

Aan: **VERTROUWELIJK**
Cc.: **VERTROUWELIJK**

Van: Adviseur Vergunning- Ontheffingsverlening Nautiek/Scheepvaart

Memo

Betreft: Waterdiepte en Vaargeulbodem op de Corridor Amsterdam-Rijn (PK NR Lek)

Datum: 12 november 2018 (tekstuele correcties t.o.v. 13 april 2017)

Robuust netwerk van vaarwegen

Het landelijk beleid ten aanzien van de vaarwegen is gericht op het creëren en in stand houden van een robuust netwerk van vaarwegen. Rijkswaterstaat heeft daarbij gekozen voor een corridor-/route benadering.

De capaciteit van een corridor of route wordt bepaald door zijn zwakste schakel. In kader van de corridor benadering dienen onder andere de dimensies van de vaarwegen zoveel als mogelijk op elkaar werden afgestemd.

Schakel in een corridor

Het Pannerdensch Kanaal en de Neder-Rijn en Lek is een klasse Vb vaarweg en vormt een belangrijke schakel in de vaarwegverbinding Amsterdam Duitsland (Corridor 2. Amsterdam - Rijn). Bovendien vormen de Neder-Rijn en Lek tot 15,0 m scheepsbreedte een alternatief voor de Waal op Corridor 1. Rotterdam - Duitsland.

Deze functie van het Pannerdensch Kanaal met de Neder-Rijn en Lek in deze corridors zijn dan ook bepalend voor de gewenste minimum aflaaddiepte c.q. waterdiepte in de Neder/Rijn en Lek. De waterdiepte in de vaargeul van de gestuwde Neder-Rijn en Lek moet dan ook minimaal gelijk zijn de waterdiepte in de aansluiten de vaarwegen.

Gestuwde Neder-Rijn en Lek

Voor Pannerdensch Kanaal, Neder-Rijn en Lek gelden voor schepen momenteel de volgende maximum afmetingen (zie ook RPR):

Pannerdensch Kanaal, Neder-Rijn en Lek (CEMT klasse Vb vaarweg):

- max afmetingen: 186,5 m * 11,45 m en ook 110 m * 15,0 m.

De waterstand in de gestuwde Neder-Rijn en Lek wordt bepaald door het stuwwaterprogramma. De waterverdeling over de Rijntakken Waal, Neder-Rijn en IJssel is in principe 2/3 voor de Waal, 1/3 voor Pannerdensch Kanaal en vervolgens 2/9 voor de Neder-Rijn en 1/9 voor de IJssel. Het stuwwaterprogramma op de Neder-Rijn zorgt er voor dat er bij de IJsselkop zolang mogelijk een waterstand van NAP+8,3 m gehandhaafd wordt. Dank zij de stuwen in de Neder-Rijn en Lek kan er bij lage Rijn-afvoeren nog lang met redelijke aflaaddiepte worden gevaren.

Aansluitende vaarwegen

De belangrijkste aansluitende vaarwegen betreffen:

- De Boven-Rijn en Waal (vanuit het oosten).
- de IJssel (vanuit noordoosten); en
- het Amsterdam-Rijnkanaal (vanuit noordwesten en zuiden);
- de Lek (vanuit westen);

Voor elk van deze vaarwegen gelden maximum scheepsafmetingen, aflaaddieptes en/of waterdieptes in de vaargeul, zie ook RPR en BPR):

Boven-Rijn en Waal (CEMT klasse VIc vaarweg):

- max afmetingen: 269,5 m * 22,9 m (opvaart) en ook 193 m * 34,35 m (afvaart)
- aflaaddiepte volgens CEMT classificatie(1992): 2,50 m tot 4,50 m;
- max. bodemhoogte: OLR -2,80 m (wordt gemiddeld 20 dagen per jaar onderschreden)
- min waterdiepte bij wst OLR+1,7 m: 4,50 m (ca. 183 dagen per jaar onderschreden)

IJssel (CEMT klasse Va vaarweg):

- max afmetingen: 110 m * 12 m
- max. bodemhoogte: OLR -2,50 m (wordt 20 dagen per jaar onderschreden)
- diepte bij wst OLR+1,0 m: 3,50 m (ca. 90 dagen per jaar onderschreden)

Amsterdam-Rijnkanaal (CEMT klasse VIb vaarweg):

- max afmetingen: 200 m * 23,5 m
- max aflaaddiepte: 4,00 m

Lekkanaal (CEMT klasse Vb vaarweg):

- max afmetingen: 200 m * 17,7 m
 - max aflaaddiepte: 3,50 m
- (Lekkanaal is nu een Bottle Neck; de nieuwe sluis en de verruiming van het Lekkanaal worden in 2017-2019 gerealiseerd)*

Lek (CEMT klasse Vb/VIa vaarweg):

- max afmetingen: 193,0 m * 11,45 m en ook 116,5 m * 22,9 m
- max. bodemhoogte: OLW -3,15 m

Minimum waterdiepte in de vaargeul vanuit Corridor benadering

De Pannerdensch kanaal, Neder-Rijn en Lek is een klasse Vb vaarweg. De maximale aflaaddiepte voor klasse Vb schepen bedraagt 3,5 m. De maximum bodemhoogte dient zo te worden bepaald dat de Neder-Rijn en Lek ten minste een aflaaddiepte van 3,5 m toelaat.

Verder geldt er dat bij lage rivierwaterstanden op de Rijntakken de Neder-Rijn en Lek geen knelpunt mogen vormen voor de doorgaande scheepvaart op de Hoofdroute van Corridor 2 (Amsterdam-Rijn) en de Alternatieve route van Corridor 1 (Rotterdam-Duitsland). Het vermijden van knelpunten op deze routes geldt niet alleen bij OLR, de Rivierwaterstand bij de Overeengekomen Lage Afvoer (OLA: $Q_{\text{Lobith}}=1020 \text{ m}^3/\text{s}$) en MW, de Rivierwaterstand bij Mediane Afvoer (MA: $Q_{\text{Lobith}}=1960 \text{ m}^3/\text{s}$), maar ook bij lagere en/of hogere afvoeren.

Aan de oostzijde wordt de minimum waterdiepte bepaald door de variabele rivierwaterstand. Op het Pannerdensch kanaal en de Neder-Rijn en Lek bedraagt de aflaaddiepte:

- 2,8 m, bij waterstand OLR (bij OLA, wordt ca. 20 dagen per jaar onderschreden)
- 3,5 m bij gestuwd: IJsselkop ca. NAP+8,3 m (ca. 90 dg per jaar onderschreden).

Aan de westzijde wordt de minimum waterdiepte bepaald door de periodiek wisselende getijwaterstand. De Lek werd tot nu toe onderhouden op een max bodemhoogte van:

- OLW-3,15 m (OLW = Overeengekomen Lage Waterstand in gebied met getij)

In kader van de corridor benadering (Cor. Amsterdam - Rotterdam) is een min. aflaaddiepte van 3,50 m gewenst *(in toekomst waarschijnlijk 4,0 m)*. De max bodemhoogte wordt dan:

- OLW-3,50 m *(in toekomst OLW-4,0 m)*

In het vervolg is voor de gestuwde Neder-Rijn en Lek benedenstrooms van Driel uitgegaan van de op de corridor benadering gebaseerde waarde van 3,5 m.

Stuwprogramma

De Neder-Rijn en Lek is gekanaliseerd. Bij OLR is de waterstand ten minste gelijk aan het stuwpeil in het betreffende stuwpand. Als de stuwen worden getrokken, kan, afhankelijk van het stuwprogramma, de waterstand direct bovenstrooms van de stuw lager worden dan het stuwpeil. De waterstand bij de afvoer waarbij de stuwen net volledig zijn getrokken is daardoor een tweede belangrijke afvoer voor de bepaling van de maximale bodemhoogte. Voor de gestuwde Neder-Rijn en Lek wordt de maximale bodemhoogte dan ook te worden bepaald aan de hand van het stuwprogramma. Het stuwprogramma is in 2016 opnieuw vastgesteld (op basis van de Betrekkingslijnen en Afvoerdeling 2012).

In dit memo is gebruikgemaakt van de waterstanden opgenomen in het Stuwprogramma 2016. De belangrijkste elementen kunnen als volgt worden samengevat:

De stuwen zijn volledig gesloten bij lage afvoeren:

- Alle stuwen: waterstand Lobith $\leq$ NAP+8,60 m ($Q_{\text{Lobith}} \leq$ ca. 1590 m³/s gemiddeld bijna 4 maanden per jaar)

Het stuwprogramma voor hogere waterstanden verschilt per stuw en is gericht op het handhaven van de volgende peilen:

- Driel: NAP+8,3 m bij IJsselkop
- Amerongen: NAP+6,0 m bij de stuw Amerongen (waterkrachtcentrale Maurik)
- Hagestein: NAP+3,0 m bij Hagestein, (tevens Betuwepand Amsterdam-Rijnkanaal) bij waterstand Tiel $\leq$ NAP+3,00 m (waterstand Lobith ca. $\leq$ NAP+7,80 m; afvoeren: $Q_{\text{Lobith}} \leq$ ca. 1190 m³/s) wordt de sluis bij Tiel open gezet en staat het pand Amerongen - Hagestein in openverbinding met de Waal.
Bij waterstand Lobith ca. $\leq$ NAP+6,70 m ($Q_{\text{Lobith}} =$ ca. 745 m³/s, gem 2 dagen per jaar) bedraagt hierdoor op dit pand de waterstand $\leq$ NAP +1,89 m.

Bij het verder openen van de stuw daalt de waterstand vlak boven de stuw. De laagste waterstand boven de stuw wordt bereikt in de situatie dat de betreffende stuw net volledig is geopend. De afvoer waarboven de stuw volledig open is, verschilt per stuwpand:

Vanaf 2016 gelden de volgende waarden voor start van stuwen:

- Driel: waterstand Lobith = NAP+10,00m ($Q_{\text{Lobith}} =$ ca. 2600 m³/s)
- Amerongen: waterstand Lobith = NAP+11,40m ($Q_{\text{Lobith}} =$ ca. 3630 m³/s)
- Hagestein: waterstand Lobith = NAP+11,40m ($Q_{\text{Lobith}} =$ ca. 3630 m³/s)

Bij het openen van de stuw daalt de waterstand bovenstrooms van de stuw tot ver beneden het stuwpeil, terwijl de waterstand beneden de stuw juist stijgt. Dit resulteert in de volgende minimum waterstanden bovenstrooms van de stuwen (Stuwprogramma 2016):

- Driel: NAP+7,50 m (Lobith = NAP+10,00m, ca. 3 mnd/jaar overschreden)
- Amerongen: NAP+4,38 m (Lobith = NAP+11,50m, ca. 1 mnd/jaar overschreden)
- Hagestein: NAP+1,77 m (Lobith = NAP+11,50m, ca. 1 mnd/jaar overschreden)

Hierdoor zijn er per stuwpand steeds twee waterstandslijnen van belang:

1. Boven de stuw het peil waarbij de stuw net geopend is; en
2. Benedenstrooms van de stuw het stuwpeil (bij lage rivier afvoeren).

Naast de OLR zijn daardoor de afvoeren uit het stuwprogramma waarbij de stuwen net volledig zijn geopend belangrijke ijkpunten. Omdat deze per stuw verschillen moet de maximale bodemhoogte aan de hand van het stuwprogramma voor elk stuwpand afzonderlijk worden bepaald.

Maximum bodemhoogte per stuwpand:

1. Pannerdensche Kop – IJsselkop – Driel

Bovenstrooms van Driel wordt de waterstand deels bepaald door de rivierafvoer bij Lobith, maar tevens beïnvloed door het stuwprogramma van de stuw Driel:

1. Overeengekomen Lage Rivierafvoer ($OLA = Q_{Lobith} = 1020 \text{ m}^3/\text{s}$), stuwen gesloten,

bij OLR bedraagt de waterstand bij Lobith ca.	NAP+7,40 m,
bij OLR bedraagt de waterstand bij Pann. Kop	ca. NAP+7,15 m,
bij OLR bedraagt de waterstand bij IJsselkop	ca. NAP+6,94 m, en
bij OLR bedraagt de waterstand bij Driel ook	ca. NAP+6,94 m.

De minimale diepte in de vaargeul (tevens de aflaaddiepte) bedraagt bij OLR 2,8 m (en gemiddeld over de breedte van de vaargeul 2,8 m plus 40% is 4,0 m).

De max bodemhoogte bij OLR bedraagt dan:

Pann.kop: NAP+4,35 (breedte gemiddeld: NAP+3,15 m).

IJsselkop: NAP+4,14 (breedte gemiddeld: NAP+2,94 m).

Driel: NAP+4,14 (breedte gemiddeld: NAP+2,94 m).

2. Bij waterstand Lobith $\leq$ NAP+8,60 m ($Q_{Lobith} = 1590 \text{ m}^3/\text{s}$, stuw Driel volledig gesloten.

bij Pann.kop stijgt de waterstand tot	ca. NAP+8,32 m en
bij IJsselkop stijgt de waterstand tot	ca. NAP+8,10 m (0,20 m lager dan stuwpeil) en
bij Driel stijgt de waterstand tot	ca. NAP+8,10 m (0,20 m lager dan stuwpeil).

Vanuit de corridor benadering bedraagt de minimale diepte in de vaargeul (tevens de aflaaddiepte) 3,5 m

(en gemiddeld over de breedte van de vaargeul 3,5 m plus 40% van 2,80 is 4,7 m).

De max bodemhoogte bedraagt dan:

Pann.kop: NAP+4,82 (breedte gemiddeld: NAP+3,62 m).

IJsselkop: NAP+4,6 (breedte gemiddeld: NAP+3,40 m).

Driel: NAP+4,6 (breedte gemiddeld: NAP+3,40 m).

3. Bij waterstand Lobith $\leq$ NAP+10,00 m afvoer van $Q_{Lobith} = 2600 \text{ m}^3/\text{s}$, is de stuw Driel volledig getrokken.

bij Pann.kop stijgt de waterstand tot: ca. NAP+9,66 m.

bij IJsselkop stijgt de waterstand tot: ca. NAP+8,80 m (0,50 m hoger dan stuwpeil), en

bij Driel daalt de waterstand tot: ca. NAP+7,50 m (0,80 m lager dan stuwpeil),

Vanuit de corridor benadering bedraagt de minimale diepte in de vaargeul (tevens de aflaaddiepte) 3,5 m

(en gemiddeld over de breedte van de vaargeul 3,5 m plus 40% van 2,80 = 4,7 m).

De max bodemhoogte bedraagt dan:

Pann.kop: NAP+6,16 (breedte gemiddeld: NAP+4,96 m).

IJsselkop: NAP+5,30 (breedte gemiddeld: NAP+4,10 m).

Driel: NAP+4,00 (breedte gemiddeld: NAP+2,80 m).

Nabij de Pannerdensche .Kop en IJsselkop is het eerste criterium de maatgevende.

Nabij Driel levert het derde criterium de maatgevende maximale bodemhoogte.

Dit resulteert in twee maatgevende situaties en met twee waterdieptes:

Waterstand bij OLR = NAP+6,94 m (diepte 2,8 m en breedte gemiddeld 4,0 m).

Waterstandslin bij Lobith = NAP+10,00 m ($Q_{Lobith} = 2600 \text{ m}^3/\text{s}$) (diepte 3,5 m en breedte gemiddeld 4,9 m).

Maatgevende bodemhoogte Pannerdensche Kop - IJsselkop - Driel

De maximum bodemhoogte wordt bepaald door het minimum van:

- criterium vanuit Pannerdensche Kop:
Bodem: OLR-2,8 m (breedte gemiddeld OLR-4,0 m).
Dit is bij de Pan Kop: NAP+4,35 m (breedte gemiddeld: NAP+3,15 m).
- criterium vanuit IJsselkop:
Bodem: OLR-2,8 m (breedte gemiddeld OLR-4,0 m).
Dit is bij de IJsselkop: NAP+4,14 m (breedte gemiddeld: NAP+2,94 m).
- criterium vanuit Driel bij Lobith = NAP+10,00 m ($Q_{\text{Lobith}} = 2600 \text{ m}^3/\text{s}$, getrokken stuw):
Vanuit de corridor benadering bedraagt de minimale diepte in de vaargeul (tevens de afluaddiepte) 3,5 m. Bodem: waterstandslijn -3,5 m (breedte gemiddeld -4,7 m).
Dit is bij Driel: NAP+4,0 m (breedte gemiddeld: NAP+2,8 m).

2. Driel - Amerongen

Tussen Driel en Amerongen bedraagt het stuwpeil NAP+6,0 m. Bij lage afvoeren wordt de waterstand volledig bepaald door het stuwprogramma van de stuw Amerongen. Het stuwpeil van NAP+6,0 m wordt bovenstrooms van Amerongen als volgt gehandhaafd:

4. Bij waterstand Lobith $\leq$ NAP+8,60 m ($Q_{\text{Lobith}} = 1590 \text{ m}^3/\text{s}$, is de stuw Amerongen volledig gesloten.
bij Driel bedraagt de waterstand dan NAP+6,0 m (gelijk aan stuwpeil).
bij Amerongen bedraagt de waterstand dan NAP+6,0 m (gelijk aan stuwpeil).
Vanuit de corridor benadering bedraagt de minimale diepte in de vaargeul (tevens de afluaddiepte) 3,5 m
(en gemiddeld over de breedte van de vaargeul 3,5 m plus 40% is 4,9 m).
De maximum bodemhoogte bedraagt dan:
Driel: NAP+2,5 (breedte gemiddeld: NAP+1,1 m).
Amerongen NAP+2,5 (breedte gemiddeld: NAP+1,1 m).
5. Bij waterstand Lobith $\leq$ NAP+11,40 m ($Q_{\text{Lobith}} \geq 3630 \text{ m}^3/\text{s}$, is de stuw Amerongen volledig getrokken.
bij Driel is de waterstand dan hoger dan stuwpeil ($\geq$ NAP+6,00 m,
bij Amerongen daalt de waterstand tot ca. NAP+4,38 m (ca. 1,62 m beneden stuwpeil),
Vanuit de corridor benadering bedraagt de minimale diepte in de vaargeul (tevens de afluaddiepte) 3,5 m
(en gemiddeld over de breedte van de vaargeul 3,5 m plus 40% is 4,9 m).
De maximum bodemhoogte bedraagt dan:
Driel: $\geq$ NAP+2,5 (breedte gemiddeld: $\geq$ NAP+1,1 m).
Amerongen NAP+0,88 (breedte gemiddeld: NAP-0,52 m).

Nabij Driel levert het eerste criterium de maatgevende maximale bodemhoogte.

Nabij Amerongen levert het tweede criterium de maatgevende maximale bodemhoogte.

Dit resulteert in twee maatgevende situaties en met twee waterdieptes:

Waterstand bij stuwpeil = NAP+6,0 m (diepte 3,5 m en breedte gemiddeld 4,9 m).

Waterstandslijn bij waterstand Lobith $\leq$ NAP+11,40 m ($Q_{\text{Lobith}} = 3630 \text{ m}^3/\text{s}$ (diepte 3,5 m en breedte gemiddeld 4,9 m).

Maatgevende bodemhoogte Driel - Amerongen

De maximum bodemhoogte wordt bepaald door het minimum van:

- criterium vanuit Driel:
Bodem: stuwpeil -3,5 m (breedte gemiddeld OLR-4,9 m).
Dit is bij Driel: NAP+2,5 m (breedte gemiddeld: NAP+1,1 m).
- criterium vanuit Amerongen bij waterstand Lobith = NAP+11,50 m ($Q_{\text{Lobith}} = 3719 \text{ m}^3/\text{s}$ met getrokken stuw):
Bodem: waterstandslijn -3,5 m (breedte gemiddeld -4,9 m).
Dit is bij Amerongen: NAP+0,88 m (breedte gemiddeld: NAP-0,52 m).

3. Amerongen - Hagestein

Tussen Amerongen en Hagestein bedraagt het stuwpeil NAP+3,0 m. Bij lage afvoeren wordt de waterstand bepaald door het stuwprogramma van de stuw Amerongen. Bij afvoeren $Q_{\text{Lobith}} \geq 1190 \text{ m}^3/\text{s}$ wordt het stuwpeil van NAP+3,0 m bovenstrooms van Hagestein gehandhaafd. Bij lagere afvoeren gaat bij Tiel de sluis in het Amsterdam Rijnkanaal open en gaat de waterstand in het Betuwepand van het Amsterdam-Rijnkanaal en het stuwpannd mee met de waterstand op de Waal.

6. Bij OLA afvoer van $Q_{\text{Lobith}} = 1020 \text{ m}^3/\text{s}$, is de stuw Amerongen volledig gesloten en de sluis bij Tiel open.
bij Amerongen bedraagt de waterstand dan NAP+2,61 m (gelijk aan OLR bij Tiel).
bij Hagestein bedraagt de waterstand dan NAP+2,61 m (gelijk aan OLR bij Tiel).
De minimale diepte in de vaargeul (tevens de aflaaddiepte) bedraagt 3,5 m
(en gemiddeld over de breedte van de vaargeul 3,5 m plus 40% is 4,9 m).
De maximum bodemhoogte bedraagt dan:
Amerongen: NAP-0,89 m (breedte gemiddeld: NAP-2,29 m).
Hagestein NAP-0,89 m (breedte gemiddeld: NAP-2,29 m).
7. Bij waterstand Lobith $\leq \text{NAP}+8,60 \text{ m}$ ($Q_{\text{Lobith}} = 1590 \text{ m}^3/\text{s}$) is de stuw Amerongen volledig gesloten.
bij Amerongen bedraagt de waterstand dan NAP+3,0 m (gelijk aan stuwpeil).
bij Hagestein bedraagt de waterstand dan NAP+3,0 m (gelijk aan stuwpeil).
Vanuit de corridor benadering bedraagt de minimale diepte in de vaargeul (tevens de aflaaddiepte) 3,5 m
(en gemiddeld over de breedte van de vaargeul 3,5 m plus 40% is 4,9 m).
De maximum bodemhoogte bedraagt dan:
Amerongen: NAP-0,5 m (breedte gemiddeld: NAP-1,9 m).
Hagestein NAP-0,5 m (breedte gemiddeld: NAP-1,9 m).
8. Bij waterstand Lobith = NAP+11,50 m ($Q_{\text{Lobith}} = 3719 \text{ m}^3/\text{s}$ met getrokken stuw).
bij Amerongen is de waterstand dan hoger dan stuwpeil: $\geq \text{NAP}+3,00 \text{ m}$;
bij Hagestein daalt de waterstand dan tot NAP+1,77 m (1,23 m beneden stuwpeil),
Vanuit de corridor benadering bedraagt de minimale diepte in de vaargeul (tevens de aflaaddiepte) 3,5 m
(en gemiddeld over de breedte van de vaargeul 3,5 m plus 40% is 4,9 m).
De maximum bodemhoogte bedraagt dan:
Amerongen: $\geq \text{NAP}-0,50 \text{ m}$ (breedte gemiddeld: $\geq \text{NAP}-1,90 \text{ m}$).
Hagestein NAP-1,73 m (breedte gemiddeld: NAP-3,13 m).

Nabij Amerongen levert het tweede criterium de maatgevende maximale bodemhoogte.

Nabij Hagestein levert het derde criterium de maatgevende maximale bodemhoogte.

Dit resulteert in twee maatgevende situaties en met twee waterdieptes:

Waterstand bij OLR(Tiel) = NAP+2,61 m (diepte 3,5 m en breedte gemiddeld 4,9 m).

Waterstandslijn bij waterstand Lobith = NAP+11,50 m ($Q_{\text{Lobith}} = 3719 \text{ m}^3/\text{s}$ (diepte 3,5 m en breedte gemiddeld 4,9 m).

Maatgevende bodemhoogte Amerongen - Hagestein

De maximum bodemhoogte wordt bepaald door het minimum van:

- criterium vanuit Amerongen bij stuwpeil:
Bodem: bij OLR(Tiel) -3,5 m (breedte gemiddeld OLR-4,9 m).
Dit is bij Amerongen NAP-0,5 m (breedte gemiddeld: NAP-1,9 m).
- criterium vanuit Hagestein bij waterstand Lobith = NAP+11,50 m ($Q_{\text{Lobith}} = 3719 \text{ m}^3/\text{s}$ met volledig getrokken stuw):
Bodem: waterstandslijn -3,5 m (breedte gemiddeld -4,9 m).
Dit is bij Hagestein: NAP-1,73 m (breedte gemiddeld: NAP-3,13 m).

4. Hagestein - Schoonhoven

Benedenstrooms van Hagestein wordt de waterstand bepaald door de combinatie van rivierafvoer en getij. Benedenstrooms van Hagestein bedraagt de Overeengekomen Lage waterstand (OLW) NAP-0,47 m en bij Schoonhoven NAP-0,43 m.

9. Bij waterstand Lobith $\leq$ NAP+8,60 m ($Q_{\text{Lobith}} \leq 1490 \text{ m}^3/\text{s}$, is de stuw Hagestein volledig gesloten.
bij Hagestein bedraagt de waterstand dan NAP-0,47 m (gelijk aan OLW).
bij Schoonhoven bedraagt de waterstand dan NAP-0,43 m (gelijk aan OLW).
Vanuit de corridor benadering bedraagt de minimale diepte in de vaargeul (tevens de aflaaddiepte) 3,5 m
(en gemiddeld over de breedte van de vaargeul 3,5 m plus 40% is 4,9 m).
De maximum bodemhoogte bedraagt dan:
Hagestein NAP-3,97 m (breedte gemiddeld: NAP-5,37 m).
Schoonhoven NAP-3,93 m (breedte gemiddeld: NAP-5,33 m).

Bij andere afvoeren is de waterstand hoger. Er geldt dan een zelfde waterdiepte criterium.

Maatgevende bodemhoogte Hagestein - Schoonhoven

De maximum bodemhoogte wordt bepaald door het minimum van:

- criterium Hagestein - Schoonhoven (bij OLW en gesloten stuw):
Bodem: waterstandslijn -3,5 m (breedte gemiddeld -4,9 m).
Dit is bij Hagestein: NAP-3,97 m (breedte gemiddeld: NAP-5,37 m).

Samenvatting:

Op basis van de corridor benadering en het Stuwprogramma 2016 zijn de gewenste waterdiepte en bijbehorende maximale bodemhoogte voor de Neder-Rijn en Lek bepaald. Dit resulteert in de volgende maatgevende bodemhoogtes (per stuwpannd/riviervak):

1. Maatgevende bodemhoogte IJsselkop - Driel

De maximum bodemhoogte wordt bepaald door het minimum van:

- criterium vanuit Pannerdensche Kop:
Bodem: OLR-2,8 m (breedte gemiddeld OLR-4,0 m).
Dit is bij Pan. Kop: NAP+4,35 m (breedte gemiddeld: NAP+3,15 m).
- criterium vanuit IJsselkop:
Bodem: OLR-2,8 m (breedte gemiddeld OLR-4,0 m).
Dit is bij IJsselkop: NAP+4,14 m (breedte gemiddeld: NAP+2,94 m).
- criterium vanuit Driel bij waterstand Lobith = NAP+10,00 m ($Q_{\text{Lobith}} = 2600 \text{ m}^3/\text{s}$ en volledig getrokken stuw):
Bodem: waterstandslijn -3,5 m (breedte gemiddeld -4,7 m).
Dit is bij Driel: NAP+4,00 m (breedte gemiddeld: NAP+2,60 m).

2. Maatgevende bodemhoogte Driel - Amerongen

De maximum bodemhoogte wordt bepaald door het minimum van:

- criterium vanuit Driel:
Bodem: stuwpeil -3,5 m (breedte gemiddeld OLR-4,9 m).
Dit is bij Driel: NAP+2,5 m (breedte gemiddeld: NAP+1,1 m).
- criterium vanuit Amerongen bij waterstand Lobith = NAP+11,50 m ($Q_{\text{Lobith}} = 3719 \text{ m}^3/\text{s}$, en volledig getrokken stuw):
Bodem: waterstandslijn -3,5 m (breedte gemiddeld -4,9 m).
Dit is bij Amerongen: NAP+0,88 m (breedte gemiddeld: NAP-0,52 m).

3. Maatgevende bodemhoogte Amerongen - Hagestein

De maximum bodemhoogte wordt bepaald door het minimum van:

- criterium vanuit Amerongen bij stuwpeil:
Bodem: stuwpeil -3,5 m (breedte gemiddeld OLR-4,9 m).
Dit is bij Amerongen: NAP-0,89 m (breedte gemiddeld: NAP-2,29 m).
- criterium vanuit Hagestein bij waterstand Lobith = NAP+11,50 m ($Q_{\text{Lobith}} = 3719 \text{ m}^3/\text{s}$ en volledig getrokken stuw):
Bodem: waterstandslijn -3,5 m (breedte gemiddeld -4,9 m).
Dit is bij Hagestein: NAP-1,73 m (breedte gemiddeld: NAP-3,13 m).

4. Maatgevende bodemhoogte Hagestein - Schoonhoven

De maximum bodemhoogte wordt bepaald door het minimum van:

- criterium Hagestein - Schoonhoven (bij OLW en gesloten stuw):
Bodem: waterstandslijn -3,5 m (breedte gemiddeld -4,9 m).
Dit is bij Hagestein: NAP-3,97 m (breedte gemiddeld: NAP-5,37 m).
(N.B. WNZ hanteert voor de Lek een Nautische Normdiepte van NAP-4,1 m)

Bodemhoogte voor vaarwegonderhoud

Actuele verhanglijnen

De maximum bodemhoogte in de vaargeul is het nautisch Contract Bodem Vlak (CBV). Het CBV wordt bepaald op basis van actuele waterstanden en verhanglijnen.

De afgelopen decennia vertonen de rivierbodem en de (laag) waterstanden in de Rijntakken een dalende tendens. In de Boven-Rijn en Waal bedraagt de daling gemiddeld ruim een decimeter per 10 jaar (OLR bij Lobith daalde tussen 2002 en 2012 ca. 13 cm).

Geactualiseerde en formeel (in CCR verband) vastgestelde OLR waterstanden en bijbehorende verhanglijnen verschijnen slechts één maal per tien jaar. Voor het bepalen van de CBV is de formeel vastgestelde OLR dan ook onvoldoende actueel. Een betere basis vormende b.v. de (twee) jaarlijks vastgestelde betrekkinglijnen (BL.2012) of b.v. de Indicatieve Verhanglijnen 2016 (IV.2016).

Voor de bepaling van het voorlopige CBV voor PC-nat is gebruikgemaakt van de meest actuele verhanglijnen: de Indicatieve Verhanglijnen 2016 (IV.2016).

De huidige bepaling van de CBV's betreft dan ook "Indicatieve" CBV's.

Een CBV zal echter periodiek (minimaal elke twee jaar gedurende de looptijd van het PC-nat) moeten worden aangepast op basis van de actuele waterstanden en verhanglijnen.

In het overgangsgebied (benedenstrooms Hagestein) is de IV.2016 aangepast aan de invloed van de getijdenwerking op de laagwaterstanden ten opzichte van waterstand bij de stationaire afvoer). Voor deze aanpassing is gebruikgemaakt van de OLW waarden zoals die in 2012 zijn bepaald (=OLW.2011). Dit resulteert in de IV.2016-OLW betrekkinglijnen.

Maatgevende rivierwaterstanden en waterdieptes

Procedure voor de bepaling van het CBV verschilt per riviertak.

Voor de gestuwde NR-L is er één CBV dat van toepassing is bij alle rivierwaterstanden.

Per traject of stuwpaand is bepaald welke waterstand bij Lobith maatgevend is en wat de daarbij behorende minimum waterdiepte is voor de bepaling van het CBV.

De Indicatieve CBV's met de maximale nautisch bodemhoogte in de vaargeul zijn bepaald aan de hand van een aantal uitgangspunten.

De uitgangspunten voor de bepaling van de CBV's voor het traject PK-NR-Lek zijn:

- bij OLA/OLR een minimum waterdiepte in de vaargeul van 2,80 m.
- Bij een 0,70 m hogere waterstand Lobith (OLR+0,70 m) of hoger een minimum waterdiepte in de vaargeul van 3,50 m.
- In de gestuwde NR-L (Driel – Hagestein) een minimum waterdiepte in de vaargeul van 3,50 m, (zowel bij geopende als gesloten stuwen).
- In het getijdengebied benedenstrooms Hagestein een minimum waterdiepte van 3,50 m bij OLW.

CBV voor het vaarwegonderhoud per traject van de NRL

Traject Pannerdensche Kop – IJsselkop - Driel

1. Maximum bodemniveau vanaf Pannerdensche Kop stroomafwaarts richting Driel:
2,80 m beneden OLR (OLR= waterstand bij OLA: $Q_{Lob}=1020\text{m}^3/\text{s}$);
2. Maximum bodemniveau vanaf Driel stroomopwaarts:
3,50 m beneden waterstandslijn bij waterstand NAP+10,00 m bij Lobith (=waterstand waarbij de stuw Driel volledig is geopend).
3. De laagste van de twee is maatgevend (snijpunt ligt vlak bij Driel)

Traject Driel - Amerongen

1. Maximum bodemniveau vanaf Driel stroomafwaarts richting Amerongen:
3,50 m beneden Stuwpeil (SP = NAP+6,0 m);
2. Maximum bodemniveau vanaf Amerongen stroomopwaarts:
3,50 m beneden waterstandslijn bij waterstand NAP+11,50 m bij Lobith (=waterstand waarbij de stuw Amerongen volledig is geopend).
3. De laagste van de twee is maatgevend (snijpunt ca. 10 km bovenstrooms Amerongen)

Traject Amerongen - Hagestein

1. Maximum bodemniveau vanaf Amerongen stroomafwaarts richting Hagestein:
3,50 m beneden OLR bij Tiel (Bij laag water staat de Sluis Tiel staat open);
2. Maximum bodemniveau vanaf Hagestein stroomopwaarts:
3,50 m beneden waterstandslijn bij waterstand NAP+11,50 m bij Lobith (=waterstand waarbij de stuw Hagestein volledig is geopend).
3. De laagste van de twee is maatgevend (snijpunt ligt ca. 5 km bovenstrooms Hagestein)

Traject Hagestein - Schoonhoven

1. Maximum bodemniveau stroomafwaarts van Hagestein:
3,50 m beneden OLW;

CBV(IV.2016/OLW) per rivierkilometer

Het op basis van de IV.2016 (en OLW.2011) volgens bovenstaande procedure bepaalde CBV is per rivierkilometer weergegeven in de bijgevoegde Tabel.