  $\psi_1=0,0$  og  $\psi_2=0,0$ .

### 6.3 Pullertlast

#### 6.3.1 Karakteristisk værdi af variabel last

##### Krydstogtterminal (strækning A-D)

Krydstogtterminalen skal dimensioneres for en last svarende til placering af 125 tons pullerter pr. 15 m. For pullerter langs kajen skal pullertlasten kunne optages i et vinkelrum  $\pm 90^\circ$  i forhold til normal til kajen og  $\pm 30^\circ$  med vandret.

Krydstogtterminalen skal yderligere dimensioneres for 200 tons stormpullerter. Trossernes angrebspunkt regnes i kote +8,0 m. Lasten for stormpullerter skal kunne optages i et vinkelrum  $\pm 60^\circ$  i forhold til normal til kajen og  $0/+20^\circ$  med vandret.

##### Cellefangedæmning (strækning D-F)

Cellefangedæmningen skal dimensioneres for en last svarende til placering af 125 tons pullerter pr. 15 m. For pullerter langs kajen skal pullertlasten kunne optages i et vinkelrum  $\pm 90^\circ$  i forhold til normal til kajen og  $\pm 30^\circ$  med vandret.

Cellekonstruktionen (ved punkt E) skal dimensioneres for 2 stk. 200 tons svajepullerter med angrebsskote i +3,5 m. Lasten for svajepullerterne skal kunne optages i et vinkelrum  $\pm 145^\circ$  i forhold til normalen (vinkelhalveringslinien) til kajen og  $0/+15^\circ$  med vandret. Herudover skal der påregnes placering af 125 tons pullerter svarende til tilstødende strækninger.

Cellefangsdæmning er forberedt for senere montering af forstøbninger og pullerter. Der er ikke udført hovedprojekt for forstøbninger og pullerter.

#### 6.3.2 Lastreduktionsfaktor

På alle ovenstående pullertlaster anvendes følgende lastreduktionsfaktorer:

$$\psi_0=0,6, \psi_1=0,4 \text{ og } \psi_2=0,2.$$

### 6.4 Fendere

Fendere skal designes iht. metoden beskrevet i Pianc Working Group 33's anbefalinger (se [5]).

#### 6.4.1 Karakteristisk værdi af variabel last

##### Krydstogtterminal (strækning A-D)

Krydstogtterminalen skal dimensioneres for kræfter fra fendere pr. 15 m.

Skibstyperne med nedenstående generelle data er anvendt som dimensionsgivende skibe.

Tabel 6: Generelle data for dimensionsgivende skibe

Navn	Type	LOA [m]	Beam [m]	Disp. [T]	Draft [m]
Voyager Class	Krydstogtskib	311,1	38,6	60.704	8,6
Konstellation	Krydstogtskib	294,0	32,2	44.000	8,3
Finnkraft	RO-RO skib	163,0	20,6	17.000	6,7



### Cellefangedæmning (strækning D-F)

Cellefangedæmningen strækning D-F, dimensioneres for samme fenderlast som krydstogtterminalen strækning A-D, se ovenfor.

#### 6.4.2 Partialkoefficienter

Som partialkoefficient på energien fra et anløbende skib anvendes  $\gamma=1,5$ . Ved optagelse af stødkraften fra en fender anvendes en partialkoefficient  $\gamma=1,5$  på slutkraften, bestemt ved den regningsmæssige energi, med mindre det kan godtgøres at anvendelse af anden partialkoefficient giver en tilstrækkelig sikkerhed.

#### 6.4.3 Lastreduktionsfaktor

På fenderlaster anvendes følgende lastreduktionsfaktorer:

$$\psi_0=0,6, \psi_1=0,4 \text{ og } \psi_2=0,2.$$

### 6.5 Bølgelast

Som designmæssig bølge anvendes følgende værdier for hhv. den midlertidige og den permanente situation (svarende til hhv. en 5 års- og en 50 års hændelse):

Tabel 7: Bølgehøjde,  $H_s$ :

Vindretning [vinkel i ° ift. nord]	Midlertidige konstruktioner $H_s$ , 3h/5 år [m]	Permanent konstruktioner $H_s$ , 3h/50 år [m]
[330;30]	1,3	1,7
[30;60]	1,3	1,75
[60;90]	1,1	1,6
[90;120]	1,3	1,6
[120;150]	1,2	1,5
[150;180]	1,2	1,4
[180;210]	1,3	1,7
[310] Baseret på fritstræksberegning	0,7	1,1

Tabel 8: Bølgeperiode,  $T_z$ :

Vindretning [vinkel i ° ift. nord]	Midlertidige konstruktioner $T_z$ , 3h/5 år [s]	Permanente konstruktioner $T_z$ , 3h/50 år [s]
[30;60]	4	4,3
[60;90]	3,6	4
[90;120]	3,4	3,9
[120;150]	3,6	3,9
[150;180]	3,4	3,6
[180;210]	3,3	3,5
[310] Baseret på	2,5	2,9

fritstræksberegning		
---------------------	--	--

Der kan ved dimensionering af permanente konstruktioner regnes med en reduktionsfaktor på den signifikante bølgehøjde på  $\psi_b = H_{s,5}/H_{s,50}$  for de lastkombinationer hvor bølgelasten er en sekundær last.

Der skal kun designes for ekstrem bølgehøjde i ulykkesdimensioneringstilfældet.

Der er på de enkelte konstruktioner vurderet om der kan optræde stående bølger.

Som partialkoefficient på bølgehøjderne anvendes  $\gamma=1,0$ .

## 6.6 Islast

Islast for konstruktion i den permanente tilstand regnes iht. normen "Eurocode 1 Laster, Tillæg DK:2009" (se [6]) med den i normen anbefalede istykkelse (0,57 m). Cellefangedæmningen kan betragtes som permanent, når mellemrummet mellem den indre og ydre spunsvæg er fyldt op med fyldmateriale til kote +2,0 m.

Islast for stilladskonstruktioner for spunsvægge og indfatningsvægge (mellem depoter) skal tilsvarende regnes iht. normen "Eurocode 1 Laster, Tillæg DK:2009". Istykkelse fastsættes til  $t=0,08$  m under forudsætning af, at der iværksættes isbrydning i området omkring krydstogtkaj og jorddepoter.

### 6.6.1 Partialkoefficienter og lastreduktionsfaktorer

Partialkoefficienter for islast ( $\gamma_{Q,1}$  og  $\gamma_{Q,i}$ ) partialkoefficient  $\gamma_{Q,1} = \gamma_{Q,i} = 1,5$

På islaster anvendes følgende lastreduktionsfaktorer, i hovedprojektet:

$\psi_0=0,6$ ,  $\psi_1=0,2$  og  $\psi_2=0,0$ .

## 6.7 Differensvandtryk

Der sættes differensvandtryk på konstruktioner svarende til optrædende bølger.

Under driften af depoterne sænkes vandspejlet lokalt i depoterne i forbindelse med modtagelse og indbygning af overskudsjord og forurennet jord. Vandspejlet på bagsiden af konstruktionerne kan i længere perioder regnes at være fastholdt på et konstant niveau imellem kote -2,0 m og +1,0 m.

Når vandstanden sænkes i depoterne, er det forudsat, at der forinden er udlagt køredæmninger på begge sider af indfatningsvæggene samt foran bagvæg i kombikaj og krydstogtskaj. Langs cellefangedæmningen er der dog ikke udlagt køredæmninger inden vandstanden sænkes i depotet.

## 6.8 Vandstand

Som designmæssige vandstande anvendes følgende værdier for hhv. den midlertidige og den permanente situation:

Tabel 9: Designmæssige vandstande

	Midlertidige konstruktioner	Permanente konstruktioner
--	-----------------------------	---------------------------

Ekstremt højevande	+1,2 m	+1,6 m
Højevande	+1,0 m	+1,2 m
Sædvanligt højevande	+0,5 m	+0,6 m
Vandstand, daglig vande	0,0 m	0,0 m
Sædvanligt lavvande	-0,4 m	-0,5 m
Lavvande	-0,8 m	-1,0 m
Ekstremt lavvande	-1,0 m	-1,2 m

For de enkelte konstruktionselementer er der regnet med følgende differensvandtryk:

Tabel 10: Differensvandtryk

Konstruktionsdel		Vandspejl /forside [m]	Vandspejl /bagside [m]
Krydstogskaj	Forvæg	-1,0 m	+0,0 m
	Bagvæg	-1,0 m	+0,0 m
Kombikaj	Forvæg	-1,0 m	+0,0 m
	Bagvæg	-1,0 m	+0,0 m
Cellefangedæmning	Forvæg	-1,0 m	+1,0 m
	Bagvæg	-2,0 m	+1,0 m
Depotvægge		0 m	-2,0 m
		-2,0 m	0 m

Vandstandene i ovenstående tabel er angivet i forhold til DVR90.

Der skal kun designes for ekstreme vandstande i ulykkesdimensioneringstilfældet.

Som partialkoefficient på vandstande anvendes  $\gamma=1,0$ .

## 6.9 Klimaforandringer

Ved udarbejdelse af detailprojekt skal der tages hensyn til effekten af klimaforandringer på følgende vis:

- Geometriske bindinger skal ikke ændres som følge af klimaforandringer

- 
- Bølger og vandstande skal fremskrives svarende til forventelige klimaforandringer i konstruktionernes levetid

#### **6.10 Skibsstød**

Der regnes for en ulykkeslast fra skibsstød svarende til 5000 kN fordelt på en 1 x 1 m<sup>2</sup> flade vilkårligt placeret på krydstogtterminalens frontvæg.

Ved undersøgelse af lasttilfælde med ulykkeslast fra skibsstød gælder  $\psi=0,0$  på øvrige variable laster.

---

## **7 KONSTRUKTIONER OG MATERIALER**

### **7.1 Generelt**

Partialkoefficienterne fastsættes i henhold til gældende Eurocodes inkl. Nationale Annekser.

Konstruktioner henregnes til normal sikkerhedsklasse og normal kontrolklasse.

### **7.2 Konstruktionens levetid**

#### **7.2.1 Krydstogtterminal og kombikaj**

Frontvæg og sydlig fløjvæg i Krydstogtterminalen (fløjvæg ved punkt A samt strækning A-D) skal designes for en levetid på 50 år, dvs. frontvæg og den sydlige fløjvæg skal efter 50 år styrke- og stabilitetsmæssigt have fuld sikkerhed iht. normerne.

- Som forudsætning herfor gælder, at spunsvæggene på krydstogtskajen (A-C) er udført med extra godstykkelse således at korrosion accepteres.
- Som forudsætning herfor gælder, at spunsvæggene på kombikajen (C-D) efter 10 år forsynes med korrosionssikring i form af offeranoder.
- Som forudsætning herfor gælder, at der foran alle bagvægge skal indbygges fyld til kote 0,0 inden 15 år.

Alle vægge omkring slaggeopfyldning, dvs. frontvæg og bagvæg, strækning C1 – D1, samt tværvægge ud for punkt C1 og D1 skal have en levetid på 100 år, dvs. bagvæg og nordlig tværvæg (bag cellefangedæmningen) skal efter 100 år udgøre en tæt membran. For frontvæg på strækning C1-D1 gælder yderligere, at væggen skal have fuld sikkerhed iht. normerne styrke- og stabilitetsmæssigt efter 50 år, jf. ovenstående.

#### **7.2.2 Cellefangedæmning**

Frontvægge i cellefangedæmning og cellekonstruktion (strækning D-E-F) og tværvægge i cellekonstruktion skal efter 50 år styrke- og stabilitetsmæssigt have fuld sikkerhed iht. normerne. Som forudsætning herfor gælder, at udvendige spunsvægge efter 10 år forsynes med korrosionssikring i form af offeranoder.

Bagvægge i cellefangedæmning og cellekonstruktion (strækning D-E-F), nordvestlig tværvæg (ved punkt F) og spunsvæg i dæmning (strækning F-J) skal have en levetid på 100 år, dvs. bagvægge i cellefangedæmning og cellekonstruktion, nordvestlig tværvæg og spunsvæg i dæmning skal efter 100 år udgøre en tæt membran. Hvor væggene indgår styrkemæssigt i den permanente konstruktion gælder yderligere, at væggen skal have fuld sikkerhed iht. normerne styrke- og stabilitetsmæssigt efter 50 år.

#### **7.2.3 Depotvægge**

Indfatningsvægge mellem de forskellige depoter skal have en levetid på 100 år, dvs. indfatningsvægge mellem de forskellige depoter skal efter 100 år udgøre en tæt membran.

#### 7.2.4 Korrosionstillæg

Spunsvægge, ankerbolte, stræk samt underlagsplader vil blive udsat for korrosion. Korrosionstillæg udregnes i henholdt til DS/EN 1993-5: 2007 afsnit 4.4.

Med de designlevetider fås korrosionsrater for ubeskyttede spunsvægge som anført i Tabel 11.

Tabel 11: Design korrosionsrater spunsvægge for krydstogtskaj og kombikaj.

Levetid	Vandside (splashzone / under splashzone)	Jordside	I alt (splashzone / under splashzone)	Jordtype
År	Mm	Mm	mm	
50	3,75 / 1,75	1,2	4,35 / 2,95	Indpumpet sand ukomprimeret
50	3,75 / 1,75	3,25	7,0 / 5,0	Slagge
50	-	1,2 / 3,25	4,45	Indpumpet sand mod slagge
100	7,5 / 3,5	2,20	9,90 / 5,7	Indpumpet sand ukomprimeret
100	7,5 / 3,5	5,75	13,25 / 9,25	Slagge
100	-	2,20 / 5,75	7,95	Indpumpet sand mod slagge

Med en designlevetider fås ensidige korrosionsrater for stræk og ankerbolte som anført i Tabel 12.

Tabel 12 Design korrosionsrater ankerbolt og stræk for krydstogtskaj og kombikaj

Levetid	Jordside	Jordtype
År	mm	
50	0,6	Indpumpet sand
50	3,25	Slagge

100	1,2	Indpumpet sand
100	5,75	Slagge

Spunsvæggene på krydstogtterminalen og kombikajens forside bliver fra overkanten af spunsvæggen til kote +0,2 m beskyttet med en betonoverbygning og er derfor ikke udsat for korrosion på dette stykke.

Tabel 13: Design korrosionsrater for spunsvægge til cellefangedæmning

Levetid År	Vandside Mm	I dæmningen Mm	I alt Mm	Jordtype
50 (forvæg)	3,75	0,6	4,35	Indpumpet sand
50 (bagvæg)	2,65	0,6	3,25	Indpumpet sand
100 (bagvæg)	4,15	1,2	5,35	Indpumpet sand

Tabel 14: Design korrosionsrater for ankerbolte og stræk til cellefangedæmning

Levetid År	Jordside Mm	Jordtype
50	0,6	Indpumpet sand

Tabel 15: Design korrosionsrate til indfatningsvægge i depot

Levetid År	Vandside (splashzone / under splashzone) (første 15 år) Mm	Jordside (15 til 100 år) Mm	I alt Mm	Jordtype
K-L-J & I-C 100	3,8	3,15	6,95	Forurennet fyld
DL 100	3,8	4,5	8,3	"

---

### 7.3 Konstruktioners tæthed

Depotets bund skal have en tæthed, der som minimum svarer til 2 meter tykke aflejringer med en permeabilitetskoefficient på maksimalt  $1,0 \times 10^{-9}$  m/s.

Indre spunsvægge mod depoter til forurenede jord og slagge skal etableres med tætte låse.

Evt. huller igennem spunsvæggen skal ligeledes udføres som vandtætte samlinger som opfylder deponeringsbekendtgørelsens krav til tæthed.

### 7.4 Stål

Partialkoefficienter på stål fastsættes iht. EN 1993-1-1 DK NA: 2007.

Rusttillæg for spunsvægge beregnes med udgangspunkt i Eurocode's vejledende korrosionshastighed jf. ENV 1993-5: 2007 afsnit 4.

### 7.5 Beton

Partialkoefficienter for in-situ beton fastsættes iht. EN 1992-1-1 DK NA: 2007.

### 7.6 Geoteknik

Partialkoefficienter for styrkeparametrene på jorden bestemmes iht. EN 1997-1 DK NA: 2008.

#### 7.6.1 Overskudsjord

Den modtagne overskudsjord (ren og forurenede jord) forventes at have følgende styrke- og deformationsparametre:

- Rumvægt: Under grundvandspejlet benyttes  $\gamma_m = 20$  kN/m<sup>3</sup>, over grundvandsspejlet benyttes  $\gamma = 18$ –20 kN/m<sup>3</sup>
- Drænede parametre:  $\varphi = 25^\circ$  og  $c' = 5$  kPa
- Udrænede parametre:  $c_u = 0,35 \cdot \sigma_0'$  hvor  $\sigma_0'$  er det effektive overlejringstryk
- Dekadehældning: 5 – 7 %.

#### 7.6.2 Forbrændingsovns-slagge

Den modtagne forbrændingsovns-slagge forventes at have følgende styrke- og deformationsparametre:

- Rumvægt: Under grundvandspejlet benyttes  $\gamma_m = 18,5$  kN/m<sup>3</sup>, over grundvandsspejlet benyttes  $\gamma = 16,5$  kN/m<sup>3</sup>
- Drænede parametre:  $\varphi = 38^\circ$  og  $c' = 0$  kPa



---

## 8 REFERENCER

- [1] Guidelines for the design of armoured slopes under open piled quay walls. Report of Working Group 22. PIANC 1997.
- [2] Spildevandskomiteen, Skrift nr. 27: Funktionspraksis for afløbssystemer under regn, 2005.
- [3] Spildevandskomiteen, Skrift nr. 28: Regional variation af ekstremregn i Danmark – ny bearbejdning (1979 – 2005)
- [4] Spildevandskomiteen, Skrift nr. 29: Forventede ændringer i ekstremregn som følge af klimaændringer, 2008.
- [5] Guidelines for the design of fender system. Report of Working Group 33 of the Maritime Navigation Commission. PIANC 2002.
- [6] Tillæg 1 til DS410:1998, Norm for last på konstruktioner.
- [7] Nordhavnsudvidelse og ny krydstogtterminal i København, Geoteknisk undersøgelsesrapport 2, GMCB Februar 2011