

**Jämförelse av hamnbyggnadsnormer
i olika länder**

av

Raymond R. Sandgren - Calderón



Institutionen för Vattenbyggnad
Chalmers Tekniska Högskola

Department of Hydraulics
Chalmers University of Technology

JÄMFÖRELSE AV HAMNBYGGNADSNORMER
I OLIKA LÄNDER

Comparison of design recommendation for
harbour structures in different countries

av

Raymond R. Sandgren-Calderón

Examensarbete nr 1980:8

Göteborg 1981

Adress: Institutionen för Vattenbyggnad
Chalmers Tekniska Högskola
412 96 Göteborg

Telefon: 031/81 01 00

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

	sid.
FÖRORD	1
ERKÄNNANDEN	2
REFERAT	3
OLIKA LÄNDERS LITTERATUR	9
1. BELASTNINGSANTAGANDEN	12
1.1 Belastning från lyft- och transportanordning	12
1.2 Vertikala rörliga laster	29
1.3 Gods	33
1.4 Angöringslast - Energiabsorptionskapacitet	36
1.5 Belastning pga förtöjning	48
2. REGLER FÖR BERÄKNING AV FARLEDSBREDDER OCH FARLEDSKURVOR	54
2.1 Farledsbredder	54
2.2 Farledskurvor	57
3. HAMNBASSÄNGER	61
3.1 Area map ankring och förtöjning	61
3.2 Area map manövrering	64
3.3 Vattendjup i hamnbassäng	68
4. MAX VÅGRÖRELSE I HAMNAR. TILLÅTNA STÖRNINGSRÖRELSER	70
4.1 Tillåten max vågrörelse i hamnbassänger	70
4.2 Tillåtna störningsrörelser	71
5. DIVERSE	74
5.1 Belastning pga is	74
5.2 Erosionsskydd	76
5.3 Korrosion	79
REFERENSER	86
BIBLIOGRAFI	87
BILAGOR	88

TABELLFÖRTECKNING

- Tabell 1: Jämnt fördelade laster för hamntransportsystem i Storbritannien
- 2: Dimensioner, laster och effektiva tryck för gaffeltruck (ur Code of Practice)
 - 3: Dimensioner, laster och effektiva tryck vid RT-loading (ur Code of Practice)
 - 4: Standard lastförhållande på kajplan i Japan
 - 5: Indelning av dimensioneringsbelastningarna (Japan)
 - 6: Belastningssammanställning av kranstödreaktioner, ur EAU 75
 - 7: Stödreaktioner för åkbara vipparmskranar enligt Code of Practice
 - 8: Järnvägstrafiklast, fordonstrafiklast och persontrafiklast enligt Storbritannien, Västtyskland och Japan
 - 9: Antagna upplagshöjder för vissa lasttyper enligt Code of Practice
 - 10: Gällande förtöjningskraft, ur EAU 75
 - 11: Gällande friktionskoefficienter mellan olika material, ur Code of Practice
 - 12: Exponeringsfaktor och tillfartsfaktor vid angöring ur brittiska Code of Practice
 - 13: Aktuella förtöjningsbelastningar på pollare enligt västtyska, brittiska och japanska normer
 - 14: Pollarplacering enligt Japans Tech. Standards for Ports and Harbours
 - 15: Farledsbredder enligt japanska Standards
 - 16: Radien R för den cirkulära vändningsarean
 - 17: Aktuella bassängdjup enligt japanska Tech. Standards
 - 18: Kritisk våghöjd för lasthantering enligt japanska Tech. Standards
 - 19: Max. signifikant våghöjd för lastning och lossning i hamn enligt indiska normer
 - 20: Tillåtna fartygsrörelser för lastning och lossning enligt brittiska Code of Practice
 - 21: Tillåtna våghöjder inom en hamn för 3 olika typer av fartyg enligt S.C.T.

FIGURFÖRTECKNING

- Figur 1 Grensletruck
- 2 Horisontala krafter per hjul för kranar enligt EAU 75
- 3 Lätt vipparmskran
- 4 Tung vipparmskran
- 5 Tyska vipparmskranar
- 6 Halvportalkran
- 7 Containerkran med 53 t lyftkapacitet, ur EAU 75
- 8 Containerkran i Göteborgs hamn
- 9 Exempel på betraktelse av järnvägstrafiklast
- 10 Exempel på betraktelse av fordonstrafiklast
- 11 Exempel på öppet upplag för flis (Göteborg)
- 12 Exempel på kajsystem inkl. lagerbyggnad och öppet upplag
- 13 Ett fartygs karakteristiska mått
- 14 Modell för angöring
- 15 Fjäderkonstant C som funktion av stötkraften imp P och energiabsorptionskapaciteten A ur EAU75
- 16 Modell för angöring (jämförelseexempel)
- 17 Vindlast och strömlast på förtöjt fartyg (Storbritannien)
- 18 a Pollarplacering enligt EAU 75 (1 pollare/kajsektion)
- 18 b Pollarplacering enligt EAU 75 (2 pollare/kajsektion)
- 19 Aktuella farledsbredder i Storbritannien för fartygs-
trafik i en riktning
- 20 Rekommendation av farledsbredd för stora tankers
> 300 000 dwt i Storbritannien
- 21 Bredd för envägsfarleder enligt de indiska normerna
- 22 Farledsbredd då farleden är en tvåvägstrafikled enligt
indiska normer
- 23 Farledsbredd enligt PIANC (gällande för Frankrike)
- 24 Utformning av farledskrök enligt S.C.T. (Frankrike)
- 25 Utformning av farledskrök enligt indiska normer med
kontinuerlig ökning av farledsbredden
- 26 Utformning av farledskrök enligt indiska normer
- 27 Utformning av farledskrök enligt japanska normer
- 28 Förtöjningsboj

- Figur 29 Radien för den cirkulära vändningsarean
- 30 Angöringsarea enligt indiska normer
- 31 Bassängbredd med hänsyn till angöringsfrontens riktning. Indien
- 32 Bassängutformning enligt franska S.C.T.
- 33 Exempel på standardkonstruktion för permeabel kanalbeklädning och strandskoningar i Bremen, ur EAU 75
- 34 Två ytterligare använda konstruktioner för permeabel kanalbeklädning och strandskoningar enligt EAU 75
- 35 Exempel på standardkonstruktion för impermeabel kanalbeklädning och strandskoningar, ur EAU 75

BILAGOR

Innehållsförteckning

- Bilaga 1: Belastning från sidlastare och bandkran (caterpillar-kran) ur brittiska Code of Practice.
- Bilaga 2: Tabell 16: torrdensitet och rasvinkel för bulkmaterial. Tabell 18: densiteter för staplade material (Tabell 16 resp. 18 ur brittiska Code of Practice).
- Bilaga 3: Aktuella fartygsstorlekar för den överslagsmässiga dimensioneringen enligt västtyska EAU75 och japanska Technical Standards.
- Bilaga 4: Utdrag ur brittiska Code of Practice för bestämning av de transversella och longitudinella vind- och strömkrafterna på fartyg vid förtöjning.
- Bilaga 5: Standardstorlekar av förtöjningsplats för stora fartyg och små fiskebåtar enligt japanska Technical Standards.
- Bilaga 6: Exempel på beräkning av farledsbredd m.a.p. manövrering enligt det indiska Code of Practice.
- Bilaga 7: Korrosionskontroll och skydd mot korrosion enligt japanska Technical Standards.
- Bilaga 8: Aktuella skiktbeklädnadssystem enligt brittiska Code of Practice.

FÖRORD

Den aktuella rapporten är en sammanställning av en jämförelsestudie angående rekommendationer, anvisningar, regler och/eller förslag, aktuella vid projektering av hamnbyggnader i olika länder. De länder som vid jämförelsen tas upp i rapporten är Storbritannien, Västtyskland, Frankrike, Indien eller Japan. Rapporten utgör examensarbete vid institutionen för vattenbyggnad på Chalmers Tekniska Högskola i Göteborg.

I Sverige har "Normer och anvisningar för hamnbyggnader" utgivits år 1947 av SKTF, Svenska Kommunal Tekniska Föreningen, och numera anses de vara ganska föråldrade. Idag finner vi att ett flertal länder har visat intresse för en standardisering av rekommendationer, anvisningar, regler och/eller förslag beträffande hamnars utformning och konstruktion.

För arbetets genomförande har det varit nödvändigt att utvidga betydelsen av uttrycket "normer" i hamnbyggnadssammanhang. Man kan inte påstå att uttrycket "normer" har adopterats utomlands vid projektering av hamnar. Uttryck som "rekommendationer", "anvisningar", "standards", "regler" och "förslag" är här mer aktuella och gäller emellertid om man söker just vilka antaganden som följs vid projektering av hamnkonstruktion i de undersökta länderna. Med det som utgångspunkt kommer jag att använda mig av de respektive ländernas egna uttryck och ändå mena och betrakta dem som normer efter betydelsen "råd att följa, som regel antas, bör antagas ...". Självfallet är rådgivningen och beräkningsförutsättningarna i de undersökta ländernas litteratur en samlad produkt som baserar sig på tidigare erfarenheter.

Jag hoppas med mitt arbete, att önskan för bearbetning av förslag till moderna svenska rekommendationer för hamnbyggnader och hamnkonstruktioner ännu klarare framstår.

Göteborg i november 1981

Raymond Sandgren

ERKÄNNANDEN

Speciellt tack till följande personer:

NORGE:

Chefingenjör J. Nilssen (Oslohavn), rådgivande ingenjör C.A. Thoresen (Strømme A/S)

STORBRITANNIEN:

Hamningenjör P. Dineen (British Ports Assoc.)

VÄSTTYSKLAND:

Hamningenjör Clausen och Hamningenjör Wieland (Strom- und Hafengebäude, Freie und Hansestadt)

FRANKRIKE:

Civ.ing. M. Pernier och Mr. Jolivet (Direction des Ports maritimes et des voies navigables)

INDIEN:

Chief Engineer A.V. D'Souza (Bombay Port Trust)

JAPAN:

Dir. of Adm. Minoru Hirayama (The Overseas Coastal Area Development Institute of Japan, OCDA)

SVERIGE:

Adj. prof. Anders Mattsson (Scandiaconsult) -Handledning

Hamningenjör Rogstad (Göteborgs Hamn) - Brittiska Code of Practice

Meta Persson, Birgitta Almqvist och Karin Malm - Korrekturläsning

REFERAT

Jag, Raymond Sandgren, har på uppdrag av institutionen för vattenbyggnad på Chalmers Tekniska Högskola i Göteborg, genomfört en undersökning och jämförelsestudie av hamnbyggnadsnormer i olika länder. Jämförelsestudien som redovisas i rapporten gäller som examensarbete vid ovannämnda institution.

Arbetet utfördes dels som en litteratursökning och dels som en jämförelsestudie av existerande normer eller regler för några valda ämnen som är aktuella vid projektering av hamnar. Länderna som ingår i rapporten är Storbritannien, Västtyskland, Frankrike, Indien och Japan. Länderna USA, Norge och Danmark ingår ej i jämförelsestudien av normer för de för examensarbetet valda ämnen. De sistnämnda ländernas litteratur är inte aktuella i sammanhanget. Resultaten från jämförelsestudien visar följande skillnader i antaganden och beräkningsförutsättningar vid hamnprojektering i de olika länderna.

Belastningsantaganden; belastning från lyft- och transportanordningar (länder: Storbritannien, Japan)

Som riktlinje anges här några värden för hjulbelastning av gaffeltruck och mobilkran. För en gaffeltruck med en lastkapacitet på 4 t för de båda länderna erhålles en belastning av 45 kN/hjul. Det effektiva kontaktrycket är 900 kN/m² för Japan och 1800 kN/m² för Storbritannien. Kontaktarean för de båda länderna är 240 cm² respektive 500 cm². Under förutsättning av att den brittiska maskinen har 2 hjul/framaxel kan man dra slutsatsen att väsentliga skillnader i belastning föreligger inte mellan de båda länderna.

För en mobilkran med en lastkapacitet på 50t för de båda länderna erhålles en belastning av 500 kN/hjul och 450 kN/hjul i Japan respektive Storbritannien. För Japan erhålles ett effektivt kontaktryck på 1470 kN/m² som fördelar sig på en yta av 3400 cm² medan för Storbritannien erhålles motsvarande tryck på 830 kN/m² som fördelar sig på en yta

av 5421 cm². Här gäller då att för samma hjullast använder sig Storbritannien av en 60% större kontaktyta jämfört med Japan. För belastning av lyft- och transportanordningar utnyttjas i Storbritannien kvadratiska och rektangulära kontaktytor medan Japan brukar utnyttja cirkulära sådana.

Belastningsantaganden; lasthanteringsutrustning:

(länder: Västtyskland, Storbritannien)

Indelas i sväng-upparmskranar och containerkranar. För dessa skall totala dödvikten, rörelsevikten och vindlasteffekten beaktas. För vipparmskranar är jämförelsen av stödreaktioner komplicerad på grund av att man i Storbritannien har mindre c/c-avstånd mellan sina kranstöd jämfört med Västtyskland. Till skillnad från Storbritannien har en indelning gjorts mellan tunga (15-25t å 20-36 m; 2-3 hjul/stöd) och lätta vipparmskranar (3-5t å 20-25 m; 1-2 hjul/stöd) i de västtyska normerna. En belastningssammanställning för lätta portal- och halvportalkranar anges i rapporten och är utdrag ur västtyska EAU 75. För containerkranar anges i de brittiska normerna att en belastning > 400 kN/hjul kan vara aktuell. I det västtyska EAU 75 anges en belastning på 400 kN/hjul för en containerkran med 38t lyftkapacitet (6 hjul/stöd) och dessutom anges en belastning på 375 kN/hjul för en containerkran med 53t lyftkapacitet (8 hjul/stöd). Man kan dra slutsatsen att för denna lasttyp ligger de västtyska och brittiska antagandena nära varandra.

Belastningsantaganden; vertikala, rörliga laster:

(länder: Storbritannien, Västtyskland, Japan)

Kaj eller brygga kan utsättas för allmän fordonstrafik där bland annat 2- och 3-axliga fordon är aktuella samt fordon på det allmänna vägnätet. Följande skillnader vid indelning av de vertikala rörliga lasterna i de 3 jämförelseländerna är aktuell:

- I Japan görs en indelning efter fordonstyp
- I Västtyskland görs en indelning efter var lasterna verkar
- I Storbritannien görs en indelning efter trafikintensitet

Vid den överslagsmässiga dimensioneringen används som järnvägstrafiklast i Storbritannien en jämnt fördelad last på 50 kN/m^2 och i Västtyskland en jämnt fördelad last på 30 kN/m^2 . Som fordonstrafiklast utnyttjas en motsvarande jämnt fördelad last på $10\text{-}20 \text{ kN/m}^2$ i Storbritannien och 20 kN/m^2 för densamma i Västtyskland.

Belastningsantaganden; gods:

(land Storbritannien)

Belastning på grund av gods i lagerskjul och i öppna upplag tas upp. I belastningen på infrastrukturen skall hänsyn tas till tyngden av lagerbyggnaden, tyngden av det lagrade materialet, den verkliga densiteten, vindeffekter, dynamiska effekter, fyllning och uttömning. Lasterna betraktas som jämnt fördelade och eventuellt tillskott av "setting-down"-stötar och lokala punktlaster skall också beaktas.

Belastningsantaganden; angöringslast och energiabsorptionskapacitet:

(länder Storbritannien, Västtyskland, Japan)

Energiabsorptionskapaciteten beräknas för de 3 länderna enligt standardformeln $E = \frac{1}{2g} mv^2$ där m är fartygets totala displacement och v är angöringshastigheten. Till denna standardformel har man i de olika länderna lagt till koefficienter så att:

- I de japanska normerna tas ej hänsyn till fenderhårdhet men till deras placering.
- I de brittiska normerna tas hänsyn till fendersystemets hårdhet och placering; vidare är angöringshastigheten inte bara beroende av de klimatiska förhållandena utan också beroende av eventuell hjälp vid tillfarten och angöringsfrekvensen. Detta gör att stora variationer kan fås vid

beräkning av angöringsenergin jämfört med de andra länderna. Hänsyn tas till horisontala friktionslaster parallella med kajfronten.

- I de västtyska normerna tas också hänsyn till fendersystemets hårdhet och placering; dessutom antas vid angöringsbelastning att en koncentrerad stötkraft, som är lika med den relevanta förtöjningskraften, angriper var som helst på en sektion av kajfronten.

Belastningsantaganden; belastning på grund av förtöjning
(länder: Storbritannien, Västtyskland, Japan)

Ingen väsentlig skillnad föreligger i antagandena av förtöjningsbelastning. Dessa antaganden baserar sig huvudsakligen på vind- och ströminverkan på det förtöjda fartyget. Våginverkan behandlas i Japan med hjälp av teorin för vågdiffraktion och genom att sätta fartygets form ekvivalent till en elliptisk cylinder och i Storbritannien genom integrering av det fluktuerande vattentrycket på skrovdelen under vattenytan. Västtyska EAU 75 tar ej hänsyn till våginverkan. Förtöjningskrafterna, som är i storlek nästan samma för de tre jämförelseländerna, anges.

Regler för beräkningar av farledsbredder:

(länder: Storbritannien, Frankrike, Indien, Japan)

I Storbritannien och Indien beräknas farledsbredden med avseende på största bredden av det fartyg som kan tänkas trafikera leden emedan i Frankrike och Japan bestäms farledsbredden med avseende på den totala längden av det största fartyg som får trafikera leden. Vid själva kröken skall farledsbredden vara 30 respektive 50% större enligt de franska respektive de indiska normerna.

Hamnbassänger; area med avseende på ankring och förtöjning:

(länder: Indien, Japan)

I de indiska normerna antages radien för ankringsarean som en funktion av fartyglängden medan i de japanska

normerna antages radien för ankringsarean som en funktion av djupet i bassängen, fartygets totala längd och de topografiska och klimatiska ankringsförhållandena.

Hamnbassänger; area med avseende på manövrering

(länder: Indien, Japan, Frankrike)

Radien för den cirkulära vändningsarean inom hamnbassänger anges för de båda länderna. För vid en punkt förtöjt fartyg gäller att radien skall vara $>1,0 L$ för Indien. För icke förtöjt fartyg gäller att radien skall vara $1,7L$ à $2L$ för Indien och $1,5L$ för Japan. Indien och Frankrike ger förslag till bassängbredd med hänsyn till erforderlig plats för angöring av fartyg.

Hamnbassänger; vattendjup i hamnbassäng:

(länder: Indien, Japan, Frankrike)

Enligt de indiska normerna skall vattendjupet i hamnbassängen vara lika med det maximala förväntade djupgåendet plus $0,6$ à 1 m beroende av bottenens hårdhet. I Japan skall vattendjupet vara 10% större än djupgåendet för största förväntade fartyg och i Frankrike räknar man med ett frigående på $0,5$ m plus djupgåendet för största förväntade fartyget.

Maximala vågrörelser i hamnbassänger, tillåtna "störningsrörelser":

(länder: Japan, Indien, Frankrike, Storbritannien)

De japanska normerna ger värden för kritisk våghöjd vid lasthantering medan de indiska normerna ger de maximala, signifikanta våghöjder, som kan tillåtas i hamn vid lasthantering; dessa våghöjder underskrider höjden 1 m. Storbritannien anger tillåtna störningsrörelser som funktion av fartygstyp vid lasthantering. För containerfartyg anges den tillåtna vertikala och horisontala rörelsen lika med 1 m och för tankfartyg 2 m. Frankrike ger tillåtna våghöjder (medel, min, max) vid kaj, som funktion av fartygstypen, fartygsstorleken, antal observationer och läge med avseende på vågriktningen.

Slutligen tar rapporten även upp följande avsnitt vilka vart och ett enbart behandlats i ett lands litteratur:

- Belastning på grund av is och istryck: Istyper, ström-
inverkan på islasten och isinverkan på de marina konstruk-
tionerna behandlas. (Land: Storbritannien).
- Erosionsskydd: Avser kanalbeklädnader och strandskoningar.
Dessa indelas i permeabla respektive impermeabla bekläd-
nder. (Land: Västtyskland).
- Korrosion: Behandlar metoder för reducering av korrosion
samt korrosionsskydd hos den marina konstruktionen. I
korrosionsproblematik indelas den marina konstruktionen i
en torr zon, en skvalpzon, en våt zon och en nedgrävd zon.
(Land: Storbritannien).

OLIKA LÄNDERS LITTERATUR

Kompletterande inlägg

NORGE

Den norska Ingenjörssföreningen har år 1956 utgivit förslag till "Anvisningar för havnebyggning". Enligt Oslohavns nuvarande cheffingenjör J. Nilssen anses de här normerna vara föråldrade men har självfallet historiskt intresse. Det har gjorts flera ihärdiga försök att komma igång med revisionsarbetet men tiden har inte räckt till. Enligt rådgivande ingenjör C.A. Thoresen inom Strømme A/S finns det ett visst underlag för norska hamnbyggnads rekommendationer men de ekonomiska frågorna för arbetets genomförande har ännu inte lösts.

TYSKLAND

I Västtyskland har Die Hafentechnische Gesellschaft i Hamburg tillsatt ett utskott år 1949 för "Förenkling och standardisering för beräkning och konstruktion av hamnbyggnadsstrukturer". De första rekommendationerna publicerades år 1950. År 1955 publicerades den första upplagan till "Recommendations of the Committee for Waterfront Structures" på tyska och sen dess har 6 tyska upplagor publicerats, 3 upplagor på engelska och 1 upplaga på spanska. Det är den tredje upplagan på engelska som användes i detta examensarbete, EAU 75).

STORBRIANNIEN

The British Standards Institution har år 1979 publicerat "Code of Practice on maritime structures, Part I: General Criteria". Enligt ingenjör P. Dineen i British Ports Association kommer denna Code of Practice att gälla 3-4 år till innan den kan användas som British Standard. Enl. Dineen har utarbetningen av "Code of Practice on maritime structures: Part II Design" redan börjat och publiceringen blir om cirka 4 år. Sommaren 1980 hade riktlinjerna för den andra delen redan bestämts och de är följande (enl. P. Dineen, sommaren 1980):

DESIGN: (Divisional lines in mind)

- A. Quay walls
Jetties etc.
Ro/Ro
Walkways details etc.
- B. Locks and dry docks
Gates etc.
Slipways
- C. Dredging
- D. Ground mooring etc.
- E. Breakwaters etc.
- F. Fendering and moorings systems

FRANKRIKE

Någon klar, koncis och publicerad standard angående hamnbyggnads-rekommendationer finns ej. Däremot finns det individuella och utförliga utskrivna anvisningar för hur beräkning och utförande av olika hamnbyggnader skall vara, de så kallade "notice S.C.T." (Notice, Service Central Technique de la direction des ports maritimes et des voies navigables").

JAPAN

"The Overseas Coastal Area Development Institute of Japan" (OCDI) har år 1980 publicerat "Technical Standards for port and Harbour facilities in Japan" och enl. brev från OCDI och the International Association of Ports and Harbours finns det faktiskt utförligare japanska normer men på japanska.

INDIEN

"The Indian Standards Institute" har år 1974 publicerat "Code of Practice for planning and design for Ports and Harbours" med standardiseringsbeteckningen IS 4651. Idag är bara följande 4 delar tillgängliga:

Part I - Site Investigation

Part II- Earth Pressure

Part III- Loading

Part IV- Sheet Pile

Retaining Walls

Revision av dessa normer och utarbetning av en "Code of Practice for design and construction of Port and Harbour structures" är redan på gång (ungefär sedan 1976).

USA

"The American Association of Port Authorities" har publicerat år 1973 andra upplagan till "Port planning design and construction" som är anvisningar för hamnars utformning och byggande. År 1977 har "the Department of the Army Corps of Engineers" publicerat "The Shore Protection Manual" som är en välskriven handbok och som används över hela världen; i vissa avsnitt i några länders hamnbyggnadsrekommendationer hänvisas till denna handbok.

1. BELASTNINGSANTAGANDEN

Förutom sin egen vikt skall en kaj uppbära laster från på kajen monterade eller löpande lyft- och transportanordningar samt från gods och fordon på kajen. Vidare skall en kaj dimensioneras för stöt- och förtöjningskrafter orsakade av fartyg, för jordtryck, för naturliga krafter som vind, vågor och ström och eventuella vertikala såsom horisontala krafter på grund av is.

Här följer en framställning och jämförelse av belastningsantagandena för ovannämnda laster - utom för jordtryck och för de naturliga krafterna - i länderna Storbritannien, Västtyskland och Japan. Belastning på grund av is behandlas endst i det brittiska konceptet, därför återfinner vi det belastningsfallet i del 5.1 av den här rapporten.

1.1 Belastning från lyft- och transportanordning; Lasthanteringsutrustning

Beträffande lyft- och transportanordningar kan man finna detaljerade dimensioner och intensiteter bland de brittiska och japanska normerna. Däremot behandlar de tyska rekommendationerna mycket utförligare lyfthanteringsutrustning såsom monterade lyftkranar på kajplanet.

1.1.1 Lyft- och transportanordningar

Inom ett hamnområde kan gummidäcksfordon ge upphov till väsentligt större laster eller lokala lastintensiteter än inom område för motorvägstrafik. Eftersom värdena för belastningsantagandena inte är direkt jämförbara länderna emellan så skall här behandlas varje land för sig.

Storbritannien

I de brittiska normerna antas följande värden gälla för jämnt fördelade laster i några vanliga hamntransportsystem:

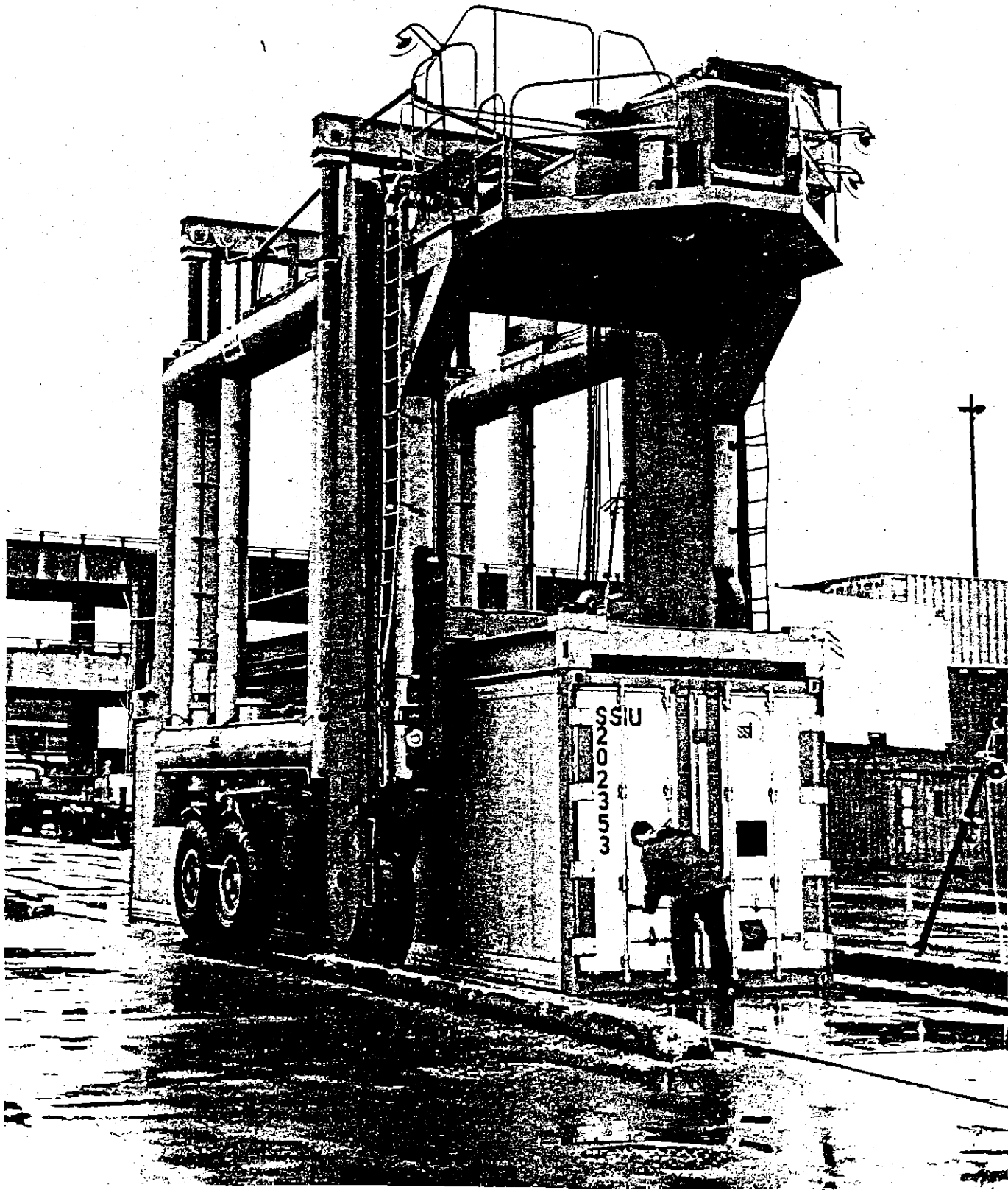
Tabell 1: Jämnt fördelade laster för hamntransportsystem i Storbritannien. (1).

Equivalent uniformly distributed loading for port vehicles

Vehicle	Payload Capacity (tonnes)	Max. Laden Weight (tonnes)	Equivalent U.D.L. kN/m ²
Fork Lift Trucks (gaffeltruckar)	3	8	12
	5	12	15
	10	25	20
	20	50	25
	25	65	30
Side Loaders (Sidlastare)	20	45	12
	40	90	15
Straddle Carriers (container)(Grensletruckar)	30	50	12
	40	70	15
Straddle Carriers (other) (grensletruckar)	10	20	10
	20	36	15
	50	92	25
Tractor/Roll Trailer systems (traktor/släp)	20		10
	40		15
	80		20

För detaljerade dimensioner och intensiteter på grund av belastning i hamntransportsystem har följande indelning gjorts enligt det brittiska konceptet.

HB loading: representerar tung och exceptionell motorvågstrafiklast. Grensletruckar, sidlastare och mobilkranar i rörelse kan ingå. En enhets-



Figur 1 Grensletruck

last representerar en axellast på 10 kN fördelad på 4 hjul, dvs 2,5 kN per hjul. I sin tur skall hjullasten antas jämnt fördelad på en kvadratisk eller cirkulär kontaktyta med effektiva trycket 1100 kN/m². Kontaktytan blir alltså 23 cm² dvs en kvadratisk yta med sidlängden ca 5 cm eller en cirkulär yta med diametern ca 6 cm.

FLT Loading: representerar lasterna från gaffeltruckar. Nominella laster, dimensioner och intensiteter anges i nedanstående tabell.

Tabell 2: Dimensioner, laster och effektiva tryck för gaffeltruck (ur Code of Practice). (1).

Machine Capacity W_c (tonnes)	Machine Weight (tonnes)	No. of Wheels / front axle	Wheel Spacing (m)	Wheel Base (m)	Max front axle load (kN)	Rear axle load (kN)	Effective Pressure (kN/m ²)
3	$1.5W_c$	2	0.8-0.9	1.0-1.5	$22W_c$	$3.0W_c$	1800
3- 5	$1.5W_c$	2	1.0	1.5-2.0	$22W_c$	$3.0W_c$	1800
5-10	$1.5W_c$	4	1.0	2.7	$22W_c$	$3.0W_c$	900
10-15	$1.5W_c$	4	1.2	2.7-4.0	$22W_c$	$3.0W_c$	800
15-20	$1.5W_c$	4	1.2-1.7	2.7-4.0	$22W_c$	$3.0W_c$	700
20-25	$1.5W_c$	4	1.7-1.9	3.1-5.3	$22W_c$	$3.0W_c$	700

Hjullasterna antas jämnt fördelade på en kvadratisk eller cirkulär kontaktyta med det antagna effektiva kontaktrycket enligt ovanstående tabell. Endast när maskinkapaciteten är < 5 ton antas det effektiva trycket fördela sig på en rektangulär yta med en längd av 15 cm för den sidan av rektangeln som är parallell med maskinens

längdriktning. Om vi t.ex. har en maskin med $W_c = 4$ ton, då får vi en maximal framaxellast på 88 kN som fördelar sig på 2 hjul, alltså 44 kN/hjul. Det effektiva kontakttrycket är 1800 kN/m^2 och enligt ovan har kontaktytan i rektangelform en sida med längden 15 cm. Detta ger alltså en kontaktyta på 15×16 eller 240 cm^2 . På samma sätt, men med $W_c = 10 \text{ t}$, alltså $W_c > 5 \text{ t}$, fås en kontaktyta på ca 611 cm^2 eller $24,7 \times 24,7$ i cm.

RT Loading: representerar rullsläpvagnar med deras respektive traktorer. Lasterna redovisas i tabellen nedan.

Tabell 3: Dimensioner, laster och effektiva tryck vid RT-loading (ur Code of Practice).

Trailer				Tractor	
Capacity (tonnes)	Number of axle lines	Max load per axle line (kN)	Effective Wheel Pressure (kN/m^2)	Rear axle line load (kN)	Front axle line load (kN)
20	1	150	2500	140	40
40	2	150	2500	280	40
80	2	290	2500	280	40

Traktorhullasten antas jämnt fördelad på en kvadratisk eller cirkulär kontaktyta med ett effektivt tryck på 700 kN/m^2 . För rullsläpvagnar antas hjullasten vara jämnt fördelad på en rektangulär yta med sidlängden 30 cm för sidan parallell med vagnens längdriktning (kap. < 20 ton) eller med samma sida 40 cm lång (kap. 40 och 80 ton). Om vi då har en RT loading med kapaciteten 20 ton, får vi en kontaktyta på 375 cm^2 eller $30 \times 12,5$ cm.

Rubber tyred

gantry cranes: representerar kranar på gummidäck för lasthantering. Hjullasten kan i detta fall uppgå till 450 kN med ett antaget effektivt tryck på 830 kN/m^2 . Det skulle i så fall ge en kontaktyta på 5421 cm^2 eller ca $74 \times 74 \text{ cm}$.

Japan

I de japanska normerna antas följande värden gälla för hjul- eller stödlaster i några vanliga hamntransportsystem. (9).

Tabell 4: Standardlastförhållanden på kajplan i Japan
(1 tf \approx 10 kN)

Type of Load	Maximum Load per Outrigger or Wheel (tf)	Contact Area per Outrigger or Wheel (cm^2)	Contact Pressure (kgf/cm^2)	
Truck crane	Type 20	20	1,250	16.0
	25	25	1,500	16.7
	30	30	1,750	17.2
	40	40	2,500	16.0
	50	50	3,400	14.7
Truck	T-14	5.6	1,000	5.6
	T-20	8	1,000	8.0
Tractor trailer	for 20ft	5	1,000	5.0
	for 40ft	5	1,000	5.0
	40ft exclusively for yard	7	1,000	7.0
Fork lift truck	2 t	2.5	300	8.3
	3.5 t	4.5	500	9.0
	6 t	7.0	800	8.8
	10 t	11.0	1,400	7.9
	15 t	17.5	2,300	7.6
	25 t	27	3,800	7.1
Transtainer	20	2,700	7.4	
Straddle carrier	11	1,200	9.2	

Dimensioneringsbelastningarna indelas i 4 huvudgrupper CP_1 , CP_2 , CP_3 resp. CP_4 enligt tabell nedan. Orsak till denna indelning är standardisering av kajplanets betongbeläggnings-tjocklek med avseende på den dimensionerande huvudgruppen.

Tabell 5: Indelning av dimensioneringsbelastningarna (Japan)

Classification of design loads	Kind of load	Load (tf)	Radius of contact area (cm)
CP ₁	Fork lift truck 2t	2.5	9.8
	Tractor trailer for 20ft, 40ft	5.0	17.8
	Fork lift truck 3.5t	4.5	12.6
	Truck T-14	5.6	17.8
CP ₂	Tractor trailer 40ft exclusively for yard	7.0	17.8
	Fork lift truck 6t	7.0	16.0
	Truck T-20	8.0	17.8
CP ₃	Fork lift truck 10t	11.0	21.1
	Straddle carrier	11.0	19.5
	Fork lift truck 15t	17.5	27.1
CP ₄	Transtainer	20.0	29.3
	Truck crane Type 20	20.0	20.0
	Fork lift truck 25t	27.0	34.8
	Truck crane Type 25	25.0	21.6

Om vi t.ex. har en gaffeltruck med nyttokapaciteten 3.5 t. erhåller vi enligt tabellerna ovan en belastning på 45 kN/hjul. Kontaktytan för hjulbelastning är 500 cm² med radien 12,6 cm. Kontakttrycket blir då ca 900 kN/m². Det motsvarar samma kvantitet för samma typ av maskin i Storbritannien om vi antar att belastningen fördelar sig på 4 hjul. På samma sätt erhålls enligt tabellerna ovan för en gaffeltruck med nyttokapaciteten 10 t en belastning på 110 kN/hjul, en kontaktyta på 1400 cm² med radien 21,1 cm och ett kontakttryck på 790 kN/m². För de japanska antagandena har inte traktorlast och (släp)dragvagns-last urskiljts. Båda lasttyperna utgör en enda lasttyp, s.k. Tractor trailer. För en "tractor trailer" med kapaciteten 20 t, erhålls en hjullast på 50 kN som skall upptas av en kontaktyta på 1000 cm² med kontakttrycket 500 kN/m². Stora kranar för t.ex. hantering av containers har klassats i lasttypen för

Truckcrane (mobilkran), se tabell 4. Om vi jämförelsevis har en Truckcrane med kapaciteten 50 t (som är förmodligen för oss en rubber tyred gantry crane, se sid. 17) erhåller vi en hjullast på 500 kN som skall fördelas på en area av 3400 cm² med radien 32,9 cm och ett kontakttryck på 1470 kN/m². Om man jämför med Storbritanniens normer ser vi att i Japan utnyttjas en mindre kontaktyta för ett betydligt större tryck av samma typ. Till skillnad från Storbritannien som utnyttjar mest kvadratiska och rektangulära kontaktytor, så använder sig Japan av cirkulära sådana. För lokala koncentrerade laster från sidlastare och caterpillar kranar enligt brittiska Code of Practice hänvisas till bilaga 1.

1.1.2 Lasthanteringsutrustning (kranar)

Här skall enbart jämföras de brittiska och de tyska normerna för på kajen monterade eller löpande lyftkranar. I japanska Technical Standards redovisas icke några generella belastningsantaganden för denna typ av lyftanordningar. Det gäller för de båda jämförelseländerna att för lyfthanteringsutrustning monterad på kaj belastningen bör inräknas genom beaktande av totala dödvikten, rörelsevikten och vindlasteffekten då alla dessa kan uppträda samtidigt.

Västtysklands rekommendationer behandlar:

- Portalkranar (Full Portal Cranes): går på två skenor på kajplanet.
- Halvportalkranar (half Portal Cranes): går på ett främre spår vid kajkanten och på ett bakre förhöjt spår på balkar uppburna av fasta fristående kranbanor.

Vipparmskranar kan vara av typen portalkranar och av typen halvportalkranar. Containerkranar är av typen portalkranar.

Storbritanniens Code of Practice behandlar:

- Akbara vipparmskranar (mobile cranes)

- Sidlastare
- Bandkran
- Portalkranar (rubber tyred gantry cranes, container)

Sidlastare och bandkran nämns inte i de tyska rekommendationerna. Därför hänvisas här till bilaga 1 för de respektive belastningsvärdena.

a) Åkbara vipparmskranar

För portalkranar och halvportalkranar har en belastningssammansättning utförts i det tyska EAU 75. Den gäller för kran under användning och ger reaktionen i varje kranstöd efter lastmomentkapaciteten och bommens läge. Värdet på den erhållna stödreaktionen kan eventuellt ökas med 10-20% på grund av vind- och tröghetsinverkan. Kapaciteten för dessa kranar varierar alltså mellan 3-5t och en svängningsradie mellan 20-25 m; varje stödben har oftast 1-2 hjul.

Vidare används enligt de tyska rekommendationerna tunga portalvipparmskranar (eng. heavy full portal luffing cranes) och följande typer anges som exempel:

- Krankapacitet på 25 t med svängningsradie 20 m (500 tm lastmomentkapacitet)
- Krankapacitet på 15 t med svängningsradie 36 m (540 tm lastmomentkapacitet)

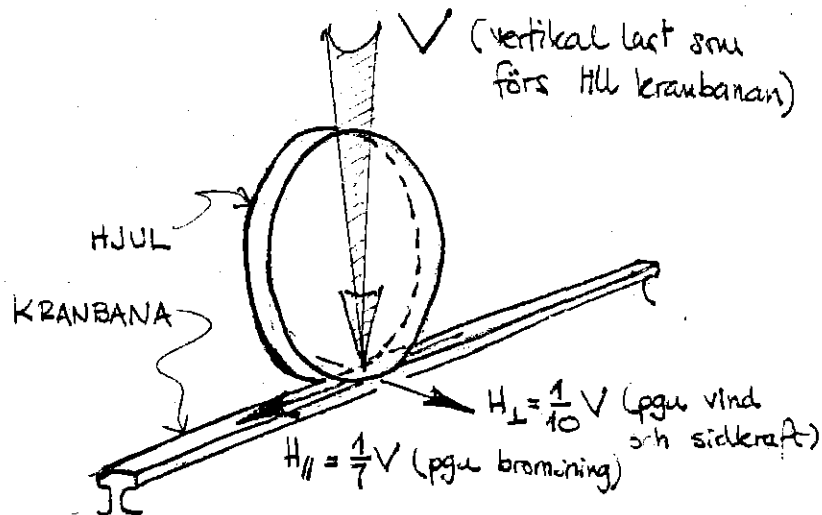
Dessa kranar har oftast 2 eller 3 hjul per stöd.

Tabell 6: Belastningssammanställning av kranstödreaktioner, ur EAU 75. (4).

Crane corner pressures in kN (without forces due to wind and inertia)																	
Load = working radius	Boom position	3t = 20m				3t = 25m				5t = 20m				5t = 25m			
Portal corner pressures		E_I	E_{II}	E_{III}	E_{IV}	E_I	E_{II}	E_{III}	E_{IV}	E_I	E_{II}	E_{III}	E_{IV}	E_I	E_{II}	E_{III}	E_{IV}
	A	410	410	130	130	470	470	140	140	540	540	140	140	610	610	150	150
	B	420	360	130	170	480	430	130	180	560	490	120	190	650	490	170	210
	C	270	220	280	310	300	250	310	360	320	260	360	420	330	270	410	510
	D	240	240	300	300	260	260	350	350	280	280	400	400	280	280	480	480
	A	207	207	68	68	245	245	84	84	280	280	92	92	326	326	110	110
	B	235	138	40	138	278	164	50	164	318	186	54	186	370	218	66	218
	C	Crane corner pressures in positions C and E corresponding to position A, in position D corresponding to position B															
	D	Crane corner pressures in positions C and E corresponding to position A, in position D corresponding to position B															
	A	138	138	144	144	158	158	179	179	188	188	164	164	206	206	242	242
	B	180	54	103	229	206	61	131	277	251	61	101	291	270	76	178	371
	C	168	21	115	262	193	22	145	315	235	11	220	341	251	25	196	422
	D	134	9	148	274	154	8	184	329	175	0	162	367	200	7	247	441
	E	50	50	233	233	56	56	281	281	55	55	297	297	71	71	377	377
	A	395	235	235	475	289	289	474	298	298	616	334	334				
	B	324	155	386	391	195	467	394	208	468	520	227	536				
	C	266	171	428	323	213	517	330	226	515	444	248	593				
	D	209	213	443	255	263	535	265	273	532	366	304	613				
	E	137	364	364	171	440	440	185	443	443	271	507	507				
	A	238	241	241	285	291	291	327	284	284	334	369	369				
	B	183	143	394	220	176	473	262	172	466	259	237	577				
	C	161	150	409	194	184	491	236	180	485	229	247	599				
	D	138	166	416	167	202	499	210	198	493	199	268	608				
	E	83	319	319	102	384	384	144	378	378	124	475	475				
	A	167	255	255	203	303	303	226	343	343	273	405	405				
	B	123	147	407	150	174	485	169	205	538	201	229	652				
	C	112	150	415	137	171	496	155	208	549	183	233	666				
	D	101	158	418	123	187	499	141	219	553	165	247	670				
	E	57	310	310	71	369	369	84	414	414	94	494	494				

Fig. 34 Crane and corner pressure table (for conversion 1 kN = 0.1 t)
 The full portal lifting cranes 25 (x 20) m with 6.00 m track gauge have in general, maximum corner pressure of 1350 kN (135 t), with increase of 10% due to wind and inertia loads

Vid dimensionering av kajen och/eller kranbanan skall också tas hänsyn till de horisontella krafterna per hjul som kan vara aktuella enligt följande figur.

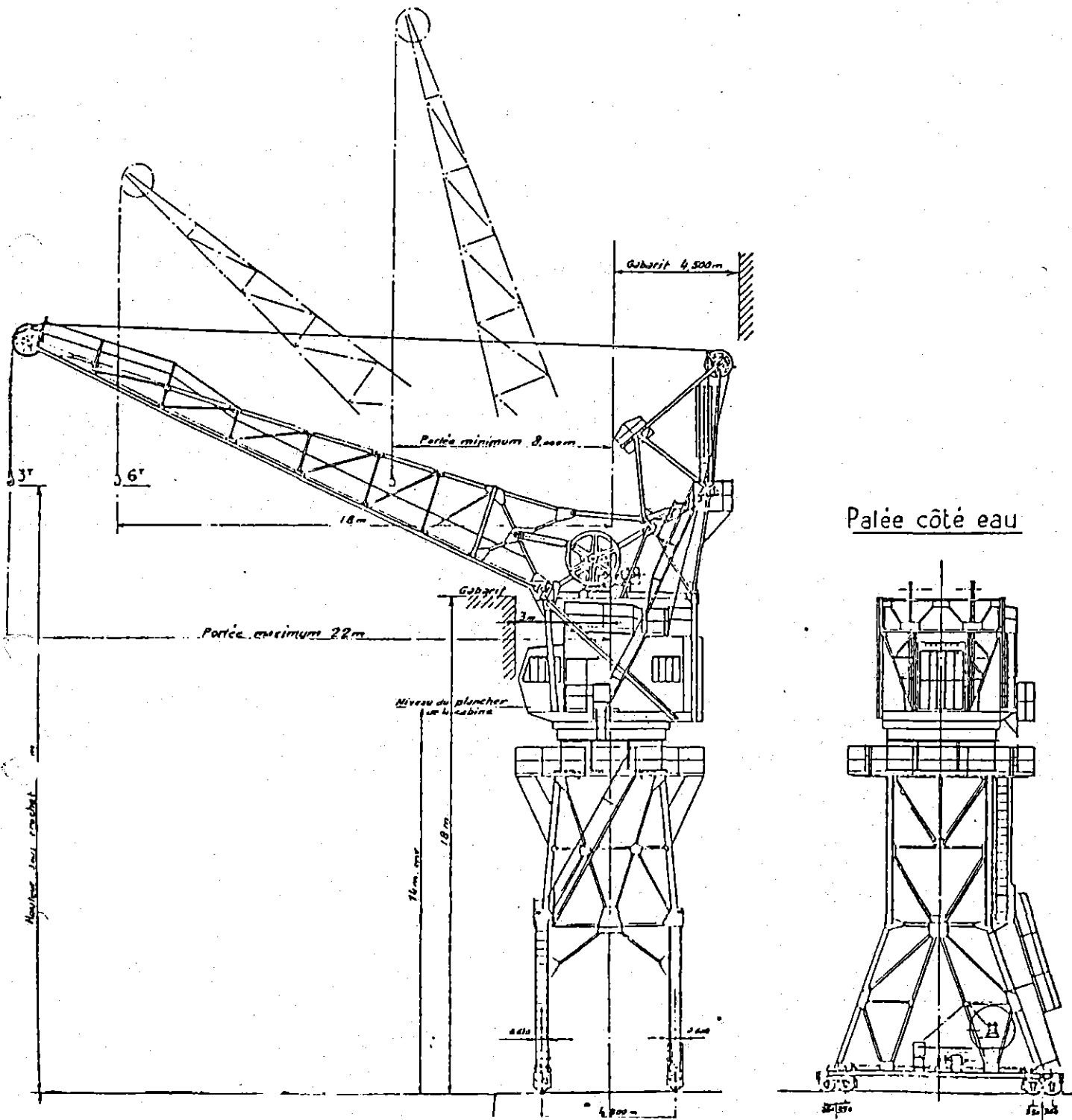


Figur 2 Horisontella krafter per hjul för kranar enligt EAU 75

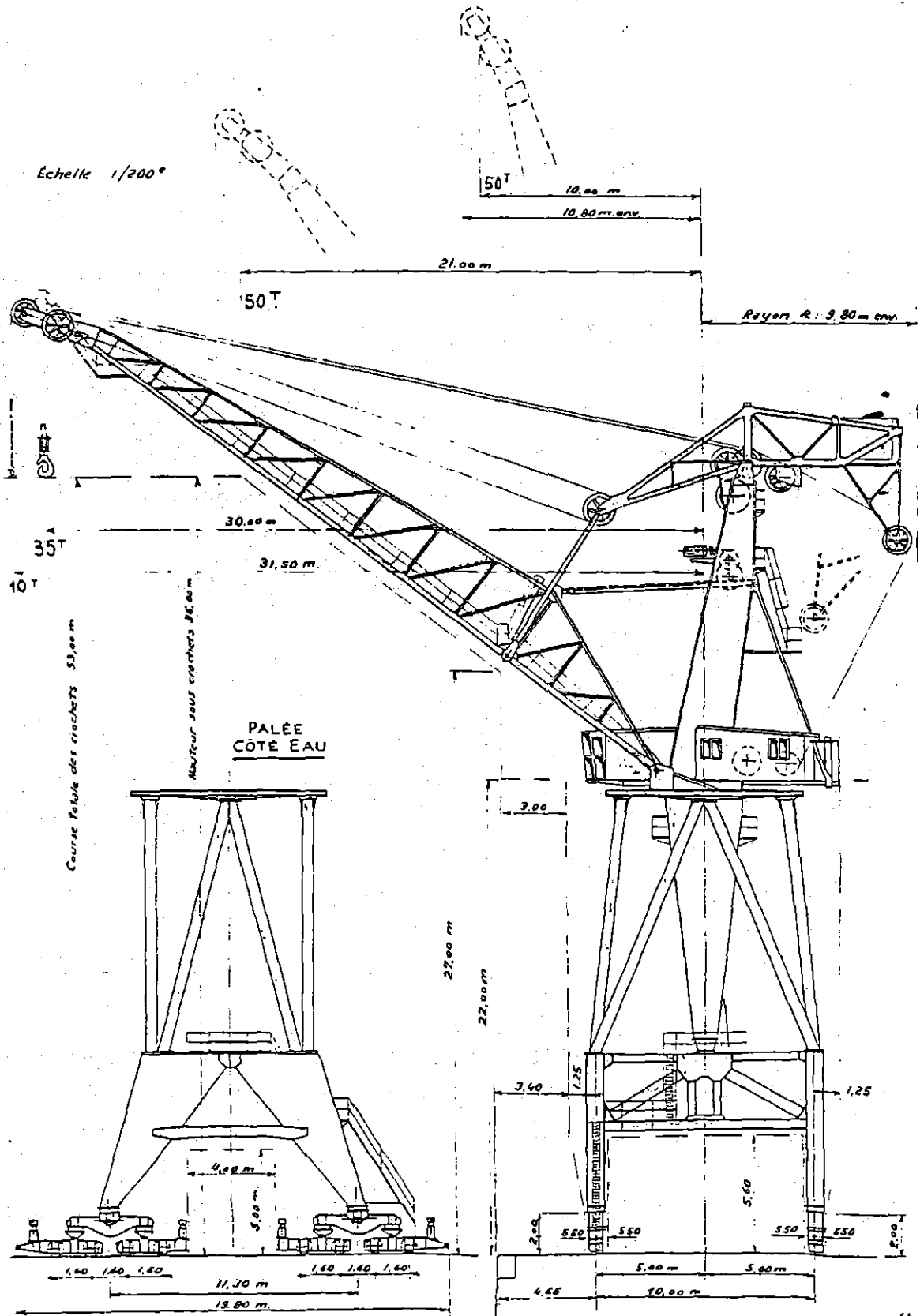
I brittiska Code of Practice har en belastningssammansättning för stödreaktioner hos åkbara vipparmskranar gjorts enligt följande tabell:

Tabell 7 Stödreaktioner för åkbara vipparmskranar enligt Code of Practice (1).

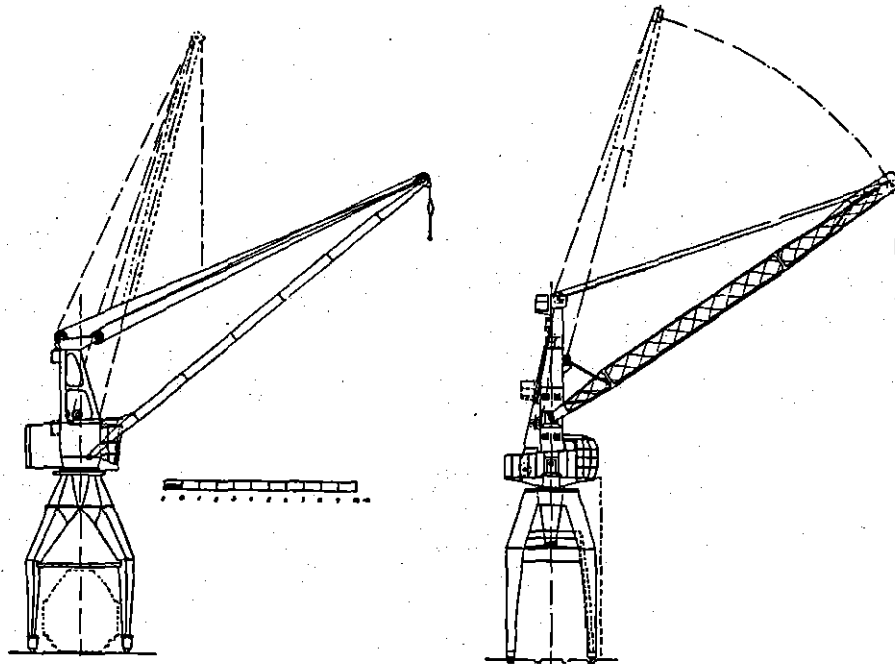
Load-Moment Capacity Range (tonne-metres)	Maximum Lift Capacity Range (tonnes)	Typical Weight of Crane (tonnes)	Outrigger Spacing (metres)	Maximum Outrigger Reaction (kN)
50-100	6-10	50	6.5	250
100-200	8-20	75	8.0	450
200-300	15	100	8.0	550
300-500	30-36	130	8.0	800
500-900	30-40	200	8.0	1100
900-1300	50-80	240	10.0	1500



Figur 3 Lätt vipparmskran 3 t ä 22 m och 6 t ä 18 m.



Figur 4 Tung vipparmskran 35 t à 30 m och 50 t à 21 m

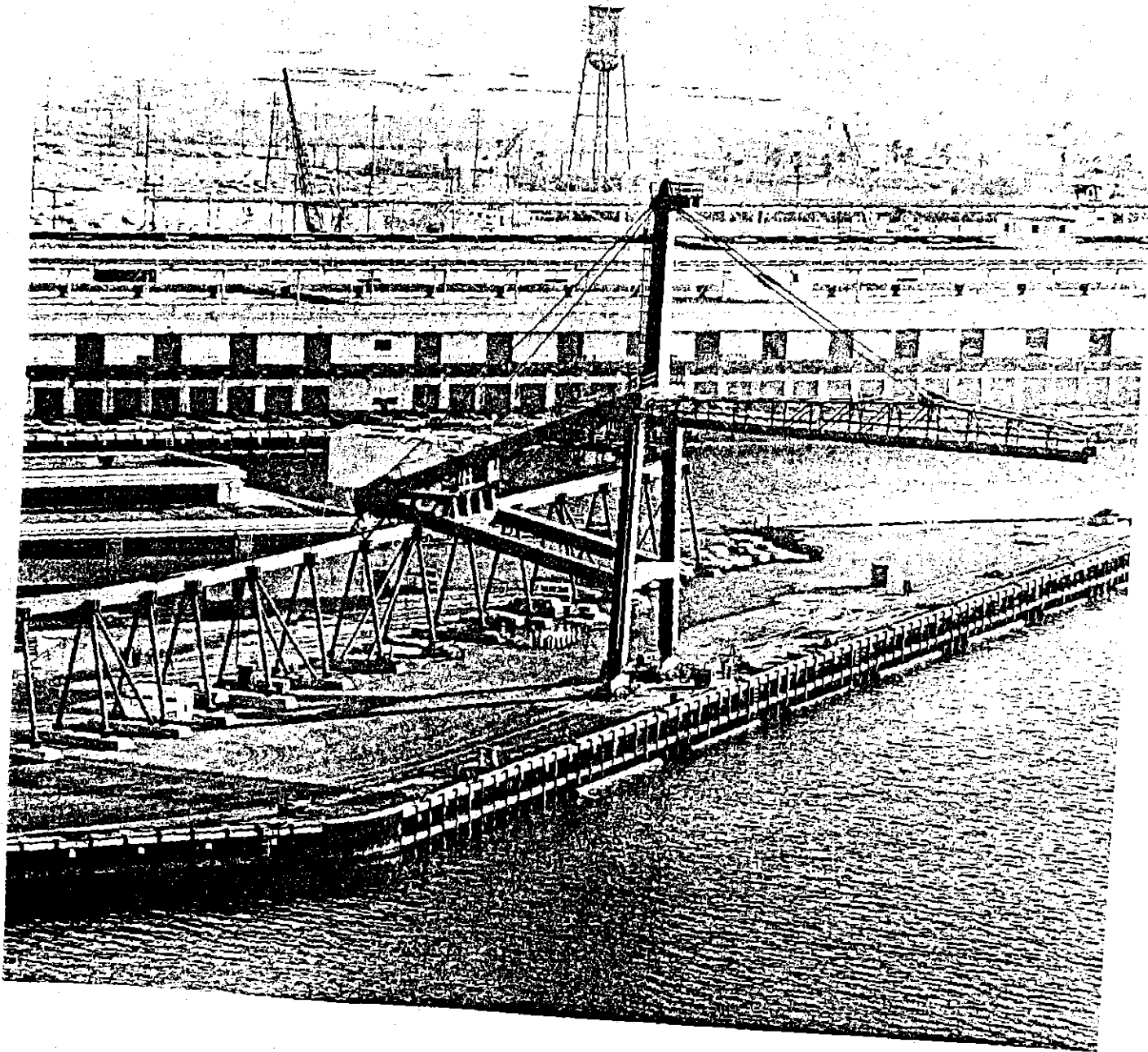


Figur 5 Tyska vipparmskranar

Som vi ser så har inte någon indelning gjorts mellan "tung" och "lätta" vipparmskranar. Det anges inte heller hur många hjul per kranstöd som finns men förmodligen är principen densamma som i de tyska rekommendationerna. Jämförelse mellan tabell 6 och 7 visar också ett mindre c/c-avstånd mellan kranstöden i Storbritannien än i Västtyskland. Jämförelse för stödreaktionerna gör sig komplicerad på grund av ovan angivet skäl, plus att efter värdena för lastmomentkapaciteten motsvaras tabellen nr 6 av endast 2 rader i tabell nr 7.

b Containerkranar

Det är kranar med mycket stor lyftkapacitet. I det brittiska Code of Practice ingår förmodligen denna krantyp under rubriken för "rubber tyred gantry cranes" med en hjullast $> 400 \text{ kN/hjul}$ med ett kontaktryck upp till 850 kN/m^2 . Tyvärr är detta det enda som nämns i det brittiska konceptet. Däremot har det tyska EAU 75 behandlat denna typ av kran rätt så väl; det anges att containerkranar är byggda som portalkranar. Kranvagnen har alltså 4 stöd och varje stöd har 6 till 8 hjul. Avståndet mellan rälsen är 15 eller 18 m så att 2 eller 3 järnvägsspår kan ut-



Figur 6 Halvportalkran

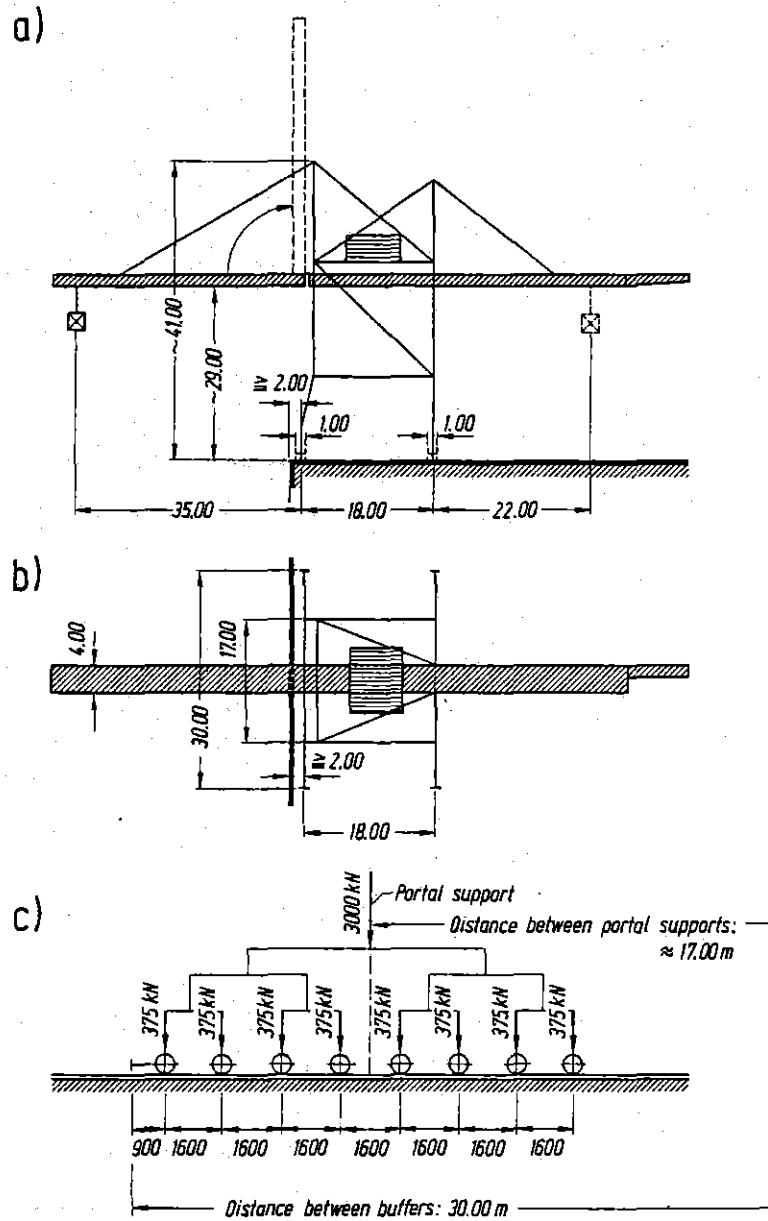
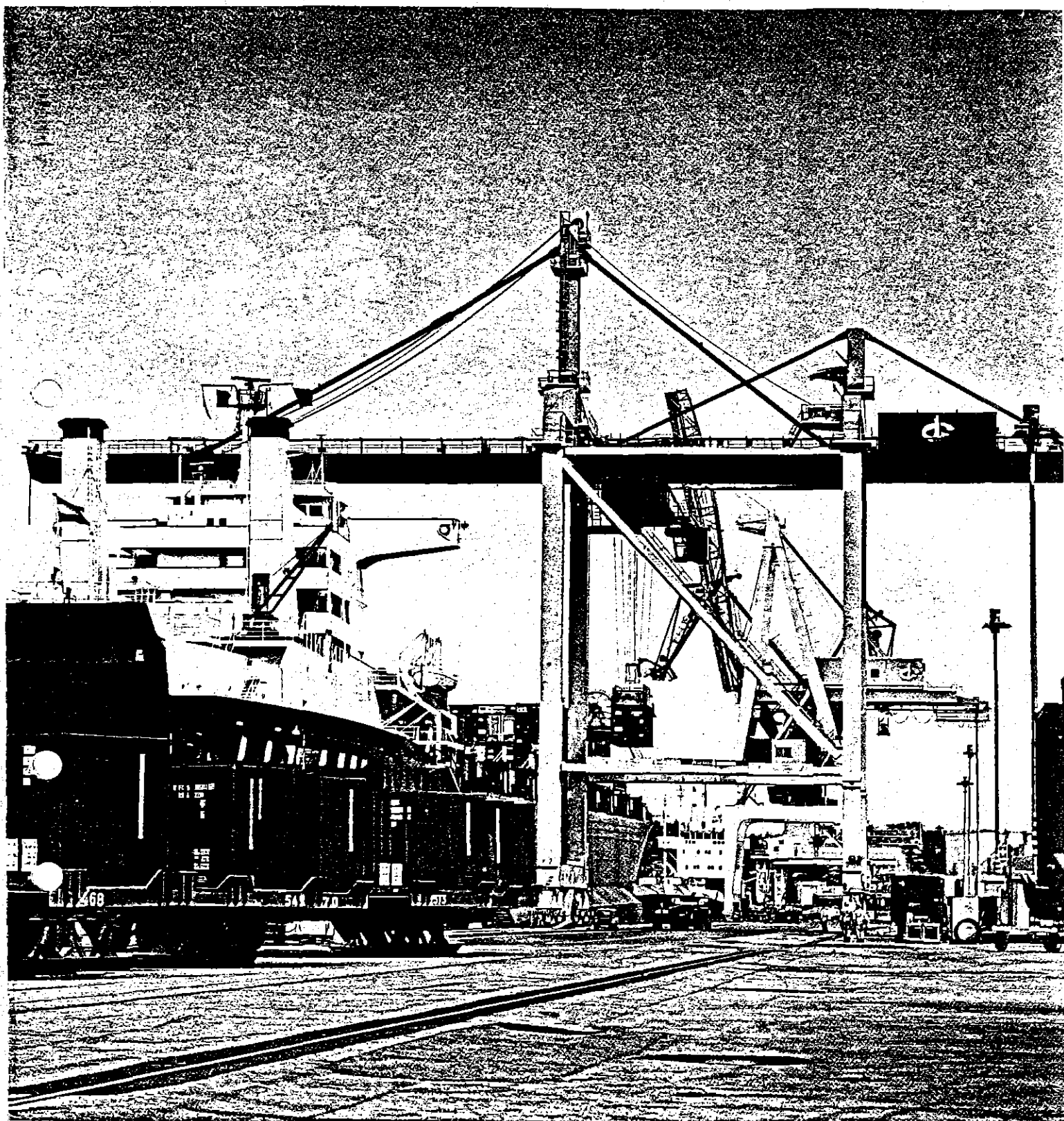


Fig. 35 Container crane with 53 t capacity
a) Cross-section; b) Plan; c) Diagram for wheel load of one support

Figur 7 Containerkran med 53 t lyftkapacitet,
ur EAU 75



Figur 8 Containerkran i Göteborgs hamn

sträcka sig under kranvagnen. Följande 2 krantyper anges efter deras lyftkapacitet:

- kran med 38 t lyftkapacitet med max. stödreaktion på 2400 kN. Stödreaktionen skall ökas eventuellt med 10% p.g.a. vindlast och masströghet. Denna krantyp har oftast 6 hjul per stöd, dvs en hjullast på 400 kN/hjul, alltså samma som det antagna i brittiska Code of Practice.
- kran med 53 t lyftkapacitet med max. stödreaktion på 3000 kN. En ökning med 10% p.g.a. vindlast och masströghet gör sig här också aktuell. Under användning gäller för hela kranbyggnaden en maximal vindlast på 200 kN som verkar både parallellt med och vinkelrätt mot kranvagnsspåret. Vindlasten för samma men stillastående kran är maximalt 620 eller 750 kN och som också verkar parallellt och vinkelrätt mot kranvagnsspåret. Denna krantyp har oftast 8 hjul per stöd, dvs en hjullast på 375 kN/hjul. Under dimensionering av kranbana skall en sidlast på $1/7$ av hjullasten antagas per hjul. Se figur 7.

1.2 Vertikala rörliga laster

Kaj eller brygga kan utsättas för allmän fordonstrafik där bland andra 2- och 3-axliga fordon också är aktuella. Kajer utnyttjas alltså också för fordon av det allmänna vägnätet.

Anvisningar för vertikal rörlig belastning finner vi i

- Code of Practice; LOADS 2.5.3.4 sid. 142
- EAU 75, 5.5 sid. 68
- Tech. Standards ... Japan 13.4 sid. 72

I de japanska normerna räknas som rörelselast följande: järnvägstrafiklast, hjullast, traktor- och släpvagnslast, lasthantlingsutrustning, mobilkranar, persontrafiklast.

I de tyska normerna indelas de vertikala rörliga belastningarna i 3 huvudtyper beroende var på laster verkar:

- Grundtyp 1; alla rörliga laster verkar direkt på överbyggnadens eller strukturens elementer (som t.ex. i en konventionell pålkaj)
- Grundtyp 2; de rörliga lasterna verkar på en mellanliggande bädd vars djup kan variera beroende på kajens utformning. Denna bädds uppgift är att fördela lasterna till överbyggnadens olika strukturdelar.
- Grundtyp 3; de rörliga lasterna verkar på en fyllning direkt bakom överbyggnaden så att den sistnämnda belastas indirekt genom ett ökat aktivt jordtryck.

I det brittiska Code of Practice finner vi i stycket 2.5.34 ur LOADS de tillåtna trafiklaster i deras vägnät med indelningen:

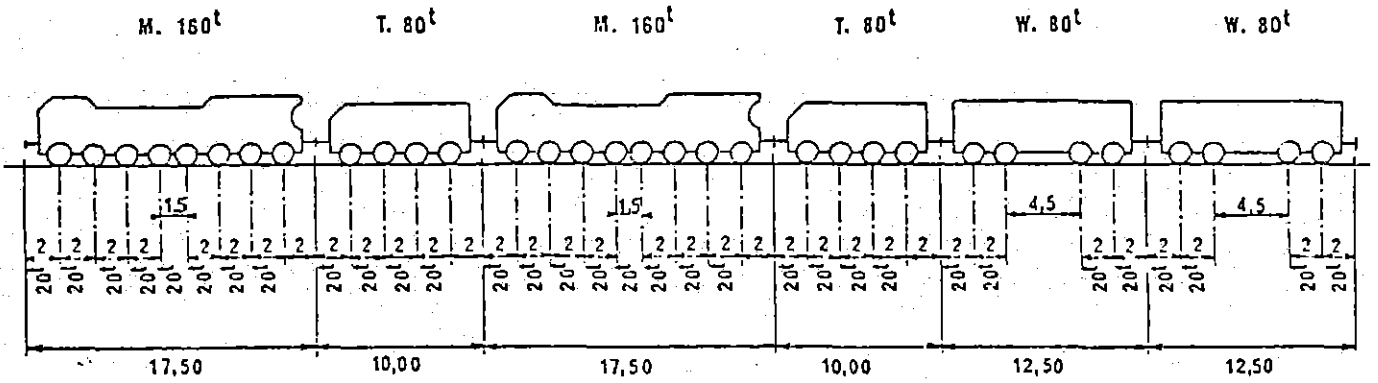
- Normal traffic (HA Loading); NORMAL TRAFIK
- Extraordinary traffic (HB Loading); EXCEPTIONELL TRAFIK

För tyngre belastning hänvisas till 2.5.3.5 och 2.5.3.6 i LOADS som redan behandlats i kapitlet (A)1.1 lyft- och transportanordningar.

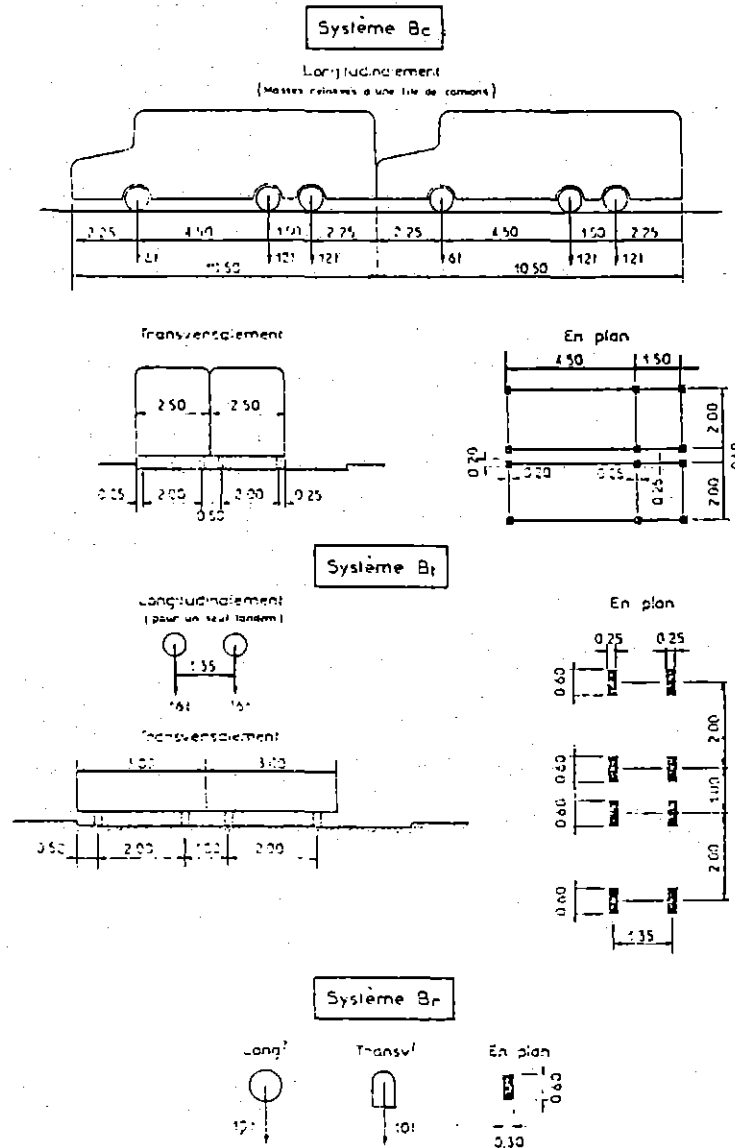
Det gäller alltså för de vertikala rörliga lasterna i de 3 länderna att:

- i Japan görs en indelning efter fordonstyp
- i Västtyskland görs en indelning efter på var lasterna verkar
- i Storbritannien görs en indelning efter trafikintensitet

För belastning pga järnvägstrafik hänvisas i Japan till "The rules of construction of the japanese national railways"; i England till British Standard BS 5400 och i Västtyskland till specifikationerna från Förbundsrepublikens Tyskland ang. typ av service i området i fråga.



Figur 9 Exempel på betraktande av järnvägstrafiklast



Figur 10 Exempel på fordonstrafiklast

Följande antagande anges i normerna för några jämnt fördelade laster:

Tabell 8 Järnvägstrafiklast, fordonstrafiklast och persontrafiklast enl. SB, VT och Japan.

<u>Järnvägstrafiklast (jämnt fördelad) (kN/m²)</u>		
<u>Storbritannien</u>	<u>Västtyskland</u>	<u>Japan</u>
50 (Rail Uniform Loading)	30 (frakttåg S (1950))	anges ej (hänvisar till japanska normer)

Följande antagande anges i normerna för jämnfördelad last p.g.a. fordonstrafik:

<u>Fordonstrafiklast (jämnfördelad) (kN/m²)</u>		
<u>Storbritannien</u>	<u>Västtyskland</u>	<u>Japan</u>
10 (-20)	20	anges ej

Vidare anges följande antagande att räcka mer än väl för jämnfördelad persontrafiklast:

<u>Persontrafiklast (jämnt fördelad) (kN/m²)</u>		
<u>Storbritannien</u>	<u>Västtyskland</u>	<u>Japan</u>
anges ej	5	5

1.3 Gods

Behandling av godslagring finns i den brittiska Code of Practice 2.5.2 sid. 137-141. Där ges samband mellan belastning, rasvinkel och upplagshöjd för olika godsslag och uppläggningsätt i form av tabeller. Antaganden för godslaster finns ej i de tyska och japanska normerna.

1.3.1 Lagerbyggnader

För lagerinstallationer eller byggnader såsom silos, behållare, cisterner och lagerutrymmen skall i belastningen på infrastrukturen tas hänsyn till tyngden av lagerbyggnaden, tyngden av det lagrade materialet och vindeffekterna. Dynamiska effekter, fyllning eller uttömning skall också beaktas.

1.3.2 Öppna upplag

För öppna upplag (stack) av bulkmaterial är materialens tyngd beroende av max. upplagshöjder, rasvinkeln och mtrl.-densiteten av de material som skall lagras. För icke fridränerande material där skydd saknas eller där sprinklers används skall materialens tyngd i genomdränkt tillstånd användas. Upplagshöjder från 3 m till 15 m är vanliga. Användande av stödmurar kan ge ökad upplagshöjd. Värden för torr-bulkdensiteter och respektive rasvinkel anges i bilaga 2.

1.3.3 Upplagshöjder

I andra fall än de 2 behandlade enl. ovan är belastningen beroende av upplagshöjden och den effektiva densiteten av varorna. Effektiva densiteten för några vanliga varor, se bilaga 2. Om tydlig information angående varorna saknas skall följande upplagshöjder användas:

Tabell 9: Antagna upplagshöjder för vissa lasttyper enligt Code of Practice

Lasttyp	Upplagshöjd (m)
Allmänt staplad last	5
Trä och träprodukter	6-7
Metallprodukter	3
Containers (ber. på hanteringssystem)	5-12
Fiskkajer	2,5
Grönsaker och frukt	4

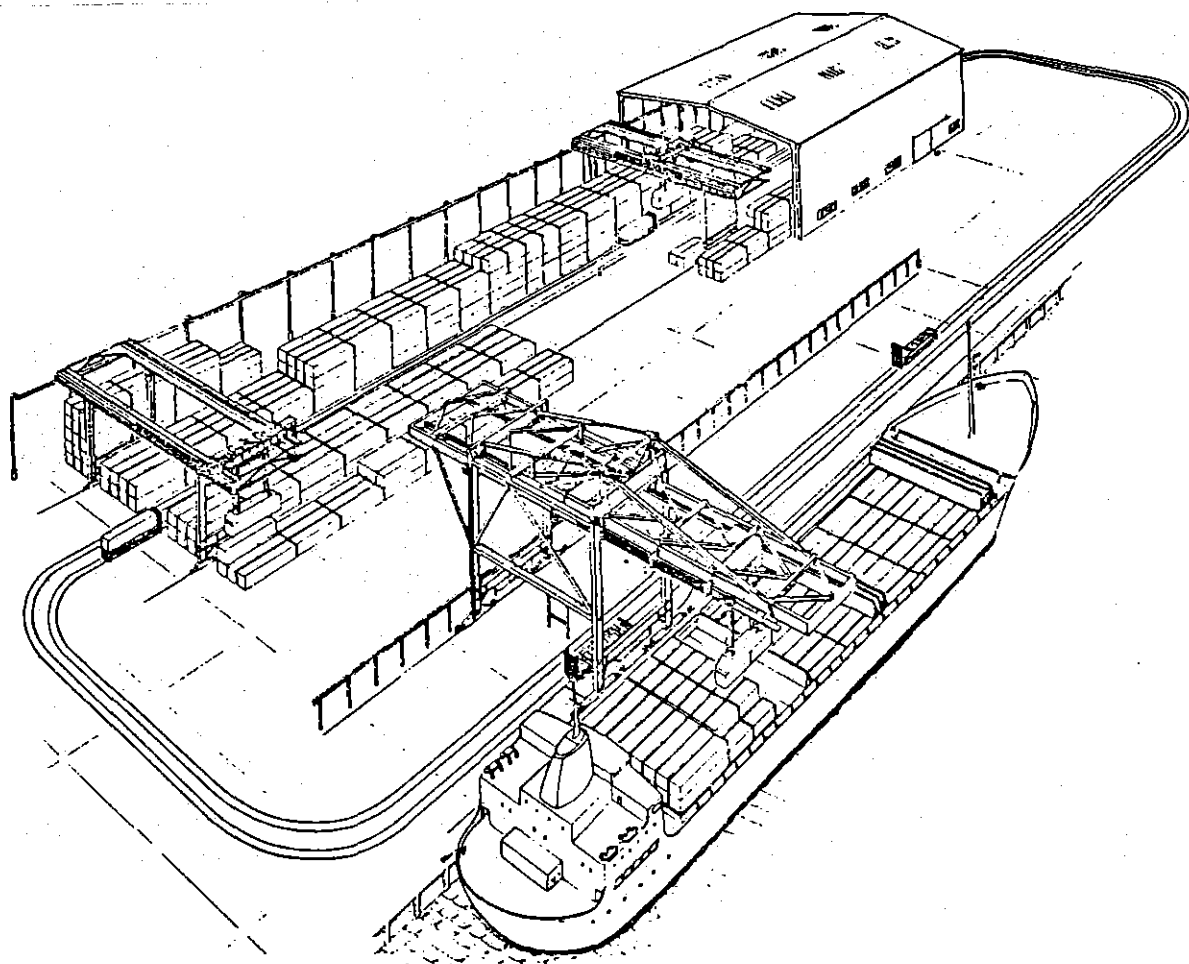
1.3.4 Övrigt

- För kajdäck ej bredare än 30 meter kan den maximalt antagna upplagshöjden minskas till

Allmän last	3 (m)
Containers	7,5 (m)
- Beaktande av "setting down"-stötar på kajen eller andra områden där kranar användes görs med tillskott av den maximala tyngden för den hanterade varan (ej över 100 kN) som statisk last.
- Lagrade laster kan betraktas som fördelade laster. Beaktande av lokala tryck från kranhörn och av hjul på parkerade vagnar är också aktuellt.
- När kalla eller varma varor lagras skall temperatureffekten på konstruktionen eller marken beaktas.



Figur 11 Exempel på öppet upplag för flis (Göteborg)



Figur 12 Exempel på kajsystem inkl. lagerbyggnad och öppet upplag

1.4 Angöringslast - energiabsorptionskapacitet

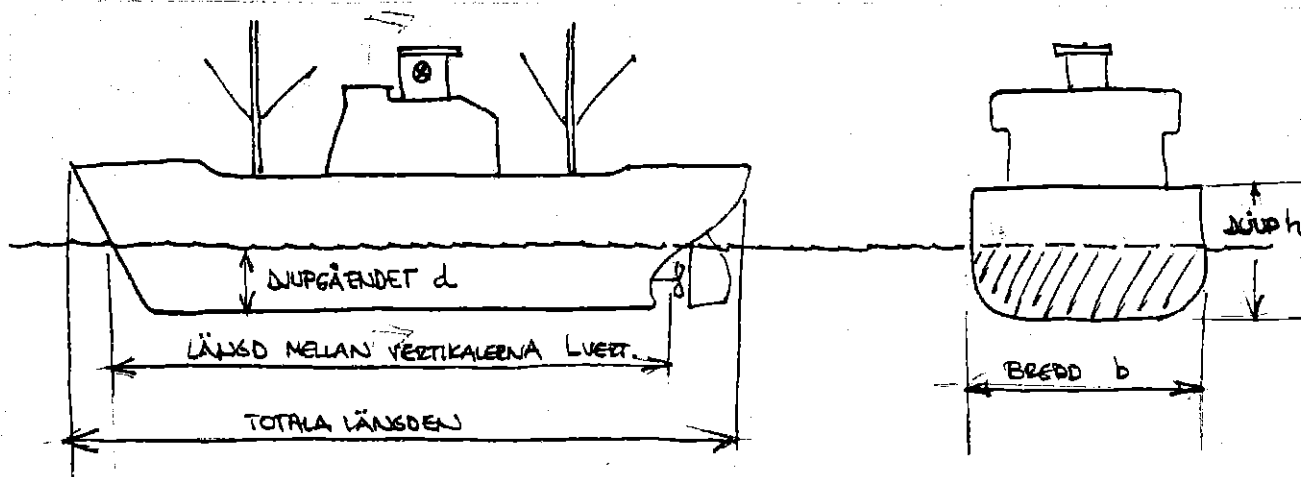
Under angöringsskedet för ett fartyg kommer belastningar att alstras mellan fartyget och angöringsbyggnaden (strukturen) från då kontakt först uppträder tills fartyget anbringas i viloläge. Lasternas storlek beror inte bara på fartygets storlek och hastighet utan också på elasticitetsgraden vid stötar med avseende på strukturformen eller på fendersystemet (eller båda) i kajens struktur.

Alla 3 länderna, Storbritannien, Västtyskland och Japan, behandlar upptagandet av energin vid angöring men det är bara Västtyskland som dessutom anger dimensionerande krafter på kajstrukturen. Vi hittar deras princip för dimensionering i följande:

- I Storbritannien: Code of Practice, LOADS 2.4.1.4
- I Västtyskland: EAU 75 5.2 och 13.3
- I Japan: Techn. Standards ... Japan 2.2.2 (2)

Nedan redovisas de 3 olika ländernas beräkningsmetoder av energiabsorptionen vid angöring. Först kommer ett inledande stycke som bekantar oss med vissa återkommande termer i redovisningen för beräkningsmetoderna.

1.4.1 Inledning



Figur 13 Ett fartygs karakteristiska mått

$$\text{Displacement } D = L_{\text{vert}} \times b \times d \times k_{\text{block}} \times \rho_{\text{vatten}} \text{ (t)}$$

där k_{block} = block koefficient (%) 0,6 till 0,8 för oceanfartyg

ρ_{vatten} = vattnets densitet (ex. t/m³)

Displacement: är den undanträngda vattenmassan och avser fartygets totala vikt inkluderande last. Enhet: ton eller engelska ton (1016 kg).

Bruttotonnaget: är fartygets totala invändiga kubikinnehåll (Gross registered tonnage) mätt som volymen under mätningsdäcket ökad med volymen för vissa överbyggnader. För ett fartyg med 1 eller 2 däck är mätningsdäcket det översta genomgående däck och för fartyg med 3 eller flera däck det andra nedifrån.
Enhet: brt = bruttoregister ton (engelska; gross-register ton).

Dödvikten: fartygets lastkapacitet, dvs vikten för proviant, (Dead weight tonnage) förråd, färskvatten, besättning, vattenreserv till ångpannan, bränsle, frakt och passagerare.
Enhet: ton eller engelska ton (1016 kg).

Displacement, Gross registered tonnage och Deadweight tonnage är fundamentala begrepp inom sjöfart. Bruttotonnaget utgör grundval för vissa lagbestämmelser rörande fartygsbemanning och utrustning. Utvecklingen inom sjöfarten leder ofta till en ökning av displacementet, bruttotonnaget och dödvikten, vilket byggnadsmässigt innebär starkt ökade krav på utvidgning och fördjupning av hamnar och farleder.

Gällande fartygsstorlekar (angivna i depl eller grt) som idag kan användas i de olika länderna finner vi i bilaga 3.

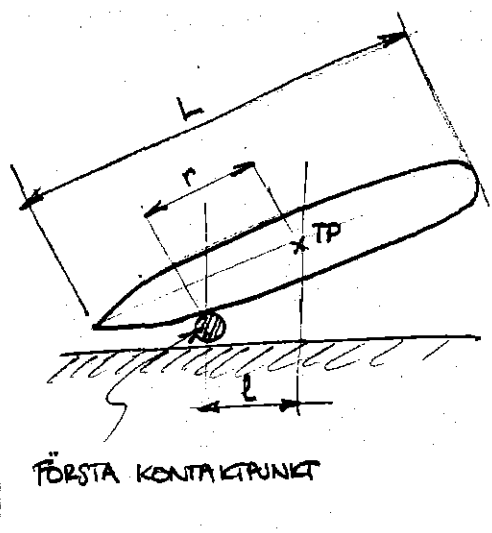
(Definitioner ovan enligt BYGG 9 och EAU 75).

1.4.2 Energiabsorptionskapacitet - Angöringskraft

1.4.21 Japan (Inga antaganden för dimensionerande angöringskraft anges)

Om kajen har fendorar med långt c/c-avstånd gäller att

$$E = \frac{W \cdot V^2}{2g} \frac{1}{1 + \left(\frac{l}{r}\right)} \quad (\text{tf.m}) \quad \text{med beteckningarna enligt följande:}$$



E = fartygets effektiva angöringsenergi (tf. m)

g = tyngdkraftens acceleration
9,8 (m/s²)

W = virtuella tyngden av fartyget (tf)

(Σ av fartygets tonnagedeplacement och "den adderade tyngden")

l = längd från fartygets första kontaktpunkt till fartygets tyngdpunkt uppmätt parallellt med kajen enligt figur

r = rotationsradien

V = angöringshastighet (cm/s)

Figur 14 Modell för angöring

Fartygets virtuella vikt definieras som följande:

W = summan av tondeplacementet och den adderade massan (eng. added mass)

Den adderade massan antas väl om man använder följande uttryck:

$$W_a = \frac{\pi}{4} d^2 L w_o$$

där W_a = adderade tyngden (tf)

d = djupgåendet (m)

L = fartygslängd (m)

w_o = havsvattnets volymvikt (tf/m³)

Några angöringshastigheter anges ej i de japanska normerna.

Det anges bara att angöringshastigheten V skall vara:

(1): 10-15 cm/s för större lastfartyg

(2): enl. mätningar, för färjor, lastfartyg, containerfartyg och stora tankfartyg.

Den dimensionerande angöringshastigheten V bestäms med hänsyn till fartygets storlek, belastningsfallet, läge (skyddad eller oskyddad) och typ av kaj, och statistik över aktuella angöringshastigheter.

1.4.22 Västtyskland

I Västtyskland antas att en koncentrerad stötkraft, som är den relevanta förtöjningskraften (se tabell nedan) angriper var som helst på en sektion av kajfronten. Denna koncentrerade kraft antas fördela sig på en kvadrat med sidan 0,50 m. I spontväggar behöver endast följaren och bultarna dimensioneras för denna koncentrerade kraft.

Tabell 10 Gällande förtöjningskraft, ur EAU 75

Relevant förtöjningskraft (kN) - Västtyskland
(Vid angöring \Rightarrow = koncentrerad stötkraft)

Fartygsstorlek GRT	Displacement (t)	Trossdrag (kN)
upp till 1000	upp till 2000	100
- " - 5000	- " - 10000	300
- " - 10000	- " - 20000	600
- " - 25000	- " - 50000	800
-	- " - 100000	1000
-	- " - 200000	1500
	> 200000	2000

(Trossdrag enl. tabell ökas med 25% för fartyg > 50 000 t displacement vid kajer eller bryggor med stark ström). EAU 75 sid. 71).

Beräkning för energiabsorptionskapaciteten gäller samma för fendrar som för dykdalber och är följande:

$$A = \frac{1}{2} m v_r^2 C_M C_E C_S \quad (\text{kN}\cdot\text{m})$$

där

m = deplacerad vattenmassa pga fartyget (displacement)

v_r = resulterande angöringshastighet från rotationshastigheten och fartygets hastighet transversellt mot kajen

$C_M = 1 + 2 \frac{d}{b}$ är en massfaktor som inkl. påverkan av hydrodynamiskt tryck, sug och friktion från turbulent vatten på fartyget. I praktiken $C_M = 1,3$ till $1,4$.

$C_E = \frac{r^2}{1^2 + r^2}$ är en excentricitetsfaktor; inverkan av fartygs-läge refererat till kontaktpunkten just då kontakt inträffar

(beteckningar enligt 1.4.1 och 1.4.2).

I praktiken: $r = 0.2 L$ och $l > 0,17L$

C_S = hårdhetsfaktor = $0,9 - 0,95$.

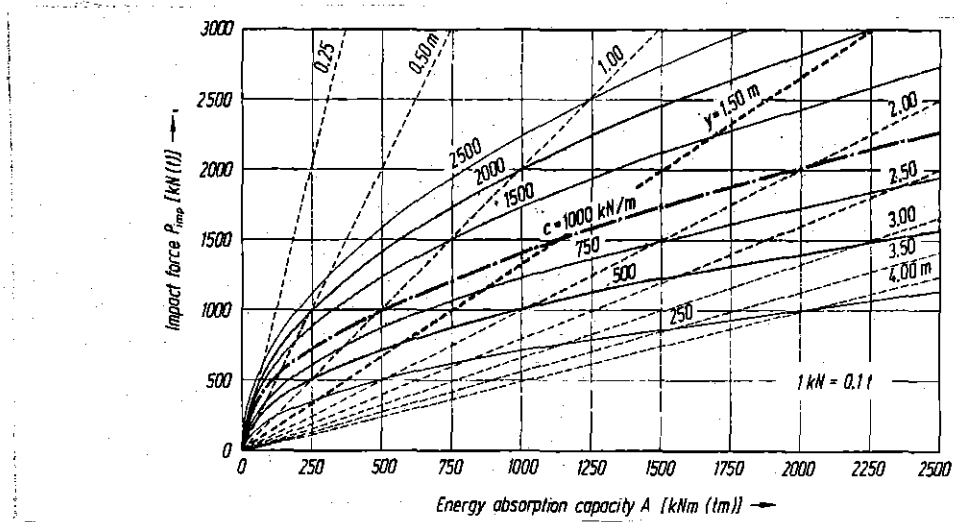
0,95 för hårda fendrar med hög fjäderkonstant

0,9 för mjuka fendrar med låg fjäderkonstant

Praktiskt måste A anpassas tillsammans med stötkraften $\text{imp } P$ och den resulterande önskade minsta fjäderkonstant $\text{min } c$ (eng. minimum stiffness).

Där $\min c = \frac{1.5 (\text{statisk } P)}{\max y}$ och där $\text{statisk } P = \text{belastningskapacitet}$
 $1,5 = \text{säkerhetsfaktor}$
 $\max y = \text{deformationen (oftast } < 1,50 \text{ m)}$

Det är krav att trycket mellan fartyg och fendersystem (dykdalb) inte skall överskrida 200 kN/m^2 och ibland även 100 kN/m^2 . Relation mellan A , $\text{imp } P$ och c enligt figuren nedan gäller för normala omständigheter som också kan göra sig gällande för fendersystem.



Figur 15 Fjäderkonstant c som funktion av stötkraften $\text{imp } P$ och Energiabsorptionskapaciteten A , ur EAU 75

Vidare tas ingen hänsyn till friktionslaster // kajen.

1.4.23 Storbritannien

I den brittiska normen indelas angöringskrafterna enligt följande:

- horisontella friktionslaster // kajfronten

- stötlaster \perp kajfronten

Friktionslasterna begränsas med hjälp av friktionskoefficienterna mellan fartygsskrovet och fendern, exempelvis enligt följande tabell: LOADS 2.4.1.3.6. tab. 12.

Tabell 11 Gällande friktionskoefficienter mellan olika material, ur Code of Practice

Dimensionerande friktionskoefficienter

<u>Material i kontakt</u>	<u>Friktionskoefficienter</u>
trä/stål	0,4 à 0,6
uretan/stål	0,4 à 0,6
stål/stål	0,25
gummi/stål	0,6 à 0,7

Den dimensionerande lasten är också beroende av eventuell hastighet // med kajen vid kontakt. För anläggningar som tar emot stora bulk- och tankfartyg antas friktionslasten vara lika med 0,2 x stötlasten, då både stötlast och friktionslast inverkar samtidigt.

Stötlasterna orsakas av angöringsenergin inverkan på fendern i kontaktpunkten och fendersystemets karakteristika.

Angöringsenergin är då följande:

$$E = \frac{1}{2} C_I M (V^2 \times 10^{-4}) \quad (\text{kN}\cdot\text{m})$$

där

C_I = stötkoefficient

M = fartygets déplacement (t)

V = fartygets angöringshastighet \perp mot kajen (cm/sek)

$$C_I = k^{(1)}_{\text{hydrodyn. adderade massan}} \times k^{(2)}_{\text{rel. prop. energi av fender och skrov}} \times k^{(3)}_{\text{rotation från kontaktpunkten}}$$

$$k^{(1)} = 1.25 \text{ för mjuka fendrar} \\ = 1.40 \text{ för hårda fendrar}$$

$$k^{(2)} = 0.9 \text{ för hårda fendrar (mjuka fend. } \rightarrow \text{ tar hela energin)} \\ \text{hårda fend. } \rightarrow \text{ fartyggsskrov deformerar)}$$

$$k^{(3)} = 0.25 - 0.75 \\ = 0.5 \text{ om } c/c \text{ fend} < \frac{1}{2}L; \text{ ger bra stöd till fartyget}$$

Alltså för hårda fendrar gäller $C_I = 1.4 \times 0.9 \times 0.5 = 0.63$.

Praktiskt $0.63 < C_I < 0.67$.

Displacementet beräknas med hänsyn till det största fartyg som fullastat kan besöka kajen. För lastning gäller att $M = 0,6 M_{\text{nominell}}$ och för lossning av dellastade fartyg av storkapacitet att $M = 1.6 M_{\text{nominell}}$.

(M_{nominell} = eng. nominal figure och innebär förmodligen full displacement i det här fallet. Det preciseras inte i Code of Practice).

$$\text{Angöringshastighet: } V = K_1 \times K_2 \times K_3 \times V_c$$

där V_c = karakteristiska angöringshastighet enl. Fig. 18 sid.

K_1 = exponeringsfaktor pga vind, vågor, ström, dimma, angöringsfrekvens m.m.

K_2 = tillfartsfaktorn, svårigheten vid tillfarten och hjälp under tillfarten

K_3 = angöringsfrekvensfaktorn = 1.0 eller 2.0 för färjor (frekvent angöring)

K_1 och K_2 enligt tabell nedan; villkor: $0,55 < K_1 K_2 K_3 < 2,50$

Tabell 12 Exponeringsfaktor och tillfartsfaktor vid angöring, ur brittiska Code of Practice

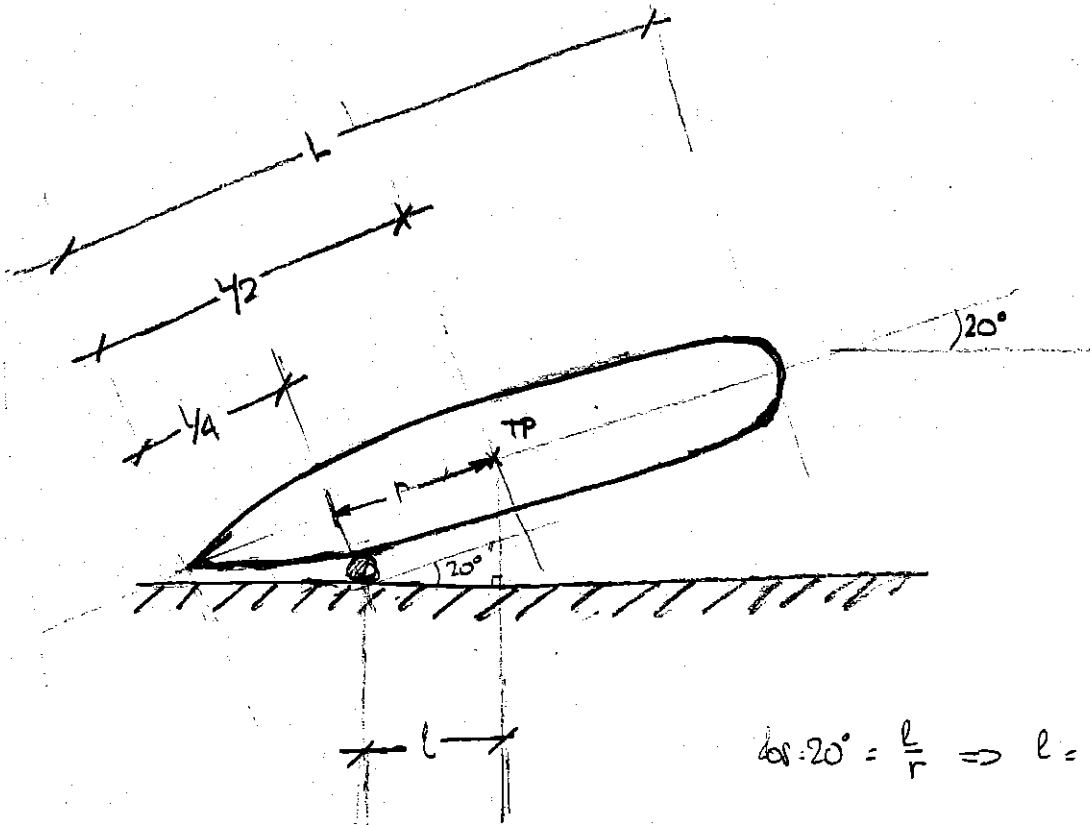
	Sheltered	Exposed	Displacement (tonnes)
K_1 in the range	0.67	1.33	$> 100,000$
in the range	0.60	1.50	10,000-100,000
in the range	0.60	1.67	$< 10,000$
	Assisted	Difficult	Displacement (tonnes)
K_2 in the range	1.0	1.0	$> 100,000$
in the range	0.8	1.2	10,000-100,000
in the range	0.8	1.33	$< 10,000$

Exempel på den erforderliga energiabsorptionskapaciteten vid angöring vid en kaj enligt japanska Technical Standards, brittiska Code of Practice och västtyska EAU 75.

- tonnage displacementet (displacement tonnage) 73 500 t
- djupgåendet d 13 m
- bredd b 33 m
- fartygslängd L 250 m
- angöringshastighet v 0.2 m/s
- angöringsvinkeln α 20°
- rotationsradien r (erfarenhetsmässigt enl. P. Vasco Costa, (10)) 62.5 m

$$r = \frac{1}{4}L$$
- fartygets TP ca $\frac{1}{2} L$ 125 m

Figur 16 Modell för angöring (jämförelseexempel)

Japan

$$E = \frac{WV^2}{2g} \frac{1}{1 + \frac{1}{r}} \quad [\text{t.m}]$$

W = tonnage displacementet + adderade massan

tonnage displacementet = 73 500 [t]

adderade massan W_a : $\frac{\pi}{4} d^2 L w_0$ (Stelson)

$$= \frac{\pi}{4} 13^2 \cdot 250 \cdot 1.025 \left[\text{m}^2 \right] \left[\text{m} \right] \cdot \left[\frac{\text{t}}{\text{m}^3} \right]$$

$$= 34\,000 \text{ [t]}$$

$$\Rightarrow W = 73500 + 34000 = 107500 \text{ [t]}$$

$$v = 0,2 \text{ m/s}$$

$$g = 9.81 \text{ m/s}^2$$

$$l = r \cdot \cos 20^\circ = 62.5 \cdot \cos 20^\circ = 59 \text{ m}$$

$$[\text{t}] \left[\frac{\text{m}^2}{\text{s}^2} \right]$$

$$E = \frac{107\,500 \cdot 0.2^2}{2 \cdot 9.81} \cdot \frac{1}{1 + \frac{59}{62.5}} = 113 \text{ [t} \cdot \text{m]}$$

$$\left[\frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right]$$

Storbritannien

$$E = \frac{1}{2g} C_I M V^2$$

$$C_I = k^{(1)} \times k^{(2)} \times k^{(3)}$$

Antag hårda fendor

$$\Rightarrow k^{(1)} = 1,40$$

$$k^{(2)} = 0,9$$

$$k^{(3)} = 0,5$$

$$C_I = 1,40 \cdot 0,9 \cdot 0,5 = 0,63$$

$$M = 1,6 M_{\text{nominell}} = 1,6 \cdot 73500 = 117600 \text{ t (lossning, dellastad)}$$

$$V = k_1 \times k_2 \times k_3 \times V_c$$

$$V_c = 0.2 \text{ m/s (ocks\aa enl. bil.)}$$

$$k_1 = 0.6 \text{ (sheltered)}$$

$$V = 0.2 \cdot 0.6 \cdot 0.8 \cdot 1 = 0.1 \text{ m/s}$$

$$k_2 = 0.8 \text{ (assisted)}$$

$$k_3 = 1$$

$$\Rightarrow E = \frac{1}{2.981} \cdot 0.63 \cdot 117600 \cdot 0.1^2 = 38 \text{ [t}\cdot\text{m]}$$

$$\left[\frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right] \quad \quad \quad [\text{t}] \quad \left[\frac{\text{m}^2}{\text{s}^2} \right]$$

$$k_1 = 1.5 \text{ (exposed)}$$

$$k_2 = 1.2 \text{ (diff)} \quad V = 0.2 \cdot 1.5 \cdot 1.5 \cdot 1.2 \cdot 1 = 0.36 \text{ m/s}$$

$$k_3 = 1$$

$$\Rightarrow E = 489 \text{ [t}\cdot\text{m]}$$

$$k_1 = k_2 = k_3 = 1$$

$$\Rightarrow E = 151 \text{ [t}\cdot\text{m]}$$

V\astttyskland

$$E = \frac{1}{2g} m v_r^2 C_M C_E C_S$$

$$C_M = 1 + 2 \frac{d}{b} = 1 + 2 \frac{13}{33} = 1.8$$

$$C_E = \frac{r^2}{l^2 + r^2} = \frac{62.5^2}{59^2 + 62.5^2} = 0.53$$

$$C_S = 0.95 \text{ (h\aa rda fendrar)}$$

$$V_r = 0.2 \text{ m/s}$$

$$m = 107\,500 \text{ t. (73\,500 + 34\,000)}$$

$$E = 199 \quad [\text{t}\cdot\text{m}]$$

Observera att:

- i japanska Techn. Standards tas ej hänsyn till fenderhårdhet
- i brittiska "Code of Practice": a) Stötkoefficient som funktion av fendersystemets hårdhet och placering.
b) Angöringshastighet beroende av klimatiska förhållanden, hjälp vid tillfarten och angöringsfrekvens gör att man kan få stora variationer vid beräkning av angöringsenergin
- för tyska EAU 75 förutsätter vi att tyngden för den adderade massan ingår i "m".

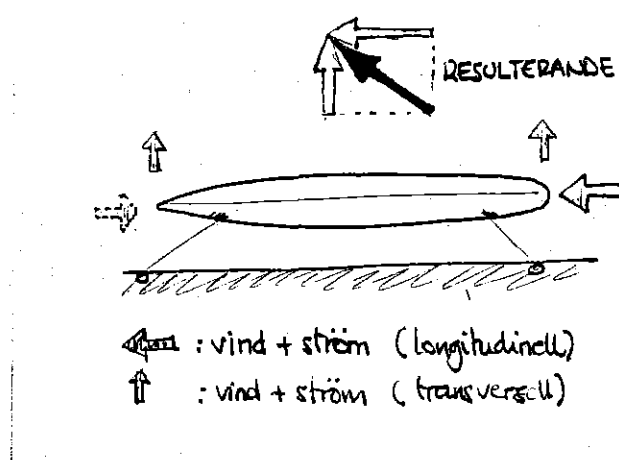
1.5 Belastning pga. förtöjning

Belastning på grund av förtöjning redovisas i de tre jämförelseländerna. Förtöjningsbelastning pga vågor, vind och strömmar på det förtöjda fartyget behandlas i Code of Practice, LOADS 2.4.2.3.4-2.4.2.3.6 och i Technical Standards i 2.2.3 - 2.2.5. Dessutom redovisar de 3 länderna den nominella förtöjningskraften på pollare vid förtöjning av fartyg med hänsyn till aktuell GRT (definition sid. 37).

1.5.1 Förtöjningsbelastning

Beräkning av förtöjningsbelastning görs oftast för att bestämma den maximala förtöjningsbelastningen för större fartyg än de som är angivna i tabellerna för de gällande förtöjningskrafterna (se 1.5.2) och där speciella förhållanden såsom vind, ström och vågklimat är aktuella.

I Storbritannien betraktar man vind- och strömbelastning som 2 transversala krafter som inverkar på fören och aktern hos fartyget och 1 longitudinell kraft som är summan av longitudinella vindlasten och longitudinella strömlasten. Vindlasten verkar på den vinkelräta projektionen av fartygsarean ovan vattenytan och strömlasten på arean "djupgåendet x längden mellan vertikalerna".



Figur 17 Vindlast och strömlast på förtöjt fartyg (Storbritannien)

Vid beräkning av förtöjningsbelastningen enligt de japanska normerna gäller det att få fram en resulterande belastning på det förtöjda fartyget. Denna resulterande belastning är summan av vind- och ströminverkan på fartyget.

Angående våginverkan på förtöjda fartyg ger de japanska Tech. Standards formler som baseras på teorin om vågdiffraktion genom antagandet att fartyget är ekvivalent med en elliptisk cylinder.

I Storbritannien erhålles den totala vågkraften genom integrering av det fluktuerande vattentrycket på skrovdelen under vattenytan. Vågkrafternas inverkan på fartyg behandlas inte i det tyska EAU75. Bilaga 4 är utdrag ur LOADS för beräkning av förtöjningsbelastningarna.

1.5.2 Nominella förtöjningskrafter

De nominella trossdrag som skall antas på pollare vid förtöjning av fartyg med respektive GRT (definition sid 37) anges för Storbritannien, Västtyskland och Japan. I Storbritannien anges dessa värden upp till 25 000 GRT med respektive djupgåendet av fartyg med sådan volym (GRT). I Västtyskland anges dessa upp till 25 000 GRT och för högre GRT anges förtöjningslasten upp till > 200 000 [t] displacement.

I de japanska Standards anges förtöjningskrafterna av fartyg på pollare och dubbelpollare upp till 100 000 GRT. Vid fartyg-GRT >5000 gäller att förtöjningskraften för dubbelpollare är halva förtöjningskraften för enkelpollare. Vid fartygs-GRT < 5000 är förtöjningskraften för dubbelpollare ung. 40-70% av förtöjningskraften för enkelpollare.

Riktning för förtöjningskraften kan maximalt antas till 30° uppåt utmed hor. planet både i Storbritannien och Västtyskland. I Japan antas för enkelpollare att det horisontella trossdraget är enligt tabell för förtöjningskraften (se nedan) och det vertikala trossdraget är $\frac{1}{2}$ av den sistnämnda då båda inverkar samtidigt; alltså en resulterande förtöjningskraft 27° uppåt utmed horisontalplanet, för Japan anges dessutom att för dubbelpollare skall förtöjningskraften efter fartygs GRT vara enligt tabell för förtöjningskraften (enl. nedan) i alla riktningar.

EAU75 anger att pollaren kan utformas som en enkelpollare eller dubbelpollare och skall kunna ha flera förtöjningslinor samtidigt.

I brittiska Code of Practice anges att stötkrafter under förtöjning oftast är mindre än stötkrafter under angöring och då är konstruktionen redan dimensionerad för denna belastning.

För de västtyska värdena gäller en ökning av 25% för fartyg med displacementet > 50 000 [t] där starka strömmar gör sig gällande. Pollare i angöringskajens ändpunkter dimensioneras för 2500 kN för fartyg upp till 100 000 [t] displacement och för det dubbla tabellvärdet enligt nedan för större fartyg.

Tabell 13 Aktuella förtöjningsbelastningar på pollare enligt västtyska, brittiska och japanska normer.

Förtöjningsbelastning på pollare [kN]

GRT	Displacement [t]	Västtyskland	Storbritannien
1000	2000	100	100
5000	10000	300	300
10000	20000	600	600
25000	50000	800	800
	100000	1000	
	200000	1500	
	> 200000	2000	

Förtöjningsbelastning [kN] genom att 10kN= 1 ton

Japan

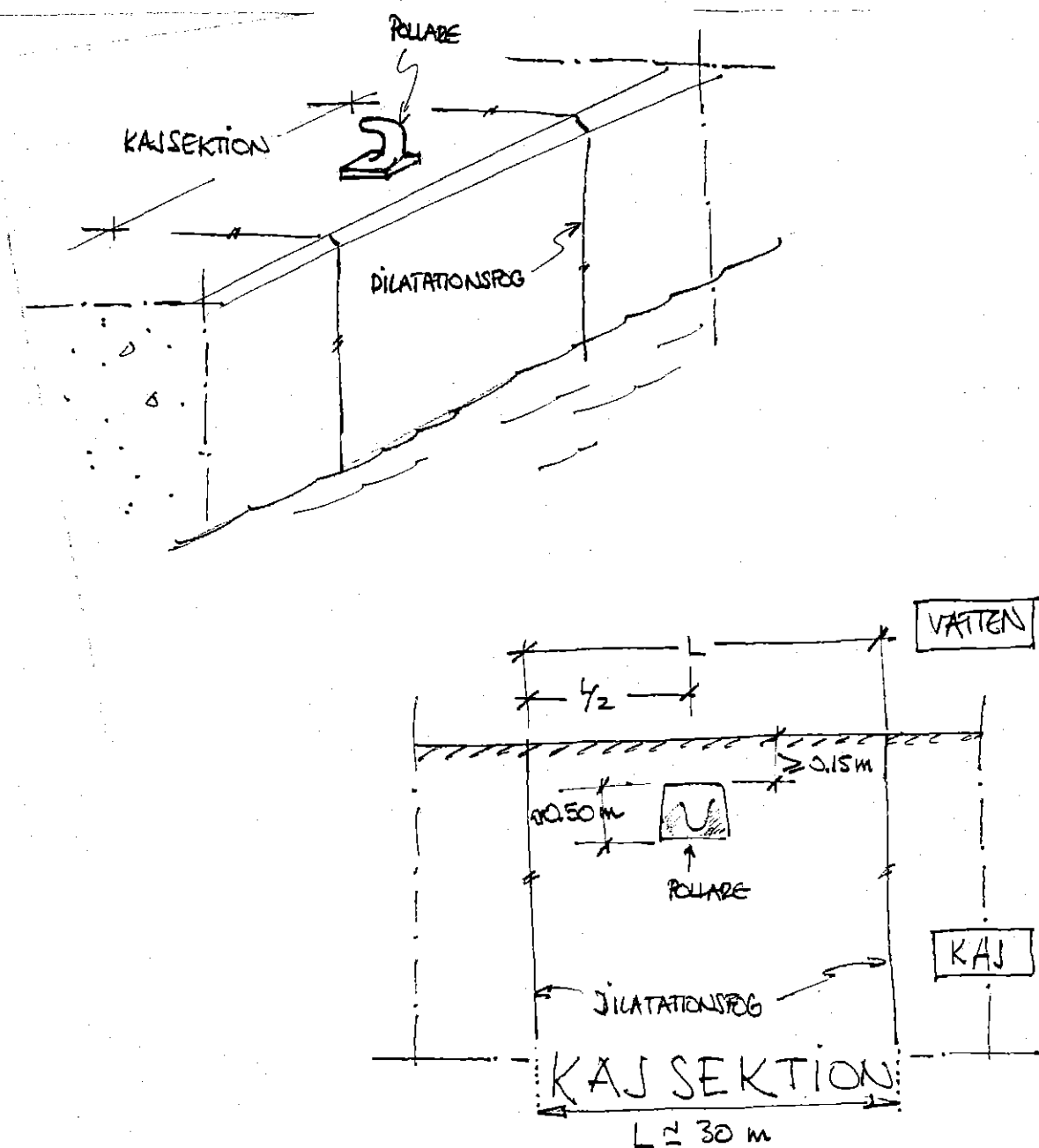
GRT	Enkel pollare	Dubbelpollare
200 - 500	150	100
501 - 1000	250	150
1001 - 2000	350	150
2001 - 3000	350	250
3001 - 5000	500	250
5001 - 10000	700	350
10001 - 15000	1000	500
15001 - 20000	1000	500
20001 - 50000	1500	700
50001 - 100000	2000	1000

1.5.3 Pollarplacering

Antagande för placering av förtöjningsanordningar redovisas mera konkret i de japanska och västtyska normerna. I de brittiska Code of Practice LOADS 2.4.2.3.1 anges att pollarna bör placeras på intervaller av 15-30 meter med en lastkapacitet enligt tabell ovan för förtöjningsbelastning.

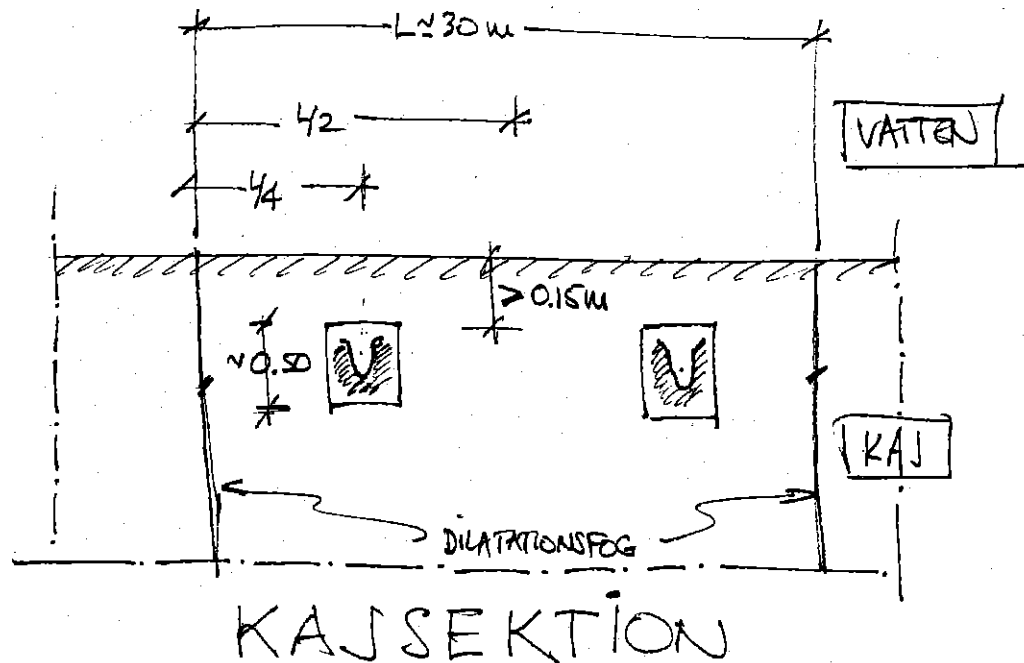
I EAU 75 rekommenderas ett pollaravstånd på 30 meter eller ett pollaravstånd lika med den normala längden för en kajväggsektion av betong.

Då 1 st pollare skall användas per kajsektion är placeringen enligt följande figur:



Figur 18 Pollarplacering enligt EAU75 (1 pollare/kajsektion)

Om 2 pollare skall användas är placeringen enligt följande figur:



Figur 18b Placering av pollare ur EAU 75. 2 pollare/kajsektion. Normallängden för en kajväggsektion kan variera från 10-30 m.

I "Technical Standards ...Japan" rekommenderas pollarplacering i båda ändar av kajsektionen så långt inåt från kajfronten som möjligt för förtöjandet av fartyg under storm och dubbelpollarna nära kajfronten av fartyg under normala omständigheter. Dilatationsfog i varmt klimat sätts till 100-200 m och i kallt klimat till 50-100 m för kajdäckskonstruktion. (För pollarplacering beaktas endast transversella dilatationsfogar).

I Japan används som standard följande c/c-avstånd för dubbelpollare med minimalt antal sådana i en kaj.

Tabell 14: Pollarplacering enligt Japans Techn. Standards for ports and harbours.

Fartyg GRT (t)	c/c Dubbelpollare (m)	Min.antal dubbelpollare i kaj
- 2000	10-15	4
2001- 5000	20	6
5001- 20000	25	6
20001- 50000	35	8
50001-100000	45	8

2. REGLER FÖR BERÄKNING AV FARLEDSBREDDER OCH FARLEDSKURVOR

Trafikmängden och fartygens storlekar samt kraven på hastighet och manöverbarhet är i första hand bestämmande för farledens geometriska utformning i plan och sektion. Som jämförelseländer har valts Storbritannien, Frankrike, Indien och Japan. Det är i huvudsak det indiska Code of Practice och japanska Tech. Standards som behandlar farledsutformning mera konkret. Västtysklands EAU75 talar inte om farleder överhuvudtaget. Bredd och kurvor för farleder skall här behandlas. I den brittiska Code of Practice, SEA STATE, finns ej rekommendationer om kurvutformning för farleder.

2.1 Farledsbredder

Efter en inspektion har man konstaterat att för farledsbredder på 300 m bredd i brittiska hamnar:

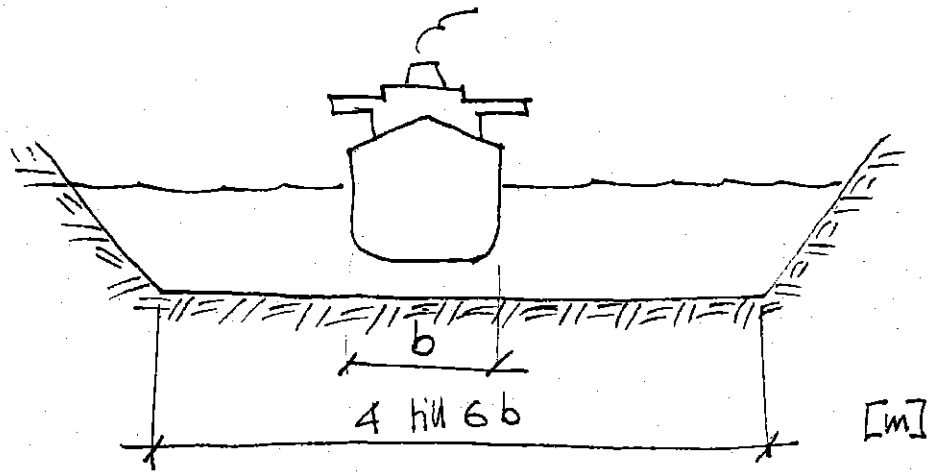
$$\text{kvoten } \frac{\text{farledsbredd}}{\text{tillåten fartygsbredd}} = 4 \text{ till } 6 \quad (\text{envägstrafik})$$

För små farleder har en minimibredd på 6-8 gånger medelbredden av fartygen varit aktuell. Det anges inte vad som menas med små farleder i det brittiska konceptet. (Inlands sjötrafik?)

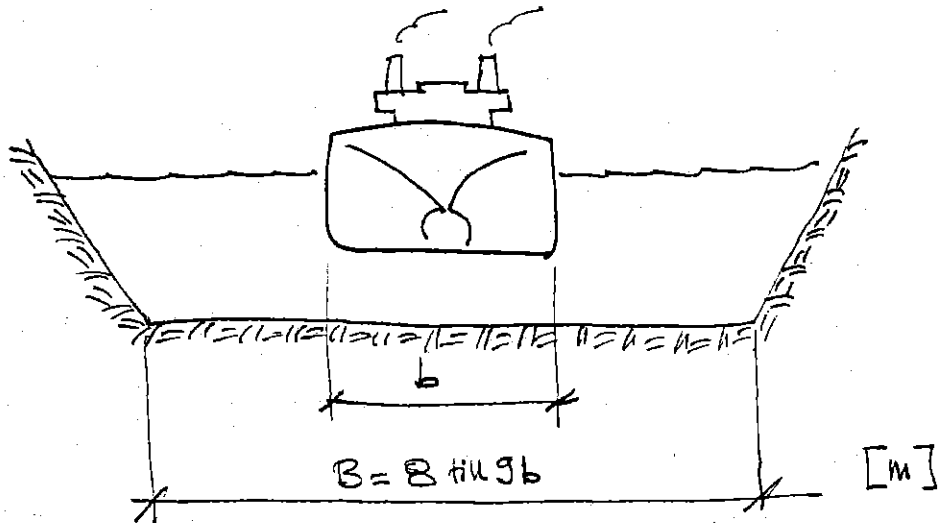
Det rekommenderas för stora tankers (>300 000 dwt) och där starka tidvattenströmmar föreligger :

$$\frac{\text{farledsbredd}}{\text{fartygsbredd}} = 8 \text{ till } 9 \quad (\text{trafik i en riktning; eng. for one way skiftraffik})$$

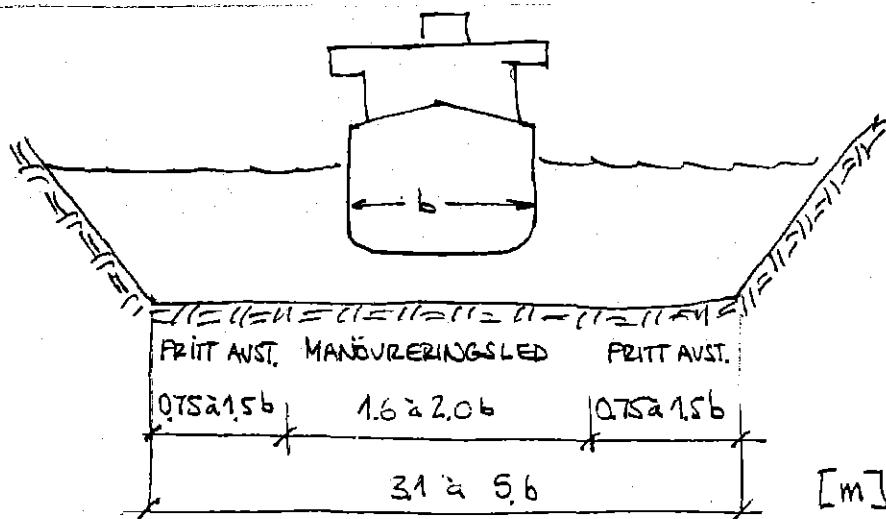
Jämförelse ger att i Storbritannien beräknas farledsbredden vara en gång större än i Indien, alltså ett tillskott på 1 fartygsbredd. I de indiska normerna anges dessutom att om farledsbredden måste reduceras i hamninloppet (för erhållande av lugnare vatten) skall avståndet mellan de 2 pirarna vara 0,7 till



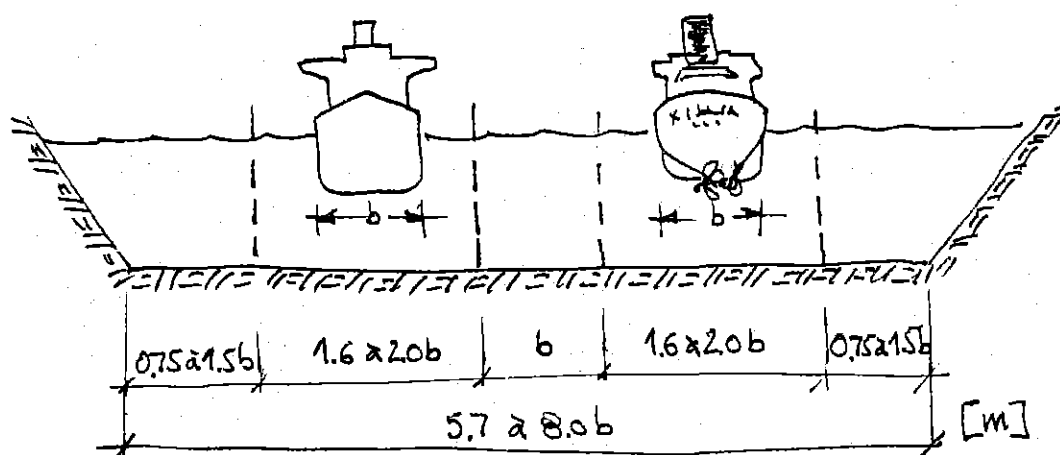
Figur 19 Aktuella farledsbredder i Storbritannien för fartygs- trafik i en riktning



Figur 20 Rekommendation av farledsbredd för tankers > 300 000 dwt i Storbritannien



Figur 21 Bredd för envägsfarleder enligt de indiska normerna
I de indiska normerna anges dessutom rekommendation för farledsbredd då farleden är en tvåvägstrafikled.



Figur 22 Farledsbredd på farleden är en tvåvägstrafikled enligt indiska normer

1.0 gånger den dimensionerande fartygslängden. Om strömmar och transversella vindar skulle uppkomma skall farleden ökas. (Exempel se bilaga 6). Eventuellt skall farledsbredden dessutom anpassas så att fartyg kan vända och gå tillbaka.

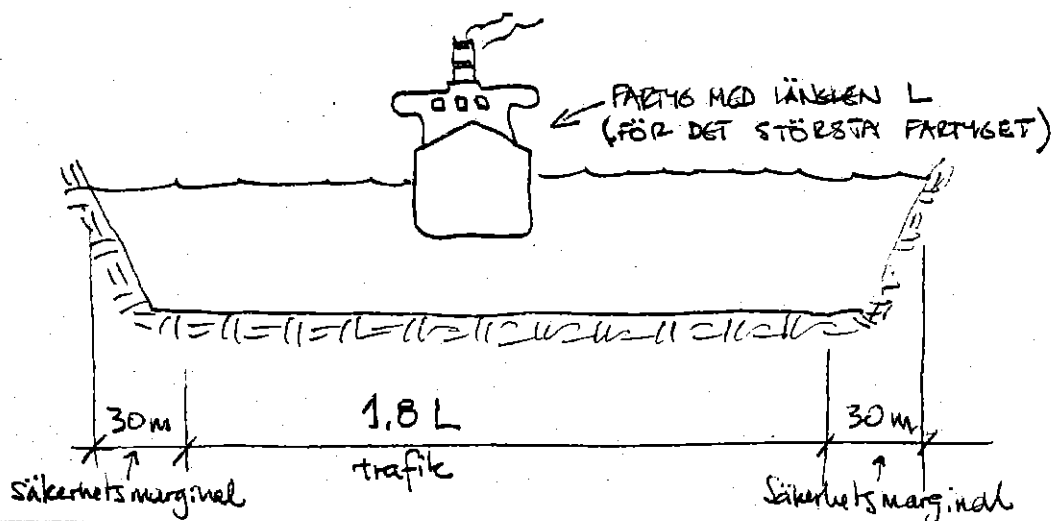
Beräkning av farledsbredder enligt de japanska normerna är beroende av fartygens totala längd. Hänsyn tages till längd av farleden och trafikintensiteten enligt nedan:

Tabell 15 Farledsbredder enl. japanska Standards

(L is the overall length of the ship)

Length of Waterways	Condition of Navigation	Width
Relatively long waterways	In case of waterways ships pass by each other frequently	2 L
	The other state than the above	1.5 L
Waterways other than the above	In case of waterways ships pass by each other frequently	1.5 L
	The other state than the above	L

I Frankrike har man som riktlinje att välja farledsbredden lika med totala längden av det största fartyget som kan tänkas utnyttja farleden; eller också kan enligt PIANC (Permanent International Association of Navigation Congresses) följande val för farledsbredd vara aktuellt i Frankrike:



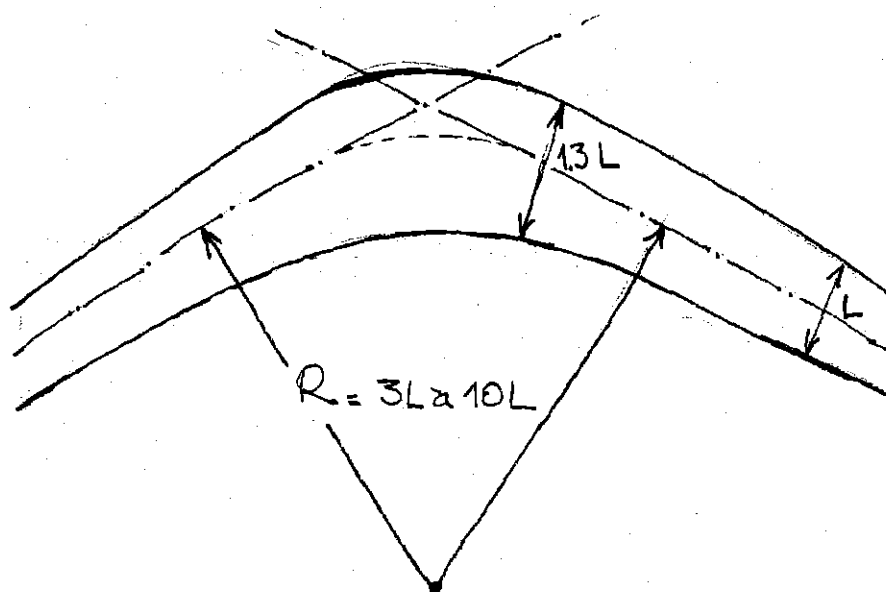
Figur 23 Farledsbredd enligt PIANC (gällande för Frankrike)

Det gäller då att farledsbredden bestäms med avseende på fartygsbredden i Storbritannien och Indien, emedan man i Frankrike och Japan utgår från den totala fartygslängden av det största fartyg som får trafikera leden för bestämning av farledsbredd.

2.2 Farledskurvor

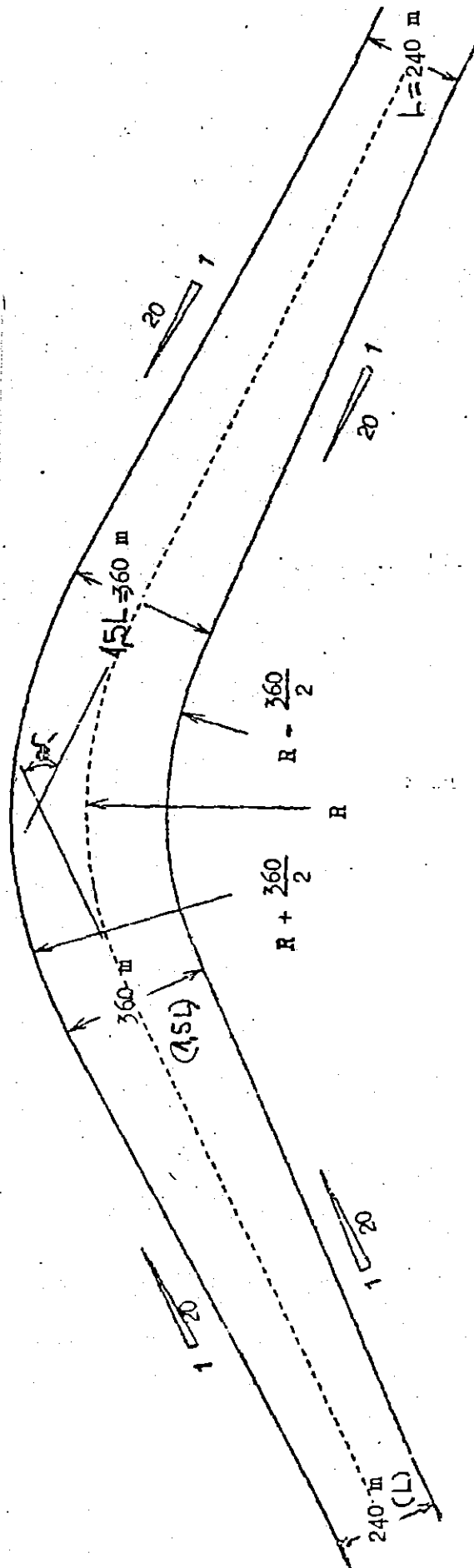
Rekommendationer finns i det indiska Code of Practice, de japanska Technical Standards och det franska Notice SCT-P.M.-nr 78-4 av Service Central Technique. I det indiska konceptet rekommenderas att helst slopa farledskurvorna, speciellt dessa med skarp krök. Enligt de japanska Standards är det icke önskvärt med en intersektionsvinkel mellan centrumlinjerna större än 30° . Enligt Service Central Technique skall S-formade kurvor helst slopas och man skall försöka att utforma en så rak farled som möjligt.

I Frankrike utformas farledskrökar enligt följande figur:



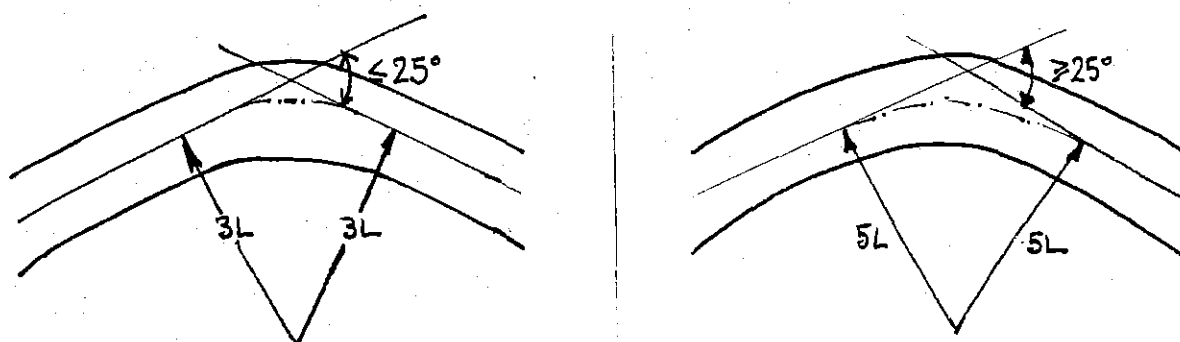
Figur 24 Utformning av farledskrök enligt S.C.T.
(Frankrike)

Rätt så identiskt utformas farlederna i det Indiska Code of Practice enligt följande figur:



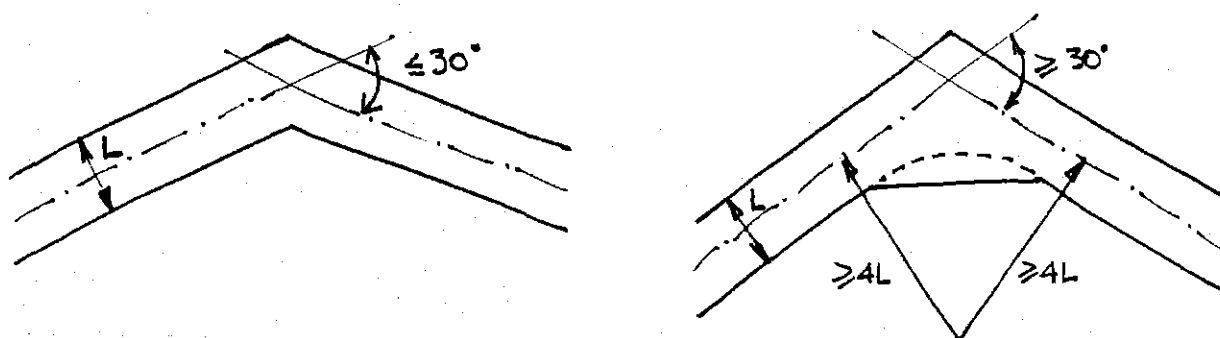
Figur 25 Utformning av farledskrök enligt indiska normer med kontinuerlig ökning av farledsbredden

Vidare gäller att utgående från att fartygen navigerar utan hjälp av bogserbåt gäller i Indien och Japan följande utformningsprinciper där L är totala fartygslängden:



Figur 26 Utformning av farledskrök enligt indiska normer

När dessa radier inte kan uppfyllas skall farledsbredden ökas. Helst bör en radie på 1000 m om möjligt användas.



Figur 27 Utformning av farledskrök enligt japanska normer

När intersektionsvinkeln överskrider 30° skall farledskurvans centrumlinje utformas cirkulärt med en radie av ca 4 gånger fartygslängden. Farleden skall utformas tillräckligt bred för fartygets navigering. Det anges att detta gäller icke när farleden skall utformas för båtar med hög vändkapacitet, säker och mjuk (smooth) navigering. Däremot anges det ej om kurvorna utformas med skarpa krökar (se vänstra figuren).

3. HAMNBASSÄNGER

En hamnbassäng förutsätter en tillräckligt stor yta och djup för att tillåta ofarlig ankring, bra fartygsgång och lasthantering. Jämförbara rekommendationer finns i de japanska och indiska standards. Dessa behandlar bassängarea m.a.p. ankring, förtöjning och fartygsmanövrering. Riktlinjer för bassängutformning m.a.p. förtöjning vid kaj och ankringsarea anges enligt franska Service Central Technique samt val av bassängdjup enligt de 3 länderna.

3.1 Area m.a.p. ankring och förtöjning

3.1.1 En punkts förtöjning

3.1.1.1 Ankring

I Indien gäller att radien (R) för ankringsarean per ankarplats med användning av fartygens ankare skall vara:

$$R = 165 + 1.5L \quad [m]$$

där L är fartygslängden.

I Japan skiljer man mellan 2 ankringsförhållanden: bra ankring och dålig ankring. Good resp. Bad anchoring utgör beteckning för ankringsförhållandena med hänsyn till topografi, väder och marina fenomen. (Seabed soil or Wind velocity). Dessutom är radien för ankringsarean för hamnbassängen också en funktion av djupet i bassängen. Alltså, för Japan gäller att radien för bassängarean i detta fall då man har "Good anchoring" är:

$$R = L + 6D \quad [m]$$

och då man har "bad anchoring":

$$R = L + 6D + 30 \quad [m]$$

där L är totala fartygslängden och D är vattendjupet i bassängen enligt tabell sid. 69. Exempel: om vi antar att ett fartyg på 250 000 dwt, 300 m långt och bassängdjupet 22 m enligt tabell sid. 69 är då Radien R för ankringsarean följande:

INDIEN

JAPAN

R = 615 m

Good anch.

R = 432 m

Bad anch.

R = 462 m

3.1.1.2 Förtöjning till 1 boj

Enligt 3.1.1.1 ovan skall gälla i Indien efter normerna att

$$R = 1.2 L + r \quad [m]$$

där L är totala fartygslängden och r är bojens horisontala rörelse m.a.p. tidvattenvariation. För Japan gäller att

$$R = L + 25 \quad [m]$$

3.1.2 Två punkts förtöjning

Här betraktas rektangulära areor istället för cirkulära. För Indien gäller följande:

- Förtöjning m.h.a. boj och ankare

$$\text{Bassänglängd} \quad X = 1.2L + r + 110 \quad [m]$$

$$\text{Bassängbredd} \quad W = 2r + B \quad [m]$$

$$\text{Bassängarea} \quad X \cdot W \quad [m^2]$$

där L är totala fartygslängden, r bojens räckvidd och B fartygsbredden.

- Förtöjning m.h.a. 2 bojar

$$\text{Bassänglängd} \quad X = 1.4L + 2r \quad [m]$$

$$\text{Bassängbredd} \quad W = 2r + B \quad [m]$$

$$\text{Area} \quad X \cdot W \quad [m^2]$$

- Förtöjning m.h.a. ankare och 2 dykdalb

$$X = 1.2L + 110 \quad [m]$$

$$W = 2B \quad [m]$$

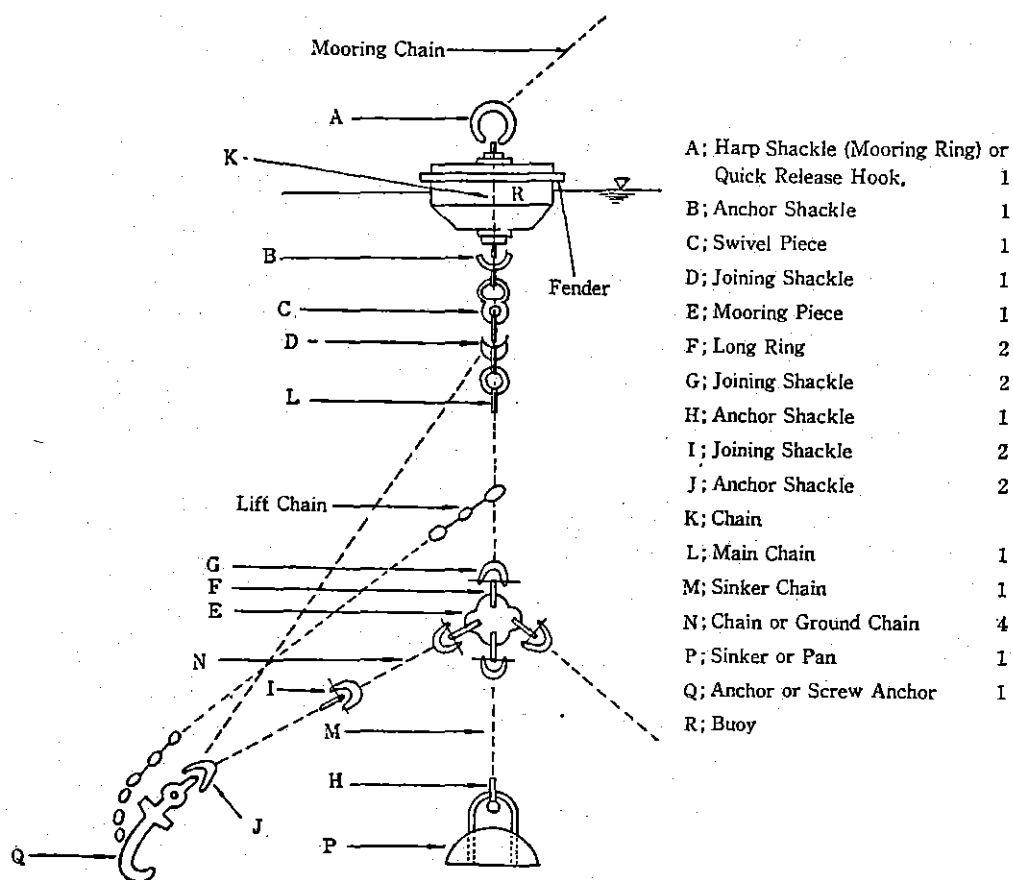
$$\text{Bassängarea} = X \cdot W \quad [m^2]$$

- Förtöjning m.h.a. 2 dykdalber

$$X = 1.4L \quad [m]$$

$$W = 2B \quad [m]$$

$$\text{Bassängarea} = X \cdot W \quad [m^2]$$



Figur 28 Förtöjningsboj

I detta fall har man i de japanska normerna indelat efter beteckningarna "Good anchoring" och "Bad anchoring".

- Förtöjning med 2 ankare

"Good anchoring"

$$\text{Radien} \quad R = L + 4.5D \quad [\text{m}]$$

"Bad anchoring"

$$\text{Radien} \quad R = L + 4.5D + 25 \quad [\text{m}]$$

där L är totala fartygslängden, D vattendjupet i bassängen.

- Förtöjning m.h.a. 2 bojar (rektangulär area)

$$\text{Längd rek} = (L + 50) \quad \text{i} \quad [\text{m}]$$

$$\text{Bredd rek} = L/2 \quad \text{i} \quad [\text{m}]$$

$$\text{Area} = (L + 50) L/2 = L^2/2 + 25L \quad [\text{m}^2]$$

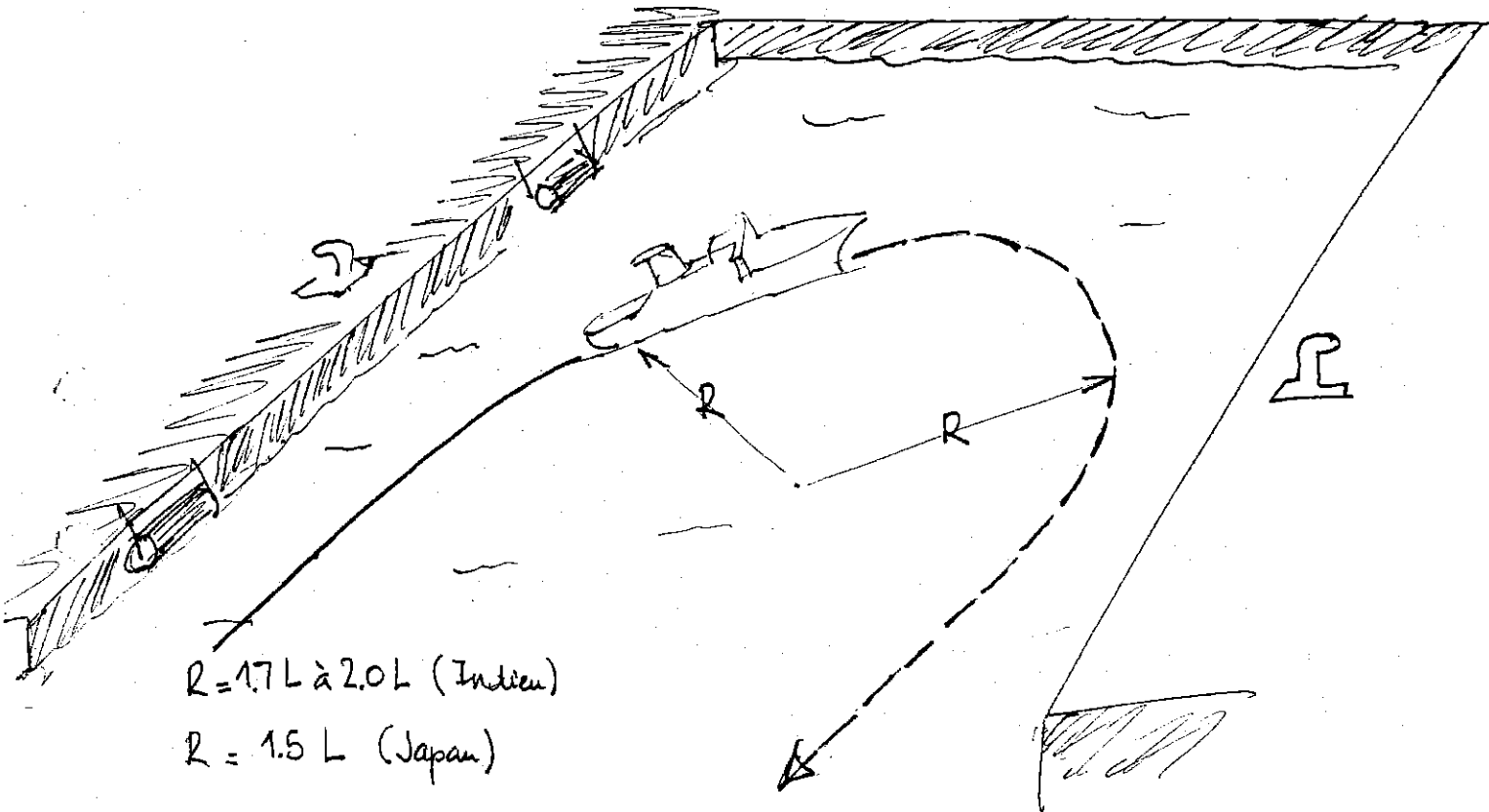
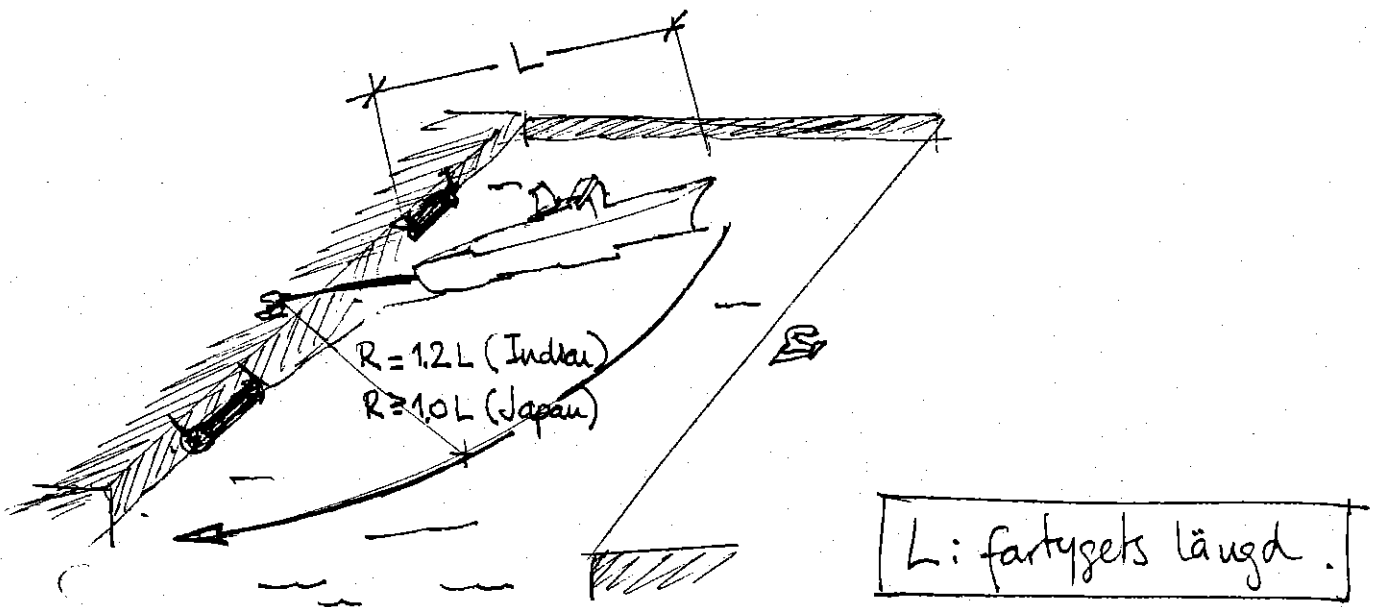
3.2 Area m.a.p. manövrering3.2.1 VändareaTabell 16 Radien R för den cirkulära vändningsarean

<u>Fartyg förtöjt i 1 punkt</u>		<u>icke förtöjt fartyg</u>	
Indien	Japan	Indien	Japan
1.1L	1.0L	1.7-2.0 L	1.5L

där L är totala fartygslängden.

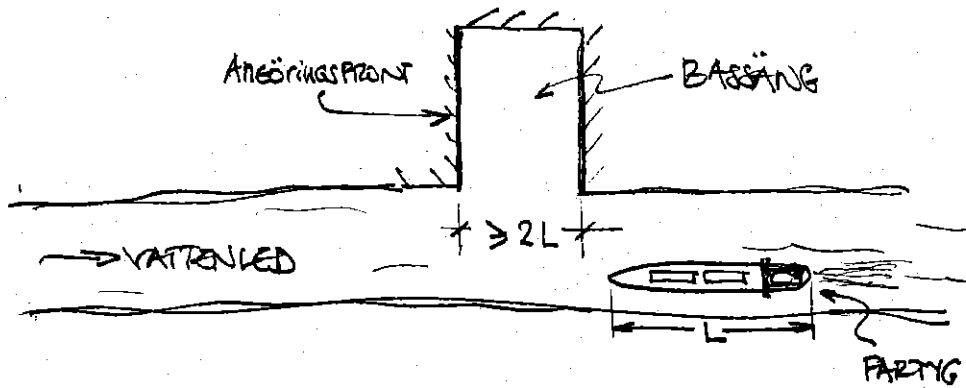
3. Angöringsarea (Erforderlig plats för angöring av fartyg, arean framför angöringskajen avsedd till emottagandet av fartygen).

Här ger Japan råd att välja dimensioner för denna bassäng så att en mjuk angöring är möjlig, att bogserbåt används och att hänsyn till vind och tidvattenströmmar skall tas. Det indiska "Code of Practice" är betydligt utförligare och i den anges råd för beräkning av angöringsarea och manövreringsarea enligt följande:

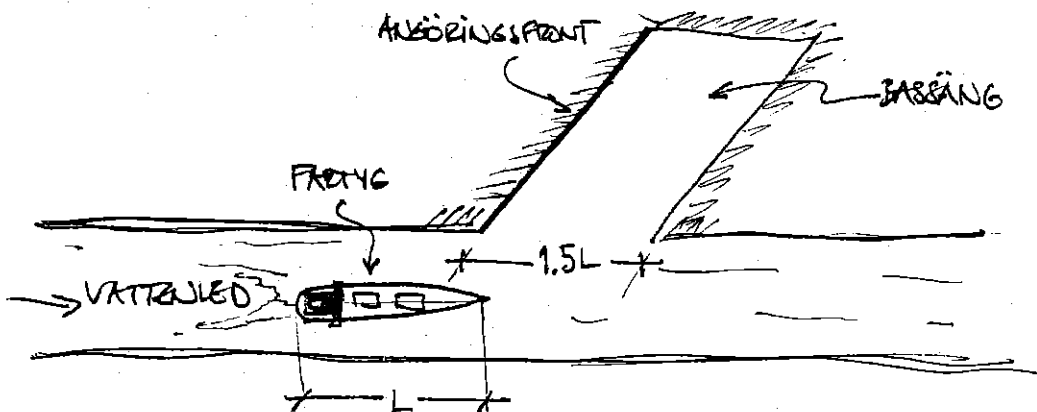


Figur 29 Radien för den cirkulära vändningsarean

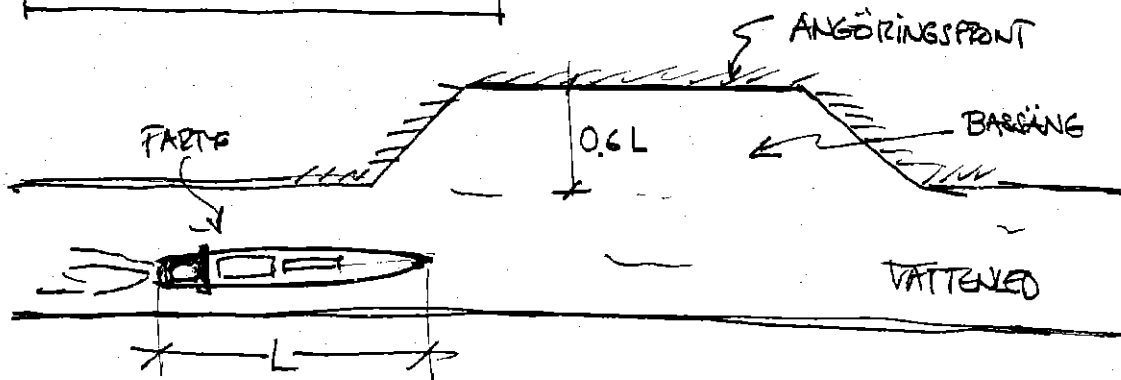
Angöringsfront \perp vattenleden



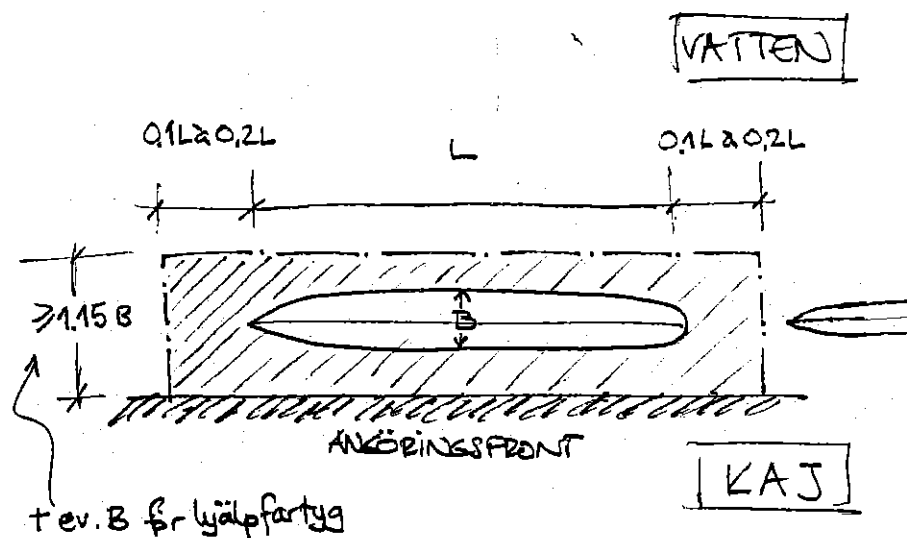
Angöringsfront 45° med vattenleden



ANGÖRINGSFRONT // VATTENLEDEN



Figur 31 Bassängbredd med hänsyn till angöringsfrontens riktning (sett uppifrån). Indien.



Figur 30 Angöringsfrontens längd vid kaj resp. pontoner

Enligt Service Central Technique (Fran.) skall angöringsfrontens längd vara enligt följande figurer.

- A quai : la longueur du poste est celle du navire augmentée d'une quarantaine de mètres.

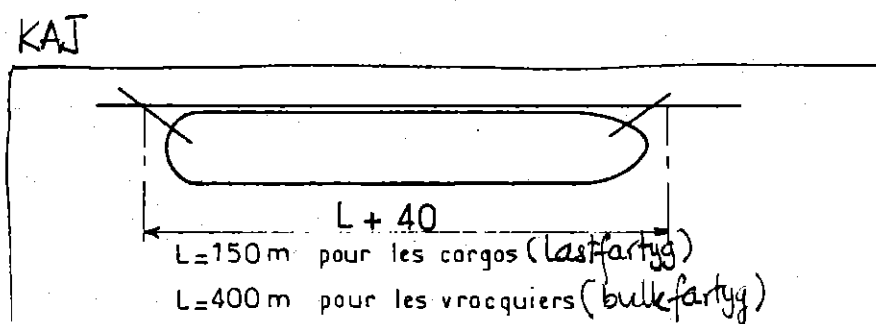
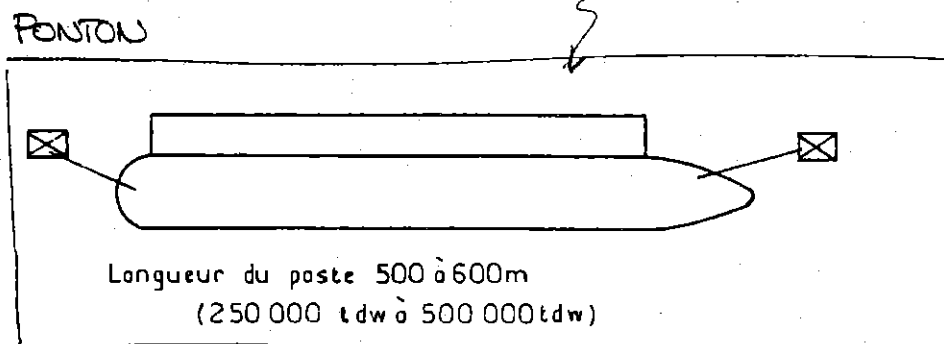
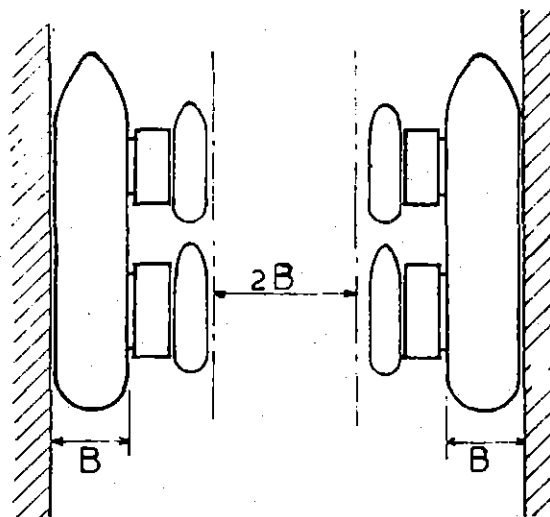


Fig 22

- Sur appontement : (postes pétroliers essentiellement).
(tankers)





Figur 32 Bassängutformning

S.C.T.

Manövrering (enligt indiska normer)

Erforderlig bredd för att ett fartyg skall svänga fritt till sin angöringsplats är

2.0 L	om angöringsfronten har	90°	vinkel med vattenleden	(vinkelrätt)
1.5 L	"-	45°	"-	"-
0.6 L	"-	0°	"-	(parallellt)

Detta gäller under normala omständigheter med en fartygshastighet ≤ 6 knop. Se figur 31.

3.3 Vattendjup i hamnbassäng

Vattendjupet i bassängen väljs efter rådande salthalt och vattenrörelse, villkoren enligt "The Indian Standards". I samma standards anges att vattendjupet i bassängen får minst vara lika med maximala djupgåendet av dimensionerande fartyg (då detta är fullastat) plus ett frigående på 0.6 till 0.75 [m] under kölen. Detta spelrum kan ökas till 1 [m] om botten är hård.

Enligt de japanska standards skall vattendjupet vara 1.1 ggr det maximala djupgåendet av det fullastade dimensionerande fartyget med hänsyn till allmänna förhållanden såsom vågpåverkan, vind och tidvattenströmmar.

När det totala djupgåendet ej är känt för ett fartyg kan man enligt de japanska normerna utgå efter värdena i tabellen enligt nedan.

Tabell 17 Aktuella bassängdjup enligt japanska Technical Standards (se också Bilaga 5).

Table.3.3 Standard Depths of Basins

Kind of Ships	Depth (m)	Size of Ships	Kind of Ships	Depth (m)	Size of Ship	Kind of Ship	Depth (m)	Size of Ships
Passenger Ship	5.0	Gross Tons 1,000	Oil Tanker	4.5	Dead weight Tons 700	Ore Carrier	9.0	Dead weight Tons 10,000
	6.0	3,000		5.0	1,000		10.0	15,000
	7.5	5,000		5.5	2,000		11.0	20,000
	9.0	10,000		6.5	3,000		12.0	30,000
	10.0	20,000		7.5	5,000		13.0	50,000
	11.0	30,000		9.0	10,000		15.0	70,000
General Cargo Ship	4.5	Dead weight Tons 700		10.0	15,000	16.0	90,000	
	5.0	1,000		11.0	20,000	18.0	100,000	
	5.5	2,000		12.0	30,000	20.0	150,000	
	6.5	3,000		13.0	40,000	Ferryboat	5.0	Gross Tons 1,000
	7.5	5,000		14.0	50,000		5.5	2,000
	9.0	10,000		15.0	70,000		6.0	3,000
	10.0	15,000		16.0	100,000		6.5	4,000
	11.0	20,000		20.0	150,000		7.5	6,000
	12.0	30,000	21.0	200,000	8.0		13,000	
	13.0	40,000	22.0	250,000				
14.0	50,000							

Enligt Service Centrala Technique anges att bassängdjupet skall minst vara lika med det största erhållna fartygsdjupgåendet plus ett frigående större än 0.5 m. Som exempel kan nämnas att ett fullastat fartyg på 50.000 dwt har djupgåendet ca 12.7 m; frigående ≥ 0.5 m ger samman 13.2 m. Bassängen skall alltså vara ≥ 13.2 m djup (jämför med Japan: ca 14 m djupbassäng för samma fartyg).

4. MAX. VÅGRÖRELSE I HAMNAR. TILLÅTNA STÖRNINGSRÖRELSE

Hamnbassänger bör planeras och utformas så att fartyg som kommer eller lämnar anlösningsplatsen skall erhålla ett acceptabelt skydd mot ström och vågstörningar. Här skall sammanställas Japans, Indiens, Frankrikes och Storbritanniens antaganden för tillåtna störningar i hamnbassänger. Vi finner ej antaganden i de tyska EAU75. De två första länderna anger som tillåtna störningar, värden på tillåtna våghöjd med hänsyn till anlösnings- och förtöjningssystem, lastning och lossningsmetoder samt förtöjningsplatsens orientering m.a.p. vågriktningarna. I brittiska Code of Practice (SEA STATE) anges att på grund av det icke lineära sambandet mellan vågornas inverkan på fartyget och fartygets reaktion mot densamma kan man på generellt sätt inte använda sig av tillåtna våghöjder för fartyg redan > 3000 (t). Det anses lättare att ge riktvärden för tillåtna fartygsrörelser. Tillåtna fartygsrörelser efter 3 stycken huvudprinciper:

- a) en säkerhetsgräns som ej skall överskridas då själva fartyget, andra fartyg och hamninstallationer kan komma till skada; denna gräns definieras oftast av den maximala förtöjningskraften
- b) en gräns som ej skall överskridas för att lastning och lossning skall kunna ske på ett effektivt sätt eller kunna göras överhuvudtaget
- c) Hamnmyndigheternas och fartygsoperatörers åsikter för vad de anser vara de tillåtna fartygsrörelserna

Service Central Technique anger som riktlinjer för tillåtna våghöjder i hamn några värden som togs fram vid en undersökning i skandinaviska hamnar.

4.1 Tillåtna max vågrörelse i hamnbassänger

Enligt ovan anges tillåtna max vågrörelse i de japanska och indiska Standards. För Japan gäller generellt att de kritiska våghöjderna för lasthantering är följande:

Tabell 18 Kritisk våghöjd för lasthantering enligt japanska Standards

Anordning	Kritisk våghöjd för lasthantering (m)
Bassäng för små fartyg	0,30
Andra anordningar	0,50 - 0,70

I de indiska Standards anges de maximala signifikanta våghöjderna som kan tillåtas inom en hamn för att lastning och lossning skall tillåtas (eng. tranquility condition).

Tabell 19 Max. signifikant våghöjd för lastning och lossning i hamn enligt indiska normer

	at berth	Turning basin	Offshore mooring
General Cargo	0.65	0.90	1.50
Bulk Cargo	0.90	1.20	1.50 for berthing 2.50 for operati
Container Cargo	0.90	1.20	—
Passenger Vessel	0.65	—	—
Trawler & fishing boats	0.60 - 0.90	—	—
Deep sea Tugs	—	1.20	—
Dredgers	—	0.45 - 2.00	—
Supervisor's boats	0.60	0.60 - 1.20	—

The actual figures will depend on the mooring and berthing systems, the methods of loading and unloading used at a particular berth, and with the orientation of the berth in respect of wave directions.

4.2 Tillåtna störningsrörelser

Storbritannien

Enligt inledande stycke antas de tillåtna störningsrörelserna efter 3 gränser:

- a) säkerhet mot skador av fartyget, närliggande fartyg och hamninstallationer

- b) möjlighet till lasthantering
- c) erfarenhet

Generellt gäller att $a > b > c$.



För lasthantering brukar de tillåtna fartygsrörelserna vara beroende av fartygstyp och hanteringsutrustning. Dessa värden är alltså enligt följande tabell:

Tabell 20 Tillåtna fartygsrörelser för lastning och lossning enligt brittiska Code of Practice

Fartygstyp	Till. störningsrörelse (m)
Containerfartyg	1 (vertikal och horisontell)
Tankfartyg	2 (" " " ")
Ro/Ro-fartyg	<0,3 (vertikal)
Andra mindre fartyg	0,5-1 (vertikal och horisontell)

Frankrike:

Som riktlinje anges följande värden som tillåtna våghöjder inom en hamn för 3 olika typer av fartyg. Värdena kom fram vid en undersökning som gjordes i några skandinaviska hamnar; det sägs inte vilka men källan för uppgifterna är tidningen "Dock and Harbour Authority", september 1978.

TANKERS	Taille des navires x 1000 tdw	Nombre d'observations	Agitation acceptable (en mètres)		
			Moy.	Min.	Max.
Mer de face 	200 - 250	8	2,0	1,0	4,5
	50 - 100	8	2,0	1,0	4,0
	1,5 - 30	18	1,2	0,4	2,0
3/4	200 - 250	8	1,6	1,0	3,0
	50 - 100	8	1,9	1,0	4,0
	1,5 - 30	18	1,0	0,4	2,0
Travers 	200 - 250	7	1,6	0,75	3,0
	50 - 100	9	1,4	1,0	2,0
	1,5 - 30	16	0,8	0,4	1,5

VRACQUIERS BULK	Taille des navires x 1000 tdw	Nombre d'observations	Agitation acceptable (en mètres)		
			Medel Moy.	Min.	Max.
Mer de face	12 - 20	7	1,15	0,5	3,0
	7 - 10	11	0,95	0,25	1,75
	1,5 - 4,5	5	1,10	0,75	1,50
3/4	12 - 20	7	0,85	0,25	2,0
	7 - 10	11	0,80	0,25	1,5
	1,5 - 4,5	5	0,90	0,50	1,0
Travers	12 - 20	7	0,80	0,25	2,0
	7 - 10	11	0,70	0	1,25
	1,5 - 4,5	5	0,75	0,50	1,0

Tabell 21 Tillåtna våghöjder inom en hamn för 3 olika typer av fartyg enl. SCT

CARGOS	Taille des navires x 1000 tdw	Nombre d'observations	Agitation acceptable (en mètres)		
			Medel Moy.	Min.	Max.
Mer de face	100 - 110	4	1,4	1,0	2,1
	35 - 70	5	1,15	0,75	1,5
	4 - 30	12	0,95	0,5	2,0
3/4	100 - 110	4	1,15	0,75	1,8
	35 - 70	5	0,9	0,6	1,0
	4 - 30	11	0,8	0,2	1,75
Travers	100 - 110	4	0,95	0,5	1,5
	35 - 70	5	0,65	0,5	1,0
	4 - 30	12	0,8	0,25	1,5

5. DIVERSE

Här skall behandlas kortfattat några ämnen som finns i de aktuella normerna och som anses vara av speciellt intresse. Oftast behandlas de av ett enstaka land i taget och/eller översiktligt hos andra länders normer, vilket gör att reglerna inte är direkt jämförbara länderna emellan. De olika områden som skall presenteras med sitt respektive land är följande:

1. ISTRYCK, BELASTNING p.g.a. IS (Storbritannien)
2. EROSIONSSKYDD (Västtyskland)
3. KORROSION (Storbritannien, delvis Japan)

5.1 Belastning p.g.a. is; Istryck (Storbritannien)5.1.1 Istyper

Följande istyper anses vara dimensionerande vad beträffar belastningen på en marinkonstruktion typ kaj.

- 1) Isbildning på byggnaden p.g.a. regn, dimma, spray m.m.
- 2) Bottenis som bildas på föremål under vatten
- 3) Isskivor som bildas på ytan av lugnare vatten
- 4) Stora flytande ismassor

Typerna 3) och 4) är viktigast när sidobelastningen på en havsbyggnad behandlas; lastens storlek är proportionell med is-tjockleken.

5.1.2 Ströminverkan på isbelastningen

Beaktas på 2 olika sätt: a) i stor skala (large scale)
b) i liten skala (small scale)

Beaktande i stor skala innebär vattenrörelser över stora avstånd och kan inverka på 2 sätt:

- 1) Havsvattnets temperatur högre eller lägre än omgivande lufttemperatur
- 2) Transport av ismassor från ursprungsplatsen - till områden med högre temperatur där sådana ismassor ej förväntas.

Beaktande i liten skala innebär inverkan av de lokala strömmar mot islasternas storlek; den största inverkan är

- 1) Hastigheten med vilken en ismassa kan kollidera mot den marina konstruktionen
- 2) Bromskraften på isskivan som i sin tur redan är i kontakt med den marina konstruktionen

5.1.3 Isinverkan

5.1.3.1 Ishållfasthet

Is anses vara ett elastoplastiskt material med mycket låg elasticitetsgräns. För låga belastningshastigheter betraktas isen som ett plastiskt material och för höga belastningshastigheter betraktas den som ett elastiskt material. Isens hållfasthet är beroende av belastningshastigheten, istemperaturen, isdjup och issalinitet. Vidare är isens tryckhållfasthet 4 ggr dess drag- och skjuvhållfasthet.

5.1.3.2 Sidobelastning

Kraftens storlek som inverkar på konstruktionen då en ismassa kolliderar mot denna får beräknas enligt Newtons andra lag ($P = Ma$) där M är den aktuella massan plus tillskottet av den hydrodynamiska massan som beror på ismassans form, hastighetsminskning, frigåendet m.m.

Vidare gäller att konstruktionens egenfrekvens* inte skall falla inom räckvidden av den höga energin av de tvingade vibrationerna p.g.a. isbelastning (resonans).

5.1.3.3 Vertikalbelastning

De laster som måste beaktas är följande:

- i) Tvingad dödvikt orsakad av isbildning på den marina konstruktionen
- ii) Vid lågvatten: tyngden av den frusna isen
Vid högvatten: upptryckning p.g.a. flytförmågan
- iii) Vertikala komponenterna av membrankrafter som överförs genom isskivorna p.g.a. växlande vattennivåer

* def. konstruktionens egenfrekvens: frekvens för fri vibration av konstruktionen.

- iv) Vertikala laster p.g.a. isrörelser när isen inverkar på byggnader med lutande väggar.

5.1.3.4 Allmänt att beakta

- a) Is innehåller oftast sand och grus inom sin struktur och detta kan orsaka nötning som därefter kan ge upphov till högre korrosion då isen passerar konstruktionen
- b) När fartyg skall angöra i en isbelagd bassäng skall tillfartsfaktorn K_2 ökas. Det kan vara nödvändigt att begränsa angöringsfrekvensen på grund av de allvarliga isförhållandena. Detta kan vara en för hög tillfartsfaktor eller en icke önskvärd kombination av både isbelastning och angöringsbelastning.
- c) Expansion eller volymökning av is som eventuellt kan ha fastnat mellan konstruktionselementen måste också beaktas (ex. pålar vid pålkaj).

5.2 Erosionsskydd (Västtyskland)

Som regel skall stora oceangående fartyg inte förflytta sig av egen kraft inom en hamn. Då är det huvudsakligen bogserbåtar, inlandsbåtar, mindre fartyg och motorbåtar som kan ge upphov till erosion i stränderna inom hamnen. Den orsakas pga båtarnas propellrar och skadan kan komma ända ner till 4 m eller djupare under vattenytan. Strandbeklädnaden skall därför finnas till ett större djup än inverkningsdjupet där starka strömmar inte finns och där det absolut räcker med vanlig icke stabiliserad slänt. I Tyskland (Enl EAU 75) indelas slänttäckning mellan permeabel slänttäckning och impermeabel slänttäckning beroende på beklädnadens utformning. Val av slänttäckning baserar sig mest på det överslagsmässiga konstruktionspriset. Men i områden med mycket hög våginverkan ger den impermeabla slänttäckningskonstruktionen lägre underhållskostnader.

5.2.1 Permeabel beklädnad

Tre standardkonstruktioner redovisas i de tyska EAU 75. Här skall bara ett exempel behandlas i detalj. Figurerna gäller kanalbekläd-

nad och liknande strandskoningar.

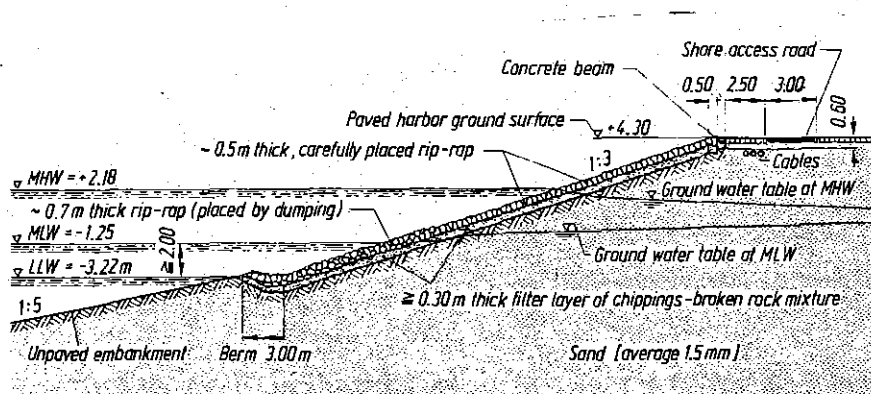


Fig. 109 Standard construction of a harbor embankment in Bremen, with permeable revetment

Figur 33: Exempel på standardkonstruktion för permeabel kanalbeklädnad och strandskoningar i Bremen, ur EAU 75.

Konstruktionen indelas i en övergångsbredd (Berm 3,0 [m]), en underdel (0,7 m thick rip-rap) och en överdel (0,5 [m] thick, carefully placed rip-rap). En betongbalk på $\approx 0,5$ [m] utgör beklädnadskonstruktionens övre gräns.

Stenarna i överdelen placeras så att en viss "låsning" mellan dessa uppträder och då kan de inte flyttas pga våginverkan. Stenarna eller blocken måste vara klimatbeständiga. Vikten på ett sådant block skall vara mellan 30 och 50 kg och minsta kantlängden 20 cm. Under stenbeklädnaden finns en filterbädd 0,30 m tjock som utgörs av $\phi 5-20$ mm fin makadam och $\phi 30-80$ mm krossad sten, som utformar den svåra övergången från beklädnad till sandundergrunden och förhindrar borttransporten av sanden från stranden.

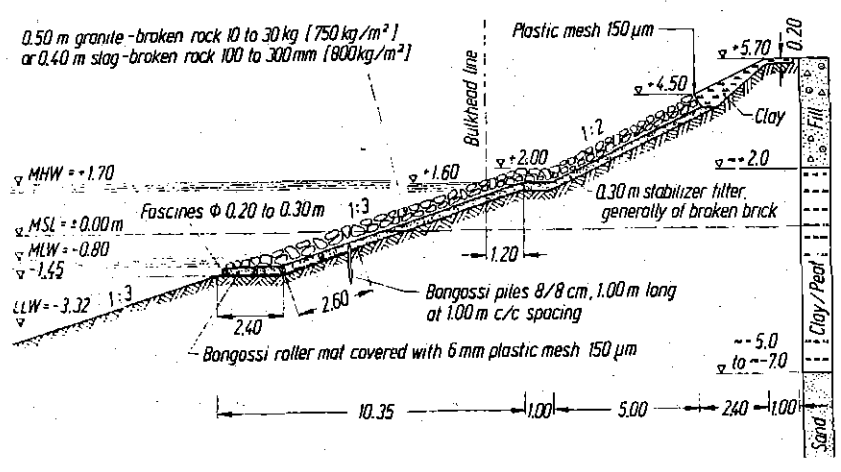


Fig. 110 Standard construction of a harbor embankment in Hamburg, with permeable revetment

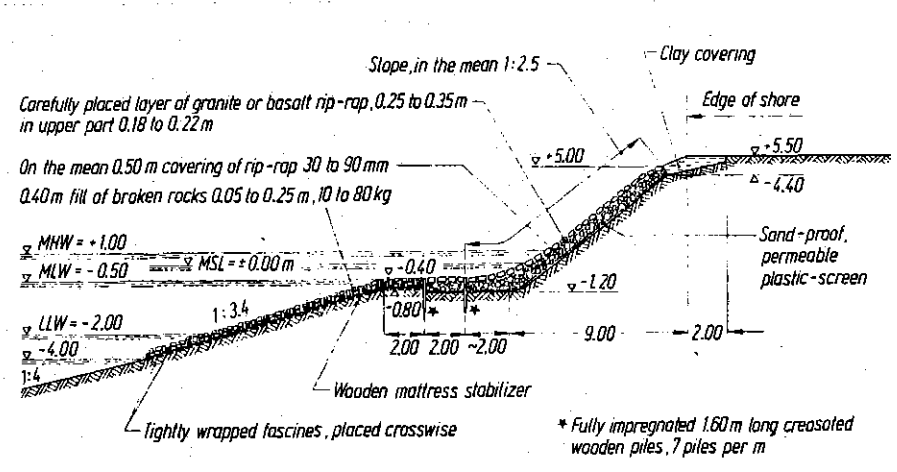


Fig. 111 Standard construction of a harbor embankment in Rotterdam, with permeable revetment

Figur 34 Två ytterligare använda konstruktioner för permeabel kanalbeklädnad och strandskoningar

5.2.2 Impermeabel beklädnad

När vattentäta beklädnader skall användas måste hänsyn tas till vattentrycksskillnaderna genom beaktande av detta vid skyddets utformandeskede och konstruktion. Vattentrycksskillnadernas storlek beror på storleken och hastigheten av havsvattnets nivåändringar och grundvattennivån bakom beklädnaden. Dessa tryckskillnader minskar friktionskrafterna mellan beklädnaden och underliggande material. Om t.ex. den horisontala kraftkomponenten för beklädnaden parallell med släntytan överstiger friktionskraften på denna yta, då kan detta leda till deformationer i beklädnaden.

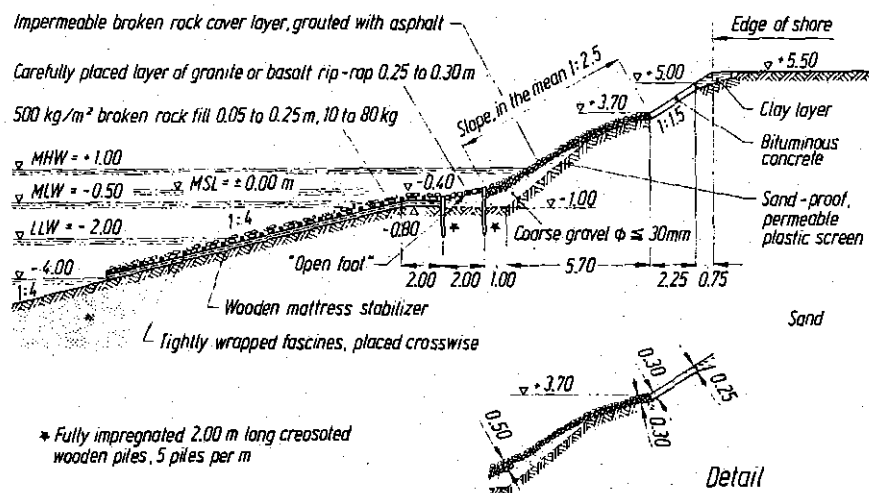


Fig. 112 Standard construction of a harbor embankment in Rotterdam, with impermeable revetment

Figur 35 Exempel på standardkonstruktion för impermeabel kanalbeklädnad och strandkoninger, ur EAU 75

Konstruktionen är av typen "open foot construction" och den reducerar vattentrycksskillnaden. Denna "open foot" utgörs av en fyllning av grovt grus $\phi > 30$ mm mellan två rader av tät-placerade träpålar (längd 2,00 m, ϕ 20 cm) impregnerade med kreosot. Fyllningen täcks med en granit eller basaltbädd med stenstorlek 25-35 cm. Under fyllningen finns ett sandtätt men permeabelt plasttäckte. Fullständig dränering som skall skydda också mot borttransporten av undergrunden är ett krav för att erhålla stabilitet i en slänt med impermeabel beklädnad.

5.3 Korrosion (Storbritannien, delvis Japan)

Alla material som används i havskonstruktioner är utsatta för allvarliga miljöförhållanden, som ger materialen skadliga ändringar i dess fysiska och kemiska struktur.

Behovet att kontrollera korrosion och att i förväg kunna bestämma metallförlusterna pga korrosion spelar en mycket stor roll vid val av den lämpligaste metallen. Som exempel kan sägas att det är kanske bättre att välja ett stål med låg hållfasthet och stor

tjocklek men ur korrosionssynpunkt med lång levnad än ett stål med hög hållfasthet och liten tjocklek men ur korrosionssynpunkt med kort levnad. Man måste komma ihåg att uppkomst av korrosion och förebyggandet av korrosion skall alltid beaktas för allt metallarbete även om metallen inte är den marina konstruktionens huvudmaterial. (Alltså mest förekommande material i själva konstruktionen).

Vi finner rekommendationer för förebyggande av korrosion i de brittiska och japanska normerna. De brittiska "Code of Practice" Part 1, Section 5 har ägnat ett avsnitt åt skyddsmetoder för marina konstruktioner där metaller utnyttjas. Avsnittet kallas för "Protective measures" och indelas i följande delar:

- a) Metoder för reducering av korrosion
- b) Skydd i den torra zonen
- c) Skydd i skvalpzonen
- d) Skydd i den våta zonen
- e) Skydd i den nedgrävda zonen

Nedan skall kortfattat anges innehållet i dessa delar.

I den japanska Technical Standards har man ett kapitel om korrosionskontroll och indelning sker efter kontrolltyp; således är följande indelning aktuell:

- a) Katodiskt skydd
- b) Skydd med hjälp av beläggning
- c) Korrosionskontroll med "tillåten korrosion"

Det måste påpekas att avsnittet om skyddsmetoderna mot korrosion är mycket mer omfattande i de brittiska normerna än i de japanska technical standards. Bilaga 7.

5.3.1 Metoder för minskning av korrosion

I brittiska "Code of Practice, part 1, section 5: Materials" anges följande råd för minimering av korrosion:

- a) Konstruktion skall utformas gynnsamt ur korrosionssynpunkt
- b) Rörformiga element skall användas oftast möjligt ty de erhåller mindre ytor
- c) Korrosion i stumfogar kan undvikas med tätsvetsning och genom att undvika intermitterent svetsning i fogar som har dåliga korrosionspunkter i start- och slutpositioner
- d) Minimera kontaktytorna av överloppsfog med lämplig svetsfogutformning
- e) Reglar och knutar där läktar och vinkelstänger är svetsade till strukturelement bör undvikas
- f) Om olika metaller utnyttjas till samma struktur skall elektrisk diskontinuitet mellan metallerna råda
- g) När katodiskt skydd installeras, antingen med tillsatt ström eller med offeranoder, skall elektrisk kontinuitet råda för alla nedsänkta element. Vidare observera föregående punkt, alltså f)
- h) När sektioner möter varandra för att forma celler skall dessa celler tätas hermetiskt (plomberas) med kontinuerliga svetssträngar
- i) Uppmärksamhet skall has på ev. närvaro av läckström från närliggande konstruktioner
- j) Strukturelementen skall placeras så att tillräcklig plats kan erhållas vid målning
- k) Det är viktigt att först rengöra stålet, ta bort allt frässlagg innan man tillåter punktkorrosion (gropfrätning)

5.3.2 Skydd i den torra zonen

Som "torra zonen" räknas zonen ovan högsta tidvattennivå plus en tolerans för högsta våghöjden. Två metoder för skydd av denna zon tillgripes enligt följande:

5.3.2.1 Målning

När målning används som beklädnad i marina konstruktioner indelas denna i primär, intermediär och slutbeklädnader (finish coats). Alltså primär-skikt, intermediär-skikt och topp- eller ytskikt. Det primära skiktet skyddar stålet, ger bra yta med både stålet och toppskikten och gynnar adhesionen av toppskikten. Toppskiktens uppgift är att skydda det primära skiktet mot vatten, syra och kemiskt aktiva joner. De ger också extra stötskydd och lösningskydd samt en jämn, slät och icke porös yta. Ytskikten brukar vara av samma typ som intermediärskikten och kan väljas till färg för att underlätta upptäckandet.

Tabellen i bilaga 8 anger aktuella skiktbeklädnadssystem som används i off-shore plattformar och tillhörande utrustning. De presenteras icke som rekommendation men som riktlinjer. Val av beklädnadssystem skall baseras på försök och resultat från fält- och underhållsprogram. Underhållsbeklädnader skall vara uppbyggda på samma sätt som de ursprungliga. Toppskikten karakteriseras enligt följande:

- Härdbar beklädnad: brukar innehålla epoxi och/eller polyestermaterial; härdning sker mha katalysator. Mycket beständigt mot kemiska angrepp. Kritar av sig vid exponering under ultraviolett ljus. Under härdning skall temperaturen vara $\geq 5-10^{\circ}\text{C}$. Mycket hög beständighet mot katodisk utlösning (alltså utlösning av metaller, där då själva konstruktionen utgör katoden).
- Termoplastisk eller lösningsbelagda beklädnader: Dessa material brukar innehålla kolväteföreningar (vinyl, akryl) eller klorinerad gummi. Kan beläggas vid temp. $\geq 0^{\circ}\text{C}$. Mycket bra beständighet vid exponering under ultraviolett ljus och andra allvarliga miljöförhållanden. Nackdelar är ohållbarhet vid temp $\geq 60-77^{\circ}\text{C}$, reducerad lösningsbeständighet och det låga värdet på kvoten = (fast ämne/total volym).

5.3.2.2 Metallbeklädning

Metallbeklädning utgörs oftast av zinkbeläggningar. Galvanisering med efterfärgning vid högtemperatur är en effektiv metod där komplexa stålformer måste skyddas. Galvanisering som andra zinkbeklädningar är känsliga för angrepp i syrliga och alkaliska miljöer; begränsa därför exponering med cementa och syror.

5.3.3 Skydd i skvalpzonen

Som "skvalpzonen" räknas zonen mellan högsta och lägsta tidvattennivåer med en tolerans för max. våghöjd och turbulens inom respektive nivå. Användning av katodiskt skydd i denna zon är icke att rekommendera pga instabiliteten hos strömbanorna och underhåll av målning är svårt. Målningssystem är mycket svåra att lägga på i skvalpzonen och därför skall snabbtorkande och vattenbeständiga lösningar appliceras. (Epxi, polyester t.ex.). Bäst att belägga ytan innan elementet sätts på plats i skvalpzonen. En lämplig metod där tidvattennivåväxlingar är små (1,5 - 3,0 m) och kostnaderna låga, är att ingjuta stålelementen kring skvalpzonen i betong med hög densitet.

Ytbeläggning (förhydnig) med legeringar är också vanligt, typ MONEL 400 (Ni 67%, Cu 28%, Fe 2,5% max. och Mn 2%) som är lika stark som stål och är mera beständig mot korrosion än t.ex. koppar eller brons. Icke beständigt mot salpetersyra (nitrisk syra). Att tillsätta extra slitplattor av stål för att kompensera för korrosionen under konstruktionens livstid är en bra metod. Den ger dessutom ökad hållfasthet mot stöt. Slitplattor är normalt beklädda likadant som de övriga delarna i strukturen.

5.3.4 Skydd i den våta zonen

Den "våta zonen" räknas som zonen mellan lägsta tidvattennivå minus en tolerans för max. våghöjd och havsbotten, minus ett intervall för erosion och övermuddring. Som skydd är målnings-system omöjligt att tillgripa, om de inte görs innan, på torra land. Konstruktionen bör vara så utformad att dykare vid underhåll kan röra sig fritt i området trots dålig visibilitet. Enligt det brittiska Code of Practice är de två följande metoderna praktiskt användbara:

- a) katodiskt skydd:
- Med insättning av galvaniserade anoder som legeringar av helst mycket aktiva metaller som t.ex. magnesium, Zn
 - Tillsättning av ström mellan anoderna. Anod mtrl. kan utgöras av legeringsmtrl. med bly och silver, bly och platina, grafit, silikon och järn m.m.
 - Kombination av ovanstående 2 åtgärder.
- b) täckning:
- Strukturelement kan täckas med impregnerad glasfiber där impregneringsmedlet utgörs av vattenavvisande komponent med goda adhesiva egenskaper. Täckningen bör helst ske först på torra land och helst på cylindriska element. Täckningsmtrl. kan vara olja-vaselin, polyetylen, stenkolstjära och bitumen, epoxy och polyester.

5.3.5 Skydd i den nedgrävda zonen

Den "nedgrävda zonen" räknas som zonen under havsbotten, minus en tolerans för erosion och övermuddring. Korrosionen är mindre än i den våta zonen utom när "desulphovibrio desulphuricans",

en familj av sulfatreducerande bakterier är på plats (sura jordar). Genom mätning av redoxpotentialen i botten kan denna bakteries närvaro bestämmas och genom katodiskt skydd kan denna korrosionsform elimineras.

Det understryks att katodiskt skydd är det enda effektiva sättet att skydda sig mot korrosion på lång sikt vid den nedgrävda zonen. Målningssystem är också bra om de beläggs på torra land och dessa inte skadas under nedslagning av pålarna.

REFERENSER

1. British Standards Institution, Draft for public comment. Doc. 78/14624 DC. Technical committee CSB/17 - Maritime Structures: Code of Practice on Maritime Structures, Part 1: General criteria, Section 1: Loads. London 1979.
2. British Standards Institution, Draft for public comment. Doc 78/14623 DC. Technical committee CSB/17 - Maritime Structures: Code of Practice on Maritime Structures, Part 1: General Criteria, Section 2: Sea State Section. London 1979.
3. British Standards Institution, Draft for public comment. Doc 78/14623 DC. Technical committee CSB/17 - Maritime Structures: Code of Practice on Maritime Structures, Part 1: General Criteria, Section 5: Materials. London 1979.
4. Committee for Waterfront Structures of the Society for Harbour Engineering and the German Society for Soil Mechanics and Foundation Engineering: Recommendations of the Committee for Waterfront Structures EAU 1975. (3rd Edition), Berlin-Munich-Duesseldorf 1978.
5. Direction des Port et de la Navigation Maritimes, Service Technique Central, Notice S.C.T., P.M. Nr 78-4: Les Etudes Préalables au Aménagements Portuaires. Compiègne 1978.
6. Direction des ports et de la navigation maritimes, Service Technique Central, Notice S.C.T. - P.M. nr 79-9; La Conception et le Calcul des Quais sur Pieux. Compiègne 1979.
7. Indian Standards Institution, Draft for Comments only. Doc. BDC 66 (2396): Code of Practice for Planning and Design of Ports and Harbours, Part II Layout and Functional Requirements. 1976.

8. Indian Standards Institution, Draft for Comments only. Doc. BDC 66 (2313): Code of Practice for Planning and Design of Ports and Harbours, Part IV Design Criteria. 1976.
9. The Overseas Coastal Area Development Institute of Japan: Technical Standards for Port and Harbour Facilities in Japan. Tokyo 1980.
10. Port Engineering. Per Bruun. Gulf Publishing Company; Houston, Texas. 1973.

BIBLIOGRAFI

1. (AB Byggmästarens Förlag).
Börge Algers, Lars Forsby, Wilhelm Tell: BYGG 9, Väg- och Vattenbyggnad avd. 95, Stockholm 1966.
2. US Army Coastal Engineering Research Center. Dept. of the army corps of engineers: Shore Protection Manual. 1977.
3. Hafenbautechnischen Gesellschaft e.V. und der Deutschen Gesellschaft für Erd- und Grundbau e.V.; 6. Auflage: Empfehlungen des Arbeitsausschusses "Ufereinfassungen" EAU 1980. Berlin-München 1981.

BILAGOR

2.5.4.4 Outrigger or jack loadings are also imposed by side loaders used for handling of containers and other cargoes. Where side loaders are to be used, then provision should be made for the jack loads imposed by the size of machine anticipated. Typical values of side-loader jack reactions are given in Table 23 which may be used in the absence of more precise information. The jacks are all located in a straight line at the spacing stated.

Table 23 Side Loader Jack Reactions

Capacity (tonnes)	Weight Unladen (tonnes)	Number of Jacks	Jack Spacing (metres)	Jack Load (kN)	Contact Pressure (kN/m ²)
23	30	2	2.5	250	1300
27	40	4	2.5	160	400
40	50	4	2.5	230	500

2.5.4.5 Where caterpillar tracked cranes are used then the loading imposed should be taken, in the absence of more precise information, as given in Table 24 relative to the maximum size of crane anticipated. The maximum contact pressures may be imposed as a uniform pressure under one track or as the maximum of a triangular distribution under both tracks. The contact area considered should equal that required to support the weight of the crane and its load, within the limits given. Local damage is likely to be caused to blacktop and, to a lesser extent, concrete surfaces by tracked cranes unless protective mats are provided.

Table 24 Loading due to tracked cranes

Max Lift Capacity (tonnes)	Unladen Weight (tonnes)	Track Spacing (c/c) (metres)	Track Contact Length (metres)	Track Width (metres)	Unladen Contact Pressure (kN/m ²)	Max Contact Pressure (kN/m ²)
6	12	2.1	2.6	0.50	35	120
20	30	3.00	3.8	0.75	45	160
30	45	3.00	4.0	0.75	52	200
40	50	3.00	4.2	0.75	60	250
50	57	3.00	4.5	0.90	78	300

Tabell 16

Dry Bulk Densities for Bulk Materials (Refer to para. 2.5.2.2)

Material	Dry Bulk Density (tonnes/m ³)	Angle of Repose
<u>ORES</u>		
Iron (Limonite)	2.24-3.00	35-40°
Copper (Copper Pyrites)	2.56	38-45°
Lead (Galena)	2.56-2.76	35-40°
Zinc (Zincblende)	1.50-1.79	38°
Aluminium (Bauxite)	1.33	28° when dry 49° in 8% moisture
Tin (Cassiterite)	1.63-1.99	35-38°
Chromium (Chromic Iron)	2.39-2.56	33-40°
Magnesium (Magnesite)	1.44	35°
Manganese (Manganite)	1.79-2.39	35-45°
<u>BASIC CHEMICALS</u>		
Sulphur	1.12-1.20	35-40°
Phosphate Rock	1.03	30-34°
Kaolin	0.90-0.94	30-35°
<u>SOLID FUELS</u>		
Coal	0.72-0.90	30-45°
Coke	0.36-0.51	37°
<u>BUILDING MATERIALS</u>		
Natural aggregates	1.28-1.60	30-40°
Granite (chippings)	1.20-1.24	35°
Sand	1.79-1.89	30-40°
Limestone	1.63	34°
<u>WASTE PRODUCTS</u>		
Domestic Refuse	0.56	
Scrap Iron	1.0-1.6	35°
<u>FOODSTUFFS</u> (normally stored in sheds or silos)		
Cereals	0.51-0.76	40°
Sugar	0.78	40°
Salt	0.90	45°
Soya Bean	0.82	35-60°
Copra	0.51	35°

Tabell 18 Stacked Densities for common commodities

Commodity	Stacked Density (tonnes/m ³)
<u>TIMBER</u>	
Softwood : Douglas Fir	0.61
Hardwood : Oak	0.83
Greenheart	1.14
<u>TIMBER PRODUCTS:</u>	
Paper (in bales)	0.80
Kraft linerboard (in reels)	0.65
<u>CHEMICAL PRODUCTS:</u>	
Petroleum products (in barrels)	0.41-0.51
Fertilisers (in bags)	0.84-0.94
<u>FOODSTUFFS :</u>	
Beer (in casks)	0.66
Dry sugar (in bags)	0.78
Tea	0.32-0.38
Potatoes (in bags)	0.72
Copra (in bags)	0.38
Soya beans (in bags)	0.72
Flour (in bags)	0.83
<u>METAL PRODUCTS:</u>	
Aluminium ingots	1.24
Copper ingots	3.00-3.59
Copper coils	1.12
Steel Bars	2.24-3.00
Pig steel	3.00-3.59
Steel coils	1.20-3.00

VÄSTTYSKLAND

5.1 Usual Ship's Dimensions (R 39)

The following average ship dimensions may be used in preliminary designs and in the design and layout of fenders and dolphins:

5.1.1 Seagoing Vessels

Tonnage		Displacement	Overall-length	Length between Perps	Beam	Draft
GRT	DWT	t	m	m	m	m

5.1.1.1 Passenger Vessels

80000	-	75000	315	295	35.5	11.5
70000	-	65000	315	295	34.0	11.0
60000	-	55000	310	290	32.5	10.5
50000	-	45000	300	280	31.0	10.5
40000	-	35000	265	245	29.5	10.0
30000	-	30000	230	210	28.0	10.0

5.1.1.2 Bulk Cargo Freighters (Ore, Oil, Coal, Grain etc.)

-	1000000	1145000	511	491	88.0	32.5
-	900000	1035000	500	480	85.0	31.0
-	800000	920000	485	465	82.0	30.0
-	700000	805000	471	451	79.0	29.0
-	600000	694000	454	434	75.0	27.5
-	540000	625000	442	422	72.5	26.5
-	500000	580000	435	415	71.0	26.0
-	450000	524000	424	404	68.5	25.0
-	420000	490000	418	398	67.0	24.5
-	380000	445000	407	386	64.5	24.0
-	340000	400000	398	378	62.5	23.0
-	300000	356000	385	364	59.5	22.0
-	275000	326000	376	355	57.5	21.5
-	250000	300000	367	346	55.5	21.0
-	225000	270000	356	336	53.5	20.5
-	200000	240000	345	326	51.0	19.5
-	175000	212000	330	315	48.5	18.5
-	150000	180000	315	300	46.0	16.5
-	125000	155000	295	280	43.5	16.0

Tonnage		Displacement	Overall-length	Length between Perps	Beam	Draft
GRT	DWT	t	m	m	m	m

Bulk Cargo Freighters (continuation)

-	100000	125000	280	265	41.0	15.0
-	85000	105000	265	255	38.0	14.0
-	65000	85000	255	245	33.5	13.0
-	45000	60000	230	220	29.0	11.5
-	35000	45000	210	200	27.0	11.0
-	25000	30000	190	180	24.5	10.5
-	15000	20000	165	155	21.5	9.5

The dimensions in the table can be expected to vary according to conditions in shipyard and shipping areas.

5.1.1.3 Mixed Cargo Freighters (Full Deck Construction)

10000	15000	20000	165	155	21.5	9.5
7500	11000	15000	150	140	20.0	9.0
5000	7500	10000	135	125	17.5	8.0
4000	6000	8000	120	110	16.0	7.5
3000	4500	6000	105	100	14.5	7.0
2000	3000	4000	95	90	13.0	6.0
1500	2200	3000	90	85	12.0	5.5
1000	1500	2000	75	70	10.5	4.5
500	700	1000	60	55	8.5	3.5

There appears to be no trend towards construction of larger cargo freighters. If necessary, the dimensions used in section 5.1.1.2 may be used.

5.1.1.4 Fishing Vessels

2500	-	2800	90	80	14.0	5.9
2000	-	2500	85	75	13.0	5.6
1500	-	2100	80	70	12.0	5.3
1000	-	1750	75	65	11.0	5.0
800	-	1550	70	60	10.5	4.8
600	-	1200	65	55	10.0	4.5
400	-	800	55	45	8.5	4.0
200	-	400	40	35	7.0	3.5

Västtyskland forts.

5.1.1.5 Container Ships

Tonnage	Displacement	Overall-length	Length between Perps	Beam	Draft	Number of Containers	Generation
DWT	t	m	m	m	m	circa	
50000	73500	290	275	32.4	13.0	2800	3.
42000	61000	285	270	32.3	12.0	2380	3.
36000	51000	270	255	31.8	11.7	2000	3.
30000	41500	228	214	31.0	11.3	1670	2.
25000	34000	212	198	30.0	10.7	1380	2.
20000	27000	198	184	28.7	10.0	1100	2.
15000	20000	180	166	26.5	9.0	810	1.
10000	13500	159	144	23.5	8.0	530	1.
7000	9600	143	128	19.0	6.5	316	1.

The development of container ships of the fourth generation is contingent on the enlargement of the locks of the Panama Canal and/or on the construction of a second canal across Central America. Therefore no figures for such ships have been included in the above table.

The length, width and draft of all types of freighters depend on the ship's construction and the country of origin. The dimensions can be expected to vary by as much as 5%; in extreme cases by as much as 10%.

The GRT, gross registered tonnage, is the internal cubic capacity of the ship up to tonnage deck including the deck superstructures measured in units of 100 cubic feet or 2.83 m³. The tonnage deck is the upper deck in ships with less than three decks. In ships with three or more decks, it is the second deck from the bottom.

The DWT, deadweight tonnage, is the carrying capacity, namely the weight of provisions, supplies, fresh water, crew, reserves of boiler water, fuel, freight and passengers, measured in English tons (long tons) at 2240 lbs. = 1016 kg.

5.1.2 Inland Vessels

Designation	Waterway Classification	Carrying Capacity	Length	Beam	Draft
		t	m	m	m
Motor Freighters:					
Large Rhine ship	VI	3500	110.00	11.40	4.00
Rhine ship	V	2000	95.00	11.40	2.70
Ship type "Europe"	IV	1350	80.00	9.50	2.50
Dortmund-Ems-Canal ship	III	1000	67.00	8.20	2.50
Kempenaar	II	600	50.00	6.60	2.50
Peniche	I	300	38.50	5.00	2.20
Push Lighters:					
Type "Europe II a"		2940 1520 ¹⁾	76.50	11.40	4.00 2.50 ¹⁾
Type "Europe II"		2520 1660 ¹⁾	76.50	11.40	3.50 2.50 ¹⁾
Type "Europe I"		1880 1240 ¹⁾	70.00	9.50	3.50 2.50 ¹⁾
Seabee		860	29.72	10.67	3.22
Lash		376	18.75	9.50	2.73
Bacat		150	16.76	4.57	2.45
Push Formations: (largest allowed dimensions)					
with one lighter		2940	110.00	11.40	4.00
with two lighters		5880	185.00	11.40	4.00
			110.00	22.80	4.00
with four lighters		11760	185.00	22.80	4.00
Where loading must be reduced in order not to exceed a draft limitation of 2.50 m, certain of the carrying capacities in the above table have been decreased as shown.					

¹⁾ With load reduced due to 2.50 m draft limitation.

JAPAN

2.1 DIMENSIONS OF SHIPS

The dimensions of the ships shall be determined appropriately, to insure that the port and harbour facilities can accommodate these ships.

When the dimensions of the ships are not known clearly, those may be determined in reference to Table 2.1.

Table 2.1 Standard Size of Ships

(units in m)

Type	Tonnage	Overall length	Molded breadth	Molded depth	Full load draft	Type	Tonnage	Overall length	Molded breadth	Molded depth	Full load draft
Passenger ship	Gross tonnage					Oil tanker	Dead weight tonnage				
	500	51	10.2	4.0	2.9		2,000	73	11.4	5.6	5.1
	1,000	68	11.9	5.0	3.6		3,000	85	12.8	6.4	5.9
	2,000	92	13.9	6.2	4.5		5,000	102	14.7	7.6	6.9
	3,000	109	15.3	7.1	5.1		10,000	139	19.0	9.9	8.1
	4,000	123	16.3	7.8	5.6		15,000	157	21.7	11.3	9.0
	5,000	135	17.2	8.4	6.0		20,000	171	23.8	12.4	9.8
	6,000	138	17.8	10.6	7.4		30,000	194	27.2	14.1	10.9
	7,000	144	18.6	11.1	7.7		40,000	211	29.9	15.4	11.7
	8,000	150	19.3	11.6	7.8		50,000	226	32.1	16.5	12.5
	9,000	155	20.0	12.0	8.0		70,000	250	35.9	18.4	13.6
	10,000	160	20.6	12.3	8.2		100,000	270	39.0	19.2	14.6
	15,000	181	23.1	13.9	8.8		150,000	291	44.2	23.0	17.9
20,000	197	25.1	15.1	9.2	200,000	325	47.2	24.5	19.0		
30,000	223	28.2	17.0	10.0	250,000	348	51.8	25.6	20.0		
General cargo ship	Dead weight tonnage					Ore carrier	Dead weight tonnage				
	700	51	8.5	4.6	3.8		10,000	140	18.7	10.5	8.1
	1,000	58	9.5	5.1	4.2		15,000	157	21.5	11.9	9.0
	2,000	74	11.7	6.3	5.1		20,000	170	23.7	12.9	9.6
	3,000	86	13.2	7.2	5.9		30,000	192	27.3	14.5	10.6
	4,000	95	14.4	7.8	6.4		40,000	208	30.2	15.8	11.4
	5,000	103	15.4	8.4	6.8		50,000	222	32.6	16.8	11.9
	6,000	124	16.9	9.5	7.2		70,000	244	37.8	18.7	13.3
	7,000	129	17.6	10.0	7.5		90,000	250	38.5	19.7	14.5
	8,000	135	18.3	10.4	7.8		100,000	275	42.0	23.0	16.1
	9,000	139	18.9	10.8	8.0	150,000	313	44.5	24.7	18.0	
	10,000	144	19.4	11.2	8.2	Ferryboat	Gross tonnage				
	15,000	162	21.7	12.7	9.1		1,000	75	13.4	5.0	4.0
	20,000	177	23.4	13.8	10.0		2,000	90	16.2	9.8	4.3
	30,000	199	26.1	15.7	11.0		3,000	105	17.7	10.5	5.0
40,000	217	28.3	17.2	11.9	4,000		122	20.0	11.2	5.3	
50,000	232	30.0	18.4	12.7	6,000	138	21.4	12.7	5.9		
Oil tanker	Dead weight tonnage					8,000	155	21.8	13.2	6.1	
	700	50	8.5	4.0	3.7	10,000	168	24.0	14.7	6.5	
	1,000	57	9.4	4.5	4.2	13,000	195	24.0	16.1	6.7	

2.4.2.3.4 The mooring forces due to winds and currents may be regarded as quasi-static forces and the loads imposed thereby may be determined by static analysis of the mooring line system. The overall wind and current forces may be calculated as two resulting transverse forces, acting at each end of the vessel and a longitudinal force, as follows:-

Transverse wind force

$$F_{TW} = C_{TW} A_L V_R^2 \times 1.82 \times 10^{-6} \text{ kN}$$

Longitudinal wind force

$$F_{LW} = C_{LW} A_L V_R^2 \times 1.82 \times 10^{-6} \text{ kN}$$

where C_{TW} = transverse wind force coefficient
(forward or aft) (See Figs. 19 and 20)

C_{LW} = longitudinal wind force coefficient
(See Figs. 19 and 20)

A_L = lateral projected area above water level (m^2)
(See Fig. 21)

V_R = wind speed (m/sec)

Transverse current force

$$F_{TC} = C_c C_{TC} T L_{WL} V_c^2 \times 1.82 \times 10^{-3} \text{ kN}$$

Longitudinal current force

$$F_{LC} = C_c C_{LC} T L_{WL} V_c^2 \times 1.82 \times 10^{-3} \text{ kN}$$

where C_c = shallow water correction factor depending on the ratio of depth of water to ships' draught and angle of incidence. (See Fig. 24)

C_{TC} = transverse current force coefficient
(forward or aft) (See Fig. 23)

C_{LC} = longitudinal current force coefficient
(See Fig. 23)

T = draft of the ship (metres)

L_{WL} = length of the vessel at the waterline (metres)
(See Fig. 22)

V_c = current speed (m/sec)

- 2.4.2.3.5 The wind force coefficients depend on the angle of incidence of the wind relative to the ship, the shape of the ship superstructure and whether the ship is loaded or in ballast. Values for the coefficients have been given in Figs. 19 and 20 for load and ballast conditions respectively, to give design values covering most superstructure positions on tankers, bulk carriers or freighters, based on the results of wind tunnel measurements. Values are given in Fig. 21 for laterally projected areas of typical tankers and bulk carriers in load and ballast conditions relative to the ship's tonnage. Lengths along the waterline are given in Fig. 22 relative to ship's tonnage for typical tankers and bulk carriers. Current force coefficients depend on the angle of incidence and are given in Fig. 23. Correction factors for shallow water effects are given in Fig. 24.
- 2.4.2.3.6 For exposed berths, where wave loading is significant, then the dynamic response of the vessel under the restraints of the mooring lines and fenders, and subject to the incident wave loading should be determined by mathematical analysis, model testing or other available method. Further details are given in Part 2, Sea State.
- 2.4.2.3.7 Ships moored adjacent to fairways may experience additional mooring loads due to passing ships. Reference should be made to Part 5, Sea State, for guidance.
- 2.4.2.3.8 The maximum loads on bollards may be checked by reference to the numbers, pattern and strengths of mooring ropes used. The strength of the ropes is generally well defined by the strength of the splice. Bollard loads may also be limited by the use of break off bollards.

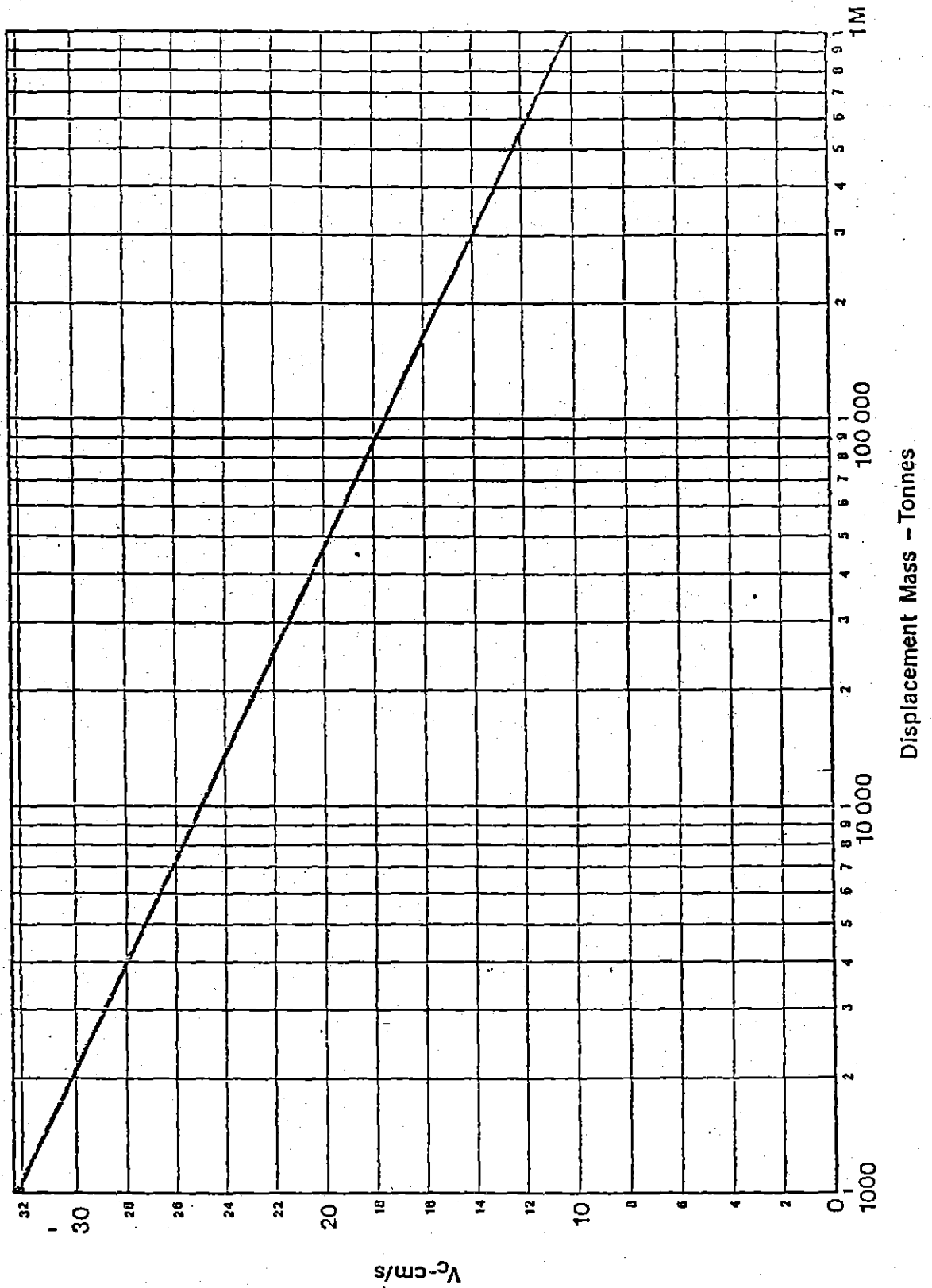


Fig.18. Values of Characteristic Berthing Velocity against Ship Displacement Mass.

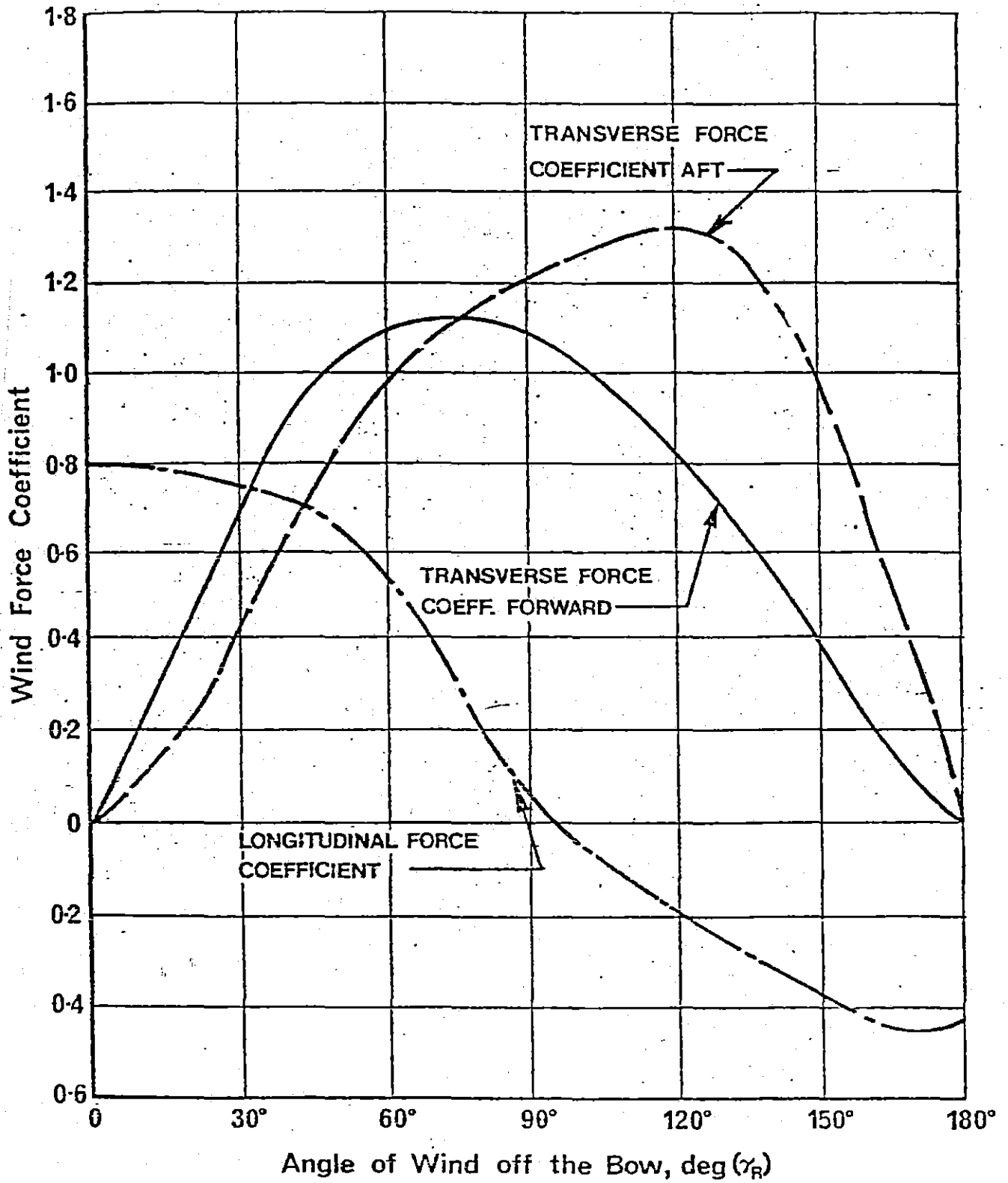


Fig.19. Wind Force Coefficients for Moored Ships:
Load Condition

Refer to paras 2.4.2.3.4 and 2.4.2.3.5

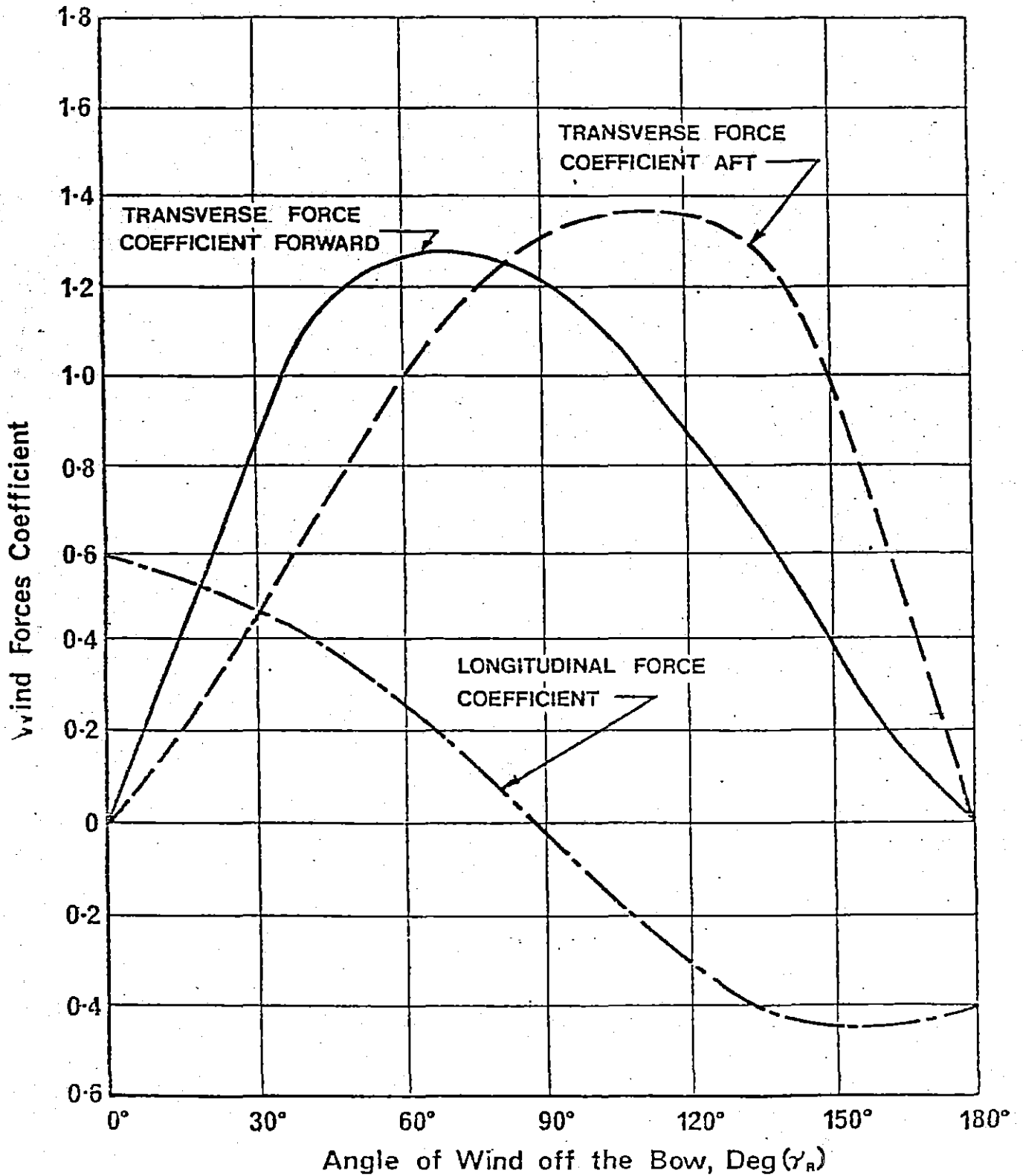


Fig.20. Wind Force Coefficients for Moored Ships:

Ballast Condition

Refer to paras. 2.4.2.3.4 and 2.4.2.3.5

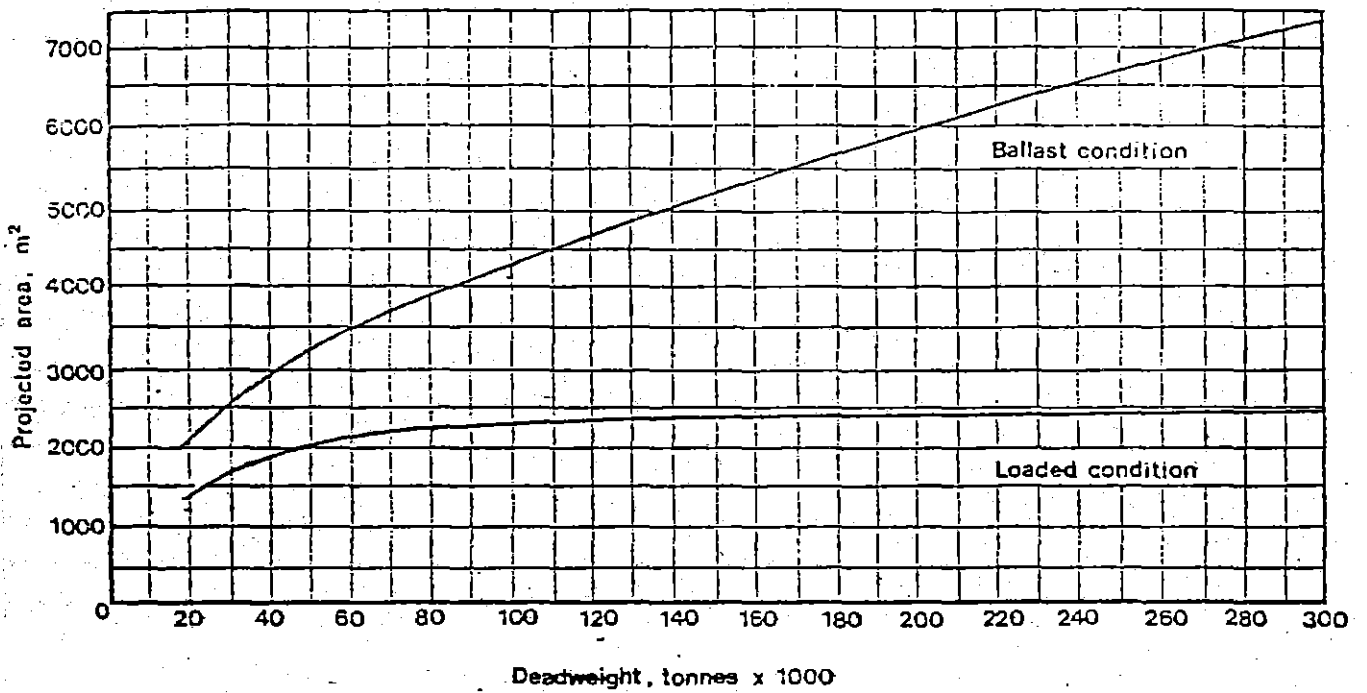


Fig. 21 Laterally projected areas of moored ships relative to ships deadweight tonnage.

Refer to paragraph 2.4.2.3.5.

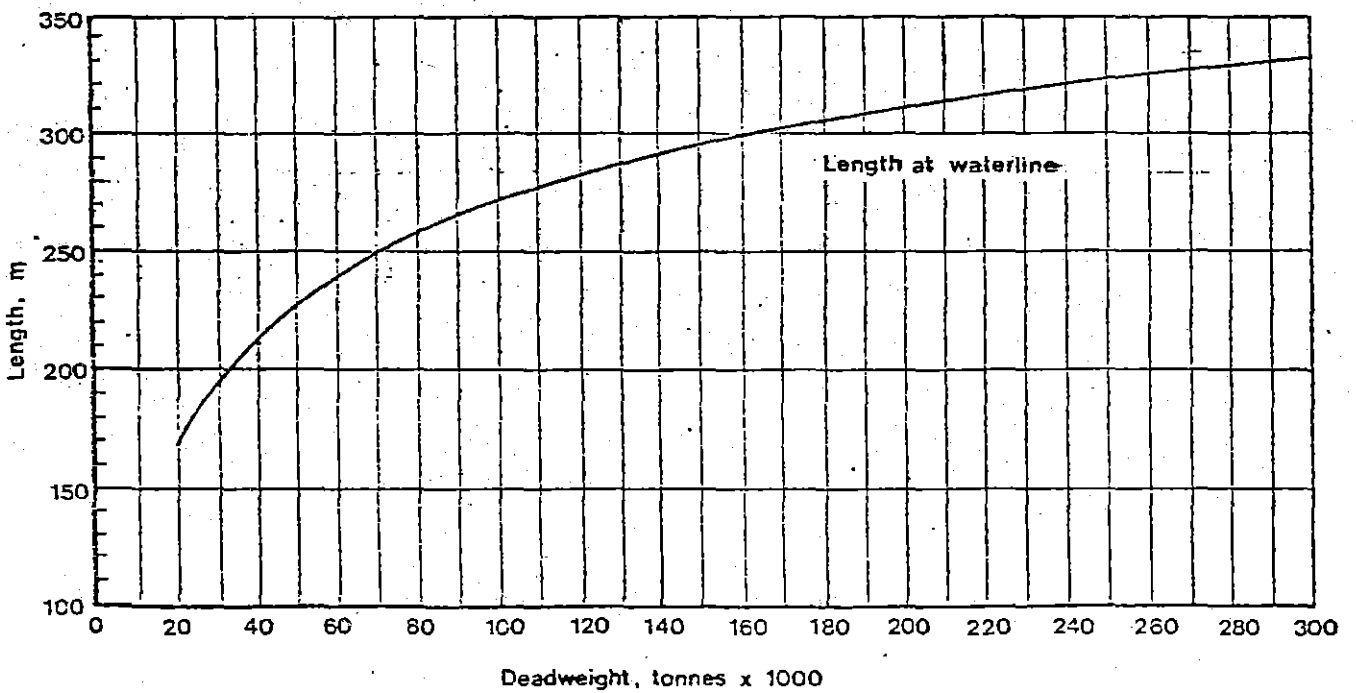


Fig. 22 Waterline lengths of ships relative to ships deadweight tonnage

Refer to paragraph 2.4.2.3.5.

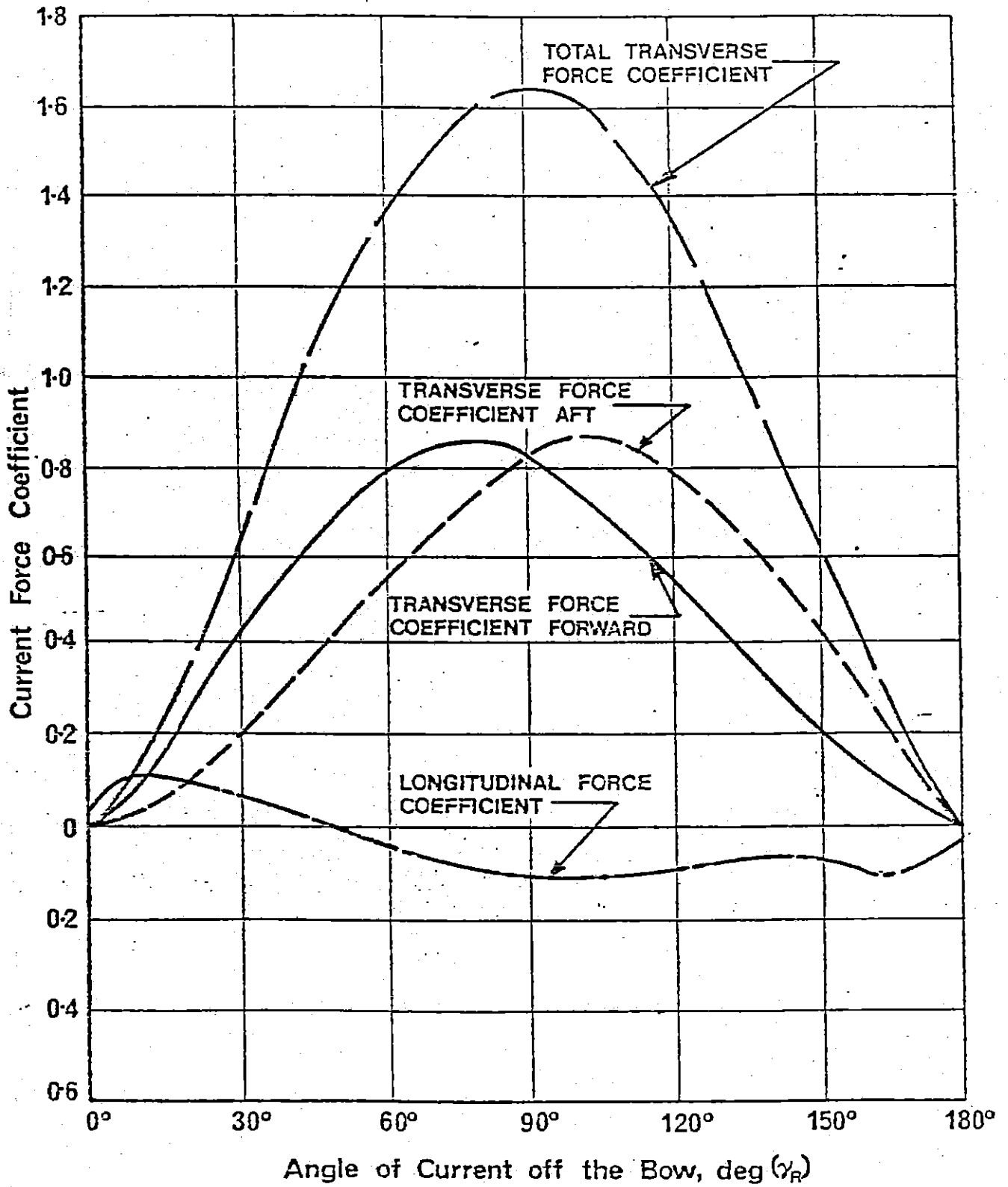


Fig.23. Current Force Coefficients for Moored Ships
 Refer to paragraph 2.4.2.3.5.

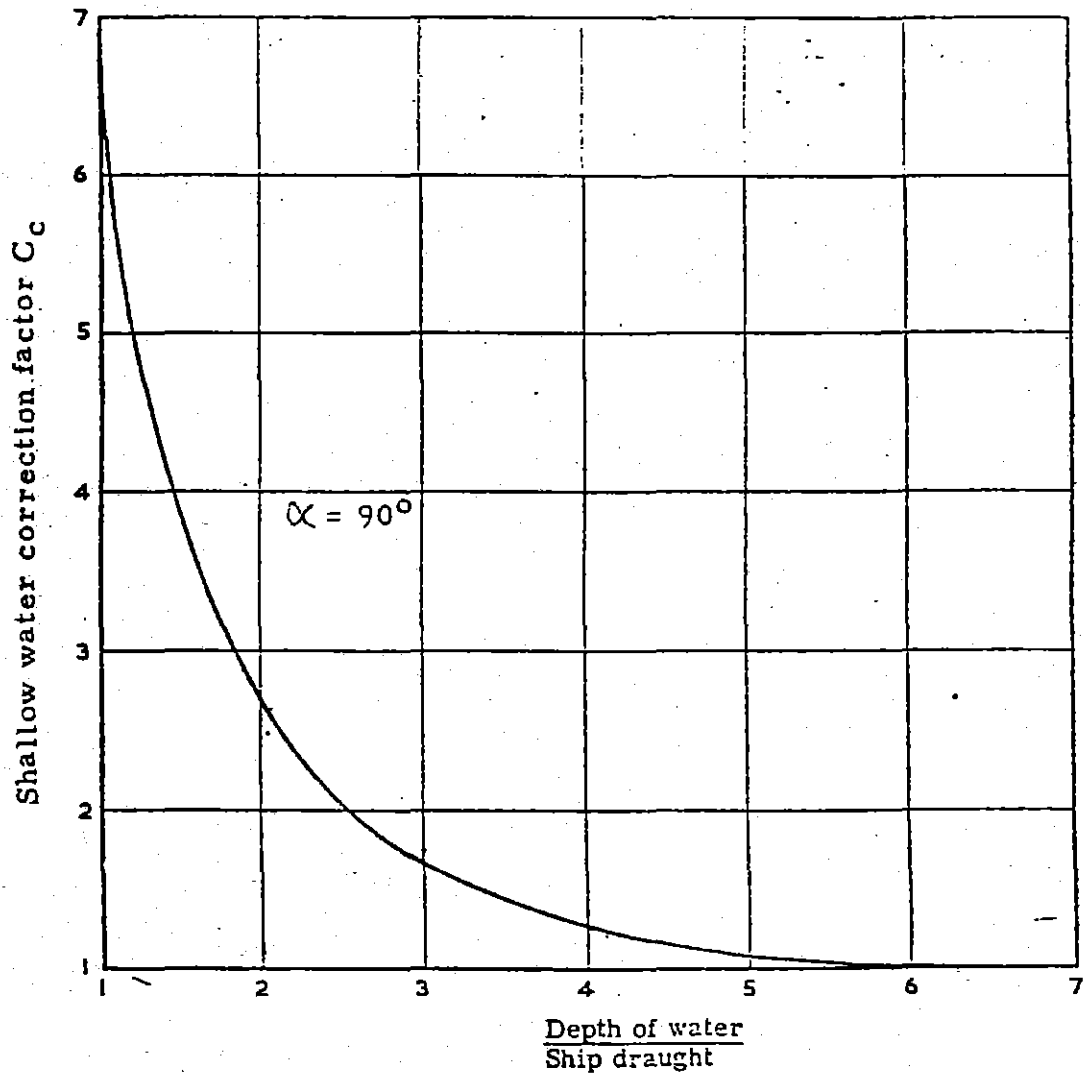


Fig. 24: Current forces on moored ships: correction factors for shallow water

α = angle of current off the bow

(Note: Values of C_c for other angles of incidence will be required to provide a family of curves.)

Refer to para 2.4.2.3.5

Japan

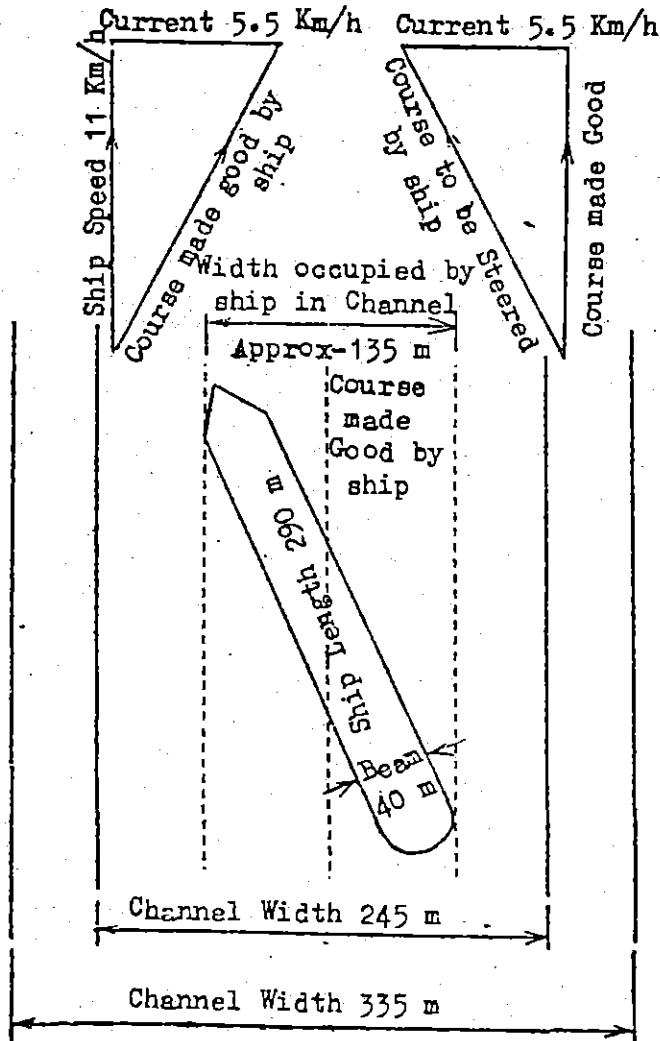
Table.2.1 Standard Dimensions of Berths for Large Ships

Kind of Ship	Length of Berth	Water Depth of Berth	Size of Ships	Kind of Ship	Length of Berth	Water Depth of Berth	Size of Ships	
Passenger Ship	30	5.0	Gross Tons 1,000	General Cargo Ship	210	11.0	Dead Weight Tons 20,000	
	125	6.0	3,000		240	12.0	30,000	
	155	7.5	5,000		260	13.0	40,000	
	180	9.0	10,000		280	14.0	50,000	
	225	10.0	20,000					
	250	11.0	30,000					
General Cargo Ship	60	4.5	Dead Weight Tons 700	Ore Carrier	165	9.0	10,000	
	70	5.0	1,000		185	10.0	15,000	
	90	5.5	2,000		210	11.0	20,000	
	105	6.5	3,000		240	12.0	30,000	
	130	7.5	5,000		270	13.0	50,000	
	165	9.0	10,000		290	15.0	70,000	
	185	10.0	15,000		300	16.0	90,000	
					330	18.0	100,000	
			370	20.0	150,000			

Table.2.2 Standard Dimensions of Berths for Small Fishing Boats

	Length of Berth	Water Depth of Berth	Size of Ship
Fishing Boat	20m	2.0m	10 Gross Tons
	30	3.0	40
	40	4.0	110

Calculation for Ship Speed - 11 Km/h (6 Knots)
 Cross Current - 5.5 Km/h (3 Knots)
 Ship Length 210 m, Width - 40 m



Bank clearance 150% of beam	-	60 m
Ship manoeuvring lane 200%	-	80 m
Allowance of 5.5 Km/h cross current	-	135 m
Bank clearance 150% of beam	-	60 m
Width of Channel		<u>335 m</u>

2.4 CORROSION CONTROL

2.4.1 Corrosion Rates of Steel^{1),2)}

The typical values of corrosion rates of steel for design are shown in Table 2.11. The values indicate corrosion rates on one side only.

2.4.2 Corrosion Control General

Some methods for controlling corrosion should be applied for steel. Corrosion control can be attained by cathodic protection or coatings. When cathodic protection is applied, maintenance should be made to assure the continuity of the protection.

Table 2.11 Corrosion Rates of Steel

Corrosive environment		Corrosion rate (mm/year)
Sea side	Above H.W.L.	0.3
	Between H.W.L. and the sea bottom	0.1
	Below the sea bottom	0.03
Land side	In marine atmosphere	0.1
	In soil (above the residual water level)	0.03
	In soil (below the residual water level)	0.02

2.4.3 Cathodic Protection

(1) Extent of application

The extent of application of cathodic protection shall be below M.S.L.

(2) Protective potentials³⁾

When cathodic protection is applied, the potentials of steel structures should be more negative than the following values:

- 770 mV with reference to saturated calomel electrode
- 780 mV with reference to silver-silver chloride-sea water electrode
- 850 mV with reference to saturated copper-copper sulfate electrode

-
- 1) Kazuaki ZEN: "Study on Corrosion of Existing Steel Structures at Ports and Harbours," Rept. of PHRI, Vol. 12, No. 1, Mar. 1973, pp. 141-194, (J)
 - 2) Kazuaki ZEN: "Actual States of Corrosion of Underwater Structures and Countermeasures," Kashima Publisher, Tokyo, 1974, p. 187, (J)
 - 3) NACE Standard RP-01-76, Mater. Perform., Vol. 15, No. 6, 1976, p. 77.

(3) Protective current densities

Since the protective current density varies greatly with the change in environment, a proper value should be selected. Typical values of the initial protective current density are as follows:

In sea water	0.1 A/m ² (for bare steel surface)
In rubble work	0.05 A/m ² (for bare steel surface)
In soil (below sea water)	0.02 A/m ² (for bare steel surface)
In soil (above sea water)	0.01 A/m ² (for bare steel surface)
Painted portion	0.06-0.1 A/m ² (for painted surface near the tidal zone)

The increase in depolarization such as the increase of water temperature, current velocity, wave action and dissolved oxygen content and the propagation of sulfate reducing bacteria increases the protective current density requirement³⁾. For example, a protective current density of 20 to 50% higher than in a clean sea area is required in a polluted sea area and a protective current density of 0.3 A/m² is required for a tidal current of 2 m/sec. When cathodic protection is applied to steel exposed to sand erosion, it is hard to be formed calcareous coatings on the surface, and therefore, the protective current density must be raised beyond the above typical values.

2.4.4 Corrosion Control by Coatings

There are the following kinds of coatings.

- (1) Concrete or mortar lining
- (2) Painting
- (3) Organic lining
- (4) Metallic lining

When painting or organic lining is applied, the steel surface must be prepared very carefully by sand blasting.

2.4.5 Corrosion Control by Corrosion Allowance

When sufficient corrosion allowance can be provided, any other corrosion control methods should not be required.

Typical Coating Systems *

Coatings	Dry Film Thickness (mils) **
Wash primer	0.5
Vinyl, intermediate and topcoats (3 to 4 coats)	8-10
Wash primer	0.5
Chlorinated rubber, intermediate and topcoats (3 to 4 coats)	8-10
Inorganic zinc self cured primer	3
Epoxy intermediate coat	5
Vinyl acrylic topcoat	2
Inorganic zinc self cured primer	3
Epoxy intermediate and topcoat (2 coats)	10
Inorganic zinc self cured primer	3
Vinyl high build intermediate coat	4-6
Vinyl topcoat (2 coats)	2
Inorganic zinc postcured primer	3
Epoxy intermediate coat	5
Vinyl acrylic topcoat	2
Inorganic zinc postcured primer	3
Epoxy tie-coat	2
Epoxy intermediate coat	4-6
Vinyl acrylic	2
Inorganic zinc postcured primer	3
Copolymer tie-coat	2
Vinyl hy-build topcoat	6-10

* The specified number of coats and the thickness may vary between operators and manufacturers.

** 1 mil = 25 um