De sprong over het IJ
gezien vanuit de binnenvaart



Brolsma Advies

15 mei 2015

Colofon

Titel: De sprong over het IJ gezien vanuit de binnenvaart

Opdrachtgever: Port of Amsterdam, Divisie Havenmeester
[redacted]
☎ [redacted]
[redacted]

Opsteller: Brolsma Advies
[redacted]
[redacted]
[redacted] Driebergen
☎ [redacted]
[redacted]

Datum: 15 mei 2015

Versie: definitief

Inhoud

1. Samenvatting *4*

2. Context *5*

3. Overwegingen *7*

4. Aanvullende infrastructuur *16*

5. Veiligheidsaspecten *19*

6. Operationele aspecten *23*

Bijlage 1: gebruikte afkortingen *25*

Bijlage 2: berekening hoogte binnenvaartcontainerschepen *26*

Bijlage 3: Binnenvaartpolitiereglement art. 6.26 *28*

1. Samenvatting

In deze nota is de sprong over het IJ beschreven vanuit het perspectief van de binnenvaart, de recreatievaart en soms de zeevaart. Het gaat vooral om de consequenties van de eventuele aanleg van een brug of bruggen over het IJ. Het IJ is een van de drukste vaarwegen van ons land voor zowel beroeps- als recreatievaart. Het heeft de status van hoofdtransportas, dat wil zeggen geschikt voor binnenschepen klasse VIb (vierbaksduwvaart) en vier hoog geladen containers. Bovendien maakt deze rijksvaarweg deel uit van de staande mast route.

Wat de ontwikkeling van de scheepvaart betreft, is duidelijk dat de schepen gemiddeld groter zijn geworden en in de komende jaren groter blijven worden. Groei tot een gemiddeld laadvermogen van 3000 ton in de komende tien jaar is aannemelijk. Het aantal binnenschepen is in de afgelopen jaren vrijwel constant gebleven, hetzelfde geldt voor de recreatievaart. Op grond van deze intensiteit is voor de binnenvaart een vaarwegbreedte in de rechtstand van tenminste 160 m nodig. Voor bochten geldt een toeslag. De recreatievaart heeft daarenboven een vaarstrook van 40 m nodig. In totaal is dus 200 m vereist, wat overeen komt met de huidige breedte. Over benodigde doorvaarthoogte boven de maatgevende hoge waterstand, zijnde NAP, is te stellen:

- de grootste zeecruiseschepen: 75,0 m
- zeilschepen en bruine vloot: 30,0 m
- binnenvaartcontainerschepen met 4 lagen lege *high cube* containers: 11,35 m
- recreatieve motorjachten tot 15 m lengte: 4,0 m

De keuze van doorvaarthoogte is bepalend voor het aantal keren dat de brug geopend moet worden. Hoe hoger de brug, des te minder openingen. Bij elke keus van een hoogte lager dan 75,0 m is een beweegbaar brugdeel noodzakelijk. De hoogte van de brug is bepalend voor het type schip, dat een opening nodig heeft en daarmee voor de breedte van het beweegbare brugdeel. De Richtlijnen Vaarwegen spreken zich uit voor situering van een brug in een recht vaarwegvak. Schepen moeten (radar)zicht hebben op tegemoetkomende schepen en koers en vaart tijdig kunnen aanpassen. Een vaste brug voor de binnenvaart moet de gehele vaarweg overspannen. Indien een beweegbaar deel om zwaarwegende redenen toch nodig is, moet het zich buiten het normale vaarwegprofiel bevinden.

Als aanvullende infrastructuur zijn een aanvaarbescherming, geleidewerken en wachtplaatsen nodig. Wachten voor een brugopening mag namelijk nooit betekenen, dat een schip rond blijft drijven op een druk vaarwater als het IJ. Als wachtplaats voor de recreatievaart worden boxen aanbevolen van het type dat bij de Oranjesluizen te vinden is.

Elk nieuw obstakel in het vaarwater heeft invloed op de veiligheid, zeker als het om brugpijlers gaat. Cruciaal is het in stand houden van een vrije (radar)zichtlijn. Een brug veroorzaakt een radarblinde zone. Bij het ontwerp van de brug moet dit zo veel mogelijk voorkomen worden. Als er een brug komt, is tenminste één onbemand radarstation extra nodig.

Het benodigde aantal brugopeningen is globaal op 500 voor de zeecruisevaart en 1500 voor de hoge beroepsvaart en recreatievaart te stellen. De openingen vinden vooral in het zomerhalfjaar plaats met pieken van 1 á 1½ opening per uur in juli en augustus. Het is aan te bevelen recreatievaarders zo veel mogelijk in konvooi door een brug te halen om het aantal openingen te beperken.

2. Context

Het IJ is een van de drukste vaarwegen van ons land. Er is varen niet alleen zee- en binnenschepen, maar ook recreatievaart, werkvaartuigen, veren en rondvaartboten. Volgens opgave van Rijkswaterstaat Water, Verkeer en Leefbaarheid passeerden in 2014 circa 69.000 binnenvaartschepen met een gemiddeld laadvermogen van 2335 ton. Dat betekent dat alleen al deze binnenschepen goed zijn voor een vervoer van ruim 60 miljoen ton lading. Hiermee heeft het IJ ruimschoots de status van hoofdtransportas verdiend.

Het streefbeeld volgens De Structuurvisie Infrastructuur en Ruimte (SVIR, 2012) is dat de hoofdtransportassen, die de belangrijkste zeehavens met het achterland verbinden, tenminste geschikt zijn voor schepen klasse VIb. Klasse VIb staat in de systematiek, die de Conférence Européenne des Ministres de Transports (CEMT) in 1992 opstelde, voor duwkonvooien met vier bakken. Deze konvooien zijn 22,8 m breed en maximaal 195 m lang. Ook moeten hoofdtransportassen volgens het SVIR geschikt te zijn voor binnenschepen met vier lagen containers, CEMT klasse VIa, met afmetingen van maximaal 17,0 x 135,0 m .



De route voor staande mast en hoge transporten loopt via het IJ

Het IJ maakt daarenboven deel uit van de zogeheten staande mast route: zeilschepen kunnen zonder hun mast te strijken van het Deltagebied via het IJsselmeer naar het noorden van het land varen. Deze route loopt via het IJ. Niet alleen zeilschepen profiteren van de onbeperkte hoogte, ook werkvaartuigen zoals bokken en kranen en bijzondere transporten hebben een doorvaarthoogte zonder beperkingen nodig.



Het IJ volgens de topografische kaart

Voor alle duidelijkheid: het IJ is een rijksvaarweg en moet dus passen in het vaarwegenbeleid, dat in het SVIR geformuleerd is. Rijkswaterstaat is beheerder van de 'bak'. Het nautisch beheer is sinds 1994 door de minister gemandateerd aan het Centraal Nautisch Beheer Noordzeekanaalgebied (CNB), waarin de gemeente Amsterdam een belangrijke rol speelt.

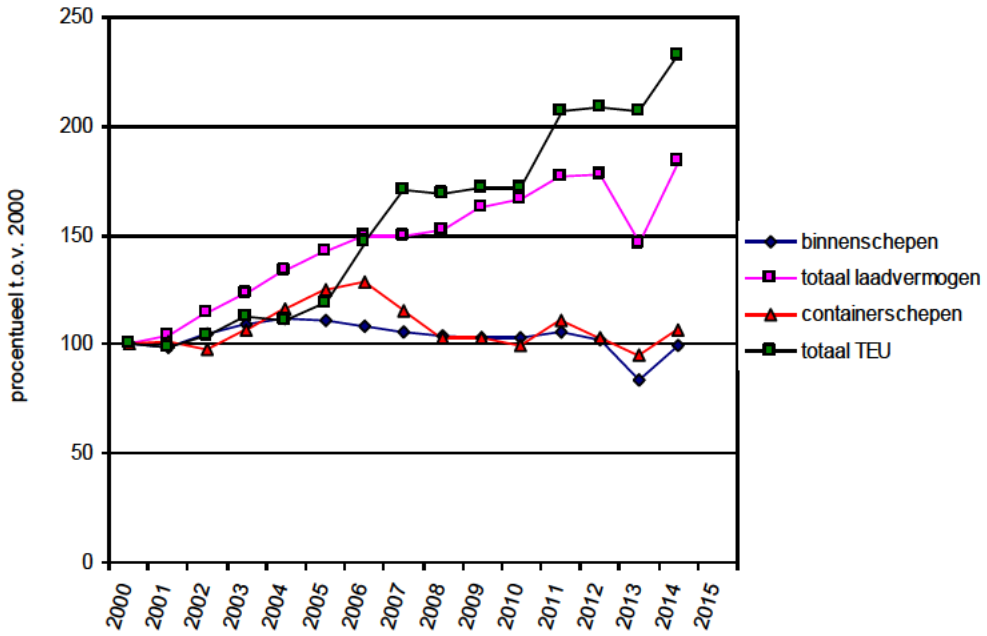
In deze nota is de sprong over het IJ beschreven vanuit het perspectief van de binnenvaart, de recreatievaart en soms de zeevaart. Het gaat vooral om de consequenties van de aanleg van een brug of bruggen over het IJ. Oplossingen met extra veren, tunnels of kabelbanen hebben gezien vanuit de binnenvaart niet of nauwelijks invloed.

3. Overwegingen

De overwegingen van de gemeente Amsterdam om voor een bepaald alternatief te kiezen, zijn op schrift gesteld in het 'Plan van Aanpak verbetering IJ-oeververbindingen' van februari 2015, pagina 11-13 en terug te vinden in de 'Catalogus Sprong over het IJ' van maart 2015, pagina 63-65. Aan deze overwegingen is het een en ander toe te voegen om een beter beeld en begrip te hebben van de eisen, die de binnenvaart stelt aan de vaarweg.

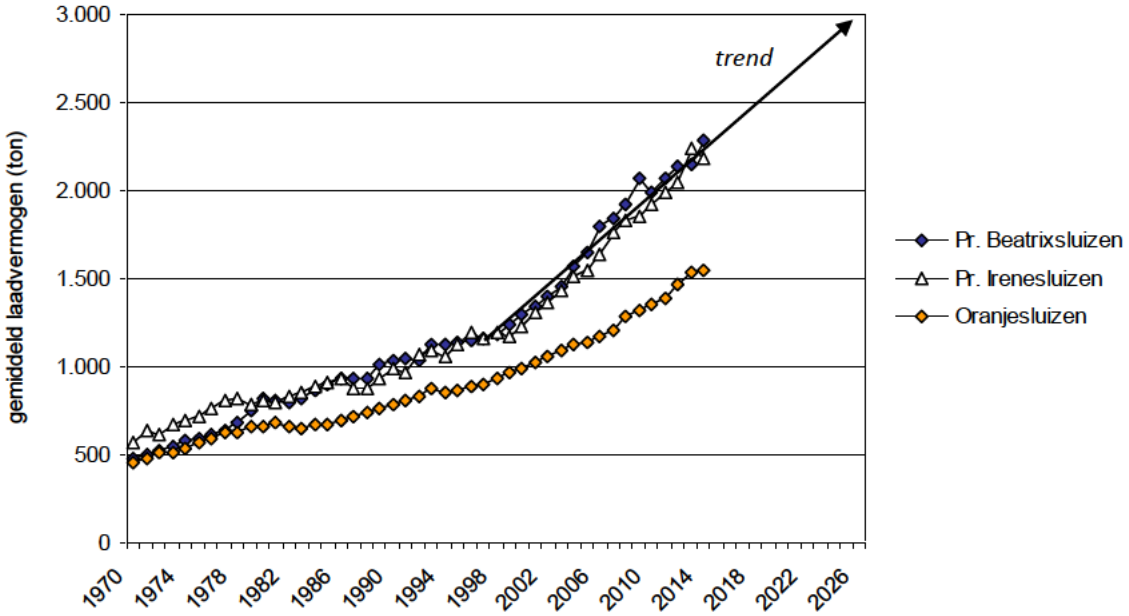
ontwikkeling beroepsvaart

Zoals al bij punt 1 gesteld, is het IJ niet alleen hoofdvaarweg, maar hoofdtransportas, de categorie natte infrastructuur met de hoogste prioriteit in het overheidsbeleid. De aan- en afvoer van in de havens langs het Noordzeekanaal aangevoerde goederen vindt hoofdzakelijk plaats via het Amsterdam-Rijnkanaal. Binnenvaartschepen met bestemming Oost-Nederland en Duitsland kiezen de Prinses Irenesluizen bij Wijk bij Duurstede, schepen met bestemming Rotterdam verlaten het kanaal via de Prinses Beatrixsluizen in Nieuwegein. Voor zowel vracht als containers is de laatste connectie de belangrijkste en dus een geschikt thermometerpunt. De onderstaande figuur brengt de ontwikkeling sinds het begin van de eeuw in beeld.



Relatieve groei sinds 2000 bij de Prinses Beatrixsluizen (bron: RWS)

Met het jaar 2000 op 100% gesteld, blijkt het aantal binnenschepen niet gegroeid te zijn. Ook het aantal containerschepen schommelt rond de 100%. Het totale laadvermogen echter is bijna verdubbeld en het aantal vervoerde TEU's (eenheden van 20 voet lengte) is méér dan verdubbeld. Dat betekent dat de vracht- en containerschepen gemiddeld bijna twee keer zo groot geworden zijn. Deze trendmatige schaalvergroting wordt op alle landelijke telpunten in meer of mindere mate waargenomen. Dit is ook te illustreren aan de hand van de langjarige ontwikkeling van het gemiddeld laadvermogen bij de drie telpunten, die voor de binnenvaart de toegang tot Amsterdam vormen: de Prinses Beatrixsluizen, de Prinses Irenesluizen en de Oranje-



Ontwikkeling van het gemiddeld laadvermogen van de schepen bij drie sluizen (bron: CBS + RWS)

sluizen. Sedert 1970 is op alle punten een krachtige opgaande lijn te zien, ondanks een iets geringere groei bij de Oranjesluizen. De voornaamste aanjager van deze ontwikkeling is het verdwijnen van kleine schepen uit de vloot en substitutie door grote eenheden. Er is geen reden om een trendbreuk te voorzien: de schepen zijn gemiddeld groter geworden en zullen in de komende jaren groter blijven worden. Een groei tot een gemiddelde scheepsgrootte van 3000 ton in de komende tien jaar is aannemelijk, wat betekent dat het gemiddelde binnenschip de afmetingen heeft van klasse Va: 11,4 x 110 m.



De Oranjesluizen zijn landelijk gezien de op één na drukste sluizen voor recreatievaart

ontwikkeling recreatievaart

De Oranjesluizen zijn na de Krabbersgatsluizen de drukste recreatiesluizen van ons land. Er passeren jaarlijks een kleine 60.000 recreatievaartuigen, voornamelijk in het zomerhalfjaar. Er zijn wel jaren geweest met meer dan 70.000 recreatievaarders door de Oranjesluizen, beduidend meer dan het aantal beroepsvaarders dat op ongeveer 40.000 per jaar uitkomt. Het aantal vaartuigen neemt niet systematisch toe, de verschillen tussen de jaren zijn eerder te verklaren door een goede of een slechte zomer. Er is wel een ontwikkeling naar iets grotere en hogere schepen, waardoor in de drukste periode iets meer schuttingen nodig zijn.
De pleziervaart bestaat momenteel uit ongeveer 25.000 motorjachten en 27.500 zeilschepen. Daarnaast is er een groep van omstreeks 2500 recreatievaartuigen met meer dan 20 m lengte met een hoge, vaste mast. Dit betreft vooral schepen van de bruine vloot, voormalige beroepsvaartuigen die vandaag de dag met betalende passagiers varen. Het getal van 60.000 recreatievaarders is niet veel lager dan het getal van 69.000 beroepsvaarders per jaar. Maar de recreatievaart speelt zich vooral in het zomerhalfjaar af. Het merendeel van de recreatievaart bereikt komende van het IJsselmeer via het IJ zijn bestemming. Om de drukte bij het sluizencomplex in goede banen te leiden, zijn ter weerszijden zogeheten boxen aangelegd, remmingwerken waartussen zich een kolkvulling zich kan opstellen om na het openen van de sluisdeuren vlot naar binnen te varen. Recreatievaarders zijn meestal geen ervaren varensgezellen. Er moet vanuit oogpunt van veiligheid ruimte zijn om hen fysiek te scheiden van de veel grotere beroepsvaart, dat wil zeggen aparte vaarbanen, ook wel ventwegen of fietspaden genoemd.



Bruine vloot

IJveren

In de huidige situatie verbinden veren beide zijden van het IJ. Hoewel er niet of nauwelijks ongelukken mee zijn gebeurd, is het vanwege het doorgaans grote aantal personen aan boord een in potentie een gevaarlijke situatie. De foto op de omslag laat zien hoe de veren hun weg moeten zoeken tussen de overige scheepvaart.
Zolang er veren varen over het IJ zal er, bij welke oplossing voor de IJ-oeververbinding dan ook, aandacht moeten zijn voor de veiligheid van de veren. Het gaat daarbij vooral om een vrije zichtlijn, opdat de schippers van de veerboten en de overige schepen vroegtijdig op elkaars manoeuvres kunnen reageren. En uiteraard moeten ze voldoende ruimte hebben om dergelijke manoeuvres te kunnen uitvoeren. Het betreft niet alleen om zicht met het oog, net zo belangrijk is het radarzicht, nodig om in omstandigheden van beperkt zicht het veerbedrijf te kunnen voortzetten. Een veerverbinding mag om deze reden niet dichter dan op een afstand van 500 m van een brug of haveningang zijn gesitueerd.



Huidige IJveren

vaarwegbreedte recreatievaart

Stel dat van de recreatievaart die de Oranjesluizen passeert 80% via het IJ vaart. Een plausibele aanname, want het Amsterdam-Rijnkanaal is een uiterst onaantrekkelijke en niet ongevaarlijke route voor de recreatievaart. Dan gaat het om circa 50.000 vaartuigen per jaar. Volgens de Richtlijnen Vaarwegen dient in dit geval een intensiteitsprofiel toegepast te worden,

waarmee de vereiste breedte (tweerichtingsverkeer) voor de recreatievaart inclusief bruine vloot op 39,0 m komt, afgerond 40 m. De Richtlijnen geven geen maten voor een enkelstrooksprofiel (eenrichtingverkeer), maar vergelijking met de maten voor de beroepsvaart leidt tot de conclusie dat twee stroken van elk 20 m breed voldoende moeten zijn.

vaarwegbreedte beroepsvaart

Voor de bepaling van de vaarwegbreedte is het klasse VIb schip, het duwkonvooi met vier bakken met afmetingen 4,0 x 22,8 x 185 á 195 m, maatgevend. De Richtlijnen Vaarwegen, supplement november 2013, geven aanwijzingen voor de bepaling van de vaarwegbreedte. Op het IJ passeerden in 2014 in totaal 69.000 binnenschepen in de categorie beroepsvaart. Daarmee is het IJ te karakteriseren als 'zeer druk'. De vaarwegbreedte in het kielvlak van het maatgevende schip, liggend op 4,0 m onder de waterspiegel, moet tenminste 91 m bedragen bij tweerichtingverkeer met daarenboven een windtoeslag van 19 m. De Richtlijnen kennen een intensiteitstoeslag voor zeer drukke vaarwegen. Het IJ valt in de klasse van 60.000 tot 90.000 scheepsbewegingen per jaar. Bij een gemiddeld laadvermogen over tien jaar van 3000 ton per schip is de intensiteitstoeslag, verkregen door interpolatie, 50 m. Het totaal bij tweerichtingsverkeer komt uit op:

+ vaarwegbreedte in het kielvlak	91 m
+ windtoeslag kuststreek	19 m
+ intensiteitstoeslag	50 m
totale minimum breedte in het kielvlak	160 m

Deze maat is het zogenaamde normale profiel op een recht vaarwegvak. In het geval van enkelstrooksverkeer zou 19 + (91+50)/2 = 90 m nodig zijn. Inclusief twee aparte stroken voor de recreatievaart van 20 m elk is 160 + 40 = 200 m breedte nodig. De huidige breedte van de vaargeul voor de beroepsvaart ìs 200 m, waarmee aan de vereiste maat is voldaan.



Maatgevende binnenschip voor het IJ: vierbaksduwstel, klasse VIb, 22,8 x 195 m

Ter hoogte van het Centraal Station maakt de vaarweg een bocht van 70°. Schepen driften in een bocht, waardoor de vaarbaanbreedte toeneemt met een factor, die afhankelijk is van de verhouding tussen scheepslengte en bochtstraal. De laatste is circa 1300 m oftewel 7 x de scheepslengte van 185 m. Volgens de Richtlijnen Vaarwegen is in dat geval voor een leeg klasse VIb schip een bochttoeslag van 10,75 m vereist. Duwstellen met 4 bakken komen jaarlijks 400 tot 500 keer voor; het aantal is groeiende. Klasse Vb schepen, zogeheten koppelverbanden, zijn frequent te zien. Voor deze schepen geldt een bochttoeslag van 13,5 m. Stel een ontmoeting van een klasse Vb en een klasse VIb schip in de bocht als maatgevend, dan is de bochttoeslag het gemiddelde van 10,75 en 13,5 m, dus 12,1 m. In de bocht wordt de vaarwegbreedte in het kielvlak daarmee minimaal 160 + 12 = 172 m. De bocht bij Het Stenen Hoofd is minder scherp en daarmee ook de vereiste bochttoeslag voor de beroepsvaart.

doorvaarthoogte

Bij de bepaling van de doorvaarthoogte is rekening te houden met vier categorieën schepen: zeeschepen, binnenvaart en daarbij in het bijzonder containervaart, met recreatievaart en met werkvaart. Voor zeevaart houdt men wereldwijd de doorvaarthoogte van de Verrazano Narrows Bridge in New York aan: 69,5 m bij gemiddeld hoogwater. Schepen tot 65 m *air draught* zijn toegestaan. De nieuwste generatie cruiseschepen is echter hoger. De 'Allure of the Seas' bijvoorbeeld steekt 72 m boven de waterlijn. Om, uitkomend van de werf in Finland, onder de 65 m hoge Grote Beltbrug te kunnen passeren, moesten de rookkanalen eenmalig neergeklapt worden. Om dergelijke schepen in Amsterdam te kunnen ontvangen is bij een veiligheidsmarge van 3,0 m een brughoogte van 75 m vereist, te rekenen van de maatgevende hoge waterstand tot de onderzijde van de volbelaste brug, kabelbaan of hoogspanningsleiding. In het laatste geval is een extra marge tussen kabel en schip nodig om vonkoverslag te voorkomen.



De Allure of the Seas passeert de Grote Beltbrug



Vier lagen containers aan boord

In de binnenvaart rekent men als uitvloeisel van een besluit van de Centrale Rijnvaartcommissie (CCR) met Rijnvaarthoogte, een doorvaarthoogte, van 9,10 m boven de maatgevende hoge waterstand. Rijnvaarthoogte voldoet op de rivieren, maar is weinig bevredigend voor vaarwegen met een vaste waterstand. In Lobith ligt de maatgevende waterstand, die 1 x per 1250 jaar gedurende korte tijd optreedt, 7,80 m boven de gemiddelde waterstand. Met andere woorden, er is bij normale waterstanden altijd voldoende marge aanwezig voor bijvoorbeeld hoge containerschepen. Op een vaarweg met vaste waterstand, zoals het IJ, is zo'n extra marge nooit aanwezig en zien hoge schepen zich te allen tijde geconfronteerd met een tekort aan doorvaarthoogte



Een standaard container naast een high-cube container

Daarbij komen de ontwikkelingen in de containervaart, met name de komst van de *high cube* containers. Deze zijn 9½ voet hoog (2,896 m), 30,5 cm hoger dan de oorspronkelijke standaard container van 8½ voet hoog (2,591 m). Dat maakt dat 9,10 m doorvaarthoogte niet langer adequaat is. Een klasse VIa containerschip beladen met vier lagen lege *high cube* containers heeft een doorvaarthoogte van 11,35 m nodig (zie bijlage voor nadere uitleg). De ontwikkeling in de containervaart is zo, dat de *high-cube* container dé standaard zal worden voor 40-voets containers, die in de Rijnvaart ongeveer 60% van alle containers vertegenwoordigen. Het aandeel 40-voeters zal zich uitbreiden ten koste van de 20-voets containers, hoewel het laatste zeker niet geheel zullen verdwijnen.

Wat de recreatievaart betreft, zijn de drie belangrijkste categorieën: motorjachten, zeilboten en bruine vloot. De grootste categorie motorjachten is volgens de Beleidsvisie Recreatietoervaart Nederland 15 m lang bij een boothoogte van 3,75 m. De bijbehorende doorvaart- of brughoogte is 4,0 m. Ook de classificatie van de UN Economic Commission for Europe (ECE) stelt deze maat. Er zijn uiteraard grotere en hogere jachten, maar die zijn van de buitencategorie. Voor zeilboten met vaste mast en voor de buine vloot, voormalige zeilende beroepsvaartuigen, is de doorvaarthoogte onder bruggen op 30 m gesteld. Deze maten zijn overgenomen in de Richtlijnen Vaarwegen 2011. Overigens is de bruine vloot overwegend geen recreatie-, maar beroepsvaart.

Werkvaart is de verzamelnaam voor drijvende bokken, kranen, baggerwerktuigen, casco's van nieuwbouwschepen en wat dies meer zij. Hier is geen standaardhoogte voor te geven.

De doorvaarthoogte wordt altijd gemeten vanaf de Maatgevende Hoge Waterstand (MHW), die voor het IJ ligt op 0,0 m ± NAP, zijnde de waterstand waarbij Rijkswaterstaat een maalstop voor de omliggende waterschappen afkondigt. Let wel: de keuze van doorvaarthoogte is bepalend voor het aantal keren dat de brug geopend moet worden. Hoe hoger de brug, des te minder openingen. Bij elke keus lager dan 75,0 m is een beweegbaar brugdeel nodig.

Samenvattend is over doorvaarthoogte te stellen:

- de grootste zeecruiseschepen: 75,0 m
- zeilschepen en bruine vloot: 30,0 m
- binnenvaartcontainerschepen met 4 lagen lege *high cube* containers: 11,35 m
- recreatieve motorjachten tot 15 m lengte: 4,0 m
- werkvaart: geen standaardmaat

doorvaartbreedte beweegbaar deel

De doorvaartbreedte van het beweegbare deel van de brug wordt bepaald door het grootste schip, dat niet onder het vaste deel van de brug kan passeren. De Richtlijnen Vaarwegen inclusief het supplement 2013 stellen bij herhaling dat voor een vaarweg klasse VIb een beweegbare brug ongewenst is, de brug moet het gehele vaarwater overspannen zonder middenpijler. Als om zwaarwegende redenen een beweegbaar deel toch nodig is, dient het zich buiten het doorgaande vaarwater te bevinden. Voor de doorvaartbreedte van het beweegbare deel ware 1,5 x de scheepsbreedte aan te houden, voor klasse VIa dus 1,5 x 17,0 = 25,5 m en voor klasse VIb 1,5 x 22,8 = 33,75 m. Voor de hoge recreatievaart alleen zou 20,0 m voldoen.

De voor de zeecruisevaart benodigde doorvaartbreedte van een beweegbaar deel is in andere studies vastgesteld op 100 m.



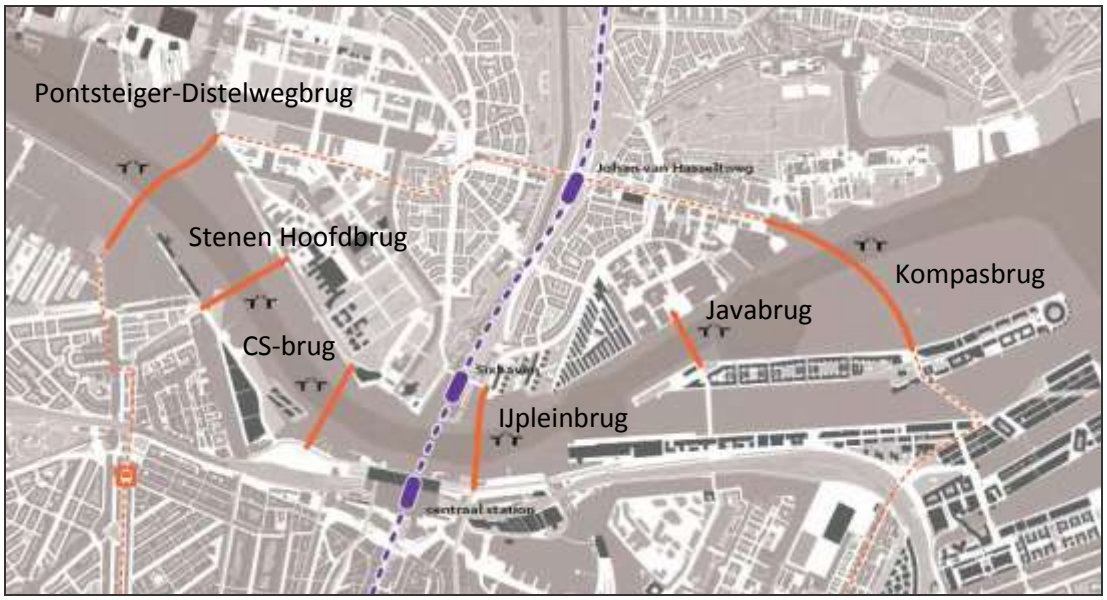
Als voorbeeld: de Ceramique-brug in Maastricht, een voetgangers-/fietsersbrug met een totale lengte van 260 m

situering bruggen

De Richtlijnen Vaarwegen spreken zich uit voor situering van een brug in een recht vaarwegvak en zoveel mogelijk als loodrechte kruising. Schepen moeten (radar)zicht hebben op tegemoetkomende schepen en koers en vaart tijdig kunnen aanpassen. Alleen al hierdoor zijn de CS-brug, IJpleinbrug en Pontsteigerbrug als niet acceptabel te bestempelen.

Wanneer de brug aan de oostzijde van de zwaaikom voor de cruiseschepen ligt (Kompasbrug, eventueel Javabrug) zijn er ten principale drie mogelijkheden met in alle gevallen een 200 m brede vaste brug en indien nodig buiten de vaargeul een beweegbaar gedeelte:

1. 30,0 m hoge hoge vaste brug → hoeft alleen open voor hoge werkvaart en hoge bijzondere transporten
2. 11,35 m hoge vaste brug met beweegbaar gedeelte naast het vaarwegprofiel → hoeft alleen open voor de zeilvaart met staande mast en bijzondere transporten
3. vaste brug lager dan 11,35 m met beweegbaar gedeelte naast het vaarwegprofiel → moet open voor hoge (container)schepen, zeilvaart met staande mast en bijzondere transporten



Situering van mogelijke bruggen (bron: Catalogus; naamgeving onder voorbehoud)

Wanneer de brug aan de westzijde van de cruiseterminal ligt (IJpleinbrug, CS-brug, Stenen Hoofdbrug, Distelwegbrug) zijn er in principe vier mogelijkheden:

1. 75,0 m hoge hoge vaste brug → extreem hoog, maar hoeft nooit open
2. 30,0 m hoge hoge brug → hoeft alleen open voor zeecruiseschepen, hoge werkvaart en hoge bijzondere transporten
3. 11,35 m hoge brug → moet open voor zeecruiseschepen, zeilvaart met staande mast en bijzondere transporten
4. brug lager dan 11,35 m → moet open voor zeecruiseschepen, hoge (container)binnenschepen, zeilvaart met staande mast en bijzondere transporten

Het beweegbare brugdeel kan, gezien de huidige ligging van de 10 m diepe vaargeul voor de zeevaart, niet naast het vaarwegprofiel gesitueerd worden. Zou het in het midden van de brug geplaatst worden, dan kijkend is de situering van de vaarstroken als volgt, gezien van noord naar zuid:

+ strook voor de westgaande recreatievaart	20 m
+ strook voor de westgaande beroepsvaart	90 m
+ strook voor de zeevaart met beweegbaar deel	100 m
+ strook voor de oostgaande beroepsvaart	90 m
+ strook voor de oostgaande recreatievaart	20 m
totaal benodigd (excl. eventuele bochtverbreding)	320 m

Deze breedte is niet aanwezig, dus kan de zeecruisevaart niet een eigen doorvaartopening krijgen. Afhankelijk van de ligging van de diepe vaargeul kan de oost- of westgaande beroepsvaart door dezelfde doorvaartopening als de zeevaart en is simultaan verkeer van beroepsbinnenvaart in twee richtingen mogelijk. De zeevaartgeul moet in dit geval wel naar de noord- of zuidzijde van het vaarwater verlegd worden. De benodigde breedte wordt, los van de breedte die nodig is voor de brugpijlers en eventuele bochtverbreding:

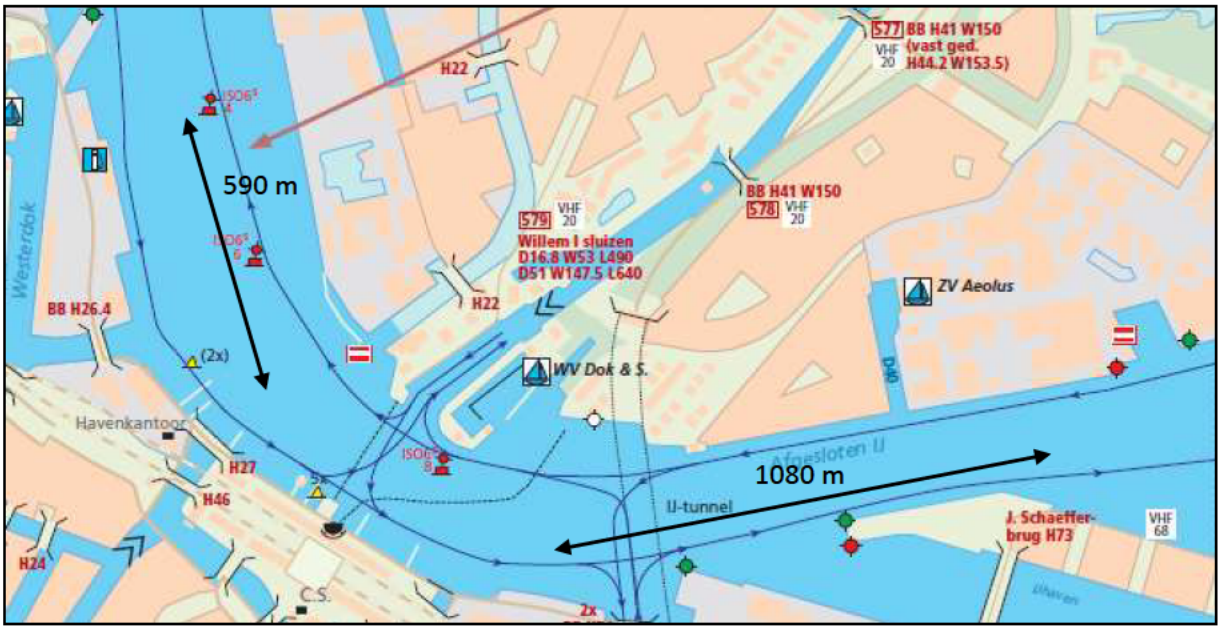
+	strook voor de westgaande recreatievaart	20 m
+	strook voor de zee-/beroepsvaart met beweegbaar deel	100 m
+	strook voor de beroepsvaart in tegengestelde richting	90 m
+	strook voor de oostgaande recreatievaart	20 m
	totaal benodigd	230 m

In deze oplossing is de recreatievaart echter nog steeds een probleem in die zin, dat de hoge recreatievaartuigen de vaarbaan van de beroepsvaart moeten kruisen om het beweegbare brugdeel te bereiken. Dit is op te lossen door zowel de oost- als westgaande recreatievaart naar één verkeersstrook te verwijzen (zie kaart pag. 20). Kort voor de brug zou de hoge recreatievaart zijn koers kunnen verleggen naar de vaarstrook met de brugopening. Er zijn echter niet veel lokaties langs het IJ waar deze oplossing mogelijk is. Een aparte beweegbare brugopening voor oostgaande recreatievaart plus aan de overzijde van het vaarwater één voor westgaande recreatievaart geeft een veiliger en dus betere oplossing zijn.

De minimum afstand tussen twee bruggen is volgens de Richtlijnen Vaarwegen 4½ maal de scheepslengte. Voor het grote zeecruiseschip van 360 m lengte is deze afstand dus ruim 1600 m, voor het 195 m lange maatgevende binnenschip 875m.

rechte strek

Een schip moet op 1½ scheepslengte voor de brug slaags (gestrekt) voor de brug liggen. Met andere woorden: de brug ligt midden in een recht vaarwegvak, dat zich naar twee zijden over een afstand van 1½ maal de scheepslengte uitstrekt. Voor het zeecruiseschip is de enkele afstand dus 540 m, voor het maatgevende binnenschip 295 m. De dubbele afstand, dus 1080 m voor de zeecruise en 590 m voor de binnenvaart, is in de onderstaande figuur weergegeven.

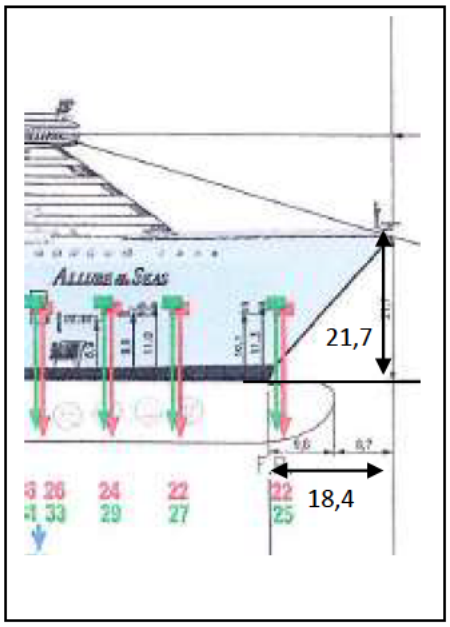


Benodigde rechte strek voor binnenvaart en zeecruisevaart

4. Aanvullende infrastructuur

aanvaarbescherming zeevaart

De moderne cruiseschepen zijn uitstekend bestuurbaar, ook bij lage snelheden. De 'Oasis of the Seas' bijvoorbeeld beschikt over 3 Azipods (volledig om de verticale as draaibare schroeven) van 20 MW (27.000 pk) elk plus 4 boegschroeven van elk 5,5 MW (7.400 pk), tezamen 82 MW (110.600 pk). Ter vergelijking: het vlaggenschip van de Stoomvaart Maatschappij Nederland, de Oranje, had destijds 28 MW (37.500 pk) ter beschikking voor eenzelfde dienstsnelheid van 22 knopen. Het gevolg is dat schepen van de Oasis-klasse zelden of nooit sleepboothulp nodig hebben bij het aanlopen van de haven of het afmeren. Een brugpassage moet geen problemen opleveren Niettemin kan het gebeuren dat een plotselinge, sterke windvlaag het schip uit de koers drukt. Als dat op een moment is, dat de boeg zich vlak voor de doorvaartopening bevindt, bestaat de kans dat de, in het geval van de Oasis-klasse, 18,4 meter overhellende boeg een brugpijler raakt. In de regel zijn pijlers niet in staat dergelijke krachten op te vangen. Daarom is een aanvaarbescherming nodig. Ten principale zijn er twee mogelijkheden: of de voet van de pijler wordt zo breed gemaakt, dat de pijler zelf vrij blijft van de scheepsboeg of er worden zware dukdalven los voor de pijlers geplaatst. Dit is onder meer het geval bij de huidige Botlekbrug (foto) en de Calandbrug. Tussen de pijlers van de brug moet een geleidewerk aangebracht worden, zeker in het geval van de Oasis of the Seas' met zijn uitkragende opbouw. De Calandbrug geeft een goed voorbeeld van een dergelijk zwaar geleidewerk (foto volgende pagina). Door een geleidewerk versmalt echter de doorvaart!



Boeg Allure of the Seas (bron: STX Yard)



Botlekbrug met aanvaarbescherming



Geleidewerk aan de binnenzijde van de doorvaartopening en aanvaarbescherming bij de Calandbrug

geleidewerk binnenvaart

Bij een brug voor alleen binnenvaart en recreatievaart zijn de eisen minder zwaar. Er is dan niet langer sprake van een aanvaarbescherming om de klap van de aanvaring op te vangen, maar van een geleidewerk om het schip te geleiden door de brugopening. De Richtlijnen Vaarwegen zeggen dat geleidewerken ten doel hebben door mechanische en visuele geleiding schade aan brug en schip te voorkomen of tenminste te beperken. Degelijke constructies zijn nodig als de doorvaartopening smaller is dan 2 x de scheepsbreedte. De verbreding van de fuikmond is gelijk aan de halve scheepsbreedte ter weerszijden van de doorvaartopening. De poten van het geleidewerk staan onder een hoek van 1 : 6 ten opzichte van de as van de vaarweg.

wachtplaats beroepsvaart

Als een schip niet direct een brugopening krijgt, moet het wachten. Uitgangspunt is dat de grote zeevaart altijd direct een opening krijgt. Voor beroeps(binnen)vaart en recreatievaart is die zekerheid er vooralsnog niet. Wachten voor een brugopening mag nooit betekenen, dat een schip rond blijft drijven op een druk vaarwater als het IJ. Er moeten voorzieningen zijn om veilig te kunnen wachten, kortom wachtplaatsen.
De dimensionering van de wachtplaats is afhankelijk van het type en de grootte van het maatgevende schip. In het geval van de binnenvaart kan het gaan om hoge containerschepen van klasse VIa of, als de brug lager dan 9,10 m ligt, om vierbaksduwstellen van klasse VIb. Omdat de afmeermiddelen zich op voor- en achterschip bevinden en trossen altijd enigszins naar voren of naar achteren staan, moet de wachtplaats de lengte hebben van 1,1 maal de scheepslengte. De wachtplaats moet aan stuurboordzijde geheel buiten de vaargeul liggen en als gevolg van de Richtlijnen Vaarwegen bij deze vaarwegklasse daarvan gescheiden zijn door een veiligheidsstrook van 7,0 m. Het is niet nodig een afloopvoorziening naar de wal te hebben, een loopbrug achter de palen is aan te raden om aanmeren en losgooien te vergemakkelijken.



Luchtfoto van de Oranjesluizen met gescheiden wachtplaatsen voor beroeps- en recreatievaart; op de achtergrond de Schellingwouderbrug

wachtplaats recreatievaart

De Oranjesluizen behoren tot de drukste recreatiesluizen in ons land. Om de drukte in goede banen te leiden, zijn ter weerszijde van de voor de recreatievaart gebruikte kleine sluizen aparte jachtenfuiken aangelegd, meestal boxen genoemd. Binnen de box ligt de volgende kolkvulling gereed om in te varen. Deze boxen blijken de efficiency van het schutbedrijf aanmerkelijk te bespoedigen, de veiligheid te verbeteren en ergernis (voordringen) te verminderen. Ongeveer de helft van de door de Oranjesluizen schuttende recreatievaartuigen bestaat uit zeilvaart, maar het is natuurlijk ook mogelijk dat er een schutting is van nagenoeg uitsluitend zeilvaart. Zeilschepen varen niet over het Amsterdam-Rijnkanaal, vanwege de te lage bruggen, maar kiezen voor de staande mast route via het IJ. Het verdient daarom aanbeveling de wachtplaatsen voor de recreatievaart bij een nieuwe brug over het IJ gelijk van afmetingen te maken als de boxen bij de Oranjesluizen. Uiteraard moeten de boxen uit veiligheidsoogpunt buiten de vaargeul liggen. Bij keuze voor een enkelzijdige in plaats van een dubbelzijdig remmingwerk (box) is een grotere lengte nodig. Door recreatievaartuigen in konvooi de brug te laten passeren, is het aantal brugopeningen te verminderen. De mogelijkheden om dit af te dwingen zijn echter beperkt.

De wachtplaatsen voor beroeps- en recreatievaart moet men strikt gescheiden houden. Als een groot binnenvaartschip wil afmeren moet het niet nodig zijn eerst een recreant 'weg te jagen'. Bovendien bevinden bolders en dergelijke voor de beroepsvaart zich op een hoogte en op plaatsen, die niet geschikt zijn voor recreatievaartuigen.

5. Veiligheidsaspecten

Elk nieuw obstakel in het vaarwater heeft een negatieve invloed op de veiligheid. Dat geldt voor vaste of drijvende obstakels, maar ook voor extra kruisend verkeer. Een aantal veiligheidsaspecten zal nu beknopt behandeld worden. Wordt voor de aanleg van een brug besloten, dan is een uitgebreid veiligheidsonderzoek noodzakelijk.

vrije zichtlijn

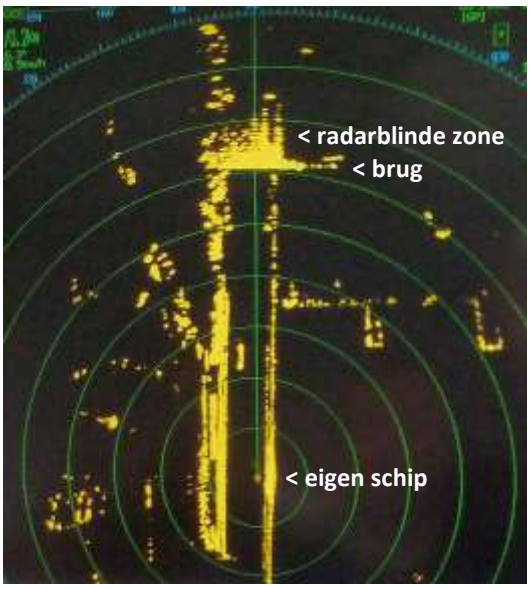
Een vrije zichtlijn, waardoor een schipper het andere verkeer kan waarnemen en er op kan anticiperen, is cruciaal voor de veilige vaart. De Richtlijnen Vaarwegen schrijven voor een vaarweg als het IJ een vrije zichtlijn van 600 m voor, gemeten vanaf de positie van de schipper. Deze eis geldt zowel voor bochten in de vaarweg als voor aantakkingen van andere vaarwegen en havenbekkens. Als de zichtlijn over de wal loopt, mag geen bebouwing of begroeiing aanwezig zijn, die het zicht zou kunnen belemmeren. Het niveau van het land mag binnen deze zone niet hoger zijn dan 2,5 m boven de gemiddelde waterstand. De genoemde eisen gelden zowel voor het zicht met het blote oog als het zicht met de scheepsradar.
Het Besluit algemene regels ruimtelijke ordening (Barro) geeft de vaarwegbeheerder, Rijkswaterstaat in het geval van het IJ, in art. 2.1.3 de mogelijkheid ruimtelijke plannen in te perken indien nationale belangen in het geding zijn. Daarbij zijn zichtlijnen nadrukkelijk vermeld.

vaarbanen recreatievaart

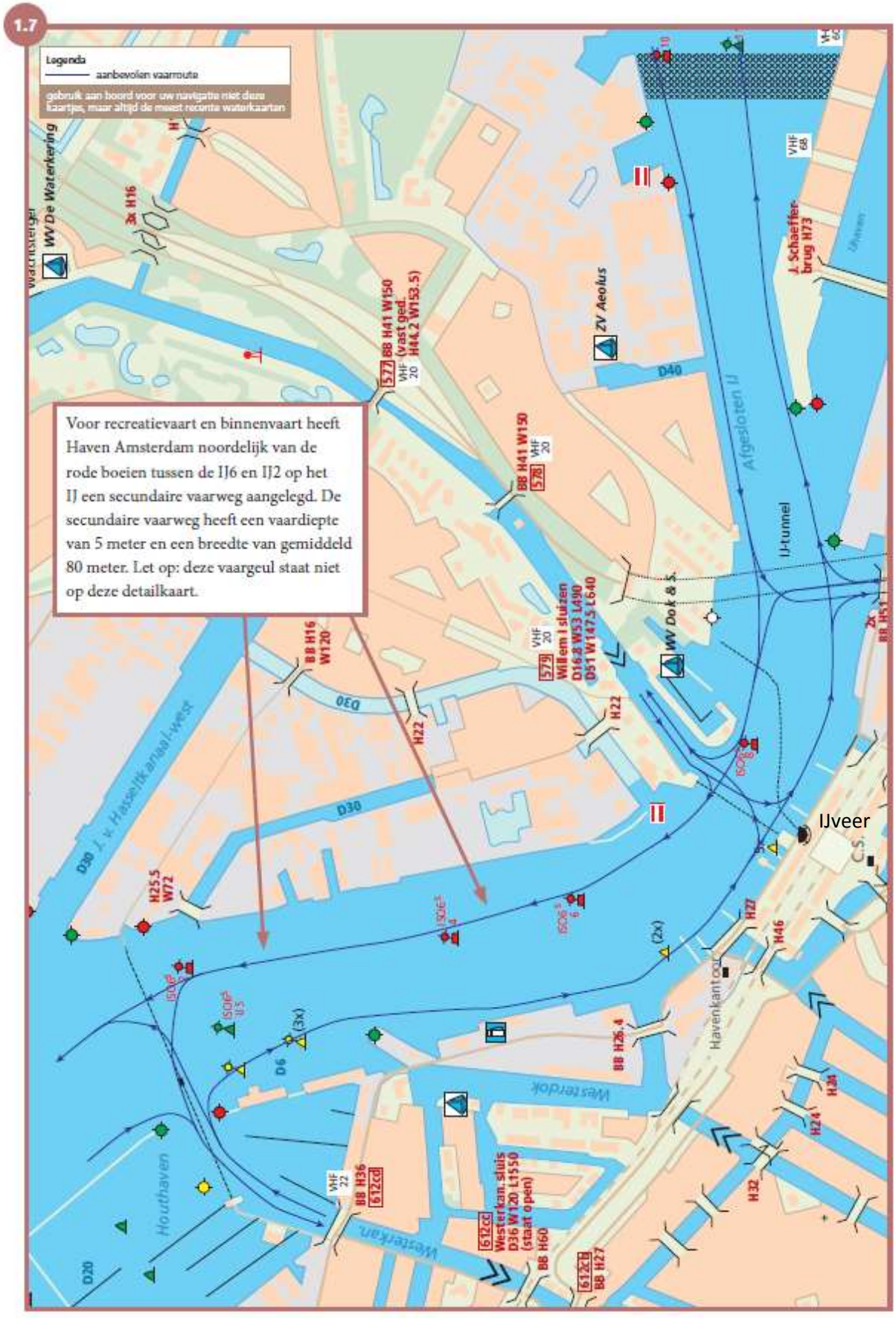
Uit oogpunt van veiligheid is het aan te bevelen de recreatievaart een eigen baan te geven buiten de betonde geul voor de beroepsvaart. Gedeeltelijk is dit nu al het geval op het IJ, zie de kaart op de volgende pagina. Wanneer de recreatievaart met staande mast de vaarbaan van de beroepsvaart moet oversteken om bij het beweegbare deel van een brug te komen, ontstaat een extra veiligheidsprobleem. Hier moet in de uitwerking van de plannen zorgvuldig op worden gelet.

radarblinde zones

Bruggen kunnen het radarbeeld verstoren en lijken op de scheepsradar veel breder dan ze in werkelijkheid zijn. Het gebied van de verstoring inclusief de brug zelf noemt men de radarblinde zone. Een tegemoetkomend schip, dat zich in de radarblinde zone bevindt, is op de radar van het eigen schip niet te zien, hetgeen tot een onveilige situatie kan leiden. De Richtlijnen Vaarwegen schrijven voor dat een schip zich niet langer dan 20 seconden in een radarblinde zone mag vertoeven, dat wil zeggen onzichtbaar zijn voor een tegemoetkomend schip. Bijvoorbeeld: bij een snelheid van 12 km/uur oftewel 3,3 m/sec leidt de richtlijn tot een maximale radarblinde zone van 67 m. De diepte van de zone varieert per brug en is onder meer afhankelijk van de constructiewijze van de brug en de toegepaste materialen. Deskundig advies in het stadium van ontwerp van de brug is sterk aan te bevelen.



Beeld van een scheepsradar met radarblinde zone veroorzaakt door een brug



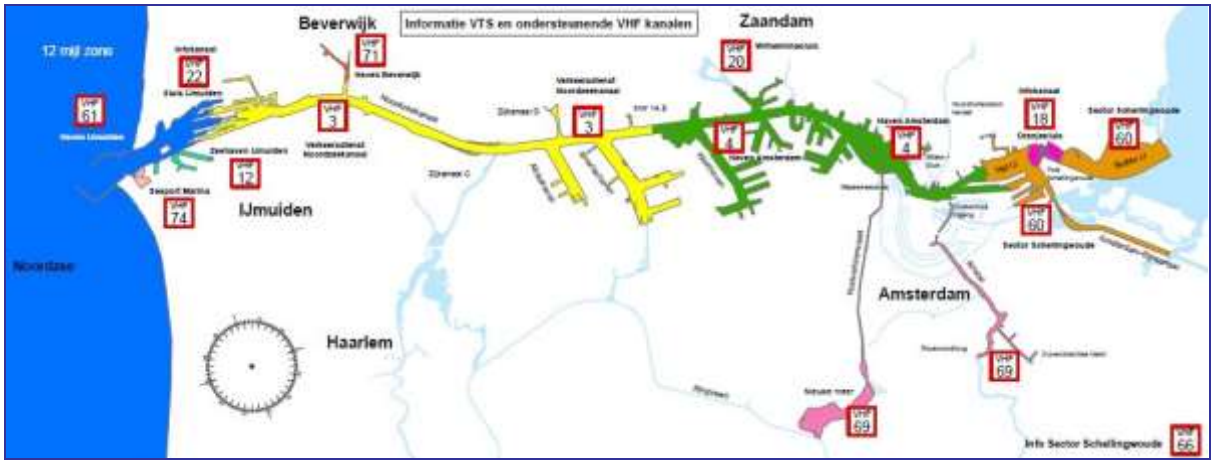
Aanbevolen vaarbanen voor de recreatievaart (bron: Varen doe je samen, knooppunten Noord-Holland)

Bij meerdere bruggen in elkaars nabijheid zijn meervoudige reflecties, zogenaamde valse echo's, vrijwel niet te vermijden. Dit is voor schippers zeer verwarrend. Alleen al om die reden moeten bruggen op een ruime afstand van elkaar worden gelegd, dus op een afstand van 3 x de maatgevende scheepslengte oftewel 3 x 195 = ca. 600 m.

vervoer gevaarlijke stoffen

Amsterdam is een belangrijke benzinehaven. Een groot deel van deze producten vindt zijn weg naar de afnemers per binnenschip via het IJ en het Amsterdam-Rijnkanaal. Het vervoer van gevaarlijke stoffen is streng gereguleerd via de Regionale Havenverordening Noordzeekanaalgebied (RHN) en het Binnenvaartpolitiereglement. Dat neemt niet weg dat een obstakel in het water, zoals een brugpijler, een extra veiligheidsrisico met zich mee brengt. Het grootste risico is het vrijkomen van lading, doordat een tank openscheurt ondanks de dubbelwandigheid die voor tankers is voorgeschreven. Dat zou kunnen gebeuren als een tanker in volle vaart tegen een brugpijler of aanvaarbescherming voor de zeevaart botst. De beste manier om het risico in te perken, zo niet te voorkomen, is een remmingwerk voor de brugpijler of de harde aanvaarbescherming te plaatsen, dat in staat is de energie van de botsing op dusdanige wijze op te vangen dat er wel schade is, maar er geen tanks openscheuren. Nader onderzoek is geboden als het tot de aanleg van een brug komt.

VTS Noordzeekanaalgebied



verkeersbegeleiding

De haven van Amsterdam beschikt over een scheepvaartbegeleidingssysteem, in de regel met Vessel Traffic Services (VTS) aangeduid. Het is 24/7 in de lucht. In december 2013 is een Regeling Communicatie VTS in werking getreden, die onder meer de marifoonkanalen van de diverse sectoren vaststelt. Ingevolge de regeling kan informatie gevraagd of verstrekt worden en kunnen in uiterste instantie dwingende aanwijzingen gegeven worden. Schepen zijn verplicht zich te melden bij de sectorgrens en bij het uitvoeren van bijzondere manoeuvres, incidenten en dergelijke en moeten het marifoonblokkanaal uitluisteren
De verkeersbegeleiding valt onder de verantwoordelijkheid van het Centraal Nautisch Beheer. In de toekomst zal de verantwoordelijkheid voor de veiligheid meer bij de schepen zelf gelegd worden, die daartoe in staat gesteld worden door geavanceerde technische middelen, zoals automatische identificatie. Welke taken en verantwoordelijkheden van de wal naar het schip verschuiven, is vooralsnog niet met zekerheid te zeggen.

Wel met zekerheid is te zeggen dat een brug een onderbreking van het radarbeeld geeft. Er zal tenminste één extra onbemand radarstation nodig zijn om voldoende dekking te hebben, inclusief verbindingen, systeemaanpassingen, enz.



O*nbemand radarstation VTS Noordzeekanaalgebied*

Zeeschepen en beroepsbinnenvaart zijn verplicht uitgerust met een automatisch identificatie systeem (AIS). Een aan boord geplaatst baken meldt doorlopend de positie en identiteit van het schip. Het signaal wordt door een satelliet opgevangen en verspreid, waardoor ook andere vaartuigen de informatie ontvangen en op hun radarscherm kunnen afbeelden, ookin het geval dat er geen directe radarzichtlijn is. Een grote groep vaartuigen blijft echter verstoken van deze informatie, namelijk de vaartuigen die niet over AIS beschikken, zoals recreatievaart, rondvaartboten en dergelijke. Omgekeerd, deze kleine vaartuigen kunnen alleen door de scheepsradar worden waargenomen. Direct (radar)zicht blijft nodig.

stenengooiers

Het komt herhaaldelijk voor dat binnenschepen slachtoffer worden van personen, die stenen of andere voorwerpen naar beneden gooien. Het is in deze stedelijke omgeving nodig een eventuele brug van hoge hekken, schermen of iets dergelijks te voorzien, die het gooien van stenen beletten of tenminste bemoeilijken. Cameratoezicht strekt tot aanbeveling.

6. Operationele aspecten

brugopening

Hiervoor is al gesteld dat zeecruiseschepen altijd een brugopening moeten krijgen. Het is uit economisch en veiligheidsperspectief niet acceptabel dergelijke schepen te laten wachten. Het aantal brugopeningen is een optelsom van openingen voor zeecruisevaart + hoge beroepsvaart + bijzondere transporten + recreatievaart. In de laatste categorie gaat het om zeilschepen met staande mast.
De zeecruisevaart is geraamd op 275 aanlopen in 2030, dus 550 benodigde brugopeningen, welke nagenoeg alle in het zomerhalfjaar benodigd zijn.



Een nieuwbouwschip passeert de Schellingwouderbrug. Het zal ook een eventuele brug over het IJ moeten passeren.

Ook de recreatievaart speelt zich in het zomerhalfjaar af. Het aantal brugopeningen is te beredeneren door vergelijking met de spoorbrug Gouda, die een wijdte heeft van 25 m. Een studie uit 1995 meldt 556 brugopeningen op jaarbasis met maximaal 52 en gemiddeld 8 vaartuigen per opening in Gouda. Door de Oranjesluizen passeren ongeveer 30.000 zeilschepen per jaar, inclusief bruine vloot. Alle hoge zeilvaart èn hoge beroepsvaart moet het IJ nemen, omdat de bruggen over het Amsterdam-Rijnkanaal te laag zijn voor hun vaste mast. Stel dat dit de helft van het totaal is, dus 15.000 per jaar, en stel dat het lukt gemiddeld 10 vaartuigen per opening te laten passeren. Dan zijn 1500 brugopeningen nodig voor de recreatievaart en bruine vloot, waarvan het merendeel in het zomerhalfjaar met een duidelijke piek in de maanden juli en augustus. Een IJbrug ten oosten van de Passagiersterminal moet dus 1500 per jaar draaien, een brug ten westen van de Passagiersterminal circa 2000 keer per jaar voor recreatievaart plus zeecruisevaart. Hoge beroepsvaart en bijzondere transporten zijn hierin meegerekend. In een zomerseizoen van 200 dagen betekent dit gemiddeld 10 brugopeningen per dag. Conform de ervaring in Gouda kan het in de topmaanden makkelijk het dubbele zijn, dus 20 x gedurende de daguren. Dat betekent 1 á 1½ brugopening per uur.

De tijd, gedurende welke de brug voor de zeecruisevaart geopend is, laat zich als volgt beredeneren. Het cruiseschip komt met een lage snelheid van 2 knopen (= 2 zeemijlen van 1852 meter per uur) aangevaren. Als de boeg zich op anderhalve scheepslengte voor de brug bevindt, moet het beweegbare deel geheel geopend zijn. Deze afstand is nodig om het schip in een noodgeval, bijvoorbeeld een technisch mankement waardoor het openen onderbroken wordt, voor de brug tot stilstand te kunnen brengen. De lengte over alles van het momenteel grootste cruiseschip ‘Oasis of the Seas’ bedraagt 361,6 m. De brug moet geopend zijn vanaf

het moment dat de boeg zich op 1½ scheepslengte van de brug bevindt totdat het achterschip de brug geheel gepasseerd is, dus moet een lengte van 2½ scheepslengte oftewel 904 m de brug passeren. De scheepssnelheid van 2 knopen komt overeen met 2 x 1852/3600 = 1,028 m/s. Dus zijn 904/1,028 = 880 seconden nodig, met daarbij 20 seconden speling na het passeren van het achterschip 900 seconden oftewel 15 minuten. Let wel, dit is exclusief de tijd benodigd voor het ophalen en dalen van de brug. Dit zal telkens een aantal minuten in beslag nemen, zodat de totale openingstijd 20 á 25 minuten bedraagt.
De openingstijden voor de hoge beroepsvaart en recreatievaart zijn gelijk te stellen aan die van de Schellingwouderbrug. Voorwaarde is dat met name de recreatievaart op een wachtplaats tot een konvooi gegroepeerd kan worden, dat compact door de brug vaart. De wijze van doorvaren van een beweegbare brug is vastgelegd in het Binnenvaartpolitiereglement (BPR) artikel 6.26, zie bijlage. Het BPR maakt geen onderscheid tussen zee- en binnenschepen. De bediening van de brug leidt tot extra personeelskosten, of het nu bediening ter plaatse of bediening op afstand is.

stremming door storing en onderhoud

In algemene zin verlaagt een brug de vervoersprestatie van de vaarweg. Uit ervaring van Rijkswaterstaat blijkt een beweegbare brug op den duur circa 3 % van de tijd (= 10 dagen per jaar) niet beschikbaar te zijn door storingen en onderhoud. Voor een vaste brug ligt het deel van de tijd op 0,5 %. Bij renovatie of groot onderhoud ligt het percentage natuurlijk hoger.

stremming voor zeecruise

Wanneer een zeecruiseschip nabij de Passagiersterminal aan het zwaaien is, neemt het de volle breedte van de vaarweg in beslag. De overige vaart is gedurende enige tijd gestremd. Dit is een geaccepteerde gang van zaken.
De komst van een brug zal de stremmingsduur voor de overige vaart verlengen. Immers, op het moment dat een zeecruiseschip door de brug vaart, zal de overige vaart op geruime afstand moeten blijven. Deze extra stremming voor de overige vaart is echter niet zó langdurig, dat de toegankelijkheid van de haven van Amsterdam in het geding is.
Tijdens het zwaaien is doorgaans een patrouilleboot van de Divisie Havenmeester aanwezig om toezicht te houden op de verkeersafwikkeling. Bij het passeren van een brug door een zeecruiseschip is de aanwezigheid van aan patrouilleboot eveneens gewenst. Dit betekent een groter tijdsbeslag voor de patrouilleboten en hun bemanning.

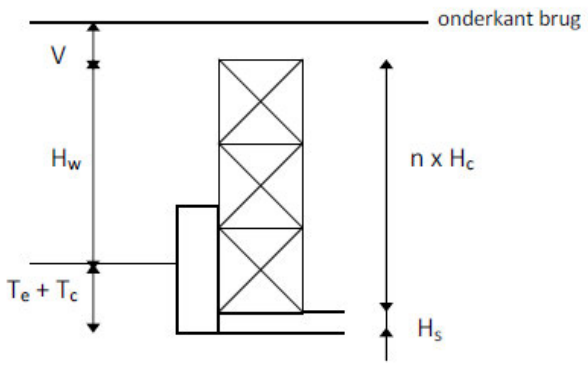


Bijlage 1: gebruikte afkortingen

AIS	Automatic Identification System
Barro	Besluit algemene regels ruimtelijke ordening
BPR	Binnenvaartpolitiereglement
CCR	Centrale Rijnvaartcommissie
CEMT	Conférence Européenne des Ministres de Transports
CNB	Centraal Nautisch Beheer Noordzeekanaalgebied
ECE	United Nations Economic Commission for Europe
MHW	Maatgevende Hoge Waterstand
NAP	Normaal Amsterdams Peil
RHN	Regionale Havenverordening Noordzeekanaalgebied
RVW	Richtlijnen Vaarwegen
SVIR	Structuurvisie Infrastructuur en Ruimte
TEU	Twenty feet Equivalent Unit (container van 20 voet lengte)
VTS	Vessel Traffic Services

Bijlage 2: berekening hoogte binnenvaartcontainerschepen

De berekening maakt gebruik van formules, die volgen uit het onderstaande schema:



$H_w = (n \times H_c) + H_s - T_e - T_c$ waarin: $T_c = W / (C_b \times L \times B)$

Er is in de berekening geen rekening gehouden met inzinking door de spiegeldaling (*squat*) van een varend schip. Het schip zou immers juist onder een brug stil kunnen liggen. De gebruikte symbolen hebben als betekenis:

H_w = scheepshoogte boven de waterlijn
H_c = containerhoogte: standaard 2,591 m, *high-cube* 2,896 m
H_s = constructiehoogte bodem
T_e = diepgang van het lege schip
T_c = inzinking van het schip ten gevolge van het ladinggewicht
W = gewicht van de lading
L = grootste lengte van het schip
B = uitwendige breedte van het schip
C_b = blokcoëfficiënt = 0,9
n = aantal lagen containers
V = veiligheidsmarge = 0,30 m

De scheepshoogte H_w vermeerderd met een veiligheidsmarge van 0,30 m geeft de brug- of doorvaarthoogte. De Richtlijnen Vaarwegen geven aan, dat de veiligheidsmarge is bedoeld ter ondervanging van onnauwkeurigheid in de kennis van de strijkhoogte, fouten bij het aflezen van hoogteschalen en verticale bewegingen van het schip door golven.

Voor de scheepsklassen IV, V en VI heeft het Expertise Innovatiecentrum Binnenvaart (EICB) informatie over H_s en T_e gegevens geleverd. Dit zijn generieke waarden, in individuele gevallen zijn natuurlijk afwijkingen mogelijk. Voor de tamelijk volle romp van een containerschip is een blokcoëfficiënt van 0,9 aangehouden.

Het rapport 'Containervervoer per binnenschip', door Rijkswaterstaat uitgebracht in december 2011, vermeldt op grond van een aantal enquêtes dat de bezettingsgraad, dat wil zeggen het actuele aantal TEU's aan boord als percentage van het maximale aantal TEU's, op de belangrijke routes tussen Rotterdam, Antwerpen en Duitsland gemiddeld 65% bedraagt. Van de containers is gemiddeld 65% geladen en 35% leeg. Registraties van Rijkswaterstaat wijzen uit dat het gemiddelde ladinggewicht rond de 8 ton per TEU schommelt. Het gaat daarbij om het ladinggewicht gemiddeld over alle containers, zowel leeg als geladen. Hiervoor is gesteld dat gemiddeld 65% van de containers aan boord beladen is. Het ladinggewicht van de gemiddelde beladen containers is dus: 8,0/0,65 = 12,3 ton per TEU. Inclusief het gewicht van de container zelf, zijnde 2,0 ton per TEU, komt het totale gewicht van een beladen TEU uit op 14,3 ton.

Met behulp van de vermelde formules en kentallen is een spreadsheet ontwikkeld en zijn berekeningen uitgevoerd. In tabel 1 is geen rekening houdend met *high-cube* containers. Bij gemiddelde belading is Rijnvaarthoogte* al te weinig voor een klasse VI schip, laat staan in het geval van lege containers.

CEMT-klasse	aantal lagen	100% geladen containers	gemiddelde belading	100% lege containers
III	2	4,06	4,69	5,05
IV	3	6,00	6,97	7,53
V	4	7,63	9,07	9,90
VI	4	7,79	9,38	10,13

Tabel 1: Berekende doorvaarthoogte (m) incl. veiligheidsmarge, geen high-cubes
= hoger dan Rijnvaarthoogte

Wanneer dezelfde berekeningen worden gemaakt voor een maximaal aantal lagen *high-cube* containers, komen de waarden aanzienlijk hoger uit, zie tabel 2. Nu is ook een gemiddeld beladen klasse V schip te hoog voor een brug op Rijnvaarthoogte.

CEMT-klasse	aantal lagen	100% geladen containers	gemiddelde belading	100% lege containers
III	2	4,67	5,30	5,66
IV	3	6,92	7,88	8,44
V	4	8,85	10,29	11,12
VI	4	9,01	10,50	11,35

Tabel 2: Berekende doorvaarthoogte (m) incl. veiligheidsmarge, mèt high-cubes

* Rijnvaarthoogte is een door de Centrale Rijnvaartcommissie vastgestelde hoogtemaat van 9,10 m gemeten tussen de Maatgevende Hoge Waterstand (MHW) en de onderzijde van de volbelaste brug. Op de Nederlandse Rijntakken was MHW tot voor kort: de hoogste stand ooit gemeten (1926). Thans rekent men met een waterstand behorende bij een afvoer met een kans van 1 x 1250 jaar. De extra hoogte, dat wil zeggen het verschil tussen MHW en de gemiddelde waterstand, loopt op tot 7,80 m in Lobith. De doorvaarthoogte van bruggen is dus vrijwel altijd veel groter dan Rijnvaarthoogte. Op kanalen is dit verschil nauwelijks het geval en is zelden sprake van extra hoogte. Schepen hebben dan permanent last van te lage bruggen.

Bijlage 3: Binnenvaartpolitiereglement (BPR)

Artikel 6.26. Doorvaren van beweegbare bruggen

1. De bevoegde autoriteit kan, teneinde de veiligheid of de goede orde van de scheepvaart dan wel het zonder oponthoud doorvaren van de doorvaartopening van een beweegbare brug te verzekeren, wanneer een schip de brug nadert of de doorvaartopening daarvan doorvaart, aan de schipper een verkeersaanwijzing geven. De schipper is verplicht aan deze aanwijzing gevolg te geven.

2. Een schip mag niet zonder toestemming van de bevoegde autoriteit ligplaats nemen op een wachtplaats van een beweegbare brug anders dan om te wachten op een brugopening.

3. Bij het naderen, op een wachtplaats en bij het doorvaren van een beweegbare brug:
   a. moet een schip dat met een marifooninstallatie is uitgerust uitluisteren op het kanaal van de brug;
   b. moet een schip snelheid verminderen. Het moet, ingeval het de doorvaartopening niet mag of wil doorvaren, voor het teken B.5 (bijlage 7) stilhouden;
   c. mag een schip een ander schip niet voorbijlopen tenzij daartoe een verkeersaanwijzing is gegeven door de bevoegde autoriteit;
   d. moet een schip voorrang verlenen aan een schip dat recht van voorrang heeft en de rode wimpel voert, bedoeld in artikel 3.17, opdat dit schip zonder oponthoud de brug kan doorvaren;
   e. mag een schip zonder toestemming van de bevoegde autoriteit geen brandstof innemen.

4. Voor het doorvaren van de doorvaartopening van een beweegbare brug kunnen tekens worden getoond aan weerszijden van de doorvaartopening op gelijke hoogte dan wel aan de stuurboordszijde daarvan. Deze tekens betekenen:
   a. twee rode vaste lichten boven elkaar (teken A.1; bijlage 7): het doorvaren is verboden, de brug wordt niet bediend;
   b. één rood vast licht (teken A.1; bijlage 7): het doorvaren is verboden, de brug wordt bediend;
   c. een rood vast licht en daaronder een groen vast licht (teken A.11; bijlage 7): het doorvaren is verboden, maar dit zal aanstonds worden toegestaan;
   d. één groen vast licht (teken E.1; bijlage 7): het doorvaren is toegestaan;
   e. twee groene vaste lichten boven elkaar (teken E.1; bijlage 7): het doorvaren is toegestaan, de brug bevindt zich in geopende stand en wordt niet bediend;
   f. een rood vast licht en daaronder een groen flikkerlicht (teken A.11.1; bijlage 7): het doorvaren is verboden, tenzij het schip de doorvaartopening zo dicht is genaderd, dat stilhouden redelijkerwijs niet meer mogelijk is.

5. Het doorvaren van een beweegbare brug in gesloten stand is evenwel toegestaan, indien, behalve de in het vierde lid onder *a* en *b* bedoelde lichten, boven de doorvaartopening het teken D.1*a* of het teken D.1*b* (bijlage 7) wordt getoond; ingeval van het teken D.1*a* is de doorvaartopening vrij voor de doorvaart uit beide richtingen, ingeval van het teken D.1*b* is de doorvaart uit tegenovergestelde richting verboden.

6. De in het vierde lid onder *a*, *b*, *d* en *e* bedoelde rode en groene lichten kunnen worden vervangen onderscheidenlijk door het bord van teken A.1 en het bord van teken E.1 (bijlage 7).

7. Een schip kan het verzoek tot het bedienen van een beweegbare brug kenbaar maken door het geven van één lange stoot gevolgd door één korte stoot en één lange stoot dan wel door roepen. Het mag dit sein niet herhalen, indien de bevoegde autoriteit heeft te kennen gegeven het te hebben gehoord.

8. In dit artikel wordt onder een beweegbare brug mede verstaan het beweegbare gedeelte van een brug.

Gepubliceerd in het Staatsblad 2012 nr. 424