



## Notitie

Contactpersoon	Jacob Luijendijk
Datum	19 maart 2020
Kenmerk	N007-1271099JLY-V01-agv-NL

## Gebiedsplan Raam: Hydraulische toetsing inrichting EVZ Graafse Raam

### 1 Inleiding

De belangrijkste ontwerpogave voor de Graafse Raam betreft de inrichting van een EVZ op het traject vanaf de brug in de Beerschemaasweg bij Escharen tot het gemaal Van Sasse.

In verband met het risico van (grond)wateroverlast geldt als ontwerprandvoorwaarde voor de EVZ dat het waterpeil in Grave hierdoor niet (significant) hoger mag worden door extra opstuwing. Dit criterium geldt voor een situatie met gemiddelde winterafvoer en vrije lozing op de Maas en tevens voor het inundatierisico bij een maximale afvoer van de Raam in combinatie met een Maashoogwater (afwatering via gemaal Van Sasse).

Voor de nieuwe inrichting van het dwarsprofiel (EVZ) van de Graafsche Raam gelden de volgende hydrologische opgaven en randvoorwaarden:

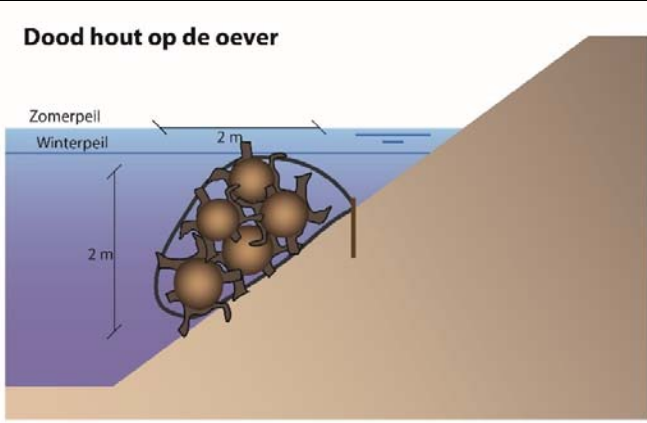

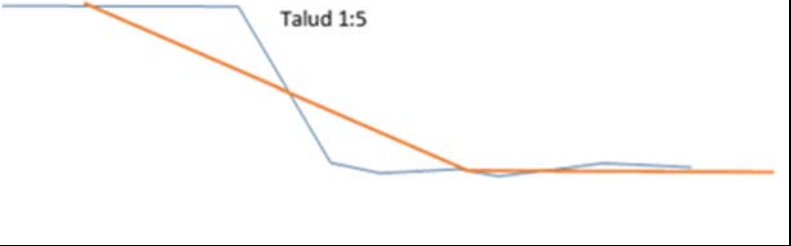

1. De waterstand bij een gemiddelde winterafvoer mag niet verhogen ten opzichte van de huidige situatie (effect < 5 cm) ter voorkoming van grondwateroverlast in Grave
2. De waterstand in Grave bij maximale afvoerbelasting mag niet hoger worden dan NAP +8,10 m ter voorkoming van inundatie van bebouwd gebied
3. De maximale waterstand bovenstrooms van de bebouwde kom van Grave mag in principe hoger worden dan bij de huidige inrichting. Normopvulling voor de aangrenzende agrarische functies is toelaatbaar
4. Er zijn geen concrete hydrologische KRW-opgaven voor de inrichting van het dwarsprofiel en de EVZ in Grave. De streefbeeld voor beekherstel (kleinere waterdiepte, grotere stroomsnelheid en meer variatie) zijn naar verwachting in stedelijk gebied niet maximaal haalbaar. Het accent van de herstelmaatregelen ligt op de haalbaarheid binnen de ruimte van het bestaande profiel
5. De stroomsnelheid bij maximale afvoerbelasting dient kleiner te zijn dan 1 m/s ter voorkoming van ongewenste erosie van taluds

### 2 Ecologische inrichting EVZ Graafse Raam

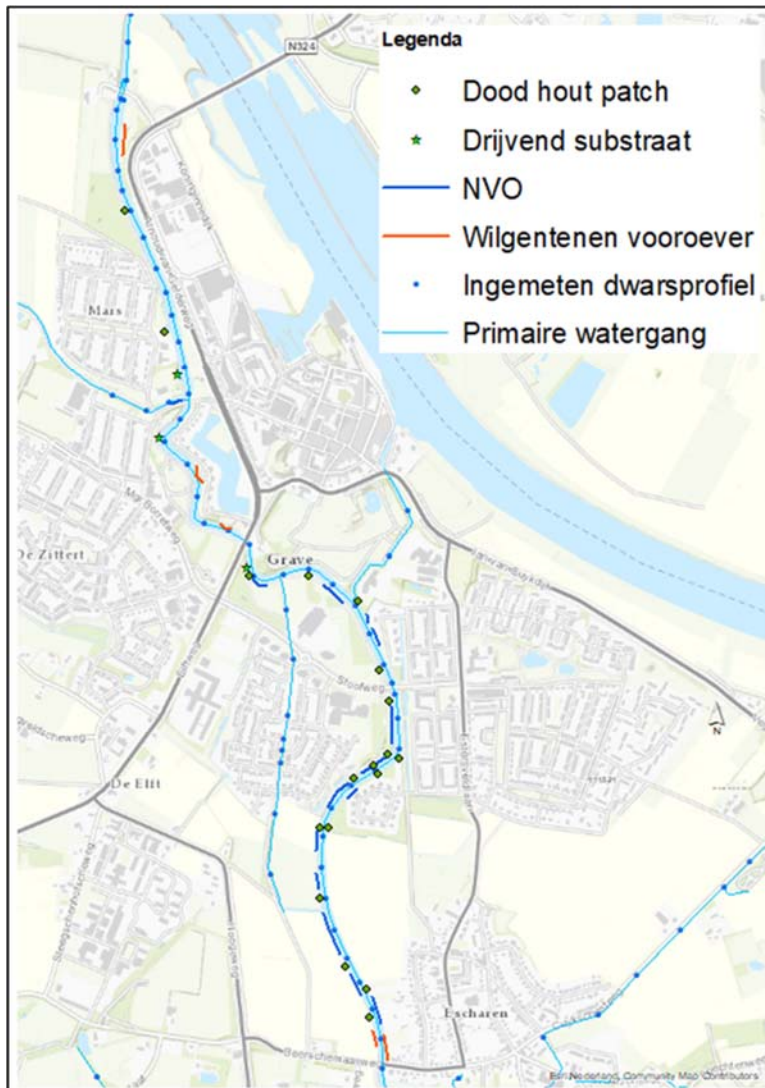
Voor de ecologische inrichting van de EVZ zijn de volgende elementen onderscheiden (figuur 1.1):

- Dood hout patches
- Vooroever van gevlochten wilgentenen
- Flauwe natuurvriendelijke oever (NVO)
- Drijvende elementen



Ecologische maatregel	Wat	Hydraulische vertaling (voorstel)	Beeld
Dood hout patches	5 stammen per patch in de lengterichting neergelegd met stobben, lokaal vrijkomende bomen	versmalling natte profiel met 2-3 meter, lengte 10 m, bovenkant 7 m NAP (net onder water)	
Vooroever van gevlochten wilgentenen	Palenrij met horizontaal gevlochten wilgentenen	Horizontale versmalling natte profiel 2-3 meter, lengte zie shape Hoogte: 7 m NAP (net onder water)	
Flauwe oever	Afgraven oever tot flauw talud 1:5	Netto geen versmalling profiel. Hogere hydraulische ruwheid $K_m=15$ m <sup>1/3</sup> /s.	
Drijvende elementen	Lamellen met drijvers t.b.v. habitat vis	Natte profiel in twee delen knippen. Maatvoering: 5 m in de lengterichting en 1 m breed. Diepte: max 0,5 meter	

Figuur 1.1 Bouwstenen EVZ Graafse Raam



Figuur 1.2 Locatie bouwstenen EVZ Graafse Raam

In totaal zijn 18 dood hout patches opgenomen waarvan 13 op het linker talud en 5 op het rechter talud (zie figuur 1.2 en tabel 1.1). Deze patches hebben een breedte van 2 tot 3 m en een lengte van 10 m. De bovenzijde bevindt zich juist onder het reguliere streefpeil (NAP +7,15 m).

Er zijn 5 trajecten ingericht met gevlochten wilgentenen op de vooroever, waarvan 1 aan de linkerkant en 4 aan de rechterkant. De lengte per traject varieert tussen 40 tot 100 m.

Op 12 trajecten wordt een natuurvriendelijke oever (NVO) ingericht met een flauw talud van 1:5. Negen trajecten liggen aan de linkerkant van de Raam en 3 aan de rechterkant en de lengte per traject varieert tussen 44 en 140 m.

Op 3 locaties worden drijvende elementen met begroeiing aangebracht als habitat voor vis. De elementen krijgen een breedte van 1 m en een lengte van 5 m en steken circa 0,5 m diep in het water.



Tabel 1.1 Elementen EVZ Graafse Raam

	lengte	lengte	lengte	lengte	lengte	lengte	lengte
Dwarsprofiel	dood hout patch		vooroever wilgentenen		NVO talud 1:5		drijvend
traject 108013	links	rechts	links	rechts	links	rechts	element
1720			52	82			
1730	10						91
1740		10			75		
1750	10						
1760					140		
1770	10						
1780					50		
1790	10	10			62		
1800					101		
1810	10						44
1820	10	10			72		
1830	10	10					
1840					119		
1850	10						
455							
1860	10						
1870							84
1880		10					
1890					84		
1900	10						
1910							
1920	10				53		5
1930							
1940				40			
1950							
1960							
1970				65			
1980							5
1990							
2000							
2010							5
2020							
2030	10						
2040							
2050							
2060							
2070	10						
2080							
2090							
2100				100			
2110							
totaal	130	50	52	287	756	219	15
aantal	13	5	1	4	9	3	3



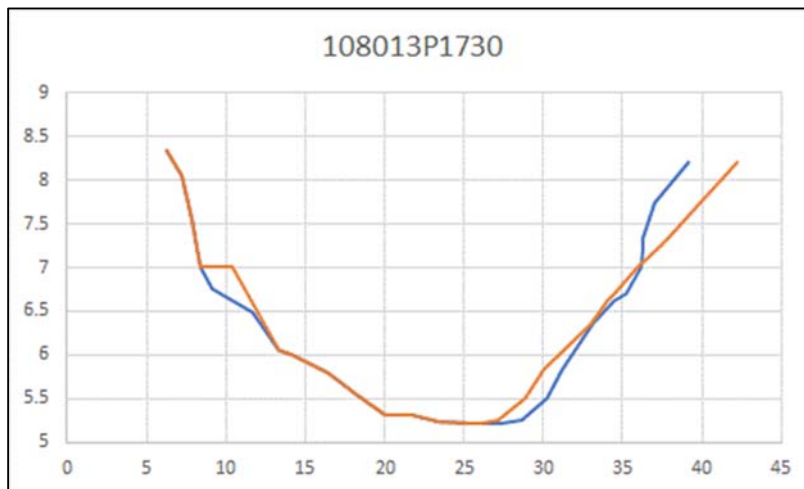
## 3 Hydraulische modelschematisatie en toetsing EVZ

### 3.1 Modelschematisatie bouwstenen EVZ

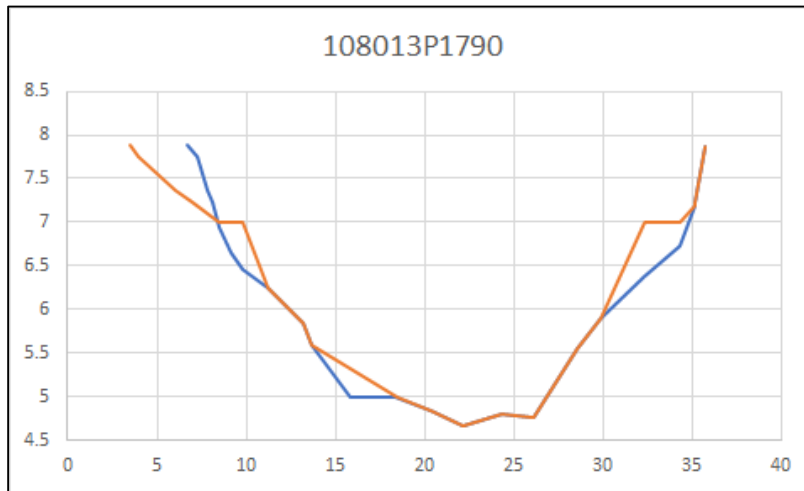
Voor de hydraulische modelschematisatie van de verschillende elementen van de EVZ in het Sobekmodel van de Graafse Raam met in 2011(!) ingemeten dwarsprofielen zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Dood hout patches: versmalling van bestaand dwarsprofiel over breedte 2 à 3 m boven het linker en/of rechter talud met bovenzijde op niveau NAP +7 m (onder streefpeil); er treedt geen stroming op door de patches en de lokale stromingsweerstand is niet aangepast ( $K_s=30 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ )
- Vooroever gevlochten wilgentenen: versmalling bestaand dwarsprofiel over breedte 2 à 3 m boven het linker en/of rechter talud met bovenzijde op niveau NAP+7 m (onder streefpeil); lokale stromingsweerstand niet aangepast
- Flauwe NVO: aanpassing bestaand talud zonder netto versmalling/verbreding, vergroting hydraulische stromingsweerstand van NVO naar  $K_s=15 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$
- Drijvende elementen: voor de schematisatie is uitgegaan van een stromingsdichte barrière van 1 m breed en 0.5 m hoog, maar dan op de bodem in plaats van direct onder de waterspiegel (1d-effect op natte doorsnede is onafhankelijk van niveau); lokale stromingsweerstand niet aangepast

In de huidige ingemeten dwarsprofielen van de Graafse Raam (gemiddelde tussenafstand 90 m) zijn 1 of meerdere van genoemde inrichtingselementen verwerkt (figuren 3.1 en 3.2).



Figuur 3.1 Inrichting dwarsprofiel 108013P1730; huidig (blauw) en toekomstig profiel (oranje)



Figuur 3.2 Inrichting dwarsprofiel 108013P1790; huidig (blauw) en toekomstig profiel (oranje)

De lengte van het traject waarover een bepaalde maatregel wordt toegepast (doodhout patch 10 m, wilgentenen 40 tot 100 m, NVO 44 tot 140 m, drijvende elementen 5 m) zijn de modelschematisatie niet exact begrensd. Er is uitgegaan van de automatische interpolatie van Sobek tussen de ingemeten dwarsprofielen. Dit betekent dat de effecten van de korte trajecten (< 90 m) enigszins overschat en van de lange trajecten (> 90 m) onderschat kunnen worden.

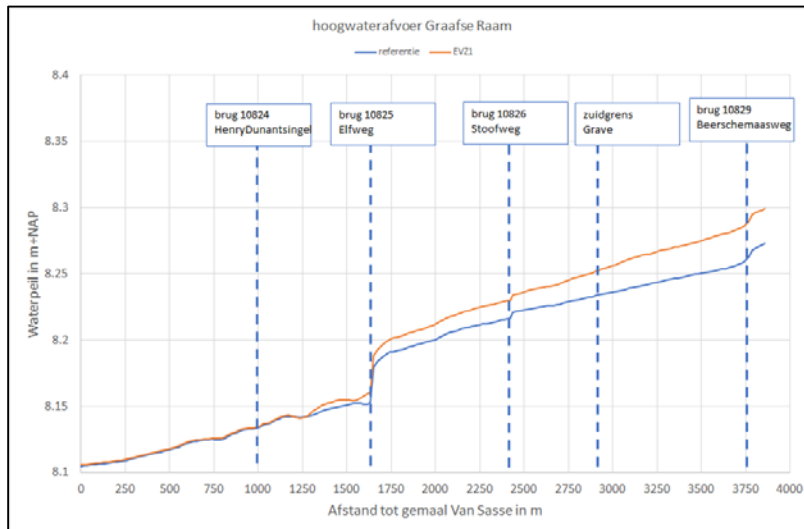
Naar verwachting zullen beide modelafwijkingen elkaar grotendeels compenseren waardoor een voldoende betrouwbaar beeld ontstaat van de netto opstuwing op de Graafse Raam.

### 3.2 Toetsing hydraulische opstuwing bij hoogwatersituatie

De getoetste hoogwatersituatie betreft een T=100 afvoersituatie van de Raam (afvoer 22.5 m<sup>3</sup>/s) in combinatie met een Maashoogwater. Voor het Maashoogwater is uitgegaan van een T=100 waterstand van NAP +11,1 m voor het klimaatscenario 2050. Op basis van de maximale opvoerhoogte van het gemaal Van Sasse stijgt het waterpeil van de Graafse Raam bij deze situatie tot NAP +8,1 m.

Bij de huidige inrichting zijn waterstanden binnen de bebouwde kom van Grave berekend tussen NAP +8,1 m bij gemaal Van Sasse en NAP +8,23 m aan de zuidzijde van Grave (figuur 3.3). Ter plaatse van de brug Elfweg wordt een lokale opstuwing berekend van 4 cm en bij de brug Stoofweg circa 0,5 cm. Benedenstrooms van de brug Elfweg is de maximale waterstand NAP +8,15 m. Bovenstrooms van Grave varieert de waterstand op het traject tot de brug in de Beerschemaasweg tussen NAP +8,23 m en NAP +8,26 m.

Door de inrichting van de EVZ Graafse Raam treedt bij deze maximale afvoerbelasting een extra opstuwing op van 0 tot 2 cm binnen de bebouwde kom van Grave en 2 tot 2,5 cm op het bovenstroomse traject tot de Beerschemaasweg.

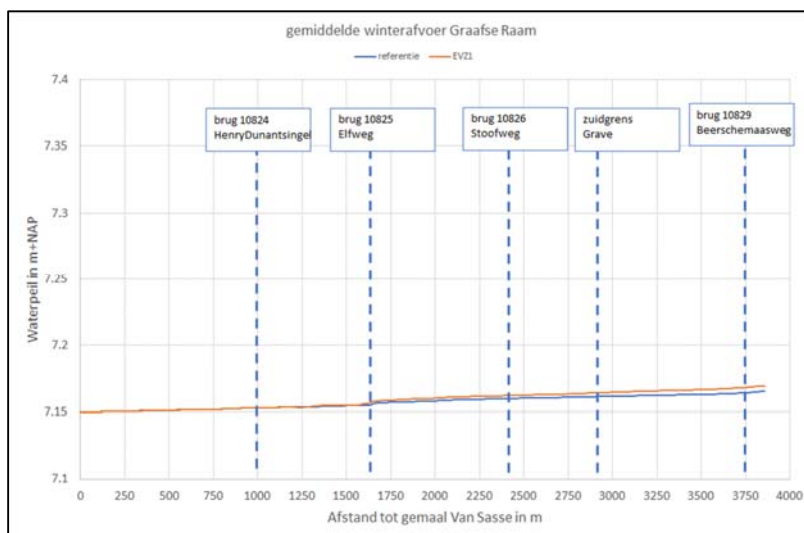


Figuur 3.3 Extra opstuwung waterstand door EVZ Graafse Raam bij hoogwaterafvoer

### 3.3 Toetsing hydraulische opstuwung bij gemiddelde winterafvoer

Bij een gemiddelde winterafvoer van de Raam (afvoer 3.1 m<sup>3</sup>/s) in combinatie met een normaal Maaspeil en vrij afwatering over de stuw Van Sasse worden bij de huidige inrichting waterstanden binnen de bebouwde komt van Grave berekend tussen NAP +7,15 m en NAP +7,16 m (figuur 3.4). Bovenstrooms van Grave varieert de waterstand op het traject tot de brug in de Beerschemaasweg tussen NAP +7,16 m en NAP +7,17 m.

Door de inrichting van de EVZ Graafse Raam treedt bij de gemiddelde winterafvoer een extra opstuwung op van 0 tot 0,5 cm.



Figuur 3.4 Extra opstuwung waterstand door EVZ Graafse Raam bij gemiddelde winterafvoer



## 4 Conclusies

1. Bij een T=100 afvoersituatie van de Raam in combinatie met Maashoogwater (let op: deze combinatie heeft een grotere herhalingsijd dan T=100) varieert de waterstand in de bebouwde kom van Grave bij de huidige inrichting tussen NAP +8,10 m en NAP +8,23 m. Dit is hoger dan het gestelde toetsingsniveau van NAP +8,10 m voor Grave. Er is niet in detail geverifieerd of en welke percelen/objecten in Grave zullen inunderen bij waterstanden boven de toetswaarde
2. Bij de extreme hoogwatersituatie worden de waterstanden door de inrichting van de EVZ binnen Grave 0 tot 2 cm hoger. Of deze peilverhoging tot extra overlast/inundatie leidt voor percelen/objecten is afhankelijk van de lokale situatie. De peilverhoging door inrichting van de EVZ kan waarschijnlijk worden gecompenseerd door het baggeren van de Graafse Raam tot de leggerdiepte en/of door inzet van de waterberging waardoor de piekafvoer van de Graafse Raam wordt gereduceerd
3. Bij de extreme hoogwatersituatie worden de waterstanden door de inrichting van de EVZ bovenstrooms van Grave 2 tot 2,5 cm hoger. Ook bij een minder extreme afvoer zal er sprake zijn van enige extra opstuwning. Hierdoor treedt een geringe toename op van het inundatierisico voor de aangrenzende agrarische percelen. Deze normopvulling van het beschermingsniveau voor agrarisch gebruik (T=25) is in principe toelaatbaar
4. Bij een gemiddelde winterafvoer is de extra opstuwning door inrichting van de EVZ maximaal 0,5 cm. Het effect hiervan is niet significant voor de grondwaterstand in Grave en leidt niet tot een extra risico van grondwateroverlast