

## Notitie / Memo

HaskoningDHV Nederland B.V.  
Water

Aan: Koen Akkerman (K3)  
Van: Peter van de Kreeke, Hidde Kats  
Datum: 15 september 2021  
Kopie: Wiebe de Jong  
Ons kenmerk: BH8979-RHD-ME-01-NT-0001  
Classificatie: Projectgerelateerd  
Goedgekeurd door: Hidde Kats

**Onderwerp: Nautische beoordeling tijdelijke laadvoorziening Erlecom**

---

## 1 Inleiding

K3 heeft voor de afvoer van zand over water een tijdelijke laadvoorziening in een kribvak aan de zuidoever van de Waal bij Erlecom ter hoogte van rivierkilometer 874,5 gepland. De schepen meren af tegen 6 stalen buispalen en worden via een transportband geladen met zand/grind. De verwachting is dat de tijdelijke laadvoorziening in 1 a 1,5 jaar vanaf nu in bedrijf zal kunnen treden, afhankelijk van het traject tot vergunningverlening. Vanaf dat moment zal de laadvoorziening 4 à 5 jaar in bedrijf zijn.

De inschatting is dat er gemiddeld 4 schepen per dag tussen 7.00 en 19:00 uur moeten worden beladen. De te laden schepen hebben een omvang van maximaal 110mx11,4m.

In dit memo is de nautische beoordeling van de nieuwe situatie uitgewerkt, waarbij de volgende aspecten in ogenschouw zijn genomen:

- Bereikbaarheid laadvoorziening en manoeuvreerbaarheid schepen
- Ruimte en doorstroming wachtende schepen
- Effect op veiligheid en afwikkeling van scheepvaart op de Waal

## 2 Geoptimaliseerd ontwerp

Zie Figuur 1 en Figuur 2 voor de locatie en lay-out van de tijdelijke laadvoorziening zoals die in eerste instantie beoogd was door K3. Oorspronkelijk was in het bovenstrooms gelegen kribvak ook een wachtplek voorzien, waar schepen zouden kunnen wachten op het moment dat de laadvoorziening in gebruik is. In samenspraak met de scheepvaart adviseurs van RWS-ON is dit beoogde ontwerp in een aantal iteratieslagen geoptimaliseerd tot een ontwerp dat voldoet aan de Richtlijnen Vaarwegen 2020. Dit ontwerp is wat betreft veiligheid en afwikkeling van het overige scheepvaartverkeer op de Waal geoptimaliseerd. Zie Figuur 3 voor het geoptimaliseerde ontwerp.

Het geoptimaliseerde ontwerp is in nauwe samenwerking met Rijkswaterstaat uitgewerkt voor het meest westelijke kribvak. De reden hiervoor is tweeledig:

1. Het westelijke kribvak spoelt tijdens hoogwater leeg (het zand stroomt dan met het water mee de vaargeul in) waardoor de aanzanding in dit kribvak beperkt is. Dit effect is bij het kribvak stroomopwaarts in mindere mate aanwezig waardoor het de vraag is in hoeverre de bodem hier stabiel te houden is. Naar verwachting zullen de baggerinspanningen in het oostelijke kribvak veel groter (frequenter en dieper baggeren) zijn dan in het westelijke kribvak.
2. Tijdens hoogwater – in de situatie dat het water over de kribben stroomt – moeten de schepen vanuit het perspectief van nautische veiligheid met de voorkant in de stroming liggen om grote druk op trossen te voorkomen. Dit leidt bij het oostelijke kribvak tot een grotere hoek ten opzichte van de vaargeul dan bij het westelijke kribvak. Hierdoor kan binnen het westelijke kribvak de nautische veiligheid beter geborgd worden.

Mocht tijdens de rivierkundige vervolgstudie blijken dat de rivierkundige effecten van de laadvoorziening niet voldoen aan de rivierkundige eisen gesteld in het Rivierkundig Beoordelingskader (RBK 5.0), dan kan in het ontwerp de laadvoorziening nog verplaatst worden naar het oostelijke kribvak, mochten daar de rivierkundige effecten wel voldoen aan de eisen uit het RBK 5.0.

Op advies van RWS-ON zijn de volgende aanpassingen doorgevoerd om te komen tot het geoptimaliseerde ontwerp zoals weergegeven in Figuur 3:

- De omvang van de te laden schepen is naar beneden bijgesteld. In eerste instantie was voorzien om schepen met afmetingen van 135mx11,4m te laden, dit is aangepast naar schepen met een omvang van 110mx11,4m om de scheepslengte beter te laten aansluiten bij de omvang van de kribvakken. Hierdoor wordt ook het manoeuvreren van geladen schepen die in westelijke richting vertrekken haalbaar.
- De veiligheidsstrook tussen een aangemeerd schip en de normaallijn is vergroot. In eerste instantie was een veiligheidsstrook met een breedte van 7,75 meter voorzien. Dit sluit niet aan bij Richtlijn Vaarwegen 2020 en daarom heeft de veiligheidsstrook in het geoptimaliseerde ontwerp een breedte gekregen van 35 meter. Hierdoor komt de laadvoorziening dus dieper in het kribvak te liggen. Een grotere afstand tussen het aangemeerde schip en vaarweg maakt dat de zuiging door schepen beperkt blijft en te hoge troskrachten worden vermeden. Daarmee wordt voldaan aan de eisen gesteld in de Richtlijnen Vaarwegen 2020.
- Een bijkomend voordeel van een grotere afstand tot de normaallijn is het feit dat schepen die moeten draaien met de achterkant stromingsluw blijven liggen waardoor de draaicirkel kleiner wordt, doordat de stroming de voorzijde “omduwt”.
- De hoek van de laadvoorziening t.o.v. de vaargeul is aangepast. De verwachting is dat tijdens hoogwater in het westelijke van de 2 kribvakken dwarsstromingen optreden vanuit de uiterwaard door het kribvak heen naar het zomerbed. Deze dwarsstromingen kunnen tot gevolg hebben dat een aangemeerd schip van de afmeerpalen geduwd wordt, waarbij er grote troskrachten zullen

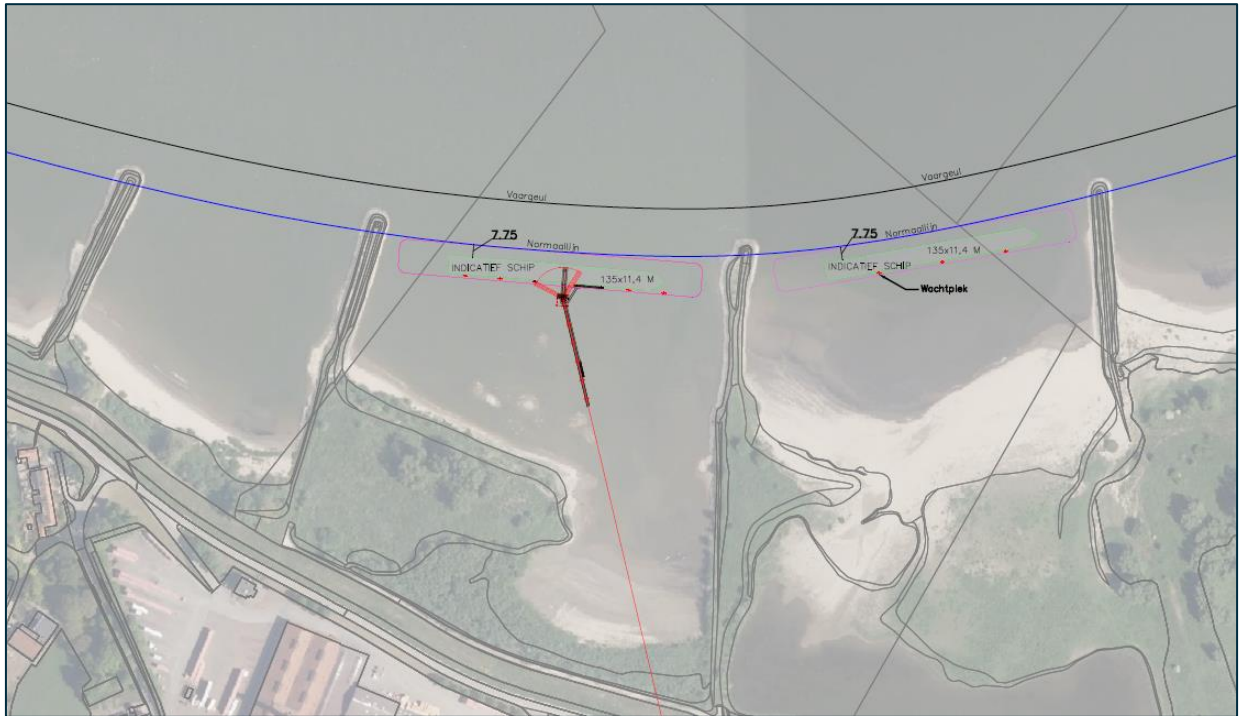
ontstaan. Om dit effect tegen te gaan is de laadvoorziening in het geoptimaliseerde ontwerp parallel aan de richting van deze dwarsstroming gelegd. In het volgende stadium van deze studie zal uit de rivierkundige berekeningen blijken wat de exacte hoek is van de dominante dwarsstromingen in het kribvak. Eventueel wordt het ontwerp hier nog op aangepast.

- De wachtplaats is geheel geschrapt uit het geoptimaliseerde ontwerp.

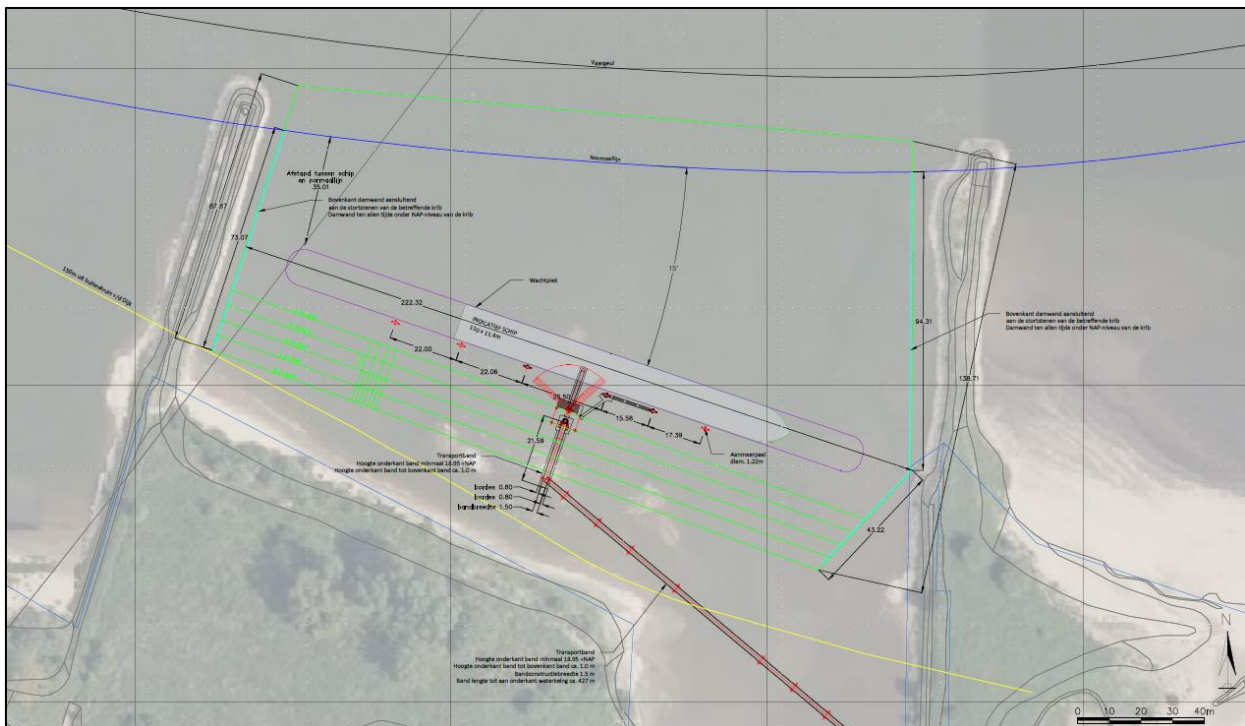
Het geoptimaliseerde ontwerp van de laadvoorziening is hetzelfde als de situatie aan de overkant (Gendtse Waard) die recent vergund is. Hierbij is de laadvoorziening voorzien van 6 stalen buispalen met eenzelfde diameter en h.o.h. tussenafstand als bij de Gendtse Waard. De ligplaatsen zijn ruim buiten de normaallijn gelegen, zodat een schip op veilige afstand van de vaargeul van de Waal ligt.



Figuur 1: Beoogde locatie van de tijdelijke laadvoorziening Erlecom



Figuur 2: Lay-out van de laadvoorziening en bijbehorende wachtplek in de twee kribvakken zoals die in eerste instantie voorzien was



Figuur 3: Lay-out van de laadvoorziening in het geoptimaliseerde ontwerp

### 3 Nautische beoordeling

#### 3.1 Bereikbaarheid laadvoorziening en manoeuvreerbaarheid

Het kribvak dat gekozen is voor de laadvoorziening heeft een lengte van 210m tussen de kribben in. Bij het ontwerp van de laadvoorziening is gekozen voor schepen met een omvang van 110mx11,4m, zodat gegeven de lengte van de kribvakken de schepen zowel voor als achter een marge overhouden van 45m. Deze marge is voldoende om veilig te kunnen aanmeren aan de palen. Bovendien is er voldoende ruimte om het schip te verhalen om het volledige ruim van het schip te kunnen beladen.

Een schip dat de laadvoorziening wil bereiken zal vanaf de benedenstroomse kant de ligplaats benaderen. Met stroomsnelheden op de Waal van 1,5 tot 2 m/s zal invaren vanaf bovenstroomse zijde (met de stroom mee) lastig zijn omdat het schip ten opzichte van de stroomsnelheid snelheid moet houden om bestuurbaar te blijven. Bij varen tegen de stroom in is de manoeuvreerbaarheid gegarandeerd. Varend in het kribvak kan het schip mogelijk enige loslaatwervels van de kribkoppen tegen komen die wisselende krachten op het schip uitoefenen maar deze zijn niet van noemenswaardige invloed op de veiligheid van de scheepvaart op de Waal. De stroomsnelheden in het kribvak zijn lager dan op de Waal, ingeschat orde 0,5 m/s. Bij een dergelijke snelheid en gegeven de beschikbare ruimte, kunnen de schepen veilig en beheerst aanmeren.

Een randvoorwaarde die expliciet benoemd wordt in de Richtlijnen Vaarwegen 2020 (paragraaf 3.3.4) is dat de richtlijnen alleen van toepassing zijn zolang de langsstroomsnelheden kleiner zijn dan 2,5 m/s. De stroomsnelheid is hierbij de dieptegemiddelde snelheid in de as van de vaarweg. Bij langsstroming van meer dan 2,5 m/s bij beroepsvaart is het nodig nader onderzoek uit te voeren. De stroomsnelheden die in de huidige situatie optreden op rivierkilometer 874,5 zijn gecheckt in de resultaten van een rivierkundige referentie simulatie, op basis van het rij-beno18\_5-v1 model. Hieruit blijkt dat de maximale dieptegemiddelde stroomsnelheid op de as van de vaargeul 2,25 m/s is bij een afvoer van 16.000 m<sup>3</sup>/s te Lobith. Zie Tabel 1 voor de dieptegemiddelde stroomsnelheden bij lagere afvoeren. Het aanleggen van de tijdelijke laadvoorziening zal naar verwachting nauwelijks effect hebben op de maximale dieptegemiddelde stroomsnelheid. Op basis hiervan kan dus geconcludeerd worden dat de langsstroomsnelheden kleiner zijn dan 2,5 m/s. Het is dus niet nodig om nader onderzoek uit te voeren.

Tabel 1: Maximale dieptegemiddelde stroomsnelheden voor verschillende afvoeren op basis van het rij-beno18\_5-v1 model

Afvoer te Lobith (m <sup>3</sup> /s)	Max. dieptegemiddelde stroomsnelheid op de as van de vaargeul (m/s)
6.000	1,60
8.000	1,85
10.000	1,90
16.000	2,25

Een ander belangrijk aspect is de diepte van de laadvoorziening. Volgens de Richtlijn Vaarwegen 2020 (paragraaf 6.2.5) dient de haven een diepte te hebben die hetzelfde is als de aansluitende vaarweg. Daarbij moet de kielspeling in de haven bij voorkeur tenminste 1m zijn, voor voldoende manoeuvreerruimte en om spiegeldaling (veroorzaakt door voorbijvarende schepen) te kunnen opvangen. Bovendien is de eroderende kracht van (boeg-)schroeven beperkter bij een grotere afstand tot de bodem. Volgens het meest actuele rivierkundige referentiemodel (waqua-rij-beno18\_5-v1) ligt de bodem van de vaargeul ter hoogte van Erlecom op 2,2m +NAP.

De maatgevende diepgang van een geladen schip bedraagt in dit geval 2,8 meter. Gegeven de bodemhoogte van de vaargeul, de maatgevende diepgang en de benodigde kielspeling is een minimale waterstand van 6,00m +NAP ( $2,2 + 2,8 + 1$ ) vereist om de laadvoorziening te kunnen gebruiken. Tijdens een situatie waarin de OLR (Overeengekomen Lage Rijnafvoer =  $1.020 \text{ m}^3/\text{s}$  te Lobith) optreedt is de waterstand conform de meest actuele betrekkinglijnen van RWS ter hoogte van Erlecom (kml 874,5) 6,33m +NAP. Ten opzichte van OLR biedt de hoogte van de vaargeul bodem van 2,2m +NAP dus een waterdiepte van 4,13m ( $6,33 - 2,2$ ), wat ruim voldoende is ten opzichte van de benodigde 3,8m ( $2,8 + 1$ ) (marge is 0,33m). De verwachting is dat de minst gepeilde diepte elders op het vaartraject op de Waal kleiner zal zijn. Hier zullen de schepen rekening mee moeten houden. De marge van 0,33m ten opzichte van OLR betekent dat de diepte van de laadvoorziening in een verder ontwerp stadium nog kan worden geoptimaliseerd, waarmee het baggerwerk en de hydraulische en morfologische effecten kunnen worden beperkt.

### **3.2 Ruimte en doorstroming wachtende schepen**

Doordat er in het geoptimaliseerde ontwerp geen wachtplek meer is voorzien, is er geen mogelijkheid meer voor wachtende schepen om in de directe nabijheid van de tijdelijke laadvoorziening te wachten. De doorgaande scheepvaart in de buitenbocht mag niet belemmerd worden door schepen die aanstonds gebruik willen maken van de voorziening. Daarom dient er in het geval van wachtende schepen gebruik gemaakt te worden van wachtplaatsen die in de nabijheid van Erlecom liggen. Binnen een half uur varen zijn er voldoende wachtplaatsen beschikbaar voor dit doeleinde. Hierdoor wordt het effect van de laadvoorziening op de afwikkeling van de scheepvaart op de Waal geminimaliseerd.

### **3.3 Effect op veiligheid en afwikkeling van scheepvaart op de Waal**

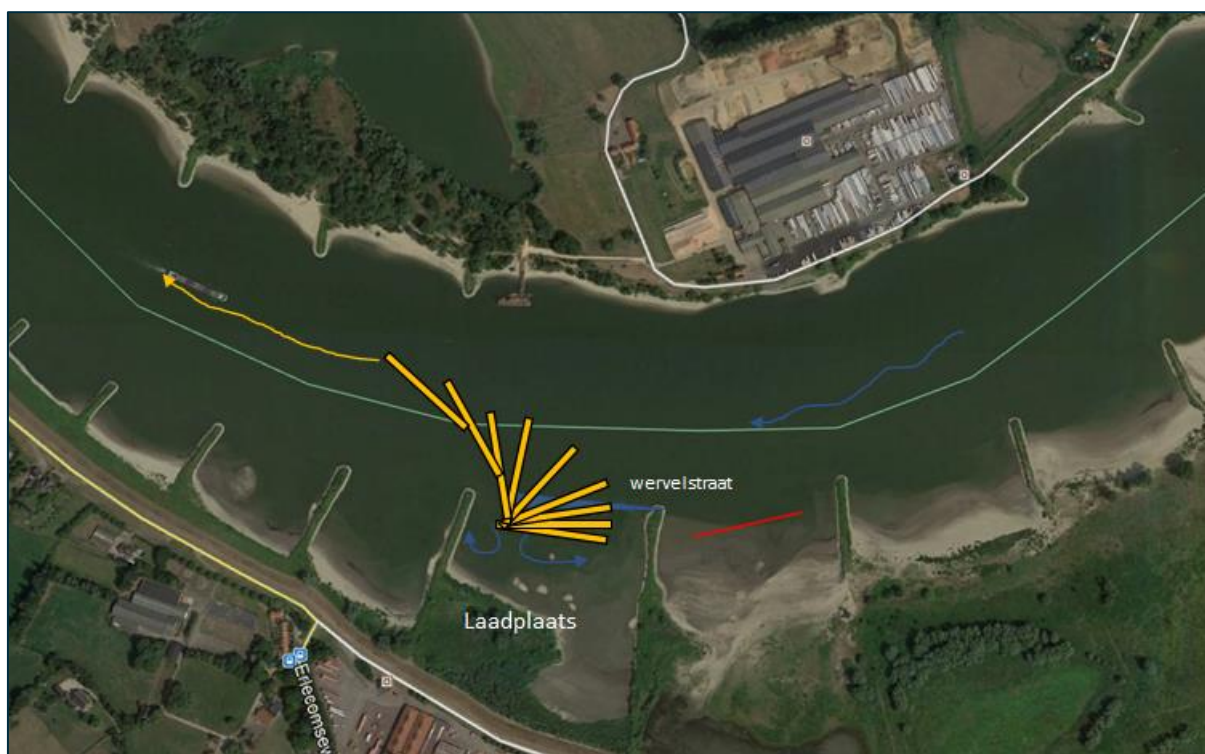
De veiligheid kan bij een nieuwe ligplaats altijd enigszins beïnvloed worden door de extra interactie tussen aanmerende schepen en de hoofdstroom van het verkeer. Om deze reden dient er een zo optimaal mogelijk ontwerp gemaakt te worden.

Een belangrijk aspect omtrent de veiligheid is de beoogde veiligheidsstrook tussen het afgemeerde schip en de normaallijn. In de Richtlijn Vaarwegen 2020 (paragraaf 3.10.1) staat beschreven dat een aan de loswal gelegen schip geheel buiten de doorgaande oeverlijn moet liggen. Hierbij dient de wal tenminste de breedte van een maatgevend Waal-schip (22,9m) naar achteren te liggen, plus een veiligheidsstrook S. Uit tabel 37 van de Richtlijnen Vaarwegen 2020 blijkt dat voor een maatgevend waal-schip een veiligheidsstrook met een minimale breedte van 12m vereist is. De laadvoorziening dient dus 34,9m ( $22,9 + 12$ ) van de normaallijn af te liggen om de maatgevende schepen voldoende veiligheidsstrook te kunnen bieden. Binnen het huidige ontwerp is er een afstand van 35m voorzien, waardoor aan de gestelde eis vanuit de Richtlijnen Vaarwegen 2020 wordt voldaan. Deze 35 meter is gemeten vanaf de achterzijde van het schip, de voorzijde ligt nog verder van de normaallijn af. Mede hierdoor wordt een vlotte en veilige doorvaart van het overige scheepvaartverkeer op de Waal geborgd, zodat passerende schepen hun koers en vaart kunnen behouden ter plaatse van de tijdelijke laadvoorziening.

Voor het bepalen van het effect van de tijdelijke laadvoorziening op de veiligheid en afwikkeling van de scheepvaart op de Waal dient er rekening gehouden te worden dat schepen zowel vanuit de bovenstroomse als benedenstroomse kant aan kunnen komen en kunnen vertrekken. Zoals in paragraaf 3.1 is beschreven zal een schip vanuit het oogpunt van manoeuvreerbaarheid altijd de laadvoorziening vanaf benedenstroomse kant benaderen. Op die manier blijft het schip bestuurbaar. Dit heeft tot gevolg dat een schip altijd met de voorsteven in bovenstroomse richting zal zijn afgemeerd bij de

laadvoorziening. Hierdoor is vertrekken in de bovenstroomse richting relatief gemakkelijk. Voor het vertrekken in de benedenstroomse richting is echter een zwaai-manoeuvere benodigd.

Voor de zwaai-manoeuvere die benodigd is als een aangemeerd schip (met de voorsteven in bovenstroomse richting) in benedenstroomse richting wil vertrekken, zal de schipper de ruimte die er in het kribvak aanwezig is kunnen gebruiken. Zoals eerder omschreven is er in het geoptimaliseerde ontwerp een veiligheidsstrook met een breedte van 35m voorzien t.o.v. de normaallijn. Tijdens de zwaai-manoeuvere dient de achterkant van het schip dicht bij de laadvoorziening te blijven liggen, waarbij de voorsteven in de richting van de vaargeul gedraaid wordt. De stroming in de vaargeul zal helpen om het schip te draaien in de benedenstroomse richting, zie Figuur 4 voor een indicatie van de manoeuvre.



Figuur 4: Indicatief beeld van de manoeuvre benodigd om veilig af te meren in westelijke richting

Voor deze zwaai-manoeuvere zal er vanuit het oogpunt van veiligheid en hinder voor het verkeer een rustig moment moeten worden uitgezocht. De breedte van de vaargeul is in de bocht bij Erlecom ongeveer 150m, waarbij de schepen met een bepaalde drifthoek de bocht passeren. Er kan niet gezwaaid worden als schepen passeren. Gezien het geringe aantal schepen die zullen laden (gemiddeld 4 per dag) is het ook goed mogelijk om tijdens perioden waarbij er geen andere schepen passeren in de vaargeul deze manoeuvres uit te voeren. Gegeven de vaargeul breedte van 150m en de veiligheidsstrook van 35m tussen de laadvoorziening en de normaallijn, is er ongeveer 185m breedte beschikbaar voor het uitvoeren van een zwaai-manoeuvere. Gegeven een scheepslengte van 110m, blijft er dus een marge over van 75m. Door de zwaai-manoeuvere op deze manier uit te voeren blijft er nog voldoende ruimte over ten opzichte van de rand van de vaargeul. Als de lichtboeien aan de rechteroever op de rand van de vaargeul liggen, zal dit dus niet tot problemen leiden tijdens het manoeuvreren.

## 4 Rivierkundige vervolgstudie

Zoals in de inleiding beschreven, is het in deze notitie gepresenteerde ontwerp geoptimaliseerd op basis van de nautische beoordeling, waarbij de Richtlijnen Vaarwegen 2020 als uitgangspunt is gehanteerd. De vervolgstap is om dit geoptimaliseerde ontwerp ook op rivierkundig vlak te beoordelen. Ingrepen in de Nederlandse rivieren zijn vergunningsplichtig en dienen daarom rivierkundig getoetst te worden aan het Rivierkundig beoordelingskader (RBK) 5.0. Dit beoordelingskader beschrijft hoe RWS bij de vergunningverlening voor de Waterwet rivierkundige effecten van voorgenomen ingrepen in de rivier bepaalt en beoordeelt.

Tijdens de rivierkundige vervolgstudie worden alle rivierkundige effecten van de laadvoorziening in beeld gebracht op basis van de beoordelingsaspecten uit het RBK 5.0. Belangrijke aspecten hierbij zijn de effecten op de dwarsstroming en morfologie. De eis voor het aspect dwarsstroming is dat de ingreep niet mag resulteren in een absolute dwarsstroming in de vaarweg die groter is dan 0,3 m/s.

Als tijdens de rivierkundige beoordeling blijkt dat het meest westelijke van de 2 kribvakken niet voldoet aan de rivierkundige eisen, dan kan in het ontwerp de laadvoorziening nog verplaatst worden naar het oostelijke kribvak, het zou kunnen zijn dat daar de rivierkundige effecten wel voldoen aan de eisen uit het RBK 5.0. Een andere mogelijkheid is om het huidige geoptimaliseerde ontwerp (waarbij de laadvoorziening in het westelijke kribvak komt te liggen) d.m.v. kleine rivierkundige optimalisaties aan te passen, zodat wel voldaan wordt aan de eisen uit het RBK 5.0. Dan zal er vervolgens nog moeten worden nagegaan of deze rivierkundige optimalisaties implicaties hebben voor de reeds uitgevoerde nautische beoordeling.