Bachelor Eindopdracht

Onderzoek naar de bevaarbaarheid van de Regge voor de Enterse Zomp

Brian Stokvis, Juli 2015

UNIVERSITEIT TWENTE.

WATERSCHAP vechtstromen

Voorwoord

De afgelopen tien weken ben ik in opdracht van Waterschap Vechtstromen bezig geweest met een onderzoek naar de bevaarbaarheid van de Regge voor de Enterse Zomp. Dit onderzoek is gedaan in het kader van mijn afstuderen van de Bachelor opleiding Civiele Techniek aan de Universiteit Twente. Veel aspecten uit deze opleiding zijn teruggekomen in het onderzoek. De geleerde theorie kon nu dus in praktijk gebracht worden, wat het een leuk en zeer interessant onderzoek maakte.

Al snel leerde ik hoe gevoelig het onderwerp ligt binnen het waterschap. Vrijwel iedereen aan wie ik uitlegde wat ik kwam doen was op de hoogte van de kwestie. Menigeen gaf me nog wat tips mee voor het onderzoek waar ik uiteindelijk niet altijd iets heb gedaan (er blijft bijvoorbeeld weinig cultuurhistorie over met een hovercraft). Toch wil ik al deze mensen bedanken voor hun betrokkenheid gedurende mijn stage.

In het onderzoek kwamen zoals gezegd vele aspecten aan bod. Dit zult u tijdens het lezen van het rapport gaandeweg wel gaan merken. De methode van onderzoeken welke ik geleerd heb tijdens mijn studie heb ik zoveel mogelijk terug laten komen tijdens het onderzoek: Je begint met een analyse waaruit een probleem naar voren komt. Voor dit probleem ga je vervolgens oplossingen zoeken. Hieruit stel je verschillende varianten samen. En als laatst worden de resultaten bediscussieerd en stel je een conclusie op. Door continu aan deze methode vast te blijven houden is het gelukt om een rapport te presenteren waar u als opdrachtgever hopelijk mee verder kunt.

Tot veel opgedane resultaten zou ik op individuele basis niet gekomen zijn. Vanaf het begin heb ik dan ook veel gehad aan de geboden hulp door verschillende personen. Met name mijn begeleiders dhr Denie Augustijn vanuit de Universiteit Twente en dhr Jan van Klompenburg vanuit het waterschap hebben mij van veel goede feedback en wijze raad voorzien, waarvoor dank. Hierdoor werd ik telkens weer wat meer in de goede richting gestuurd. Alleen zou ik hier niet gekomen zijn.

Verder kon ik een goede start maken doordat ik gebruik mocht maken van Gerdrik Bruins' zorgvuldig samengestelde dossier over het onderwerp. Ook gedurende het onderzoek was hij met zijn expertise van waarde. Dit geldt zeker ook voor Erik Broeze, Friso Koop en Harmen van de Werfhorst op met name het gebied van hydrologie, en Remco Wolters en Bart Oude Groote Beverborg voor meer algemene gedeelten. Ook wil ik hier de mannen van de Regionale Stichting Enterse Zomp bedanken voor hun betrokkenheid. Vooral bij dhr Tonnie Kerkhof kon ik altijd terecht voor vragen. Tevens stond de deur van de Enterse werf (Waarf) geregeld open voor een bezoek. Als laatste wil ik mijn zus Marloes nog bedanken voor het helpen met de lay-out van het rapport.

Ik hoop dat met dit onderzoek een basis gevormd is voor het verdere planproces wat betreft het bevaarbaarheidsprobleem. Hoewel na deze studie nog vele vraagtekens open staan, zijn er mogelijk wel nieuwe inzichten ontstaan bij betrokkenen. Op basis van de conclusies en aanbevelingen in dit rapport zal er uiteindelijk in goede harmonie een keuze te maken zijn waarin zowel het Waterschap Vechtstromen als de Regionale Stichting Enterse Zomp zich kunnen vinden.

Was getekend,

Brian Stokvis
8 Juli 2015, te Almelo

Samenvatting

Op grond van drie beleidsdocumenten is de Regge vanaf het jaar 2000 omgevormd tot een meer natuurlijke rivier met ruimte voor waterberging. Het deel van de Regge tussen Goor-Enter-Rijssen is één van de laatste ontbrekende schakels. De komende jaren zal dit traject ingericht worden in het kader van het project "Reggedal Enter".

Aanvankelijk was er bij het ontwerpen van het hydraulisch profiel uitgegaan van een Regge zonder stuwen in dit gebied. Echter zou dit nadelig uitpakken voor landbouw- en recreatiedoeleinden. Mede naar aanleiding van reacties vanuit de landbouw, de Gemeente Wierden en de Regionale Stichting Enterse Zomp heeft het algemeen bestuur van het waterschap Regge en Dinkel op 21 oktober 2012 onder andere besloten dat bij de herinrichting van de Regge bij Enter in gezamenlijkheid met de Regionale Stichting Enterse Zomp een innovatieve oplossing gezocht zal worden om zowel een natuurlijke rivier aan te leggen als de bevaarbaarheid van de Regge te waarborgen, behoudens extreme omstandigheden.

Het doel van dit onderzoek was om het bevaarbaarheidsknelpunt te kwantificeren en oplossingsrichtingen aan te dragen. Hierin moest antwoord worden gegeven op de vraag op welke manier de rivier de Regge, behoudens extreme omstandigheden, op innovatieve wijze bevaarbaar gehouden kan worden voor de Enterse zomp.

De methode van onderzoeken is geweest om eerst de situatie te analyseren. Op basis van deze analyse is het knelpunt gekwantificeerd. Van daaruit zijn weer verschillende oplossingen voorgedragen.

Analyse

In de prehistorie hebben zich verschillende stuwwallen gevormd in Twente. In samenhang met slecht doorlatende veenlagen heeft dit geresulteerd in een ingewikkeld afwateringssysteem. De waterafvoer van de Regge is afhankelijk van regenwater uit instromende beken. Rond het jaar 1400 is de rivier de Regge ontdaan van de aanvoer vanuit een van deze beken nadat de afvoer van de Buurserbeek geleid werd in westelijke richting. Sindsdien kampte de Regge 's zomers met lage waterstanden terwijl het 's winters dikwijls overstroomde.

Aan het begin van de 18e eeuw kwam in Twente de huisnijverheid op. Er werd hierin handel gedreven met het Noorden van het land. In deze handel vormde de stad Zwolle een belangrijk doorvoerpunt. Vervoer over land was wegens het gebrek aan infrastructuur nog onmogelijk. Hierom vond de handel vooral over het water plaats met de zogenaamde zompen. Via eerst de Regge en verder stroomafwaarts de Vecht stond Twente in verbinding met Zwolle. Enter vormde het hart van deze zompvaart met drie zompenwerven en talloze zompenschippers. De Enterse Zomp had een platte bodem, en was ontworpen om bij geringe waterdieptes te kunnen varen. Toch leverden de lage waterstanden in de zomers grote vertragingen op. Naarmate er meer verbindingen over land kwamen was het dus gedaan met de zompvaart.

Om de winterse overstromingen het hoofd te bieden is de Regge rond 1930 gekanaliseerd. Hiermee is de Regge een gestuwde rivier geworden met voldoende diepte. Vanaf de jaren '80 vaart er vanaf Enter een replica van de Enterse Zomp.

Momenteel ligt in Enter de zompenreplica "De Vriendschap". Deze zomp vaart vanaf de in 2009 geopende Enterse Waarf over drie verschillende vaarroutes. Nabij het punt Exoo belemmert een stuw de doorgang van de Boven Regge tot de Midden Regge. Bij verwijdering van deze stuw komt er een potentiele vierde route bij in de richting van Rijssen.

De in Enter gelegen zomp (De Vriendschap) wordt als maatgevend beschouwd in de probleemanalyse. Ten opzichte van de originele zompen is deze zomp uitgerust met een buitenboordmotor en bijbehorende accu's. Met inbegrepen van deze factoren heeft deze zomp een minimale waterdiepte van 0,8 meter nodig. Verder is een rivierbreedte van 5 meter en een doorvaarthoogte van 2,4 meter vereist. De totale bootlengte is 14 meter. Bij de hermeandering van de Regge moet hiermee rekening gehouden worden.

Naast het verwijderen van de stuw nabij Exoo blijkt uit de plannen van het waterschap dat ook het lengteprofiel en het dwarsprofiel wijzigingen zullen ondergaan. De bodem van de Boven Regge wordt opgehoogd en de rivierbreedte neemt af tot een bodembreedte van 5 meter. Verder neemt het verhang af ten gevolge van de hermeandering. Op basis van deze gegevens is vanuit de formule van Bos en Bijkerk een Qh relatie opgesteld. Hierin worden optredende waterafvoeren(Q) afgezet tegen waterdieptes(h).

Uit de Qh-relatie bleek dat een waterafvoer van 0,88m^3/s benodigd is om de minimale waterdiepte van 0,8 meter te bereiken. Op basis van zowel afvoergegevens uit het verleden als overschrijdingsfrequenties uit theorie blijkt dat deze afvoer grotendeels van de tijd (>100 dagen per jaar) niet behaald wordt. Om bevaarbaarheid in de toekomst te kunnen garanderen moet er een oplossing komen.

Oplossingen

Aan de hand van de probleemanalyse is duidelijk geworden welke factoren invloed hebben op het knelpunt. In deze factoren is tevens gezocht naar oplossingen. In totaal zijn er zes oplossingsrichtingen naar voren gekomen. De effecten van deze methoden wijken onderling sterk af. Op basis van de te verwachten effecten zijn vier varianten samengesteld uit de zes oplossingsrichtingen. Elke variant is een volwaardige oplossing.

1. **Waterinlaat**
   Uit het Waterakkoord met Rijkswaterstaat blijkt dat er maximaal 1,2 m^3/s vanuit het Twentekanaal ingelaten mag worden ten behoeve van een stromende Boven Regge. Als uit het hydraulisch ontwerp naar voren komt dat een inlaat van minimaal 0,9m^3/s gerealiseerd kan worden komt deze oplossingsrichting in beeld. Uit de Qh-relatie blijkt dat de waterdiepte hierdoor stijgt tot minimaal 0,8 meter.
2. **Waterinlaat + kribben + extra ruwheid + ondiepere zomp**
   Als uit het hydraulisch ontwerp blijkt dat de mogelijke waterinlaat tussen de 0,75m^3/s en 0,9m^3/s is kunnen mogelijk drie deeloplossingen uitkomst bieden. Enkel de inlaat brengt een te lage waterdiepte teweeg. Een hogere ruwheid van het profiel, enkele kribben en eventueel een ondiepere Zomp in combinatie met de waterinlaat zorgen toch voor een oplossing van het probleem.
3. **Flexibele sluis/stuw**
   Mocht de behaalde waterinlaat lager zijn dan 0,75m^3/s en/of de beslissende partijen komen overeen dat een bepaalde bedrijfszekerheid gewenst is komt deze richting in beeld. Ten behoeve van een natuurlijke rivier dient een mogelijke stuw of sluis van flexibele aard te zijn.
4. **Alternatieve vaarroute**
   Als de waterinlaat lager blijkt te zijn dan 0,75m^3/s en men gaat akkoord dat de Boven Regge niet permanent bevaarbaar dient te zijn komt een alternatieve vaarroute als mogelijkheid in beeld. Hierbij moet gedacht worden aan een nieuwe aanlegplaats in de Midden Regge nabij Exoo vanwaar de Zomp 's zomers vaart.

Discussie

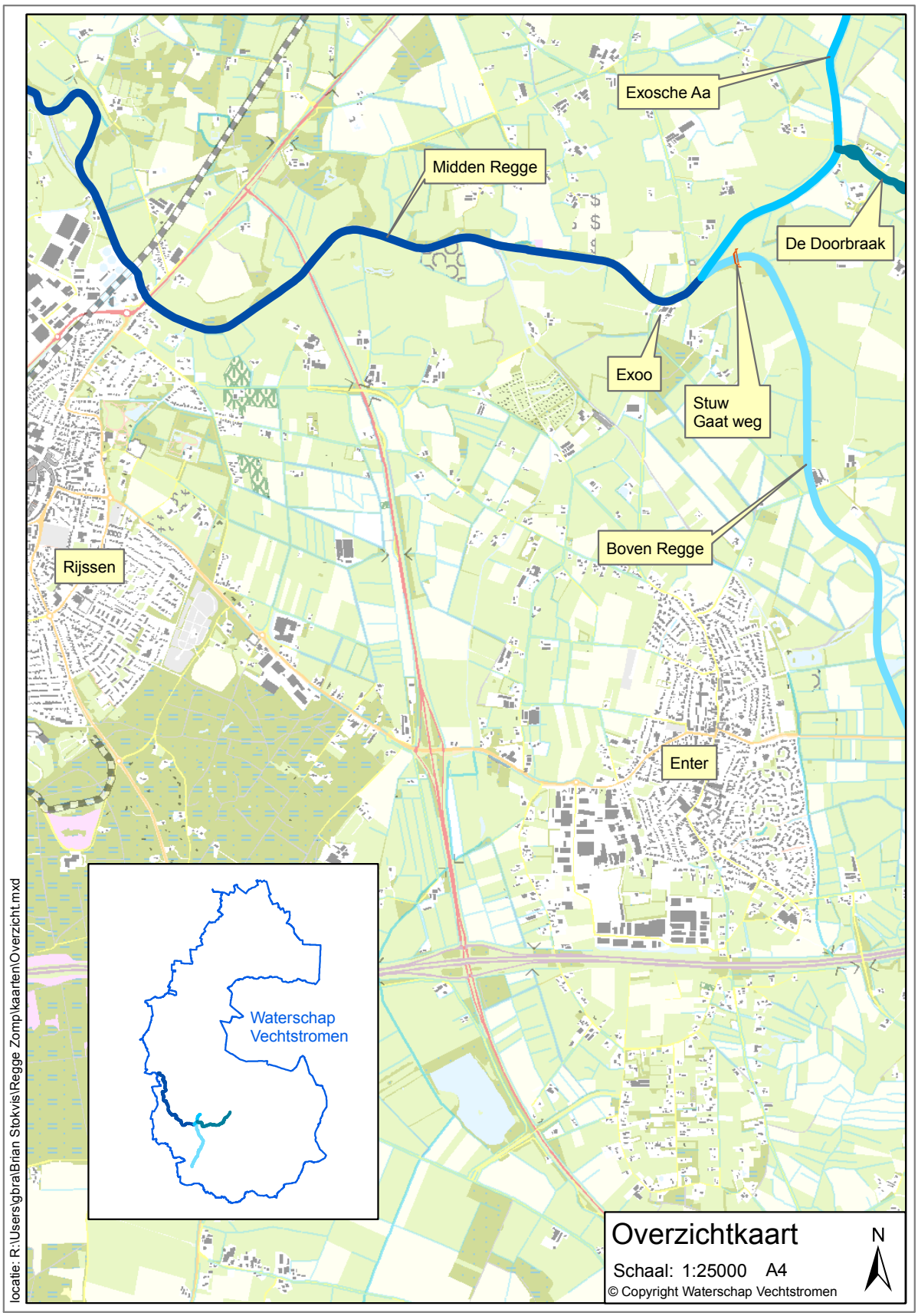
In deze studie is grotendeels gebruik gemaakt van vereenvoudigde theorieën om het knelpunt te onderzoeken en op te lossen. Met name in de gebruikte Qh-relatie zouden zich onzekerheden kunnen voordoen.

De gebruikte formule van Bos en Bijkerk geldt voor eenparige stromingen, waarbij de stroomsnelheid continu hetzelfde is. In praktijk kan dit er heel anders uitzien. Wel zal de conclusie dat er grotendeels problemen optreden niet verworpen hoeven te worden.

Conclusie

Op basis van de plannen vanuit het waterschap voor het project "Reggedal Enter" blijft de bevaarbaarheid van de zomp een groot deel van de tijd niet gewaarborgd. Hiervoor zijn in deze studie vier mogelijke varianten met oplossingen voorgelegd. Nader onderzoek, als meer duidelijkheid is omtrent het hydraulisch ontwerp en onzekerheden kunnen worden weggenomen, moet meer duidelijkheid verschaffen over de werking van de varianten.

Plattegrond studiegebied



Inhoudsopgave

1. INLEIDING 6

1.1 INTRODUCTIE 6
1.2 AANLEIDING 6
1.3 PROBLEEMSTELLING 6
1.4 DOEL VAN HET ONDERZOEK 7
1.5 ONDERZOEKSVRAGEN 7
1.6 AFBAKENING 7
1.7 LEESWIJZER 7

2. ONTWIKKELING VAN HET REGGEDAL 8

2.1 PREHISTORIE (← 1400) 8
2.2 VROEGE TIJDEN (1400-1700) 9
2.3 OPKOMST INDUSTRIE (1700-1830) 9
2.3.1 HOOGTIJDAGEN VAN DE ZOMPVAART (1780-1830) 10
2.4 INDUSTRIALISATIE EN MASSAVERVOER (1830-1900) 10
2.5 KANALISATIE (1900-1998) 11
2.6 NATUURLIJK INGERICHTE REGGE (1998 →) 11

3. ANALYSE VAN DE ENTERSE ZOMP 12

3.1 VAARKALENDER 12
3.2 BEVAARBAARHEIDSEISEN ENTERSE ZOMP 13
3.2.1 MINIMALE WATERDIEPTE 13
3.2.2 DOORVAARTEISEN 16
3.2.3 KANTTEKENINGEN 17
3.3 CONCLUSIE ANALYSE ENTERSE ZOMP 17

4. ANALYSE VAN DE TOEKOMSTIGE REGGE 18

4.1 PLANNEN VAN HET WATERSCHAP 18
4.1.1 LENGTEPROFIEL 19
4.1.2 DWARSPROFIEL 20
4.2 QH-RELATIE 21
4.3 OVERSCHRIJDINGEN 22
4.3.1 METINGEN 22
4.3.2 THEORIE 23
4.4 CONCLUSIE ANALYSE VAN DE TOEKOMSTIGE REGGE 23

5. OPLOSSINGSRICHTINGEN 24

5.1 OPLOSSINGEN GERICHT OP WATERDIEPTE 24
5.1.1 OPLOSSINGSRICHTING 1 - INLAAT VANUIT TWENTEKANAAL [Q] 24
5.1.2 OPLOSSINGSRICHTING 2 - VERRUWING PROFIEL [K_M] 24
5.1.3 OPLOSSINGSRICHTING 3 - VERNAUWING [B] 26
5.1.1 OPLOSSINGSRICHTING 4 - CONSTRUCTIE [-] 27
5.1.1 OPLOSSINGSRICHTINGEN 5 & 6 - DOORSTROOMOPPERVLAKTE [A] & GROTER VERHANG [-] 27
5.2 OPLOSSINGEN GERICHT OP ENTERSE ZOMP 27
5.2.1 OPLOSSINGSRICHTING 7 - ONDIEPERE ZOMP 27
5.2.2 OPLOSSINGSRICHTING 8 - ALTERNATIEVE VAARROUTE 27
5.3 CONCLUSIE OPLOSSINGSRICHTINGEN 28

6. VARIANTEN 29
6.1 VARIANT 1 – WATERINLAAT 30
6.1.1 TOEPASSING 30
6.1.2 BEHEERFASE 30
6.1.3 KOSTENRAMING 30
6.1.4 BEVAARBAARHEID VAARROUTES 30
6.2 VARIANT 2 - WATERINLAAT + KRIBBEN + EXTRA VERRUWING + ONDIEPERE ZOMP 31
6.2.1 TOEPASSING 31
6.2.2 BEHEERFASE 31
6.2.3 KOSTENRAMING 31
6.2.4 BEVAARBAARHEID VAARROUTES 31
6.3 VARIANT 3 – STUW / SLUIS 32
6.3.1 TOEPASSING 32
6.3.2 BEHEER 32
6.3.3 KOSTENRAMING 32
6.3.4 BEVAARBAARHEID VAARROUTES 32
6.4 VARIANT 4 - ALTERNATIEVE VAARROUTE 33
6.4.1 TOEPASSING OPLOSSINGSRICHTING 33
6.4.2 BEHEERFASE 33
6.4.3 KOSTENRAMING 33
6.4.4 BEVAARBAARHEID VAARROUTES 33
6.5 VERGELIJKEN OPLOSSINGSRICHTINGEN 34
7. DISCUSSIE 35
8. CONCLUSIES & AANBEVELINGEN 36
8.1 AANBEVELINGEN 37
9. LITERATUURVERWIJZINGEN 38
10. BIJLAGEN 39

1. Inleiding

1.1 Introductie

Rond de eeuwwisseling zijn er drie beleidsdocumenten uitgekomen waarvan de strekking overlap met elkaar vertoonde. Deze drie documenten (Reggevisie, Europese Kader Richtlijn Water en het Waterbeleid voor de 21e eeuw) staan allen voor een meer natuurlijke en dynamische rivier waarbij water de ruimte moet krijgen. In het kader hiervan wordt de rivier de Regge vanaf 2000 omgevormd onder de noemer "Reggeherstelprojecten" (Figuur 1). Eén van de laatste schakels van dit project vormt het gedeelte van de Regge tussen Goor en Rijssen. Hier heeft de herinrichting mogelijk gevolgen voor de Enterse Zomp (Figuur 2).

Een van de uitgangspunten uit de Reggevisie is dat betrokkenen met elkaar verbonden raken en cultuurhistorie behouden blijft. De Enterse Zomp wordt gezien als icoon van het Reggedal (Blok et al. 2013) en voor zowel het waterschap, de gemeente Wierden als de Regionale Stichting Enterse Zomp(RSEZ) is het belangrijk dat dit schip in de toekomst kan blijven varen over de Regge.

Figuur 1 - Reggeherstelprojecten

1.2 Aanleiding

Het Algemeen Bestuur van het toenmalige Waterschap Regge en Dinkel heeft in 2008 het besluit genomen om ook bij Enter het Reggedal over een lengte van circa elf kilometer natuurlijker in te gaan richten. Deze natuurlijke inrichting moet worden bewerkstelligd door rivierprocessen weer de ruimte te geven. Enkele stuwen worden verwijderd om meer stroming van water te krijgen. Het verwijderen van de stuw nabij Exoo betekent een nieuwe situatie voor de bevaarbaarheid. Enerzijds wordt dit punt passeerbaar voor de zomp, anderzijds neemt hierdoor de waterdiepte af.

Hierom zijn de watergraaf en de voorzitter van de Regionale Stichting Enterse Zomp in 2012 een overeenkomst aangegaan, opgenomen in een bestuursbesluit. Hierin staat dat men de ontwikkeling van een meer natuurlijke Regge blijft nastreven. Daarnaast zal de mogelijkheid voor het varen van de Enterse Zomp tussen Enter en Exoo in de zomermaanden, behoudens extreme omstandigheden, op innovatieve wijze worden gewaarborgd. Een eerste aanzet daarvoor is onderzocht in voorliggend onderzoek.

1.3 Probleemstelling

Nabij de overgang tussen de Boven Regge en de Midden Regge bevindt zich het punt Exoo. In de huidige situatie is hier een stuw gesitueerd die het waterpeil op een bepaald niveau handhaaft. Op basis van de nieuwe plannen om een natuurlijkere doorstroming te realiseren wordt deze stuw verwijderd. Daarnaast wordt de bodemhoogte van de Boven Regge verhoogd in verband met gewenste grondwaterstanden in het beekdal en gaat de rivier weer licht meanderen. Al deze plannen samen hebben gevolgen voor de waterdiepte.

Voor de Enterse Zomp geldt echter een minimale waterdiepte waarbij gevaren kan worden. Het toeristisch hoogseizoen van de Enterse Zomp ligt in de zomer. In de plansituatie is de waterdiepte in deze periode echter het geringste ten gevolge van een lage zomerafvoer.

Het probleem wordt dus geformuleerd als een verschil tussen de vereiste waterdiepte voor de Enterse Zomp en een maatgevende waterdiepte van de Regge in droge perioden na beekherstel.

1.4 Doel van het onderzoek

Doel van het onderzoek is om "innovatieve" oplossingsrichtingen in beeld te brengen om de Regge ook in droge perioden, behoudens extreme omstandigheden, bevaarbaar te houden voor de Zomp vanaf de werf in Enter tot aan de Pelmolen in Rijssen waarbij de uitgangspunten voor natuurlijke inrichting van de Regge overeind blijven.

Figuur 2 - Enterse Zomp

1.5 Onderzoeksvragen

Hoofdvraag: *Op welke manier kan de rivier de Regge, behoudens extreme omstandigheden, op innovatieve wijze bevaarbaar gehouden worden voor de Enterse zomp?*

Om de hoofdvraag te beantwoorden is het probleem opgedeeld in deelvragen:

1. *Welke ontwikkeling hebben de Regge en de zomp doorgemaakt?*
2. *Wat zijn de karakteristieken van de huidige Enterse Zomp?*
3. *Hoe ziet het probleem eruit op basis van de referentie plannen voor de Regge?*
4. *Met welke oplossingsrichtingen kan de Regge bevaarbaar gehouden worden voor de zomp?*
5. *Wat zijn de voor- en nadelen van de oplossingsrichtingen?*

1.6 Afbakening

Het onderzoek richt zich op "innovatieve" oplossingsrichtingen waarbij de plannen voor een natuurlijke Regge ongeremd blijven. De innovativiteit van de oplossingsrichtingen moet later in het planproces nog verder worden uitgedetailleerd.

1.7 Leeswijzer

Het onderzoek bestaat uit vijf deelvragen. Elke deelvraag is in een apart hoofdstuk beschreven. Op basis van de oplossingsrichtingen uit deelvraag vier (hoofstuk 5) zijn vier varianten samengesteld. Deze worden in hoofdstuk zes vergeleken met elkaar als antwoord op deelvraag vijf. In hoofdstuk zeven wordt het gedane onderzoek en de methode ervan bediscussieerd. Ten slotte wordt een conclusie met aanbevelingen gegeven.

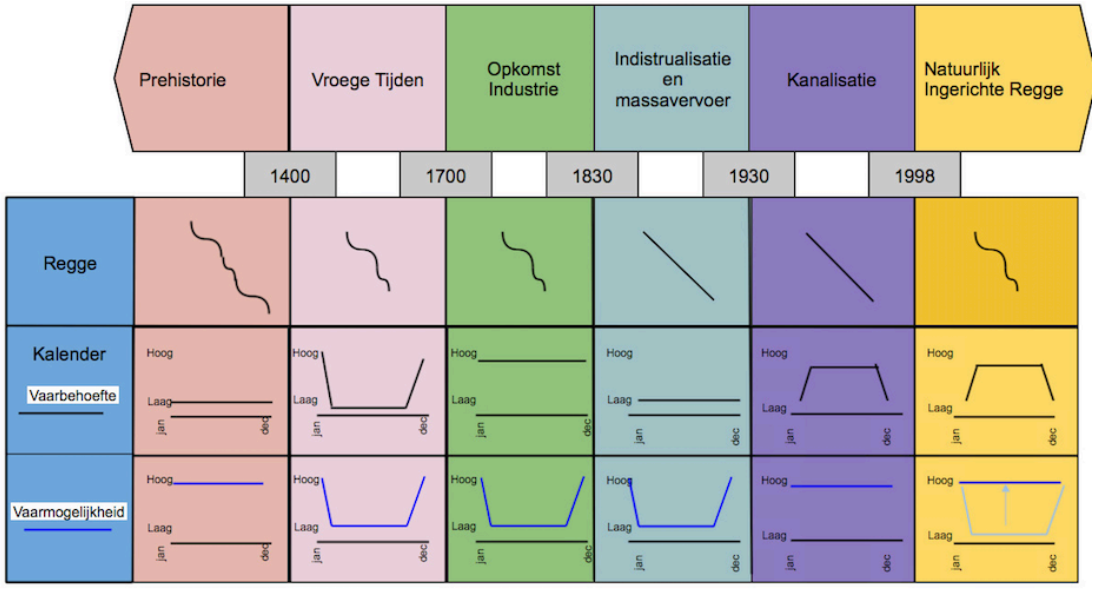
2. Ontwikkeling van het Reggedal

Met de verwachte problematiek omtrent de bevaarbaarheid van de zomp herhaalt de geschiedenis zich min of meer. In dit hoofdstuk wordt de ontwikkeling die het gebied heeft doorgemaakt, waarbij de zomp een belangrijke rol speelt, weergegeven aan de hand van zes tijdvakken. Tenzij anders vermeld is de informatie in dit hoofdstuk afkomstig uit het boek "Varen waar geen water is" (Schutten, 1981).

In Figuur 3 is een tijdlijn te vinden waarin de karakteristieken van de verschillende periodes uiteen gezet zijn. Bovenaan staat de omschrijving van de periode. Hieronder is links het jaar waarin de periode begonnen is gegeven en rechts het einde. Onder de jaartallen zijn weer drie rijen weergegeven.

Het balkje waarin in het hokje uiterst links "Regge" staat geeft een beeld over hoe de rivier de Regge er uitzag. Een kronkeling staat voor een meanderende Regge en een rechte lijn voor een gekanaliseerde Regge.

De onderste twee balkjes geven een tijdschaal van een jaar weer. Hierin wordt de vaarbehoefte (tweede van onderen) weergegeven en in de onderste rij de vaarmogelijkheid. Op de horizontale as lopen deze van januari(links) tot december(rechts). De verticale as gaat van laag tot hoog.



Figuur 3 - Karakteristieken van de Regge en Zomp over verschillende periodes

2.1 Prehistorie (← 1400)

"De geologische geschiedenis die zich in Twente heeft afgespeeld heeft een ingewikkeld afwateringssysteem achtergelaten" (Buter, 1984). Uit de Wateratlas Twente blijkt dat hiermee met name de één laatste ijstijd in het Pleistoceen (2,4 miljoen – 10.000 jaar geleden) bedoeld wordt. Toen zijn verschillende stuwwallen ontstaan (Wateratlas Twente, 2006). Verder zijn er in het Holoceen (10.000 jaar geleden – heden) slecht doorlatende veenlagen gevormd.

Het reguliere hoogteprofiel in Oost-Nederland kenmerkt zich met een verhang vanaf Duitsland richting het westen. De stuwwallen, waaronder de Sallandse Heuvelrug, liggen in de noord-zuid richting. Hierdoor stroomde het opgevangen regenwater als vanzelf in een beek. De beken gelegen in het Reggedal vloeiden uiteindelijk af in de Regge. De Sallandse

Heuvelrug zorgt ervoor dat de rivier de Regge richting noorden wordt gedwongen om daar uit te monden in de Vecht. Tussen de oorsprong in Diepenheim en de monding te Ommen overbrugt de Regge een hoogteverschil van 10 meter.

Vermoedt wordt dat de oorsprong van de Regge oorspronkelijk in Duitsland lag. Vanuit het zuidoosten kwam de Ahauser Aa ons land binnen waar de naam veranderde in De Buursebeek. Voordat er vergravingen gedaan zijn en omleidingen(zie 2.2) zijn gemaakt zou dit de bovenloop van de Regge geweest zijn.

2.2 Vroege tijden (1400-1700)

Tegen het einde van de Middeleeuwen vormde de Regge al de verbinding in de handel tussen Twente en Zwolle. Indertijd werd er gevaren met de "Pot", wat wordt gezien als de voorloper van de latere zomp. Rond het jaar 1400 had de graaf van de stad Deventer het plan zich te mengen in de handel. Hiervoor moest er een waterverbinding komen tussen Deventer/Twente en Duitsland. Hoewel Zwolle deze plannen nog probeerde te dwarsbomen lukte het Deventer toch de nieuwe waterweg (Schipbeek) aan te leggen. Ter hoogte van Diepenheim werd de aanvoer van de Buurserbeek naar de Regge afgedamd. Hierdoor stroomde het water in de nieuw aangelegde Schipbeek. De Regge was zo ontdaan van een grote watertoevoerbron.

Tot de 18e eeuw werden er nog enkel landbouwproducten vervoerd over de Regge. Het vaarseizoen speelde zich af tussen november en maart. In deze winterperiode was de waterdiepte van de Regge nog wel groot genoeg om te varen, waardoor het conflict tussen Zwolle en Deventer niet oplaaide.

2.3 Opkomst industrie (1700-1830)

Vanaf ca. 1700 kwam in Twente de huisnijverheid op. Naast het agrarische vrachtaanbod nam hierdoor het aandeel van koopmansgoederen in de handel sterk toe. Deze handel speelde zich met name af tussen Twente en Zwolle. De koopmansgoederen kenden veel striktere levertijden dan landbouwproducten. Door het ontbreken van landwegen waren schippers dus genoodzaakt om buiten het winterseizoen te varen.

Hiervoor werd een schip gebruikt dat aangepast werd aan deze omstandigheden: de Zomp. "Een extreem aangepast schip" noemt dhr. Schutten het. Een vlakke bodem in combinatie met omhoog getrokken voor- en achterzijde maakten een lege diepgang van 24 cm mogelijk (Schutten p.155). Verder was het laadvermogen, en dus de grootte van het schip, afgestemd op de trekkracht van één persoon. Op de meanderende Regge was het door de verschillende vaarrichtingen niet altijd mogelijk met een zeil te varen. Hierdoor werden schippers genoodzaakt het vaartuig zelf voort te trekken of te bomen.

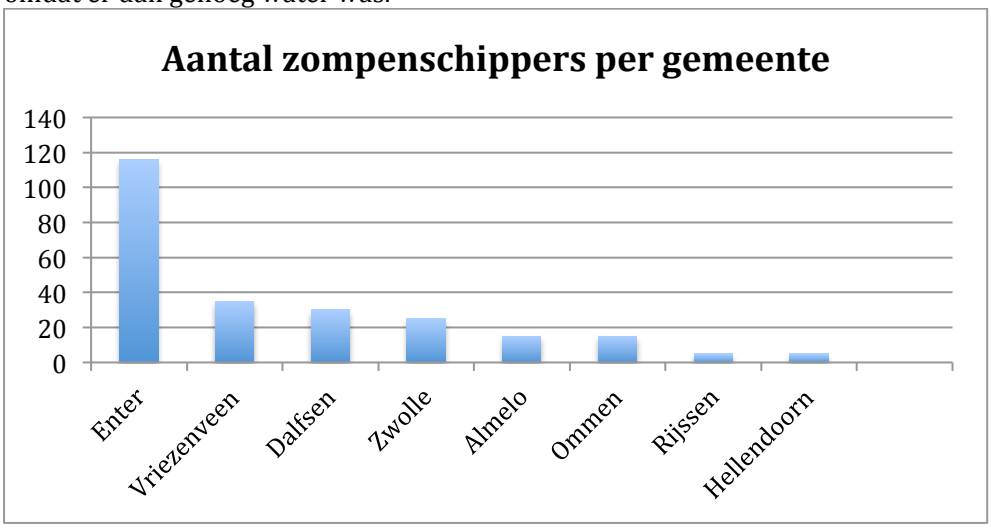
In de zomerperiodes voldeed het aangepaste ontwerp echter niet. Er was vaak te weinig water om te kunnen varen. Hierop werden schippers genoodzaakt tot het "dammen". Dit was een zéér arbeidsintensieve methode. De hele dag waren acht tot tien personen bezig een dam te bouwen waardoor het water steeg tot de benodigde vaardiepte bereikt was. Hierna werd de dam doorgestoken en kon het schip enkele uren varen, waarna het proces zich weer herhaalde. Een gevolg was dat er zandbanken in de rivier ontstonden en deze dus nog minder goed bevaarbaar werd. Met name bovenstrooms van Exoo kwam de Regge (daar Boven Regge), in de 18e eeuw soms droog te staan. Een andere oorzaak hiervoor was de verwaarlozing van de beken waaruit de Regge haar aanvoer kreeg. Veel water wat opgevangen werd in de beken verdampte hierdoor ter plekke en kon niet afvloeien in de Regge (Schutten p.69).

2.3.1 Hoogtijdagen van de zompvaart (1780-1830)

De scheepvaart over de Regge kende een korte bloeiperiode die zich voltrok aan het einde van de 18e eeuw, en duurde tot het begin van de 19e eeuw. De handel werd inmiddels vanuit de provinciale en landelijke overheden gecoördineerd in samenwerking met de Nederlandsche Handel-Maatschappij. Twente vormde het hart van de textielindustrie en handelde hierin met Zwolle en haar achterland.

Het was de tijd dat er nog geen verhard wegennetwerk of kanalen waren. Hierdoor was men voor het transport aangewezen op de zompenschippers over de Regge. Deze kwamen voornamelijk uit Enter. De reden hiervoor is volgens Schutten dat de gronden onvruchtbaar waren en het plaatsje grotendeels bereikbaar was per water. Hierdoor ontstond juist in Enter een grote concentratie schippers en daarom ook schepenbouwers. In Figuur 4 is de verhouding tussen zompenschippers uit Enter en overige gemeentes weergegeven. De getallen zijn gebaseerd op schattingen en afkomstig uit het werk van dhr. Schutten.

De schepenbouwers uit Enter voorzagen de hele regio van zompen. Ook op de Berkel, Schipbeek, Vecht en Zwarte Water werd gevaren met Enterse makelij. Deze verschillende wateren kenden andere type schepen. Wel werden ze allemaal gekenmerkt door een geringe diepgang. Het laadvermogen van de zompen varieerde. Het Vriezenveense Turfschuitje was het kleinste type met een maximale diepgang van 40 cm. De Almelose schippers voeren op grote types, aangezien zij enkel in de winterperiode konden varen, omdat er dan genoeg water was.



Figuur 4 - Zompenschippers per gemeente

2.4 Industrialisatie en massavervoer (1830-1900)

Het transport middels zompen ging traag. Dit tot ergernis van de textielbaronnen uit Twente. De groei van de textielindustrie werd namelijk geremd door het gebrek aan goede transportverbindingen.

Er werden dan ook volop plannen gesmeed om dit knelpunt op te lossen. Vele hiervan richtten zich op het kanaliseren van vaarwegen. Uiteindelijk was het echter met name de aanleg van een grootschalig spoorwegennet wat de zompvaart de das om deed. Ten gevolge van de industriële revolutie in Engeland en de Franse revolutie op het vasteland van Europa kwam er een nieuw soort maatschappij op, waarin aan kapitaalvorming gedaan werd.

De zompvaart belandde in haar nadagen. Waar de zompen soms twee weken deden over het traject Almelo-Zwolle deed het transport over de weg daar twee dagen over. Rond 1890 waren de Enterse schippers zo goed als verdwenen. In plaats daarvan ging een deel van de beroepsbevolking zich richten op het maken van klompen. De paar zompen die er nog waren werden gebruikt om deze klompen, maar ook hout, houtskool en jutenzakken te vervoeren.

2.5 Kanalisatie (1900-1998)

Er werden zoals vermeld plannen gesmeed die tot verbetering van de vaarwegen moesten leiden. Oorspronkelijk richtten deze zich nog tot de Regge en de Vecht. De keuze viel uiteindelijk op de aanleg van de Overijsselse Kanalen, welke in 1858 voltooid waren. Hierna is de Regge in het begin rond 1900 toch gekanaliseerd. De reden hiervoor was dat de Regge in tijden van grote neerslag dikwijls overstroomde. Met de kanalisatie zijn er stuwen aangebracht in de Regge. Hierdoor was deze vanaf heden goed bevaarbaar. Echter werd deze bevaarbaarheid ook beperkt door deze stuwen. Schepen konden deze stuwen niet passeren.

Met het einde van de zompvaart verdwenen ook de zompen van het vaartoneel. Aangezien de zompen nutteloos werden gebruikte men de schepen letterlijk als brandhout voor de kachel. Enkel de zomp van Jans ten Berge bleef behouden en tentoongesteld in het Open Lucht Museum in Arnhem. In de Tweede Wereldoorlog is deze ernstig beschadigd geraakt door een verdwaalde granaat tijdens de Slag om Arnhem als onderdeel van Operation Market Garden.

De zompvaart heeft in een relatief korte periode in de geschiedenis een grote invloed gehad op Enter en omstreken. Hier zijn ze dan ook trots op in de regio. In de jaren ’80 van de vorige eeuw is het initiatief opgepakt om deze zompvaart te herbeleven. Aan de hand van reconstructies is een replica gebouwd. Later zijn hier nog meer replica’s bijgekomen ten behoeve van pleziervaart en recreatie.

In 2009 is in Enter de bouw van een nieuwe werf (Enterse Waarf - Figuur 5) voltooid. In deze werf worden nieuwe zompen gebouwd. In vergelijking met de originele zompen zijn deze zompen enigszins gemoderniseerd. De nieuwe zompen zijn uitgerust met een buitenboordmotor en accu’s. Hierdoor is de diepgang groter geworden. Hiernaast vinden er vertellingen plaats over de historie. Deze historie kan nog dieper beleefd worden in het zompenmuseum. Hier staat ook het wrak van de enige overgebleven zomp van Jans ten Berge.

Figuur 5 - Enterse Waarf

2.6 Natuurlijk ingerichte Regge (1998 →)

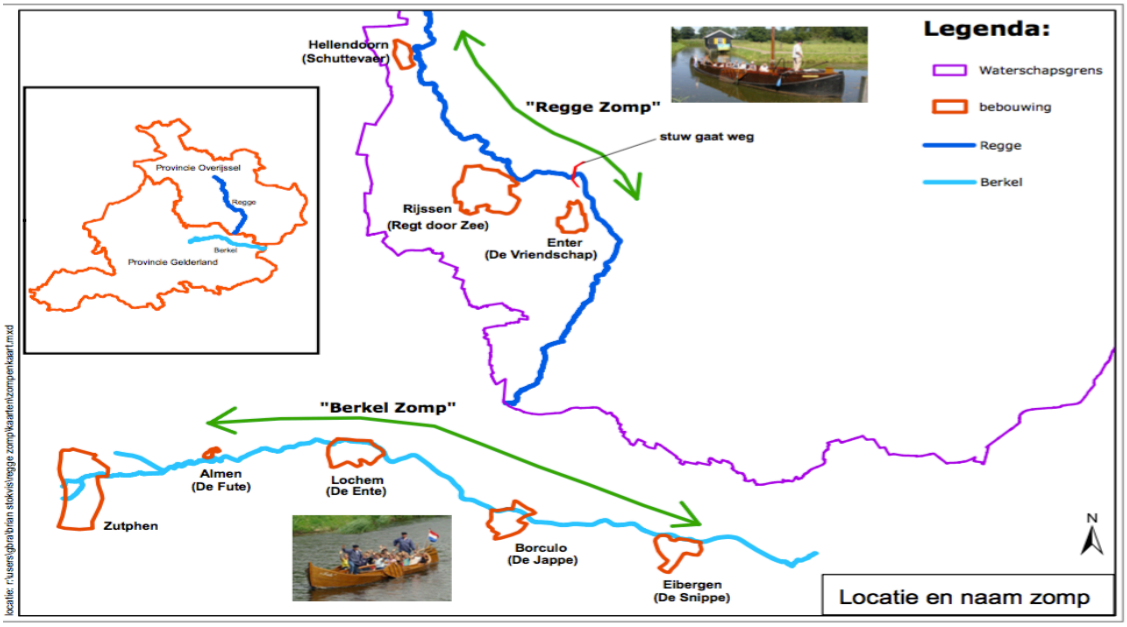
In 1998 is door het toenmalige waterschap Regge en Dinkel de Reggevisie uitgebracht. Vanaf 2000 is men in het kader van deze visie begonnen met de Reggeherstelprojecten. Hiervan is momenteel (Juni 2015) zo’n 80% voltooid. Er wordt nu gewerkt aan het hydraulisch ontwerp van een van de laatste schakels, het Reggedal Enter. Het is de bedoeling dat de herinrichting van dit gedeelte van de Regge in 2018 voltooid wordt.

De plannen van (sinds 2012) Waterschap Vechtstromen omtrent de herinrichting van het Reggedal biedt de Regionale Stichting Enterse Zomp mogelijkheden om mee te profiteren. De gekanaliseerde loop wordt weer een meanderende net als vroeger. Hierdoor stijgt de cultuurhistorische waarde van de tochten met de zomp. In dit kader is het wenselijk dat het vaardiepteprobleem van vroeger ook opgelost wordt.

Waterschap Vechtstromen beheert het stroomgebied van de Regge, de rivier waarin de Enterse Zomp vaart.

3. Analyse van de Enterse Zomp

Uit de probleemanalyse komt naar voren dat het probleem bestaat uit een verschil tussen waterdiepte van de nieuwe heringerichte Regge en de diepgang van de Enterse Zomp. In dit hoofdstuk worden de karakteristieken van de Enterse Zomp geanalyseerd. Hierbij wordt onder meer de vaarkalender, vaarroutes en de eisen wat betreft bevaarbaarheid behandeld.



Figuur 6 - Huidige zompvaart over de Berkel en de Regge

Er bevinden zich momenteel zeven zompenreplica's in de Gelderse rivier de Berkel en de Twentse rivier de Regge (zie Figuur 6). Aangezien het verwachte probleemgebied zich afspeelt tussen de Enterse Werf en Exoo wordt de zomp uit Enter (De Vriendschap) als maatgevend beschouwd.

3.1 Vaarkalender

Het vaarseizoen van de zomp gelegen in Enter loopt vanaf April tot en met November. Op zondag wordt er niet gevaren, de rest van de week wel. Het hoogseizoen wat betreft het toerisme ligt in de maanden Juli en Augustus. In deze maanden maakt de zomp vanaf woensdag tot en met zaterdag van 11 uur tot en met 4 uur 's middags ieder uur een tocht (de zogeheten "Vaste Vaarten"). Toeristen kunnen dan meevaren zonder te reserveren. Buiten deze perioden moet er gereserveerd worden voor een vaartocht. In Tabel 1 is een jaaroverzicht gegeven van het varen van de zomp "De Vriendschap".

#	Periode	Seizoen	Dagen	Wanneer
1	December - Maart	Niet varen seizoen	Niet	Niet
2	April – Juni	Regulier seizoen	Maandag - Zaterdag	Op boeking
3	September - November		Maandag - Zaterdag	Op boeking
4	Juli – Augustus	Hoogseizoen	Maandag – Zaterdag ~ (11-16 uur)	Op boeking
5	Juli – Augustus		Woensdag – Zaterdag (11 – 16)	Ieder uur

Tabel 1 - Vaarperiodes Enterse Zomp "De Vriendschap"

Vanuit Enter zijn er in de huidige

situatie drie vaartochten mogelijk. De stuw nabij Exoo belet de doorgang vanaf de Boven Regge naar de Midden Regge. Zoals reeds vermeld wordt deze stuw in de plannen van het waterschap verwijderd. Dit betekent dat er in potentie een vierde vaartocht bij kan komen. Deze nieuwe route gaat vanaf de werf in Enter tot de Pelmolen in Rijssen. In Tabel 2 is een overzicht gegeven van de vaarroutes. Een plattegrond hiervan is weergegeven in Bijlage 1. Nabij de Ypelobrug en Exoo zijn keerpunten in de Regge aangebracht waar de Zomp kan draaien.

De duurtijden en de vaarfrequenties zijn gebaseerd op schattingen van de stichting Enterse Zomp. De frequenties moeten vooral een beeld geven wat betreft de verhoudingen ertussen. Het rondje Lee wordt met name gevaren als er kinderen aan boord zitten. Het rondje naar de Ypelobrug en weer terug wordt het meest gevaren. De frequentie van het rondje naar Exoo en weer terug wordt geschat op een derde hiervan. De zompenstichting geeft verder aan dat in de nieuwe situatie er mogelijk enkeltjes richting de Pelmolen (aanlegplaats zomp Rijssen) in Rijssen kunnen worden aangeboden (route IV).

#	Vaarroute	Duur	Frequentie per jaar
I	Rondje Lee	20 min	$\pm$ 100
II	Ypelobrug (retour)	45 min	$\pm$ 200
III	Exoo (retour)	1,5 uur	$\pm$ 60
IV	Pelmolen (enkel) – “Toekomst”	1,5 uur	$\pm$ 60

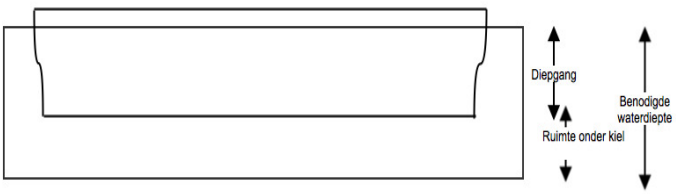
Tabel 2 - Vaarroutes Enterse Zomp "De Vriendschap"

3.2 Bevaarbaarheidseisen Enterse Zomp

Voor de bevaarbaarheid van de Enterse Zomp worden eisen gesteld wat betreft de waterdiepte en doorvaart (breedte, lengte, hoogte). Per eis wordt een analyse gedaan.

3.2.1 Minimale waterdiepte

De waarde voor de minimale waterdiepte is opgebouwd uit twee aspecten: de diepgang en de “ruimte onder kiel”(zie Figuur 8). In het geval van de kiel loze zomp wordt gesproken van “ruimte onder bodem”, aangezien het een platbodem betreft. De benodigde waterdiepte is de som van deze twee aspecten.



Figuur 8 – Opbouw van de benodigde waterdiepte

Figuur 7 - Zijaanzicht Enterse Zomp "De Vriendschap"

3.2.1.1 Diepgang

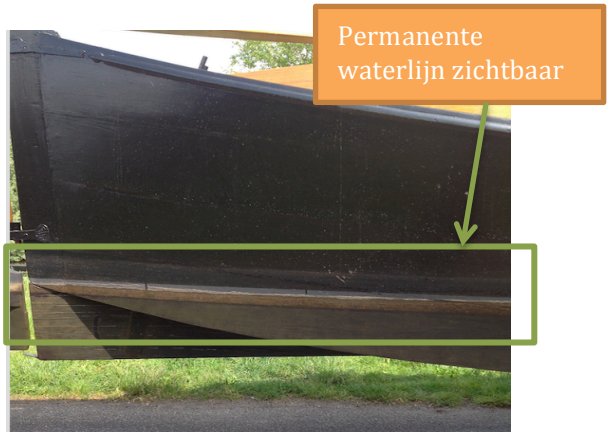
De diepgang is de afstand van het waterpeil tot het onderste punt van de boot. Afhankelijk van de belading fluctueert deze diepgang tussen een ondergrens en een bovengrens.

Enkel het permanente gewicht van de boot brengt de minimale diepgang teweeg. Deze situatie treedt grotendeels van de tijd op, namelijk als de boot in de loods ligt. Het permanente gewicht van de boot bestaat volgens de stichting Enterse zomp grotendeels uit het hout van de constructie met daarnaast de accu’s die nodig zijn voor de elektrische motor. De stichting spreekt over een gewicht van 5000 kg van het houtwerk. De accu’s wegen 1000 kg In totaal zou de zomp dus een gewicht hebben van ca. 6000kg volgens T. Kerkhof (persoonlijke communicatie, 16 Juni 2015).

Op 28 Mei 2015 werd de zomp uit het water gehaald en op een aanhangwagen gesleept om naar de Berkel, nabij Almen, getransporteerd worden. Toen de zomp volledig uit het water was kon op de zijkant een duidelijke lijn worden waargenomen. Deze markeert de permanente waterlijn, oftewel de diepgang van de zomp als deze in de loods ligt (zie Figuur 9). Gemeten vanaf het diepste punt van de zomp bedraagt deze permanente diepgang circa 35 cm.

Een situatie met passagiers is echter maatgevend voor het bepalen van de vereiste waterdiepte. Deze tijdelijke diepgang, optredend als de boot gaat varen, laat minder duidelijke sporen op de boot na en valt niet af te lezen op de boot. De stichting spreekt echter over een diepgang met belading van 50 tot 55 centimeter volgens T. Kerkhof (persoonlijke communicatie, 16 Juni 2015).

Aan de hand van de Wet van Archimedes kan bepaald worden in hoeverre de schattingen van de stichting over het gewicht en de diepgang realistisch zijn.
De Wet van Archimedes is weergegeven in Vergelijking 1.
Uit het invullen van vergelijking 1 (Berekening 1) volgt een massa van de zomp van 5950 kg.



Figuur 9 - Enterse Zomp "De Vriendschap" uit het water. Duidelijke permanente waterlijn zichtbaar.

Vergelijking 1 – Wet van Archimedes

$$F = \rho_{vloeistof} * g * V$$
$$\rightarrow Massa = V * \rho_{vloeistof} = \frac{F}{g}$$
$$\rightarrow \text{Massa zomp} = \frac{\rho_{vloeistof} * g * V}{g} = \rho_{vloeistof} * V$$

Waarin:

F	Kracht [Newton]
$\rho_{vloeistof}$	De dichtheid van de vloeistof $[\frac{kg}{m^3}]$
g	Valversnelling $[\frac{m}{s^2}]$
V	Volume [m^3]

Berekening 1 - Bepalen Massa Zomp

1) Gebruik vergelijking 1 $\rightarrow Massa\ zomp = \rho_{vloeistof} * V$
2) Invullen waarden parameters
   - $\rho_{vloeistof}$: Door de Regge stroomt zoetwater. Hier wordt een dichtheid van 1000kg/m^3 voor aangenomen.
   - V: Het volume = diepgang * doorsnede.
     - Diepgang bedraag 0,35 m (Figuur 37).
     - Doorsnede bedraagt 17m^2 (zie Bijlage 2)
3) Invullen vergelijking

Massa zomp $= \frac{1000kg}{m^3} * (17{,}0\ m^2 * 0{,}35\ m) = 5950\ kg$

Voor het bepalen van de diepgang van een "varende" zomp met passagiers wordt uitgegaan van een maatgevend gewicht van 90 kg per persoon. Aangezien de meeste passagiers enige bagage en dergelijke meebrengen is dit gewicht ruim gekozen. De zomp kan maximaal 25 passagiers vervoeren. In Berekening 2 wordt de optredende diepgang inclusief deze 25 passagiers berekend op basis van Vergelijking 1. Hieruit komt een diepgang van 0,48 m.

Berekening 2 - **Diepgang Zomp met passagiers**

1) Gebruik vergelijking 1 $\rightarrow Massa\ zomp = \rho_{vloeistof} * V \rightarrow$ Diepgang $= \frac{Massa\ Zomp}{\rho_{vloeistof} * doorsnede}$
2) Invullen waarden parameters –
   Ten opzichte van berekening 1 verandert enkel de Massa van de zomp
   Het permanente gewicht van de zomp bedraagt 5950 kg. In een maatgevende situatie komen hier 25 personen van 90 kg bovenop: $25 * 90\ kg = 2250\ kg$
   De massa van een beladen zomp is dan: $5950kg + 2250\ kg = 8200kg$.
3) Invullen vergelijking

Diepgang $= \frac{Massa}{\rho_{vloeistof} * doorsnede} = \frac{8200kg}{1000\frac{kg}{m^3} * 17{,}0m^2} = 0{,}48\ m$

Het gewicht van de zomp bedraagt op basis van gedane berekening 5950 kg (Berekening 1). Dit gewicht is opgebouwd uit de houten constructie plus de accu's. Het berekende gewicht komt goed overeen met het gewicht wat de zompenstichting aangaf (6.000 kg). Ook de berekende diepgang van 48 cm (Berekening 2) komt redelijk overeen met de diepgang geschat door de schippers van de stichting Enterse zomp van 50cm tot 55cm.

3.2.1.2 Ruimte onder bodem

De ruimte onder de bodem is de benodigde afstand vanaf de onderkant van de scheepsbodem tot de rivierbodem. Bij een schip met kiel heet deze benodigde afstand de "Ruimte onder kiel". Deze ruimte is nodig omdat een varend schip verschillende scheepsbewegingen met zich meebrengt (zie Kader 1).

Scheepsbewegingen

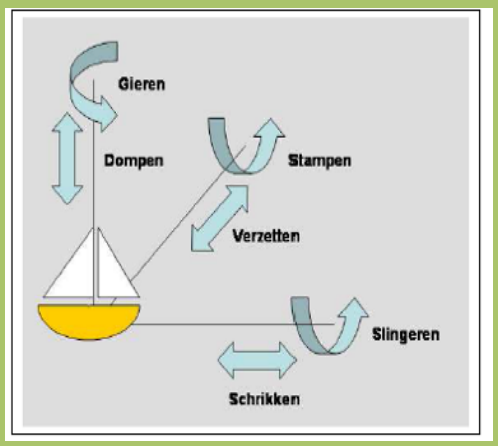
Een stilliggend schip zal zich in een evenwichtssituatie bevinden. Hierbij treedt de eerder genoemde permanente diepgang op. Een varend schip zal echter verschillende vrijheidsgraden hebben waarin het zal bewegen. Deze bewegingen moeten worden opgevangen in het water. De volgende zes bewegingen kunnen ontstaan:

Translatie:

- Dompen (op en neer bewegen van het schip)
- Verzetten (naar links en rechts bewegen van het schip)
- Schrikken (naar voor en achter bewegen van het schip)

Rotatie

- Gieren (heen en terug roteren over de staande mast)
- Stampen (heen en terug roteren over de breedte as)
- Slingeren (heen en terug roteren over de lengte as)



Met name het dempen en het stampen van het schip, bewegingen in verticale richting dus, vereisen waterdiepte onder de bodem. Deze bewegingen ontstaan door intrimming over de lengte-as. Het trimmen kan zowel voorover als achterover gebeuren, afhankelijk waar het meeste gewicht is.

Een naar voren varend schip duwt het water aan de voorkant weg. Dit water zal terugkeren aan de zijkanten en onderkant van het schip. In een nauwe rivier zijn de effecten hiervan groter dan in het open water (Barass, gj).

Kader 1 - Scheepsbewegingen

De maatgevende hoeveelheid water om de verticale bewegingen van het schip op te vangen wordt aangeduid met de term "squat". Deze term staat voor de benodigde ruimte onder de kiel. Bij een schip met kiel varend in smalle rivier wordt deze maat als volgt berekend (zie Vergelijking 2) (Barass, gj). Uit Berekening 3 blijkt vervolgens dat de benodigde ruimte onder de bodem 0,15 m bedraagt.

Deze vergelijking is oorspronkelijk bedoeld voor schepen met een kiel. Voor platbodems zijn er geen rekenmethodes bekend voor de benodigde ruimte onder het schip. Daarom wordt deze methode gebruikt voor het bepalen van deze benodigde ruimte voor de Enterse Zomp. Op deze manier kan een beeld gecreëerd worden. Verder is er een factor 2 meegenomen in de formule. Deze factor staat voor een gesloten vaarweg ten opzichte van een open vaarweg, waarbij deze factor een waarde van 1 heeft.

Vergelijking 2 - Squat

$$squat = 2\,C_B * \frac{S^2}{100}\,[meter]$$. Waarin:

- Squat Benodigde ruimte onder kiel
- S Snelheid in knopen
- C_B Blok Coëfficiënt = $\frac{V}{L_{ll} * B * D}$ waarin:
  - Volume onderwater schip
  - L_{ll} Lengte waterlijn schip
  - B Breedte waterlijn schip
  - D Diepgang schip

Berekeningen Squat

Berekening 3 – Bepalen squat

1) **Gebruik vergelijking** 2 → $squat = 2\ C_B * \frac{S^2}{100}[meter]$
2) **Invullen parameterwaarden**
   - s : De snelheid waarmee de Enterse zomp "De Vriendschap" doorgaans vaart bedraagt 6 a 7 km/uur volgens T.Kerkhof (persoonlijke communicatie, 16 Juni 2015) Een hogere snelheid is maatgevend dus een snelheid van 7 km/uur wordt aangenomen. Omgerekend naar knopen is dat 3,78 knoop.
   - Cb = $\frac{V}{L_{ll}*B*D}$ waarin
     - V = $17m^2$* 0,48m = $8,16m^3$
     - L_{LL} = 12m
     - B = 2,7m
     - D = 0,48m (zie berekening 2)
   - $C_B \frac{8,16m^3}{12m*2,7m*0,48m} = 0,52$
3) **Invullen vergelijking**

   Squat = $2\ C_B * \frac{S^2}{100}[meter] = 2 * 0,52 * \frac{3,78^2}{100} = \mathbf{0,15m} = \boldsymbol{ruimte\ onder\ bodem}$

De minimale waterdiepte die nodig is voor de zomp is de diepgang bij maximale belading en de benodigde ruimte onder de kiel bij elkaar opgeteld. Deze bedragen respectievelijk 0,48m en 0,15m uit de berekeningen. Samen leveren deze waardes een benodigde waterdiepte vanuit de theorie op van 0,48m + 0,15m = 0,63m. Deze verschilt dus 17 cm ten opzichte van de geëiste waterdiepte van 80 cm vanuit de zompenstichting.

3.2.2 Doorvaarteisen

Om te kunnen manoeuvreren is naast een diepte ook een rivierbreedte en lengte benodigd. Daarnaast heeft het schip een minimale doorvaarthoogte.

3.2.2.1 Breedte

De zomp kent een maximale breedte van 2,7 m (zie Bijlage 2). Hiernaast zijn aan beide zijden nog twee zwaarden geposteerd. Deze zwaarden zijn ter vervanging van de kiel, en dienen om het evenwicht te behouden. De dikte van deze zwaarden is 2 centimeter, waarbij de totale breedte op 2,75m komt. Op basis van deze waarden stelt de stichting Enterse Zomp dat over lange rechte stukken een bodembreedte van 5 meter benodigd is volgens T. Kerkhof (persoonlijke communicatie, 16 Juni 2015). Aan eventuele vernauwingen, over een zeer kleine lengte, wordt een eis gesteld van minimaal 3 meter.

In de plannen van het waterschap wordt uitgegaan van een meanderende Regge. Dit leidt tot een meer bochtig verloop dan in de huidige situatie. De stichting Enterse Zomp is bang dat er ondiepten zullen ontstaan in deze meanders ten gevolge van sedimentatie. Hierop stelt de stichting dat de buitenbochten een steil talud moeten kennen. Hierdoor blijft de buitenbocht grotendeels bevaarbaar.

3.2.2.2 Lengte

De lengte van de boot bedraagt in totaliteit 14 meter. Deze lengte is opgebouwd uit de scheepsconstructie en het roer aan de achterzijde. Met name bij de dimensionering van de meanders moet rekening gehouden worden met deze lengte.

3.2.2.3 Doorvaarthoogte

De Enterse Zomp heeft een mast die hydraulisch op en neer te halen is. Maatgevend voor de doorvaarthoogte is de situatie als de mast neergestreken is. De minimale doorvaarthoogte bedraagt dan 2,4 meter. In Tabel 3 zijn de eisen voor de bevaarbaarheid van de Enterse zomp overzichtelijk weergegeven.

#	Omschrijving	Eis
1	Minimale waterdiepte [overal]	0,8 m
2	Minimale bodembreedte rechte stukken	5 m
3	Minimale doorvaarthoogte	2,4 m
4	Breedte bochten	Kennen een steil buitentalud, zodat de buitenbocht goed bevaarbaar blijft.
5	Lengte meanders	Zijn zo ontworpen dat het schip met een lengte van 14 meter zonder problemen kan varen.

Tabel 3 - Eisen voor bevaarbaarheid Enterse zomp "De Vriendschap"

3.2.3 Kanttekeningen

Aan de analyse van de vaarbaarheidseisen van de Enterse Zomp zitten enkele kanttekeningen, te weten:

- De gebruikte formule voor het bepalen van de benodigde ruimte onder de bodem is oorspronkelijk bedoeld voor schepen met een kiel. In hoeverre deze situatie ook geldt voor een schip zonder een kiel (platbodem) is onduidelijk.
- De zomp in Enter is uitgerust met een buitenboordmotor (zie Figuur 7). Voor het goed functioneren van deze motor is het noodzakelijk zo weinig mogelijk last te hebben van begroeiing volgens T. Kerkhof (persoonlijke communicatie, 16 Juni 2015). Hoe lager het schip in het water ligt, hoe groter de kans is dat er hinder ontstaat.
- De stichting Enterse Zomp geeft namens T. Kerkhof (persoonlijke communicatie, 16 Juni 2015) aan dat bij een lage waterdiepte de begroeiing heviger zal zijn. Dit omdat er meer zonlicht het water kan binnendringen wat dus weer zal leiden tot problemen met de motor.
- Bij het bepalen van de squat wordt onderscheid gemaakt tussen open wateren en gesloten wateren. Echter is door de geplande breedte van de Boven Regge van 5 meter (zie hoofdstuk 4.1) er vrij weinig ruimte om uit te wijken voor de bijna 3 meter brede zomp. Door deze nauwe vaargeul wordt de kans op oevereffecten groter. Een grotere waterdiepte kan dit knelpunt verhelpen.

3.3 Conclusie Analyse Enterse Zomp

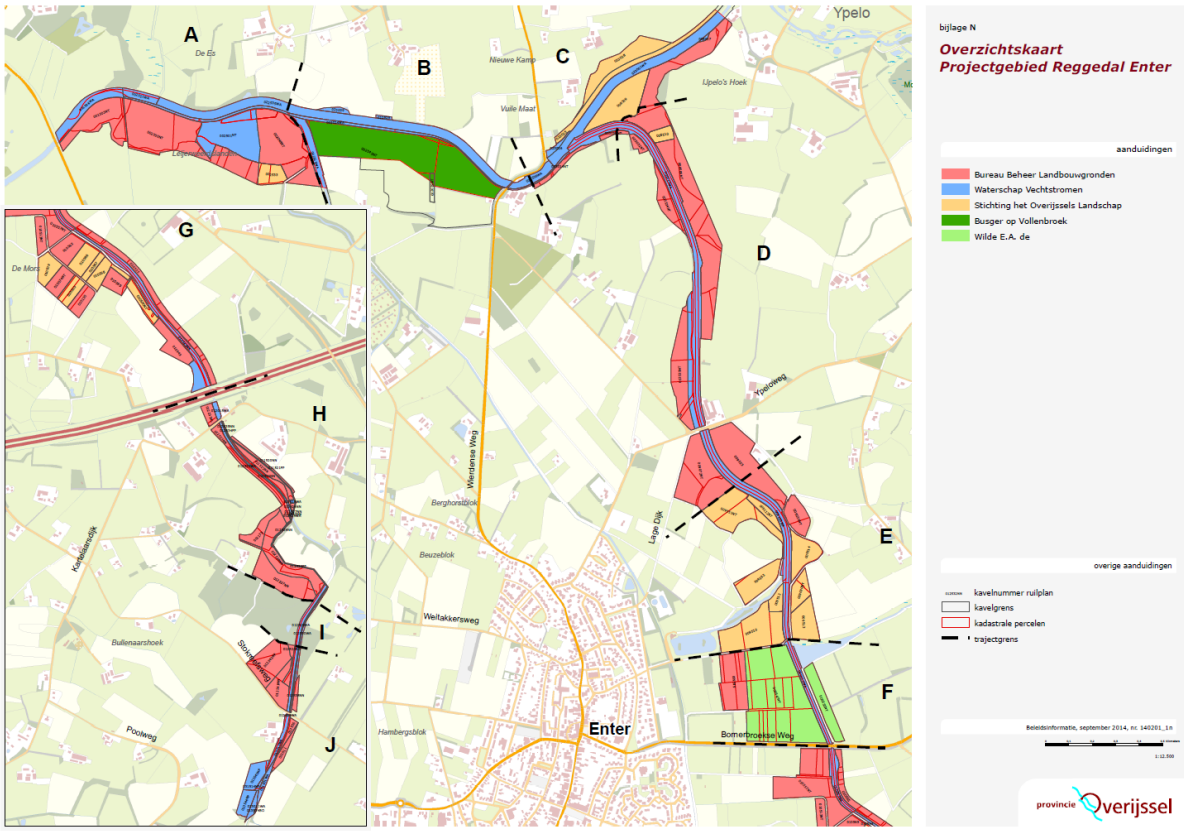
Het vaarseizoen van de zomp in Enter is vanaf April tot en met November. In de huidige situatie vaart de zomp vanaf de werf in Enter over drie mogelijke routes. Bij een verwijdering van de stuw nabij Exoo komt hier een vierde route bij, richting de Pelmolen in Rijssen. De route die het meest gevaren wordt is de retour vanaf de werf tot aan de Ypelobrug en weer terug.

De zompenstichting geeft nadrukkelijk aan dat de diepte van 80 cm een uiterst minimum is qua waterdiepte voor de zomp in Enter. Uit de berekende benodigde waterdiepte kwam een minimum van 63 cm. Echter zijn in deze berekening enkele kanttekeningen en onzekerheden buiten beschouwing gelaten. Met name de buitenboordmotor speelt hierin een rol. De minimale waterdiepte van 80 cm volgens de stichting Enterse Zomp is op basis van de berekeningen met deze kanttekeningen te verantwoorden.

Verder stelt de zompenstichting dat een minimale rivierbreedte van 5 meter vereist is en een minimale doorgangshoogte van 2,4 meter. Tevens wordt aan meanders de eis gesteld dat hier ten alle tijden een lengte van 14 meter behaald wordt. Daarnaast wordt voor de buitenbochten een steil talud geëist, zodat hier voldoende diepte is.

4. Analyse van de toekomstige Regge

Waterschap Vechtstromen heeft een besluit genomen om de Regge opnieuw in te richten. In dit hoofdstuk wordt geanalyseerd welke gevolgen deze inrichting heeft op de bevaarbaarheid van de zomp. Hierbij gaat het om het deel van het Reggedal dat globaal nabij Enter ligt (Figuur 10**).**



Figuur 10 - Traject herinrichting Reggedal Enter

4.1 Plannen van het Waterschap

In 2008 zijn de plannen voor een natuurlijke, dynamische Regge voor het gedeelte tussen Goor en Nijverdal uitgewerkt (De Graaff et al. 2008). Op basis van de eindontwerpen in dat rapport is in 2010 het inrichtingsplan opgesteld door Arcadis in samenwerking met de landinrichtingscommissies Enter en Rijssen (Landinrichting Enter et al. 2010). Hierin zijn de ontwerpprincipes verder uitgewerkt. In 2012 heeft het Algemeen Bestuur van Waterschap Regge en Dinkel besloten enkele aanpassingen ten opzichte van deze eerdere ontwerpen te verrichten (Regge en Dinkel, 2012).

Oorspronkelijk zouden alle stuwen in de Regge verwijderd worden. Om verdrogingseffecten voor de landbouw tegen te gaan heeft het Waterschapsbestuur deze beslissing teruggedraaid. De stuw nabij Exoo komt wel te vervallen. De eerstvolgende stuw “stuw Notter” blijft in eerste instantie gehandhaafd. Tevens is besloten tot het inlaten van maixmaal 1,2m^3/s water vanuit het Twentekanaal ten behoeve van landbouwdoeleinden.

Op het moment van schrijven (juni ’15) wordt gewerkt aan de eerste toetsing van het hydraulisch schetsontwerp. Dit hydraulische (schets)ontwerp is gemaakt op basis van de drie bovengenoemde documenten. Na deze toetsing volgen nog het Voor Ontwerp (VO) en het Definitief Ontwerp (DO). Ook deze twee ontwerpen worden getoetst.

Het bevaarbaarheidsknelpunt wordt ook gekwantificeerd op basis van deze documenten. Deze principes staan dus nog niet vast. In Tabel 4 is overzichtelijk weergegeven hoe de parameters zijn vastgesteld in de verschillende documenten.

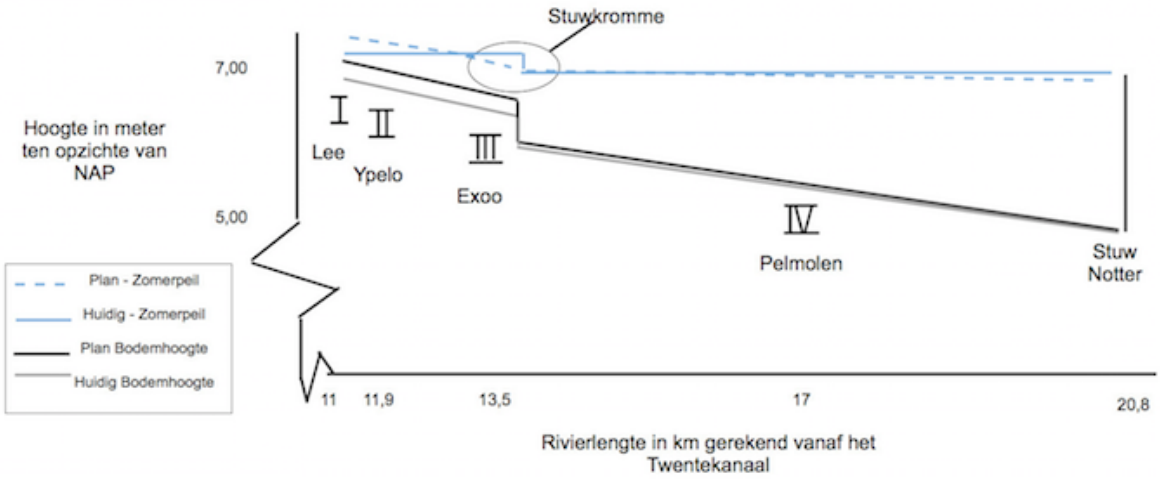
Document / Factor	(De Graaff, et al. 2008)	(Landinrichting Enter et al. 2010)	(Regge & Dinkel, 2012)	Deze studie	Schets Ontwerp	VO	DO
Bodembreedte	3 m(Bijl. C)	5 m (p.52)	5 m	5 m	5 m (min)	?	?
Stuwen	Geen	Geen	Notter (p.4)	Notter	Notter	?	?
Verhang	0,000156[1]	0,000156(geen wijziging)	0,000156	0,000156	0,000156	?	?
Taluds	1:1 (Bijl. C)	1:1,5 (p.52)	1:1,5	1:1,5	1:1,5	?	?
Waterinlaat	Nee	Nee	Ja	Ja	Ja	?	?

Tabel 4 - Ontwikkeling relevante Parameters

4.1.1 Lengteprofiel

In Figuur 11 is te zien hoe het verloop van de bodemhoogte wordt vanaf de Lee bij de Enterse Werf tot aan de stuw Notter, voorbij Rijssen. Vanaf het punt Exoo, waar de Exoosche Aa in de Regge stroomt wordt gesproken van de Midden Regge. Hier maakt de bodem een sprong van 0,66 m naar beneden. De hoogte van de stuw Notter is 7 m+ NAP. De bodemhoogte benedenstrooms van de bodemsprong nabij Exoo ligt op 6,14 m. Hierdoor wordt de waterdiepte in de Midden Regge in de zomersituatie sterk beïnvloed door de stuw Notter. Hier is de waterdiepte altijd minimaal 0,86 m, aangezien de stuw het peil handhaaft.

De bodemhoogte van de Boven Regge ligt grotendeels hoger dan de stuw Notter. Hier is de waterdiepte dus niet afhankelijk van de stuw maar van de afvoer. Ter hoogte van de bodemsprong nabij Exoo ontstaat er een kromming in de waterlijn. Dit wordt een stuwkromme of valkromme genoemd. Deze kromme vormt de overgang tussen de eenparige stroming van de Boven Regge naar de gestuwde situatie van de Midden Regge tot de stuw Notter (zie kader 2).



Figuur 11 - Lengte profiel Regge huidig/plan

[1] Huidige verhang is 0,00016 (H3.3). Afname verhang is 3,3% (H4.4.4)). Nieuw verhang is 0,00016*0,967 = 0,000156.

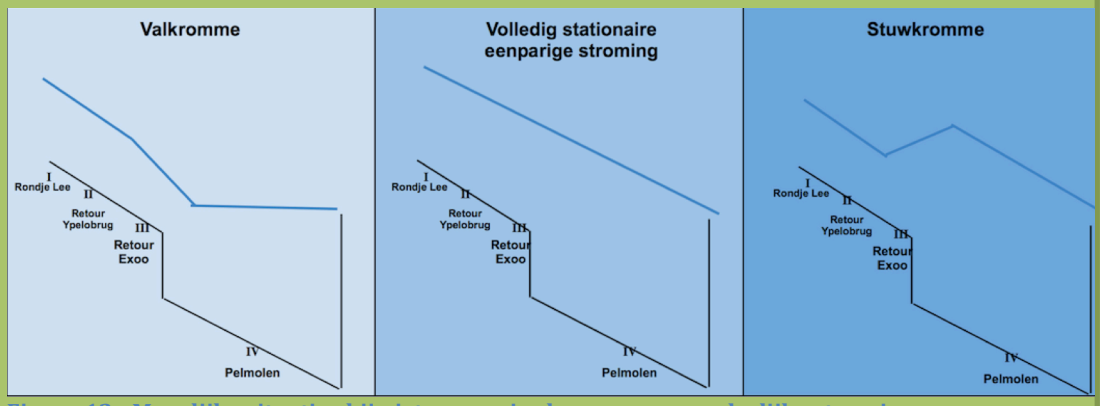
Stuw-kromme/ Val-kromme (Grotenraast, 1988, pp. 777,778)

Bij de Boven Regge wordt uitgegaan van een stationaire eenparige stroming. Stationair wil zeggen dat de gedurende een bepaald tijdsinterval de plaatselijke stroomsnelheid en het waterpeil niet veranderen. Eenparig betekent dat de afmetingen van de natte doorsnede, de stroomsnelheid, het verhang en de wandruwheid over een bepaald traject niet veranderen. De waterdiepte is dan de evenwichtsdiepte.

Nabij Exoo zal er echter een Bodemsprong zijn. Daarmee verandert dus één van de hydraulische ruwheden, te weten het verhang. Daardoor treedt er nabij Exoo een niet-eenparig, langzaam veranderlijke stroming op.

Wat betreft deze niet-eenparig, langzaam veranderlijke stroming zijn er drie mogelijke situaties (Figuur 12). In de zomersituatie neemt het peil van de Midden Regge de stuwhoogte van Notter aan (7m+ NAP). De bodemhoogte van de Boven Regge is nabij Exoo 6,8m+ NAP). Als de waterdiepte van de Boven Regge ten gevolge van de afvoer groter is dan 20 cm zal een valkromme (omlaag) optreden. Als deze diepte lager is dan 20 cm zal een stuwkromme (omhoog) optreden. Bij een diepte van precies 20 cm is er een volledig eenparige stroming.

De stuwkromme/valkromme zal optreden vanaf $\pm 800\ meter$ bovenstrooms van Exoo. Een valkromme zorgt op dit gedeelte van de Boven Regge geleidelijk voor een afname van de waterdiepte. Hierdoor is de bevaarbaarheid van routes III en IV afhankelijk van het waterpeil van de Midden Regge.

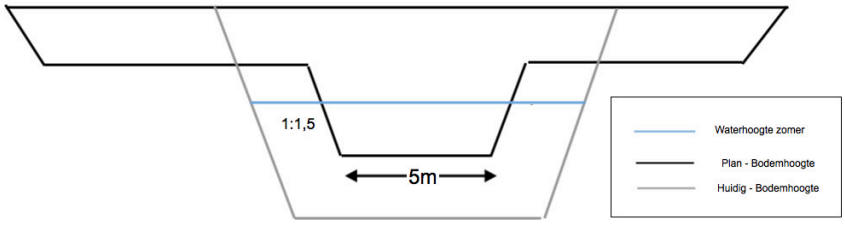


Figuur 12 - Mogelijke situaties bij niet-eenparig , langzaam veranderlijke stroming

Kader 2 – Stuwkromme/ Valkromme

4.1.2 Dwarsprofiel

Het toekomstige dwarsprofiel van de Boven Regge verschilt ten opzichte van het dwarsprofiel van de Midden Regge (Landinrichting Enter et al. 2010). Vanaf de Midden Regge stroomt de Exoosche Aa in de Regge. Hierdoor neemt de afvoer toe en is er een grotere dwarsdoorsnede benodigd. Voor de Boven Regge is het dwarsprofiel weergegeven in Figuur 13. Het kent een bodembreedte van 5 meter, en taluds van 1 op 1,5. Vanaf welke hoogte de taluds overgaan in het beekdal is onbekend op basis van de brondocumenten. Aangenomen kan worden dat deze hoogte hoger is dan de waarden die van belang zijn in deze studie (< 1m).



Figuur 13 – Dwarsprofiel Boven Regge huidig/plan

4.2 Qh-relatie

Met een Qh-relatie kunnen afvoeren(Q) afgezet worden tegenover waterdieptes(h). Een variant van een Qh-relatie die binnen Waterschap Vechtstromen gebruikt wordt is de "formule van Bos en Bijkerk (Grotenraast, 1988)" (zie Vergelijking 3).

Deze formule is geldig voor een stationaire eenparige stroming. Hierbij verloopt de waterspiegel evenwijdig aan de helling van de bodem. Zoals vermeld in paragraaf 4.1 wordt in de Boven Regge uitgegaan van een dergelijke situatie. De optredende waterstanden bij bepaalde afvoeren op de Boven Regge tussen de Lee en Exoo kunnen met deze vergelijking bepaald worden.

Aangenomen wordt dat hierin enkel de afvoer variabel is en dus als enige invloed heeft op de waterdiepte. Bij het invullen van deze vergelijkingen (Berekening 4) wordt gebruik gemaakt van de bekende gegevens uit paragraaf 4.1. Verder is gegeven dat in een zomersituatie er een Manning coëfficiënt van 23 wordt uitgegaan voor de Boven Regge (De Graaff, et al. 2008). Deze waarde staat voor een "licht begroeide" waterloop.

Het invullen van de Manning vergelijking levert de volgende grafiek op (zie Figuur 14). Verder is uit Berekening 4 opgemaakt dat de benodigde waterdiepte van 0,8 m bereikt wordt bij een afvoer van 0,88 m^3/s.

Vergelijking 3 – Formule van Bos en Bijkerk

$$\mathbf{Q = A * R^{\frac{2}{3}} * \sqrt{S_B} * K_m} \text{ Waarin}$$

- Q Afvoer [m^3/s]
- A Doorstroomoppervlak [m^2]
- R Hydraulische straal [m]
- S_B Bodem verhang [-]
- K_M Hydraulische ruwheid [$m^{\frac{1}{3}} * s^{-1}$]

De waarden voor de afvoer (Q) en waterdiepte (h) zijn variabelen. De overige waarden voor de benodigde parameters moeten apart berekend worden:

- $A = Bh + \frac{h^2}{1,5}$ (zie Bijlage 3A) waarin
  - B Bodembreedte [m]
  - h waterdiepte [m]
- $R = \frac{A}{P}$ waarin
  - P Natte omtrek [m] = $B + 2\sqrt{h^2 + \left(\frac{h}{1,5}\right)^2}$ (zie bijlage 3B)
- $S_B = \frac{\Delta h}{\Delta x}$ Waarin
  - Δh Bodemverval [m]
  - Δx Rivierlengte [m]
- $K_M = \gamma * h^{\delta}$ waarin
  - γ Manning coëfficiënt [-]
  - δ 1/3 (factor)
- Invullen van deze parametervergelijkingen in de Qh relatie geeft de volgende vergelijking:

$$Q = A * R^{\frac{2}{3}} * \sqrt{S_B} * K_m = (Bh + \frac{h^2}{1,5}) * (\frac{Bh+\frac{h^2}{1,5}}{B+2\sqrt{h^2+\left(\frac{h}{1,5}\right)^2}})^{\frac{2}{3}} * \sqrt{S_B} * (\gamma * (h^{\frac{1}{3}}))$$

Berekening 4 - Formule van Manning

1) Gebruik vergelijking 4 → $\mathbf{Q = (Bh + \frac{h^2}{1{,}5}) * (\frac{Bh+\frac{h^2}{1{,}5}}{B+2\sqrt{h^2+(\frac{h}{1{,}5})^2}})^{\frac{2}{3}} * \sqrt{S_B} * (\gamma * h^{\frac{1}{3}})}$

2) Invullen parameterwaarden:

- Q = Variabele
- h = Variabele
- B = 5m
- S_B = 0,000156
- γ = 23

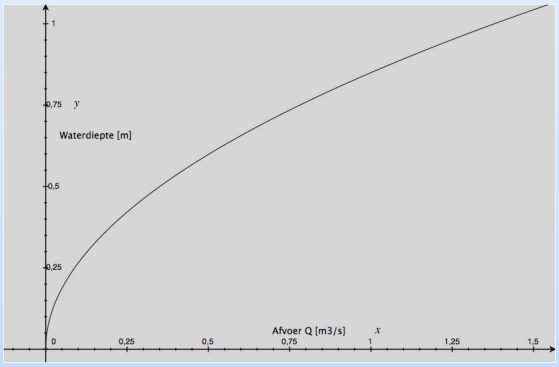
3) Invullen vergelijking

- $Q=(5h + \frac{h^2}{1{,}5}) * (\frac{5h + \frac{h^2}{1{,}5}}{5 + 2*\sqrt{h^2+\frac{h}{1{,}5}^2}})^{\frac{2}{3}} * \sqrt{0{,}000156} * 23(h^{\frac{1}{3}})$

4) Invullen voor h = 0,8m

- $Q=(5*0{,}8 + \frac{0{,}8^2}{1{,}5}) * (\frac{50{,}8 + \frac{0{,}8^2}{1{,}5}}{5 +2*\sqrt{0{,}8^2+(\frac{0{,}8}{1{,}5})^2}})^{\frac{2}{3}} * \sqrt{0{,}000156} * 23 * (0{,}8^{\frac{1}{3}})$ → $4{,}43 * \frac{4{,}43}{5+1{,}92}^{2/3} * \sqrt{0{,}000156} * 23 * 0{,}8^{1/3}$

→ $4{,}43 * 0{,}64^{2/3} * \sqrt{0{,}000156} * (23 * 0{,}93)$ → $4{,}43 * 0{,}74 * \sqrt{0{,}000156} * 21{,}35 = 0{,}88 m^3/s$



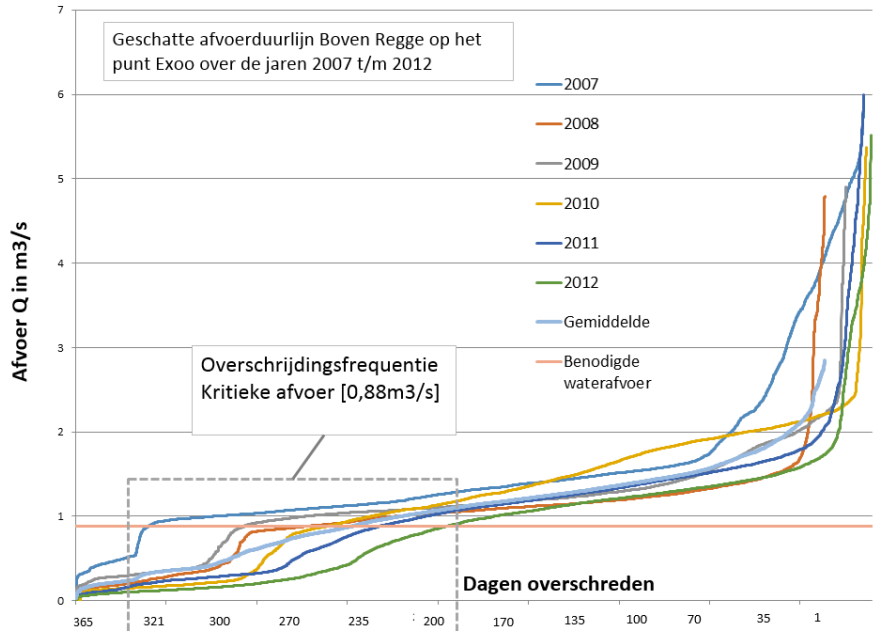
Figuur 14 - Qh relatie Boven Regge (zie Berekening 4)

4.3 Overschrijdingen

Uit de QH-relatie uit de vorige paragraaf blijkt dat de benodigde waterdiepte van 0,8 m in de Boven Regge bereikt wordt bij een afvoer van 0,88 m³/s. Om het probleem te kwantificeren is het zaak te onderzoeken hoe frequent deze afvoer wordt overschreden. Oftewel, het aantal dagen per jaar dat de afvoer minimaal 0,88 m³/s is. In de volgende twee paragrafen wordt deze afvoerfrequentie onderzocht. Hierbij wordt enerzijds gebruik gemaakt van afvoer gegevens uit het verleden, en anderzijds van een theoretische benadering.

4.3.1 Metingen

Op het punt Exoo heeft Waterschap Vechtstromen een pijlmeetpunt staan. De afvoergegevens van dit pijlmeetpunt zijn niet geheel accuraat. Op basis van schattingen kan echter wel een beeld gevormd worden van de werkelijke afvoeren nabij Exoo. In bijlage 4 zijn de afvoergegevens van 2007 tot en met 2012 uitgezet tegenover de tijd. Hieruit is de afvoerduurlijn gekomen die in Figuur 15 is weergegeven. Hieruit blijkt dat in de jaren 2007 t/m 2012 een debiet van 0,88m³/s gemiddeld ruim 100 dagen niet behaald wordt.

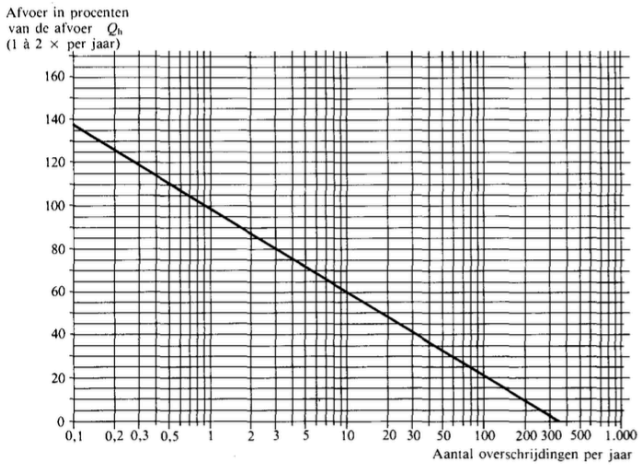


Figuur 15 - Geschatte afvoerduurlijn Boven Regge op het punt Exoo vanaf 2007 tot en met 2012

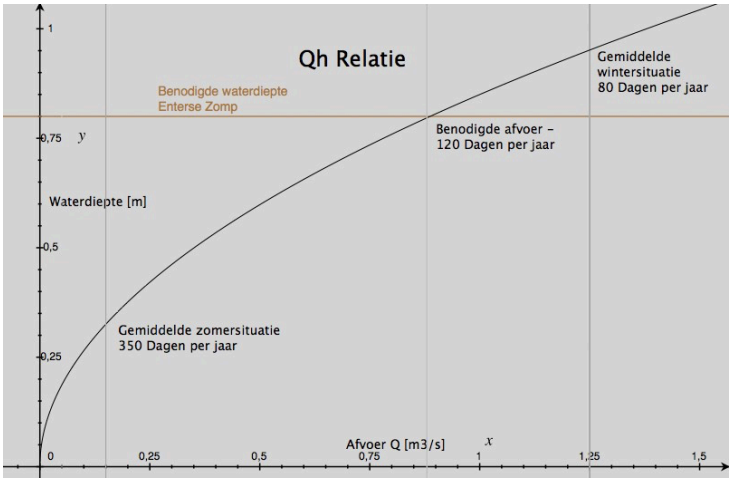
4.3.2 Theorie

Hydrologen binnen het waterschap zijn bezig met een hydraulisch ontwerp van de Regge tussen Nabij. Hierbij wordt gebruik gemaakt van afvoernormen. Een zogeheten "1Q" (100%) is een afvoer die één keer per jaar voorkomt (zie Figuur 16). Bij het hydrologisch ontwerp van de Boven Regge wordt deze "1Q" op 5m³/s gesteld. De benodigde afvoer 0,88m³/s is $\frac{0{,}88m^3/s}{5m^3/s} = 17{,}6\%$ van deze "1Q". Uit het aflezen van de grafiek blijkt dat deze afvoer +- 120 dagen per jaar wordt overschreden. Anders gezegd: 250 dagen per jaar wordt de afvoer niet gehaald.

Aangenomen mag worden dat bij een regenrivier als de Regge deze 250 dagen grotendeels in het vaarseizoen van de Zomp vallen (April-November). Deze aanname wordt bevestigd met behulp van een afvoergrafiek over de tijd (bijlage 4). In Figuur 17 zijn drie frequenties van afvoersituaties weergegeven op basis van de grafiek voor het bepalen van overschrijdingsfrequenties.



Figuur 16 - Relatie afvoer-overschrijdingsfrequentie (Grotenraast, 1988, p. 780)



Figuur 17 - Qh relatie met overschrijdingsfrequenties

4.4 Conclusie analyse van de toekomstige Regge

Uit de analyse van de plannen van het waterschap kan geconcludeerd worden dat er in de Midden Regge permanent genoeg waterdiepte is (minimaal 0,86 m) doordat hier het peil gehandhaafd wordt door de stuw Notter.

Voor de Boven Regge geldt een andere situatie. Hier ligt het bodemniveau grotendeels hoger dan de desbetreffende stuw. Hierdoor is de waterdiepte van de Boven Regge afhankelijk van de optredende afvoer. Uit de Qh relatie blijkt dat er een afvoer van 0,88m³/s benodigd is om een waterdiepte van 0,8m te realiseren. Op basis van overschrijdingsfrequenties uit zowel meetgegevens als theorie blijkt dat deze afvoer niet permanent behaald wordt.

Vanaf ca. 800 meter bovenstrooms van Exoo tot het punt Exoo kan zich een kromme in de waterlijn voordoen. Hierdoor is de waterdiepte op dit gedeelte van de Boven Regge afhankelijk van het waterpeil van de Midden Regge.

Permanente bevaarbaarheid is niet mogelijk zonder aanvullende maatregelen. Uit de formule van Bos en Bijkerk komen verschillende factoren waarmee de waterdiepte te beïnvloeden valt. Het gaat hier dan om het gedeelte van de Boven Regge tot ca. 800 meter bovenstrooms van Exoo.

In dit traject van de Regge vinden routes I en II van de Enterse Zomp plaats. Maatregelen waarmee de waterdiepte op dit gedeelte groter wordt leiden tot een valkromme in de zomer. Het bevaren van Routes III en IV vergt ten gevolge van deze valkromme een nadere oplossing. Hiervoor worden in deze studie geen oplossingen voorgedragen.

5. Oplossingsrichtingen

Uit de gedane analyses in hoofdstuk 3 en 4 blijkt dat er door de oorspronkelijke plannen van Waterschap Vechtstromen voor de Regge problemen ontstaan voor de bevaarbaarheid van de Zomp. Het vaarseizoen van de zomp ligt grotendeels in de zomer, terwijl in deze periode de waterdiepte het geringst is. In dit hoofdstuk worden oplossingsrichtingen voorgeschreven waarmee dit probleem verholpen kan worden.

Het probleem is geanalyseerd aan de hand van de karakteristieken van de Enterse Zomp en de plannen van het waterschap voor de Regge. In deze twee aspecten moet ook de oplossing gevonden worden.

5.1 Oplossingen gericht op Waterdiepte

Uit de Qh-relatie (Vergelijking 3) blijkt dat de waterdiepte afhankelijk is van meerdere factoren. Deze factoren kunnen er dus toe bijdragen dat de waterdiepte kan toenemen.

5.1.1 Oplossingsrichting 1 - Inlaat vanuit Twentekanaal [Q]

In het bestuursbesluit uit 2012 (Regge en Dinkel, 2012) is vastgesteld dat er water vanuit het Twentekanaal in de Boven Regge wordt ingelaten om verdrogingseffecten voor de landbouw te bestrijden. Uit het Waterakkoord met Rijkswaterstaat komt naar voren dat er maximaal 1,2m^3/s mag worden ingelaten op het systeem van de Boven Regge. Het is nog onduidelijk in hoeverre het uiteindelijke ontwerp deze hoeveelheid toelaat. Dat wordt de komende maanden duidelijk. In Bijlage 7 is een kaartje met mogelijke inlaatpunten gegeven. De theorie achter deze oplossingsrichting wordt uitgelegd in Oplossingsrichting 1.

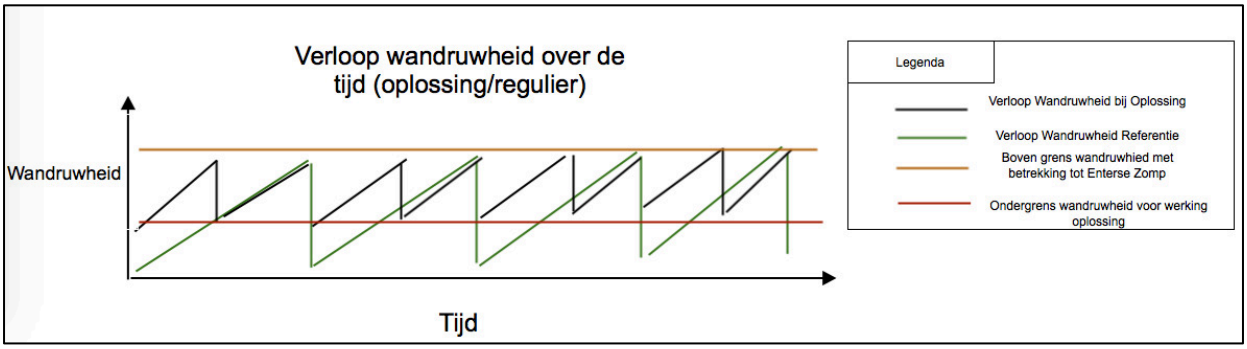
Oplossingsrichting 1 - Waterinlaat vanuit Twentekanaal

1. Gebruik vergelijking 4: $Q=(Bh+\frac{h^2}{1,5})*(\frac{Bh+\frac{h^2}{1,5}}{5+\sqrt{h^2+\frac{h^2}{1,5}}})^{\frac{2}{3}}*\sqrt{0,000156}*\gamma*h^{\frac{1}{3}}$
2. Vertaling oplossing naar vergelijking: Q zal stijgen, de overige parameters blijven hetzelfde.
3. Uitkomst: Doordat Q stijgt, en de rest gelijk blijft, neemt de variabele h (waterdiepte) toe.

5.1.2 Oplossingsrichting 2 - Verruwing profiel [K_m]

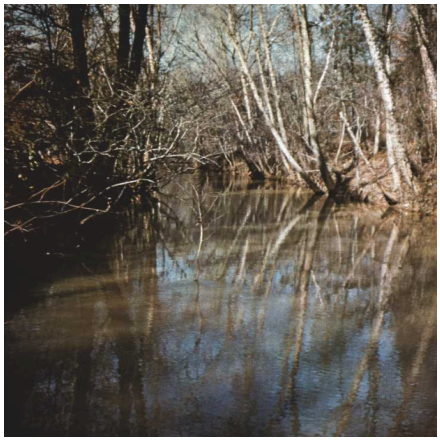
In de zomersituatie wordt in de Boven Regge uitgegaan van een “K Manning waarde” van 23. Deze waarde komt overeen met een licht begroeide waterloop (Grotenraast, 1988, p. 809). Harry H. Barnes jr. heeft een handboek samengesteld met foto’s behorend bij Manning waardes (Barnes jr, 1967). In de figuren worden enkele foto’s afgebeeld van de waterlopen met lichte begroeiing (Figuur 19) en matige begroeiing (Figuur 20).

De range waarin een stijging van de wandruwheid wenselijk is is beperkt. Uit de analyse van de zomp komt naar voren dat er problemen met de elektromotor ontstaan door plantengroei. Ten behoeve van het comfortabel varen met de zomp mag de begroeiing dus niet hoog worden. Voor het laten werken van deze oplossing moet de begroeiing echter ook minimaal op een bepaald niveau blijven. Dit kan gedaan worden door meer onderhoud te plegen op het betreffende traject van de Boven Regge (zie Figuur 18) waarbij dit proces op schematische wijze is weergegeven. In Oplossingsrichting 2 wordt de theorie achter de oplossingsrichting uitgelegd.



Figuur 18 - Verloop wandruwheid over de tijd (oplossing/regulier)

Figuur 19 - Licht begroeide waterloop



Figuur 20 - Matig begroeide waterloop

Oplossingsrichting 2 – Verruwing profiel

1. Gebruik vergelijking 4: $Q=(5h+\frac{h^2}{1,5})*(\frac{5h+\frac{h^2}{1,5}}{5+\sqrt{h^2+\frac{h^2}{1,5}}})^{\frac{2}{3}}*\sqrt{0,000156}*\gamma*h^{\frac{1}{3}}$
2. Vertaling oplossing naar vergelijking: γ zal dalen, de overige parameters blijven hetzelfde.
3. Uitkomst: Doordat γ daalt, en de rest gelijk blijft, stijgt de variabele h (waterdiepte).

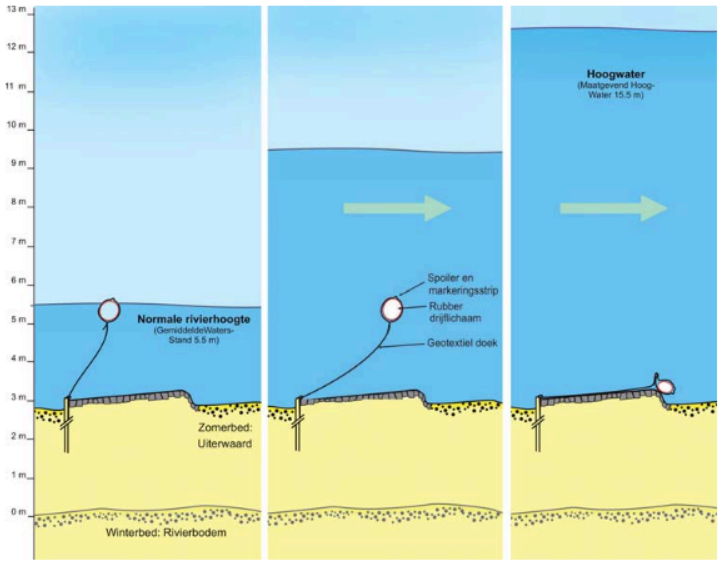
5.1.3 Oplossingsrichting 3 - Vernauwing [B]

Het reguliere dwarsprofiel van de toekomstige Boven Regge heeft een breedte van 5 meter zoals blijkt uit de plannen van het Waterschap. Deze breedte vormt tevens de minimale doorvaarbreedte van de Enterse Zomp. Wel is het mogelijk om vernauwingen (kribben) aan te brengen. De Zomp is in staat een korte vernauwing van 3 meter te passeren volgens T. Kerkhof (persoonlijke communicatie, 16 Juni 2015).

Een mogelijke uitvoering van deze vernauwingen zijn de zelfregulerende kribben die Deltares onderzocht heeft (Deltares, 2009). Deze kribben werken zelfstandig en zijn zo ontworpen dat ze bij lage waterstanden in werking gesteld worden. Bij hoge waterstanden zakken ze door een afname van het drijvend vermogen onder invloed van het eigen gewicht (zie Figuur 23). Deze toepassing is tot op heden nog niet gebruikt, waardoor de zekerheid van deze uitvoeringsvariant onbekend is. In oplossingsrichting 3 wordt de theorie hiervan uitgelegd.

Oplossingsrichting 3 – Vernauwing profiel (kribben)

1. Gebruik vergelijking 4: $Q=(Bh+\frac{h^2}{1,5})*(\frac{Bh+\frac{h^2}{1,5}}{B+\sqrt{h^2+\frac{h^2}{1,5}}})^{\frac{2}{3}}*\sqrt{0,000156}*\gamma h^{\frac{1}{3}}$
2. Vertaling oplossing naar vergelijking: B zal dalen, de overige parameters blijven hetzelfde.
3. Uitkomst: Doordat B daalt, en de rest gelijk blijft, stijgt de variabele h (waterdiepte).

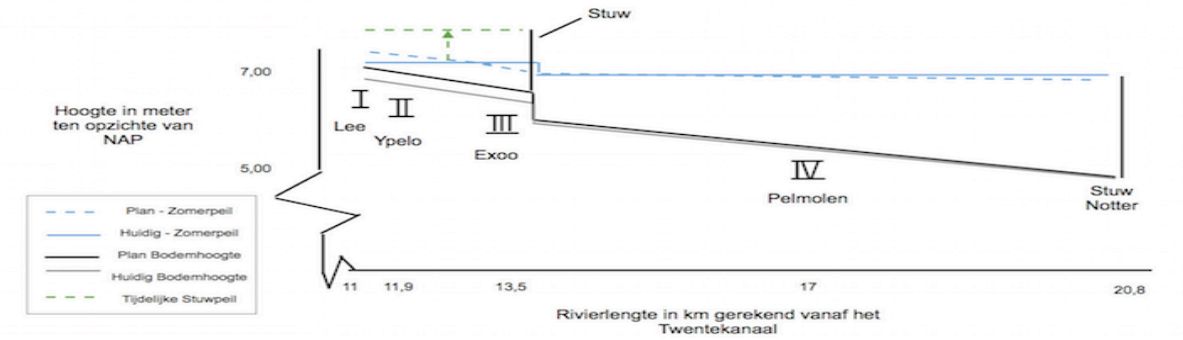


Figuur 21 - Zelfregulerende kribben

5.1.4 Oplossingsrichting 4 - Constructie [-]

In de huidige situatie is er een stuw ter hoogte van Exoo die het waterpeil van de Boven Regge op een bepaald niveau handhaaft. In de toekomstige situatie is zo'n situatie ongewenst in verband met de doelstellingen voor een dynamische, natuurlijke rivier vanuit het Waterschap. Mogelijk kan een flexibele constructie uitkomst bieden. Bij een flexibele constructie wordt gedacht aan een regelbare stuwconstructie die tijdelijk voor een opstuwing van de Boven Regge zorgt. In Figuur 23 is het lengteprofiel in een tijdelijk gestuwde situatie weergegeven. De locatie van de stuw ligt nabij de huidige stuw om optimaal gebruik te maken van het stuw peil.

Bij deze methode is er nog onderscheid in een stuw en een sluis. Een sluis zou tevens de vaarroute richting de Pelmolen (route IV) mogelijk maken in vergelijking met een stuw.



Figuur 22 - Oplossingsmethode 4 – Constructie

5.1.5 Oplossingsrichtingen 5 & 6 - Doorstroomoppervlakte [A] & Groter verhang [-]

Drie factoren uit de formule van Bos en Bijkerk (Vergelijking 4) zijn het doorstroomoppervlak (A) de hydraulische straal (R) en het verhang (S_B). Het doorstroomoppervlak en de hydraulische straal zijn afhankelijk van de taluds, bodembreedte en de waterdiepte. Het bodem verhang is afhankelijk van de rivierlengte en het bodem verval van de rivier.

Als basis voor de kwantitatieve analyse van het vaarprobleem zijn de randvoorwaarden uit het inrichtingsplan uit 2010 gebruikt (Landinrichting Enter et al. 2010).

De taluds, bodembreedte en bodem verhang zijn in de ontwerpfase te beïnvloeden. Uit de gedane parameterstudie en gevoeligheidsanalyse (Bijlage 5 en 6) blijkt echter dat dit weinig effect zal hebben op de waterdiepte. Daarom worden deze oplossingsrichtingen niet verder beschreven.

Dit betekent niet dat de betreffende parameterwaarden vaststaan. Zoals reeds vermeld wordt het hydrologisch ontwerp de komende maanden nog verder uitgewerkt en kan hier van worden afgeweken.

5.2 Oplossingen gericht op Enterse Zomp

In deze paragraaf worden oplossingsrichtingen voorgelegd die inspelen op de Enterse Zomp.

5.2.1 Oplossingsrichting 7 - Ondiepere zomp

Uit de analyse van de zomp is de conclusie getrokken dat een minimale waterdiepte van 0,8 m vereist is. Uit de Berekeningen 2 en 3 kwam een minimale waterdiepte van 0,63 m. Het verschil tussen deze waarden wordt met name veroorzaakt door de elektro-(buitenboord)-motor. Deze is niet goed bestand tegen begroeiing waardoor er extra waterdiepte nodig is.

In het gewicht van de zomp valt weinig winst te behalen zonder afbreuk aan de cultuurhistorische waarde. Een ondiepere ligging van de zomp kan met name bereikt worden door een ander type aandrijvingsmechanisme te gebruiken dan een schroef. Een waterjet is een voorbeeld van zo'n afwijkend aandrijvingsmechanisme, echter geldt deze wijze van voortstuwing vooral voor snelle schepen. Een andere wijze waarop begroeiing uit het roer gehouden kan worden is een behuizing om de propeller te plaatsen.

5.2.2 Oplossingsrichting 8 - Alternatieve vaarroute

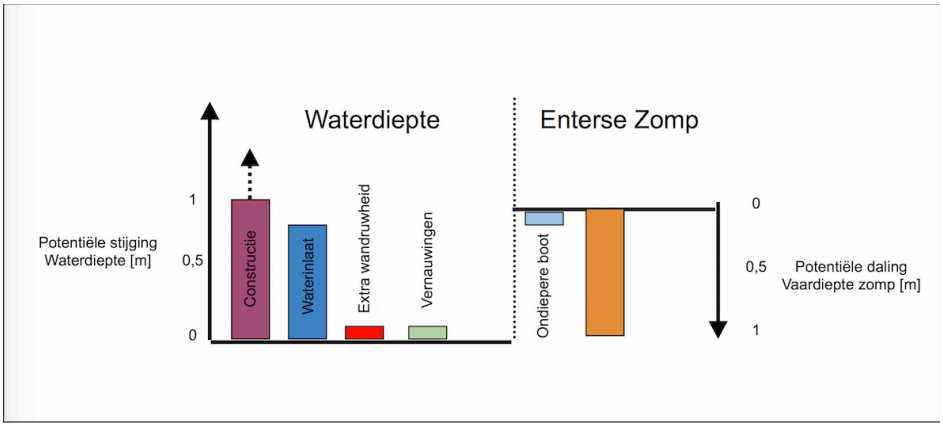
Uit de analyses blijkt dat er tijdens het vaarseizoen problemen omtrent bevaarbaarheid verwacht mogen worden. Gebleken is dat de waterdiepte op de Midden Regge wel groot genoeg zal zijn om te kunnen varen met de Enterse zomp.

Een optie is dus een nieuwe aanlegplaats in de Midden Regge aan te leggen. Vanaf deze aanlegplaats kan een deel van route IV (richting Pelmolen) afgelegd worden. Vanaf Enter kunnen er pendelbusjes ingezet worden om toeristen naar deze aanlegplaats te vervoeren (Deze oplossing is weergegeven in Bijlage 8).

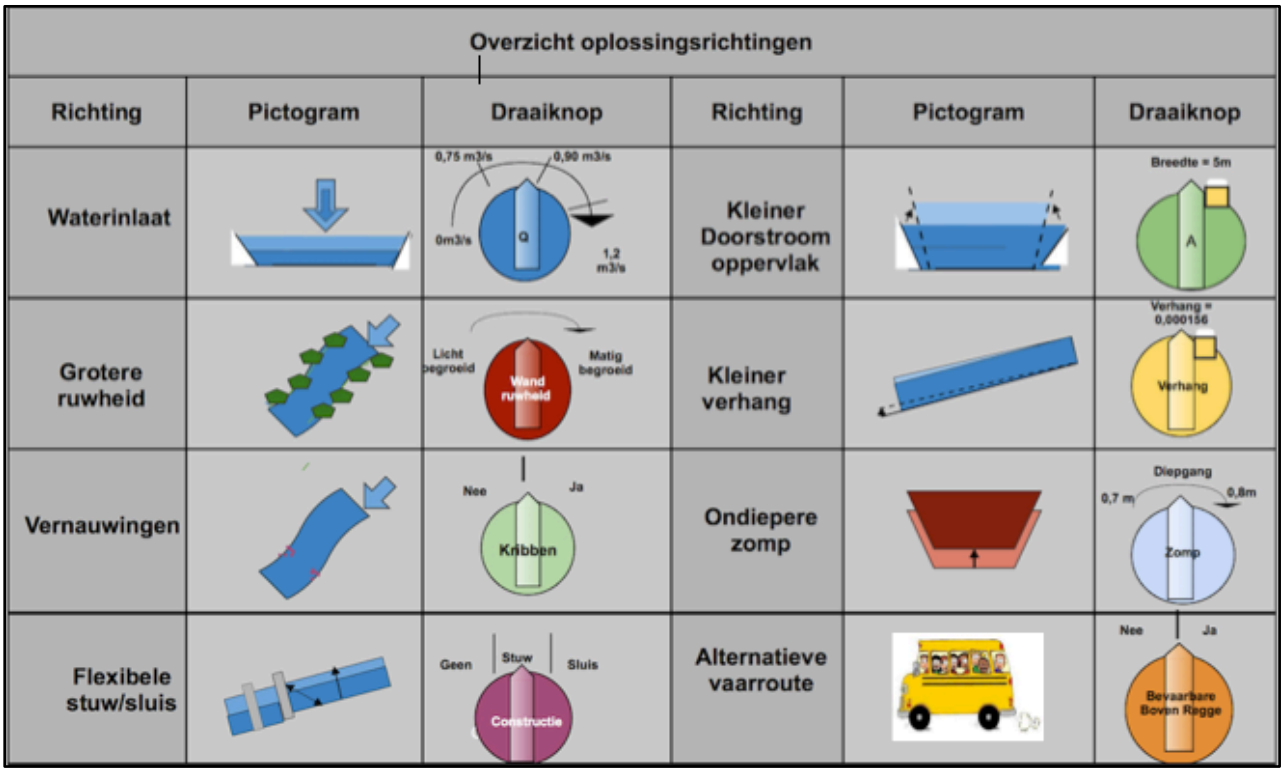
5.3 Conclusie oplossingsrichtingen

Om het bevaarbaarheidsprobleem wat in de zomerperiode optreedt op te lossen wordt er gekeken naar twee aspecten. Enerzijds is dat het vergroten van de waterdiepte en anderzijds de eisen van de Enterse Zomp. In totaal levert dit acht mogelijke oplossingsrichtingen op. Echter geldt voor twee van deze richtingen (kleiner verhang en kleiner doorstroomoppervlak) dat de positieve effecten niet in verhouding staan met de inspanningen die deze methodes met zich mee brengen. Hierdoor worden deze richtingen niet verder meegenomen, waardoor er zes oplossingsrichtingen overblijven.

Om de effecten van deze oplossingsrichtingen te bepalen is een gevoeligheidsanalyse gedaan. De resultaten hiervan zijn weergegeven in Bijlage 6. Op basis van de gevoeligheidsanalyse zijn ranges verkregen van enerzijds de potentiele stijging van de waterdiepte en anderzijds de potentiele daling van de vaardiepte (zie Figuur 25). In Figuur 24 is een overzicht van de oplossingsrichtingen gegeven. Bij elke oplossingsrichting is een pictogram gegeven hoe deze methode er schematisch uit ziet. Verder is per richting een draaiknop weergegeven wat de variatie binnen de betreffende richting afbeeldt. Om de twee ongebruikte richtingen zit een slotje. In het volgende hoofdstuk worden de oplossingsrichtingen gecombineerd tot vier varianten.



Figuur 25 - Ranges oplossingsrichtingen

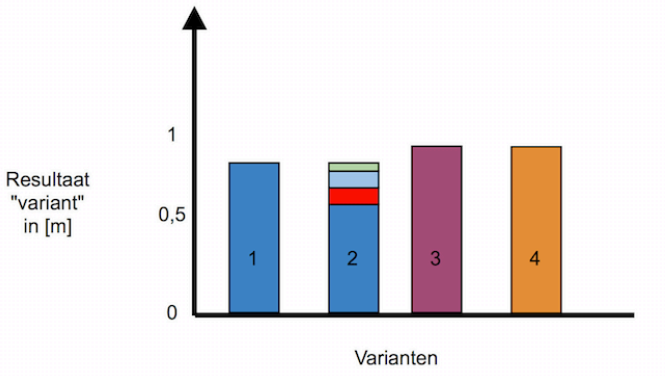


Figuur 24 - Overzicht oplossingsrichtingen

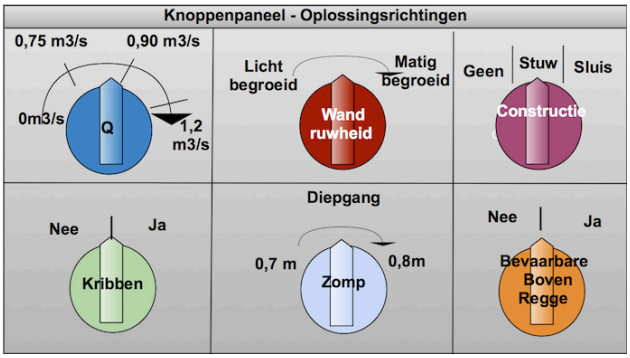
6. Varianten

Voor het probleem wat ontstaat voor de bevaarbaarheid van de Enterse Zomp zijn in het vorige hoofdstuk zes oplossingsrichtingen voorgeschreven. In dit hoofdstuk worden deze oplossingsrichtingen gecombineerd tot vier varianten. Elk van deze variant zal op een unieke wijze zorgen voor een oplossing van het probleem. Uiteindelijk zal ook een combinatie tussen varianten nog mogelijk zijn.

Uit de gevoeligheidsanalyse van de oplossingsmethoden (Bijlage 6) zijn per richting bepaalde ranges gekomen (Figuur 25). Hieruit blijkt dat het inlaten van water, een constructie en een alternatieve vaarroute in principe op zichzelf staande oplossingen zijn. Ook blijkt dat de oplossingsrichtingen ondiepere zomp, vernauwingen en extra ruwheid geen op zichzelf staande oplossingen zijn, maar dat deze gecombineerd moeten worden. Op basis hiervan is variant 2 gevormd. In Figuur 26 is te zien hoe de combinaties gevormd zijn. In Figuur 27 is een knoppenpaneel weergegeven met de verschillende oplossingsrichtingen. Met het schuiven van de knoppen worden combinaties samengesteld per variant.



Figuur 26 - Oplossingsrichtingen gecombineerd tot vier varianten



Figuur 27 - Knoppenpaneel oplossingsrichtingen

Bij elke variant worden de volgende punten behandeld:

- **Toepassing**

In deze paragraaf wordt uitgelegd hoe de knoppen op het "knoppenpaneel" uit hoofdstuk vijf ingesteld staan. Welke ingrepen moeten er gedaan worden om deze oplossingsrichting tot uitvoering te brengen?

- **Beheerfase**

Hier wordt een beeld geschetst van hoe de betreffende variant er in de beheerfase uit komt te zien. Welke inspanningen moeten gedaan worden in de gebruiksfase?

- **Kostenraming**

Per variant wordt beschreven hoe uiteindelijk de kosten opgebouwd zijn.
In bijlage 9A wordt een globale, geschatte kostenraming gegeven. De kosten zijn onderverdeeld in investeringskosten en beheerkosten.

- **Bevaarbaarheid vaarroutes**

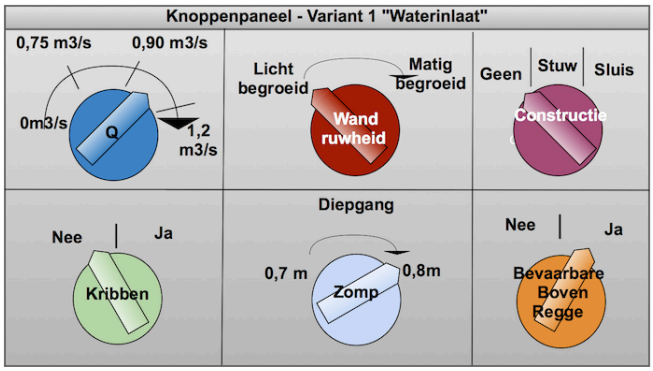
In deze paragraaf wordt een beeld geschetst van de bevaarbaarheidsmogelijkheden van de vier vaarroutes. Hier wordt voor elke variant duidelijk in hoeverre de verschillende vaarroutes gevaren kunnen worden.

6.1 Variant 1 – Waterinlaat

Bij deze oplossing wordt enkel gebruik gemaakt van de waterinlaat vanuit het Twentekanaal (Oplossingsrichting 1). Deze variant komt in beeld als uit het hydrologisch ontwerp blijkt dat er permanent een inlaat van 0,9 m^3/s of meer mogelijk is.

6.1.1 Toepassing

Er zullen inlaatpunten moeten komen om een totale inlaat van 0,9 m^3/s of meer vanuit het Twentekanaal te realiseren. De overige parameters blijven zoals in het referentiescenario (zie Figuur 28).



Figuur 28 - Knoppenpaneel variant 1 "Waterinlaat"

6.1.2 Beheerfase

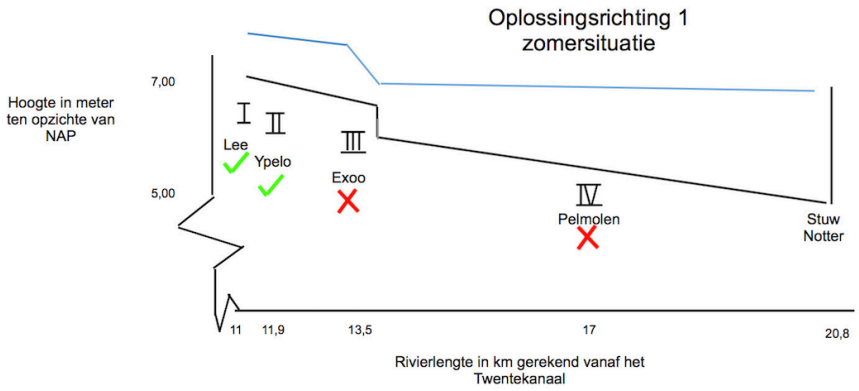
Uit de afvoergegevens blijkt dat met name in de zomermaanden lage afvoeren verwacht mogen worden. In deze periode moet de inlaat dus optimaal benut worden.

6.1.3 Kostenraming

De investeringskosten bestaan enkel uit de nieuw aan te leggen inlaatpunten. In de beheerfase zullen deze inlaatpunten onderhoud vergen. Verder blijkt uit het Waterakkoord dat er een bepaalde prijs staat op het inlaten van water.

6.1.4 Bevaarbaarheid vaarroutes

Met deze oplossingsrichting wordt permanente bevaarbaarheid van vaarroutes I en II mogelijk. In de zomerperiode zijn vaarroutes III en IV ten gevolge van een negatieve stuwkromme nabij Exoo niet permanent bevaarbaar zoals in het lengteprofiel in Figuur 29 te zien is.



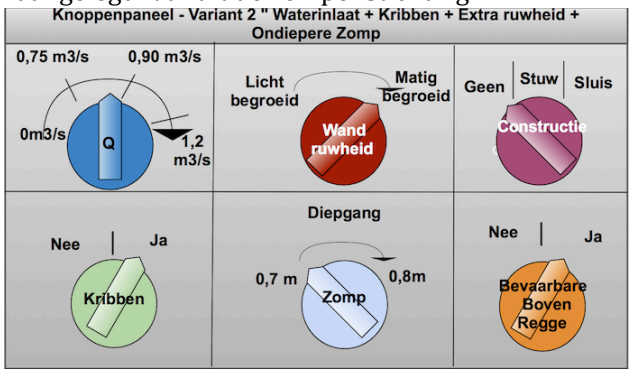
Figuur 29 - Lengteprofiel zomersituatie bij Oplossingsrichting 1

6.2 Variant 2 - Waterinlaat + kribben + extra verruwing + ondiepere zomp

Bij deze oplossing wordt deels gebruik gemaakt van de waterinlaat vanuit het Twentekanaal (Oplossingsrichting 1). Hiernaast wordt de ruwheid van het profiel vergroot en kribben aangelegd (Oplossingsrichtingen 2 & 3) en wordt er een aanpassing aan de zomp gedaan (Oplossingsrichting 7). Deze variant komt in beeld als uit het hydrologisch ontwerp blijkt dat er permanent een inlaat van tussen de 0,75 m^3/s en 0,9m^3/s mogelijk is.

6.2.1 Toepassing

Er moeten inlaatpunten komen om een inlaat van 0,75m^3/s te kunnen realiseren. Verder moeten er enkele vernauwingen (kribben) worden aangelegd. Vanuit de zompenstichting moet er een aanpassing aan de zomp worden verricht zodat deze minder waterdiepte vereist (zie).



Figuur 30 - Knoppenpaneel variant 2 "Waterinlat + kribben + extra ruwheid + ondiepere zomp"

6.2.2 Beheerfase

Er wordt uitgegaan van een matig begroeid profiel om zo het water op te stuwen. Dit kan echter ook leiden tot problemen tijdens het varen met de zomp. Deze twee aspecten moeten goed op elkaar afgestemd worden om deze variant te laten werken. In praktijk kan dit lijden tot een hoger onderhoudsniveau op dit gedeelte van de Regge.

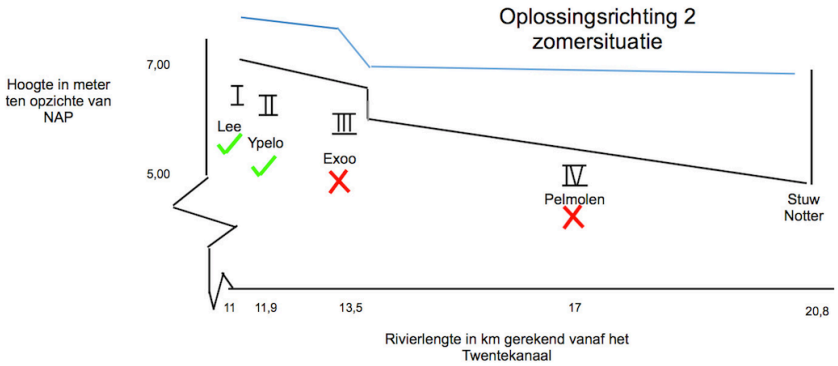
6.2.3 Kostenraming

Naast de inlaatpunten moet er geïnvesteerd worden in kunstmatige verruwingen en/ of kribben. Voor de Enterse Zomp moet er een nieuw aandrijvingsmechanisme komen.

In de beheerfase moet er vaker onderhoud gepleegd worden om permanent te zorgen voor een “matig begroeid profiel”. Hiernaast brengt het inlaten van water kosten met zich mee.

6.2.4 Bevaarbaarheid vaarroutes

Met deze variant wordt permanente bevaarbaarheid van vaarroutes I en II mogelijk. In de zomerperiode zijn vaarroutes III en IV ten gevolge van een negatieve stuwkromme nabij Exoo niet permanent bevaarbaar zoals in Figuur 31 te zien is.



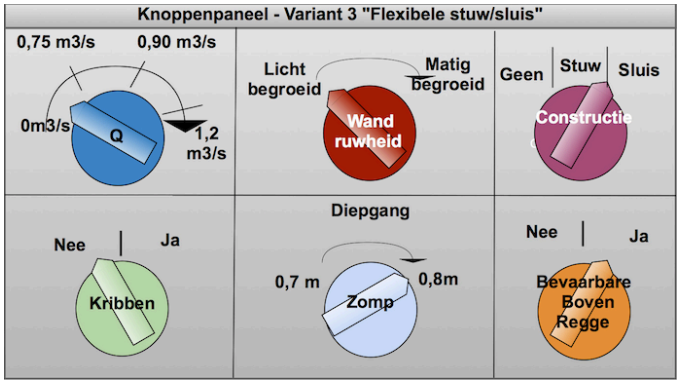
Figuur 31 - Lengteprofiel zomersituatie bij oplossingsrichting 2

6.3 Variant 3 – Stuw / Sluis

Bij deze variant wordt er enkel een constructie aangelegd (Oplossingsmethode 4). Deze variant komt in beeld als blijkt dat de waterinlaat vanuit het Twentekanaal minder is dan 0,75m³/s en/of als er hoge eisen worden gesteld aan bedrijfszekerheid wat betreft bevaarbaarheid.

6.3.1 Toepassing

Bij deze variant moet er een flexibele constructie (kunstwerk) worden aangelegd. Er kan onderscheid worden gemaakt in een stuw constructie of een sluis. Bij een stuw zijn de kosten mogelijk lager. Het is dan zonder een sluisconstructie of andere voorziening niet mogelijk om door te varen tot Rijssen (zie Figuur 32).



Figuur 32 - Knoppenpaneel variant 3 "Stuw/Sluis"

6.3.2 Beheerfase

In deze situaties wordt vanuit een bedieningsruimte de constructie gestuurd. Afhankelijk van de afvoer komt de waterdiepte dan op het benodigd peil. Er moeten afspraken worden gemaakt worden tussen het Waterschap en de zompenstichting over de aansturing van het kunstwerk. In tijden dat het kunstwerk buiten werking is mag deze de doelen wat betreft een natuurlijke Regge niet belemmeren.

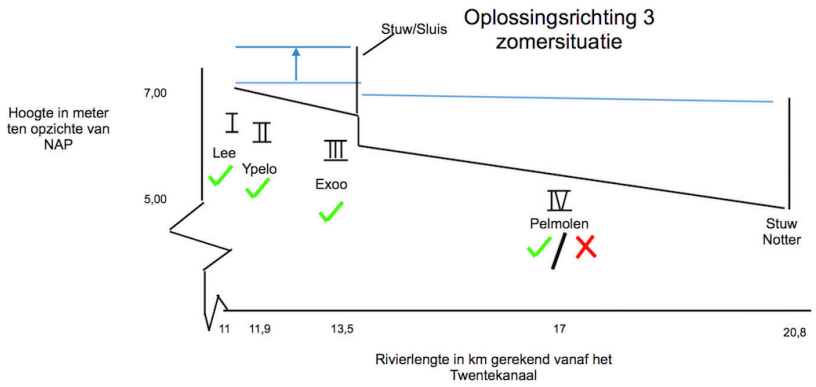
6.3.3 Kostenraming

Er zijn verschillende mogelijkheden hoe deze oplossingsrichting uitgevoerd kan worden. De kosten ervan zullen een rol spelen in de keuze.

6.3.4 Bevaarbaarheid vaarroutes

Bij de keuze voor een stuw worden dezelfde routes als in de huidige situatie (I, II & III) permanent bevaarbaar zijn. Wel is deze stuw dan flexibel. Dit betekent dat in tijden dat de waterdiepte genoeg is, de stuw buiten werking is. In deze situatie komt de doorgang naar de Midden Regge dus vrij. Een sluisconstructie maakt ten alle tijden mogelijk om alle mogelijke routes te varen. In Figuur 33 is een zomersituatie van het lengteprofiel weergegeven.

Voor beide oplossingen geldt wel dat het bij lage afvoeren de nodige tijd vergt om het water op peil te brengen.



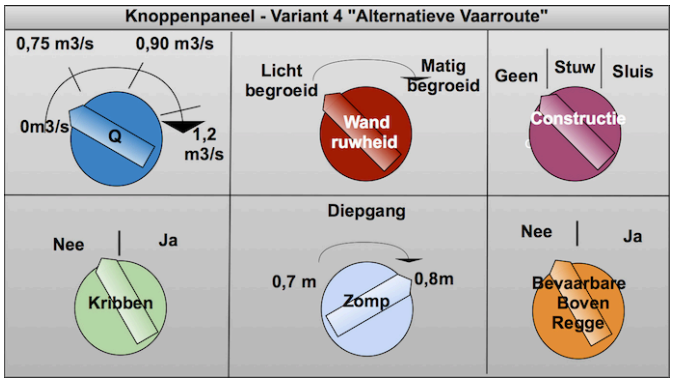
Figuur 33 - Lengteprofiel zomersituatie bij oplossingsrichting 3

6.4 Variant 4 - Alternatieve vaarroute

Bij deze variant worden er geen aanpassingen gedaan ten opzichte van de referentieplannen (Oplossingsmethode 8). Deze variant komt in beeld als blijkt dat de waterinlaat vanuit het Twentekanaal minder is dan 0,75m³/s en/of er geen hoge eisen gesteld worden aan bedrijfszekerheid van de zomp wat betreft bevaarbaarheid.

6.4.1 Toepassing

Er hoeven ten opzichte van de plannen voor de Regge geen aanpassingen gedaan te worden (Figuur 34). Vanuit de Regionale Stichting Enterse Zomp worden er gewijzigde vaararrangementen aangeboden. Dit betekent voor de zomerperiode dat er een nieuwe aanlegplaats moet komen, aangezien er in deze periode geringe bevaarbaarheid van de Boven Regge mogelijk is. Hiernaast komt er een pendelbus om toeristen naar de nieuwe aanlegplaats te brengen.



Figuur 34 - Knoppenpaneel variant 4 "Alternatieve vaarroute"

6.4.2 Beheerfase

Wanneer de waterdiepte in de Boven Regge hoog genoeg is($\pm$ 120 dagen zie paragraaf 4.3.2) kan er vanuit de Enterse Werf gewoon gevaren worden. Deze periode valt in principe echter buiten het vaarseizoen van de Zomp.

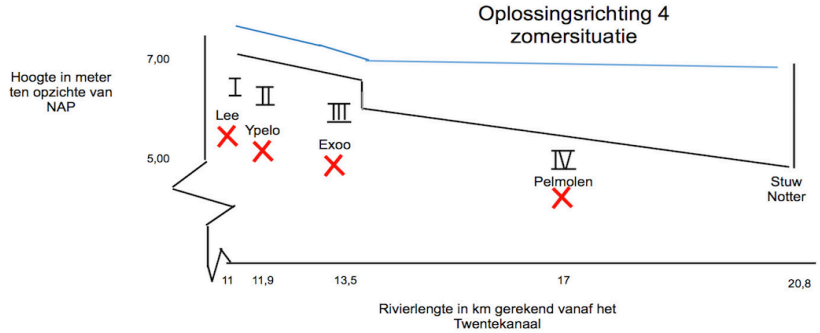
De overige periode, het vaarseizoen, vaart de Enterse Zomp vanaf de Midden Regge. Toeristen kunnen ontvangen worden in de Enterse Werf vanwaar ze over land naar de aanlegplaats getransporteerd worden.

6.4.3 Kostenraming

Er moet geïnvesteerd worden in een nieuwe aanlegplaats voor de Zomp en een vervoersmiddel over land welke beiden onderhouden moeten worden.

6.4.4 Bevaarbaarheid vaarroutes

Uit paragraaf 4.3 blijkt dat verwacht mag worden dat de benodigde waterdiepte van 0,8 meter op de Boven Regge meter $\pm$ 120 dagen in het jaar bereikt wordt. In de Midden Regge is permanent een waterdiepte van minimaal 0,8 meter. Vanaf Exoo kan naar de Pelmolen gevaren worden (Figuur 35) Dit is dan een vijfde vaarroute (Exoo – Pelmolen)



Figuur 35 - Lengteprofiel zomersituatie bij oplossingsrichting 4

6.5 Vergelijking oplossingsrichtingen

Nu er vier varianten gegeven zijn kan een vergelijking gemaakt worden. Deze vergelijking wordt gedaan aan de hand van de beschreven criteria: Toepassing, Beheer, Kosten en Bevaarbaarheid. Hierbij is het criterium "Bedrijfszekerheid" toegevoegd. Hiermee wordt bedoeld wat de garantie is dat de betreffende variant daadwerkelijk werkt. In Tabel 5 zijn de varianten met elkaar vergeleken op basis van deze criteria. Hierin is een schaal van 1 (slecht) tot 5 (goed) aangehouden (zie Tabel 5).

Door middel van een workshop zijn de oplossingsrichtingen gepresenteerd aan actoren binnen het Waterschap, zompenstichting en gemeente Wierden. In bijlage 10 is een verslag van deze workshop bijgesloten. In bijlage 11 zijn de gebruikte posters weergegeven.

Op basis van de beschrijvingen over de kosten is een globale schatting van de kostenraming gemaakt. Deze is weergegeven in Bijlage 9A . Aan de hand van de beschrijvingen van de verschillende lengteprofielen en de overschrijdingsfrequenties zijn de vaarbaarheidsfrequenties van de verschillende routen weergegeven in Bijlage 9B. Ter conclusie van het totale plaatje zijn in Bijlage 9C de voor en nadelen per richting gegeven. Deze is dus mede tot stand gekomen aan de hand van de workshop.

	Waterinlaat	**Waterinlaat + kribben + extra ruwheid + ondiepere zomp**	**Stuw/Sluis**	**Alternatieve vaarroute**
Toepassing	5	4	2	3
Beheer	4	4	2	4
Kosten	4	4	2	3
Bevaarbaarheid	4	4	5	1
Bedrijfszekerheid	3	2	5	5
Totaal	20	18	16	16

Tabel 5 - Vergelijkingstabel

1	2	3	4	5
Slecht	Matig	Neutraal	Voldoende	Goed

Tabel 6 - Score criteria

Uit de vergelijkingstabel blijkt dat variant 1 de meeste punten scoort. Echter zijn er geen waarderingen gegeven aan de criteria, waardoor deze score enkel gebruikt kan worden om te vergelijken, niet om een keuze te maken.

Naar aanleiding van de workshop blijkt dat er vanuit de zompenstichting hoge waarde gehecht wordt aan bedrijfszekerheid. De werking van een constructie heeft zich in dit kader al bewezen. Aan de werking van waterinlaat zitten nog kanttekeningen zoals in volgend hoofdstuk te lezen. Het waterschap vindt de bediening van gebiedsfuncties en een natuurlijk functionerend watersysteem belangrijk. Verder blijkt dat kunstmatige vernauwingen en verruwingen door de bezoekers van de workshop ook als innovatief worden ervaren.

7. Discussie

Deze studie naar de bevaarbaarheid van de Regge voor de Enterse Zomp is verricht naar aanleiding van de plannen van Waterschap Vechtstromen voor de Boven Regge. In dit hoofdstuk worden de manier van onderzoeken, opgedane resultaten en gedane aanbevelingen bediscussieerd.

Allereerst is in hoofdstuk 2 de ontwikkeling van het Reggedal in kaart gebracht. De tijdsperiode waarin deze ontwikkeling beschreven wordt gaat terug tot de prehistorie. De beschreven ontwikkelingen in deze periode geven enkel een beeld van de achtergrond.

In het derde hoofdstuk is een analyse gemaakt van de Enterse Zomp. Hierin werd de in Enter gelegen zomp, genaamd "De Vriendschap" als maatgevend beschouwd. De frequentie van de vaartochten van deze zomp kon niet exact achterhaald worden, maar op basis van een schatting valt verhoudingsgewijs een realistisch beeld te schetsen.

Wat betreft de vaareisen zijn er wel enkele kanttekeningen, die ook al in het verslag vermeld worden. Met name voor de maat "benodigde ruimte onder de bodem" heerst een groot verschil tussen de theorie (0,15m) en opvatting vanuit de zompenstichting (0,30m). Dit verschil kan grotendeels verklaard worden doordat er in de theorie geen rekening gehouden wordt met een buitenboordmotor, waarbij extra waterdiepte vereist is. Deze verklaring biedt mogelijk ook een oplossing voor een geringere vaardiepte, doordat deze buitenboordmotor blijkbaar veel invloed heeft op de vereiste waterdiepte.

In hoofdstuk vier zijn de plannen van het waterschap voor de Boven Regge geanalyseerd. Hierbij is op het gedeelte tussen de Enterse Werf en $\pm$ 800 meter voor Exoo (voor de optredende kromme) uitgegaan van een eenparige stroming. Een eenparige stroming is een stroming waarbij de stroomsnelheid op alle punten hetzelfde is. Middels deze aanname kan op basis van de formule van Bos en Bijkerk een beeld gevormd worden van de relatie tussen de afvoer en waterdiepte.

In werkelijkheid is de situatie echter nooit helemaal eenparig. Allereerst zorgt het meanderende profiel voor verschillende stroomsnelheden. Daarnaast gaat het gebruikte dwarsprofiel ten gevolge van erosie en sedimentatie in werkelijkheid afwijken. Er wordt gebruik gemaakt van een lineair verhang. Ook hiervan is het de vraag hoe dit zich ontwikkeld. De grootste onzekerheid speelt zich vermoedelijk echter in de maat voor de wandruwheid af. Deze factor is lastig in te schatten en te sturen, terwijl uit een gevoeligheidsanalyse blijkt dat de impact ervan groot is.

Met inbegrepen van deze onzekerheden zijn uiteindelijk wel overschrijdings-frequenties van verschillende situaties gegeven. Hiervan is de afwijking waarschijnlijk nog groter, aangezien ook hier eenvoudige methodes voor gebruikt zijn.

Het doel van de analyse was om het probleem in kaart te brengen en het te kwantificeren. Hiervoor vormt de gebruikte methode, ondanks alle genoemde onzekerheden wel een goede eerste aanzet. De gestelde conclusie, dat er grotendeels van het jaar problemen omtrent bevaarbaarheid zullen zijn, is dermate overtuigend dat deze voor waarheid kan worden aangenomen.

Inclusief dezelfde onzekerheden als bij de analyse van de plannen zijn verschillende oplossingsrichtingen gegeven. Hieruit komen vier varianten. Per richting wordt de bevaarbaarheidsfrequentie van de vaarroutes gegeven. In werkelijkheid kunnen deze erg afwijken omdat deze zijn gebaseerd op onzekere factoren.

Hoewel er dus onzekerheden schuilen in het kwantificeren van de resultaten van de oplossingsrichtingen, kan het onderzoek zeker een basis vormen voor het verdere planproces. Allereerst is er nu uit analyses geconcludeerd dat er zich daadwerkelijk een probleem zal voordoen. Hiernaast zijn er uit het onderzoek vier varianten gekomen waarbij het probleem oplosbaar is.

8. Conclusies & aanbevelingen

Waterschap Vechtstromen is momenteel bezig met het ontwerp voor het traject van de Regge tussen Goor en Rijssen. Hierbij is het doel om de Regge op natuurlijke wijze in te richten. In het kader hiervan komt de stuw nabij Exoo te vervallen. Hiernaast worden er aanpassingen in het dwars- en lengteprofiel gedaan. Deze aanpassingen hebben mogelijk gevolgen voor de Enterse Zomp.

In dit onderzoek wordt antwoord gegeven op de vraag op welke manier de Regge, behoudens extreme omstandigheden, op innovatieve wijze bevaarbaar gehouden kan blijven voor de Enterse Zomp.

Om deze vraag te beantwoorden is zowel een analyse gemaakt van de huidige Enterse zomp als van de plannen van het Waterschap. Tevens is de ontwikkeling van het Reggedal beschreven om een beeld te vormen van de historische waarde. Hieruit blijkt dat de Enterse Zomp is ontworpen zodat het varen bij geringe waterdieptes mogelijk is. Met name in 18e eeuw kende de Enterse Zomp een bloeiperiode. In Enter is men hier dusdanig trots op dat toeristen deze periode tegenwoordig kunnen herbeleven middels een vaartocht op een replica.

Ten opzichte van de originele zomp heeft deze replica beschikking over een elektromotor. Uit de analyse van de Enterse zomp blijkt dat de benodigde waterdiepte van de replica zo'n 30 centimeter dieper is geworden dan de originele zompen, namelijk 80 cm.

Op basis van de plannen die Waterschap Vechtstromen heeft met betrekking tot een meer natuurlijke Regge is een analyse gedaan. Hieruit blijkt dat ,ondanks enige onzekerheid, geconcludeerd kan worden dat deze benodigde waterdiepte van 80 centimeter grotendeels van het jaar niet behaald wordt.

Er ontstaat dus een probleem. Hiervoor zijn zes oplossingsrichtingen voorgeschreven. Uit deze zes richtingen zijn vier varianten gekomen:

- Variant 1: Waterinlaat
- Variant 2: Waterinlaat + kribben + hogere wandruwheid + ondiepere zomp
- Variant 3: Flexibele stuw/sluis
- Variant 4: Alternatieve vaarroute

Bij de varianten 1 en 2 wordt het probleem grotendeels opgelost door water in te laten vanuit het Twentekanaal. Deze inlaat is oorspronkelijk bedoeld ten behoeve van landbouwdoeleinden, maar brengt ook positieve effecten teweeg wat betreft bevaarbaarheid van de Boven Regge. Voor waterschap Vechtstromen is deze methode zowel in financieel aspect als in het kader van de natuurlijke doeleinden voor de Regge voordelig. Op basis van deze gedane studie is er echter nog grote onzekerheid over de bedrijfszekerheid hiervan.

Deze onzekerheid is een stuk minder bij een flexibele stuw of sluis (variant 3). Hiervan heeft de werking zich reeds bewezen. Echter gaan met deze variant meer kosten gemoeid.

Ten slotte is de oplossing in variant 4 een alternatieve vaarroute. Hierbij worden er ten opzichte van de oorspronkelijke plannen geen wijzigingen gedaan. In de Midden Regge is de waterdiepte groot genoeg. Door hier een extra aanlegplek te maken kan middels een gewijzigd arrangement permanent over de Midden Regge gevaren worden.

Tijdens een workshop zijn de varianten voorgelegd aan enkele actoren. Hieruit blijkt dat de Stichting Enterse Zomp waarde hecht aan bedrijfszekerheid, en daardoor Variant 3 het aantrekkelijkst vind. De stichting ziet weinig in Variant 4. Het waterschap vindt vooral het bedienen van gebiedsfuncties en een natuurlijk functionerend watersysteem belangrijk. Uit deze studie blijkt dat deze twee doelen goed met elkaar te combineren zijn.

8.1 Aanbevelingen

Allereerst wordt aanbevolen op basis van een meer gedetailleerd ontwerp, waarbij bekend is hoeveel water ingelaten kan worden een nader onderzoek te verrichten naar de werking van de vier richtingen. Op basis van de conclusie uit dit onderzoek wordt aanbevolen in samenspraak met de zompenstichting een keuze te maken tussen een van de varianten. De gemaakte keuze moet hierna verder uitgewerkt worden, waarna deze verdere uitwerking voorgelegd moet worden aan de zompenstichting. Ten slotte wordt aanbevolen wederom in samenspraak definitief de keuze te maken welke richting uitgevoerd zal gaan worden.

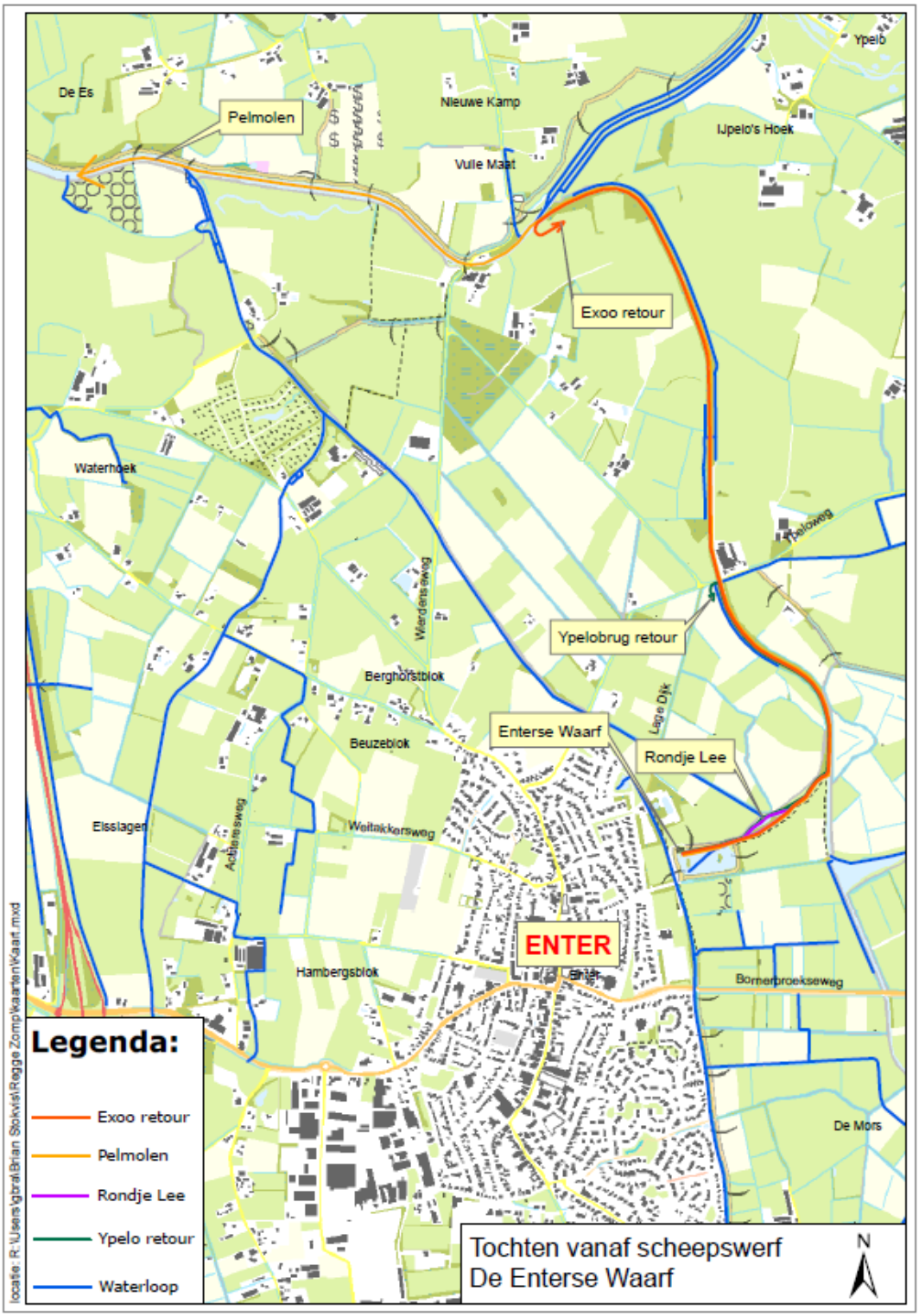
9. Literatuurverwijzingen

Barass, B. (gj). *Ship-squat*. Opgeroepen op Juni 20, 2015, van http://www.ship-squat.com/What_is_Ship_Squat.htm
Barnes jr, H. H. (1967). *Roughness characteristics of Natural Channels.*
De Graaff, B., Groot, S., & Termes, P. (2008). *Concrete uitwerking van de Reggevisie.* HKV Lijn in water.
Deltares. (2009). *Zelfregulerende krib.*
Grotenraast, G. J. (1988). *Cultuurtechnisch vademecum.* Utrecht: Cultuurtechnische Vereniging.
Landinrichting Enter, Ruilverkaveling Rijssen, & Arcadis. (2010). *Van Binnen Gait tot Zuna, Inrichtingsplan voor de Regge tussen Goor en Nijverdal.*
Regge en Dinkel, A. B.-W. (2012). *Bestuursrapport "Inrichting Boven Regge en bevaarbaarheid voor de Enterse zomp.*
Schutten, G. J. (1981). *Varen waar geen water is.* Hengelo: Broekhuis.
van Dijk, J., van Hogendorp, D., & Clevinga, J. (2011). Ontwikkeling Zelfregulerende Krib. *Geokunst*.

10. Bijlagen

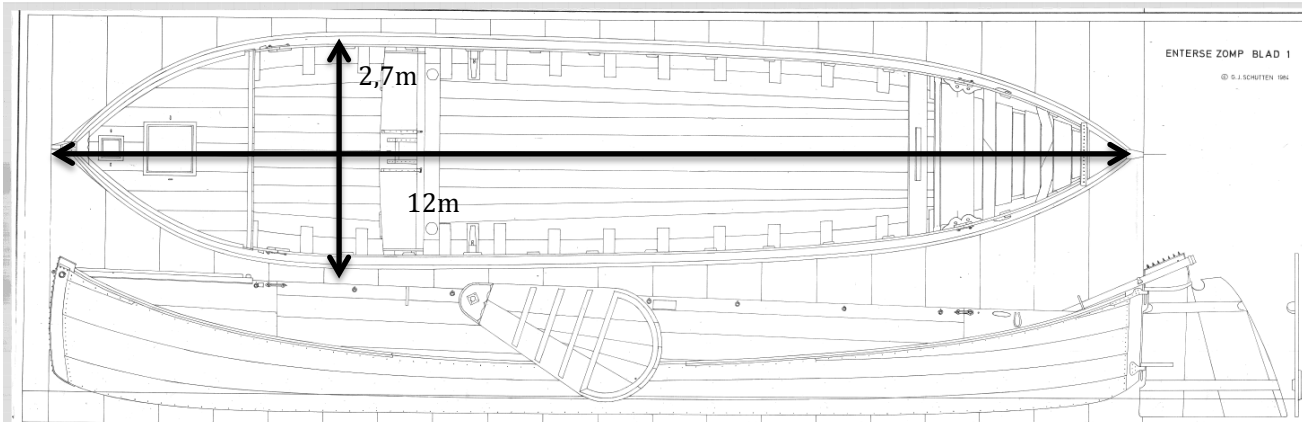
- Bijlage 1: Vaarroutes Enterse Zomp “De Vriendschap”
- Bijlage 2: Doorsnede Enterse Zomp “De Vriendschap”
- Bijlage 3: Berekening doorstroomoppervlak en natte omtrek
- Bijlage 4: Afvoergegevens op het punt Exoo vanaf 2007 tot en met 2012
- Bijlage 5: Parameterstudie
- Bijlage 6: Gevoeligheidsanalyse
- Bijlage 7: Inlaatpunten
- Bijlage 8: Alternatieve vaarroute
- Bijlage 9: Vergelijking varianten
- Bijlage 10: Aanbevelingen volgschema
- Bijlage 11: Verslag workshop
- Bijlage 12: Posters workshop

Bijlage 1: Vaarroutes Enterse Zomp “De Vriendschap”

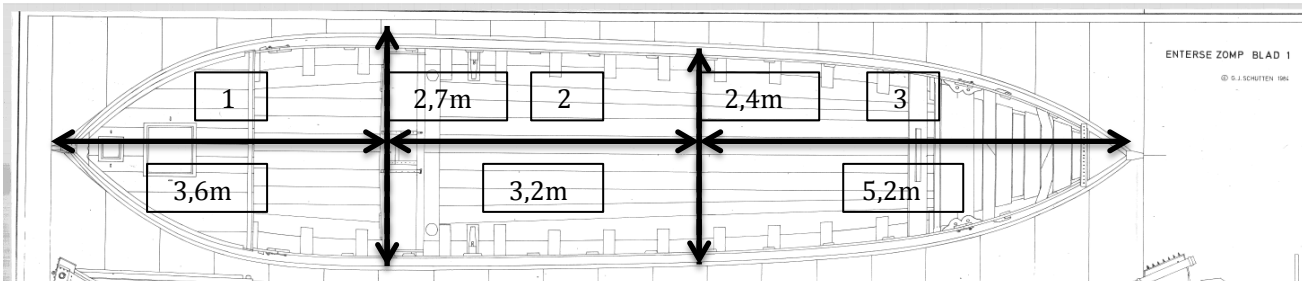


Bijlage 2: Doorsnede Enterse Zomp

Het ontwerp van de zomp is zoals reeds vermeld erop gericht om zo min mogelijk weerstand te verkrijgen. Dit heeft geleid tot een aerodynamisch verloop met rondingen. De bouwtekening van de zomp "De Vriendschap" staan in Figuur 36). De lengte van de boot bedraag 12 meter. Het breedste punt heeft een breedte van 2,7 meter. Om het oppervlakte te berekenen wordt de zomp ingedeeld in drie vlakken. Twee halve ellipsen en een trapezium ().



Figuur 36 – Bovenaanzicht + zijaanzicht Enterse Zomp "De Vriendschap"



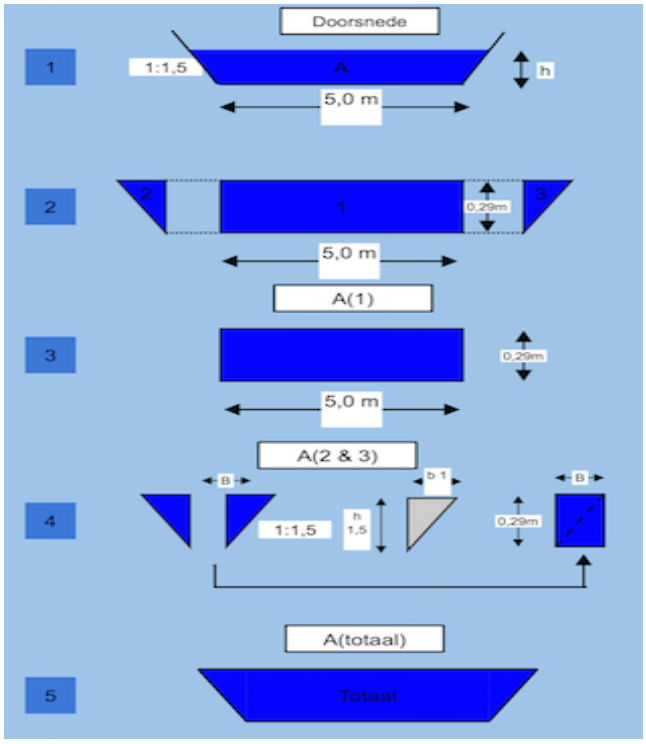
Figuur 37 - Enterse zomp opgedeeld in drie vlakken

- **Oppervlakte vlak 1(halve ellips):**
  Oppervlakte halve ellips = $\frac{(\frac{1}{2} * \text{lengte lange zijde}) * (\frac{1}{2} * \text{lengte korte zijde}) * \pi}{2}$
  Oppervlakte vlak 1 = $\frac{(\frac{1}{2} * 3{,}6m) * (\frac{1}{2} * 2{,}7m) * \pi}{2} = 3{,}8m^2$
- **Oppervlakte vlak 2(trapezium):**
  Oppervlakte trapezium = $\frac{1}{2} h * (\text{lengte lange zijde} + \text{lengte korte zijde})$
  Oppervlakte vlak 2 = $\frac{1}{2} * 3{,}2m(2{,}7m + 2{,}4m) = 8{,}2m^2$
- **Oppervlakte vlak 3(halve ellips):**
  Oppervlakte vlak 3 = $\frac{(\frac{1}{2} * 5{,}2m) * (\frac{1}{2} * 2{,}4) * \pi}{2} = 5{,}0m^2$
- **Oppervlakte Zomp**
  De totale oppervlakte van de Enterse Zomp wordt dan de drie vlakken bij elkaar opgeteld = $3{,}8m^2+8{,}2m^2+5{,}0m^2=17{,}0m^2$

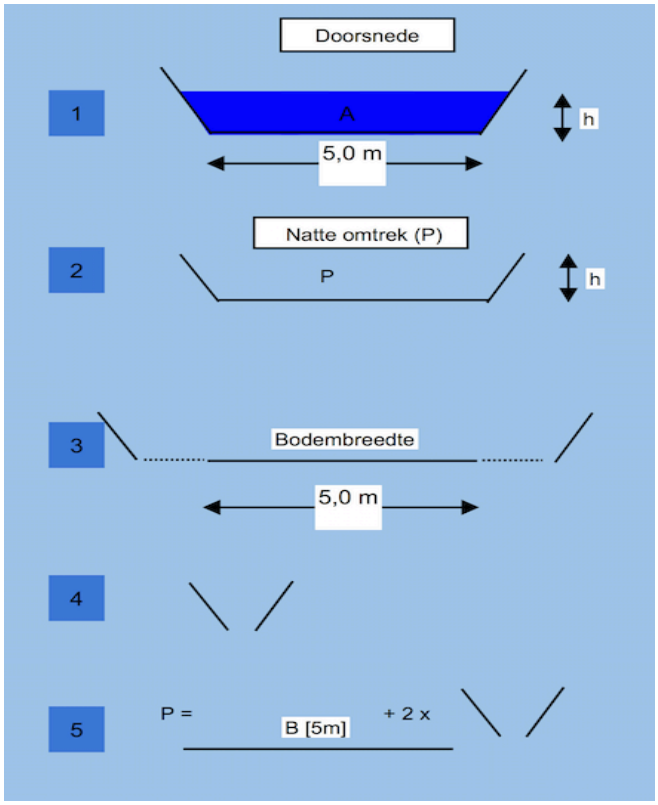
Berekening 5 - Oppervlakte zomp

Bijlage 3 – Berekening doorstroomoppervlak en natte omtrek

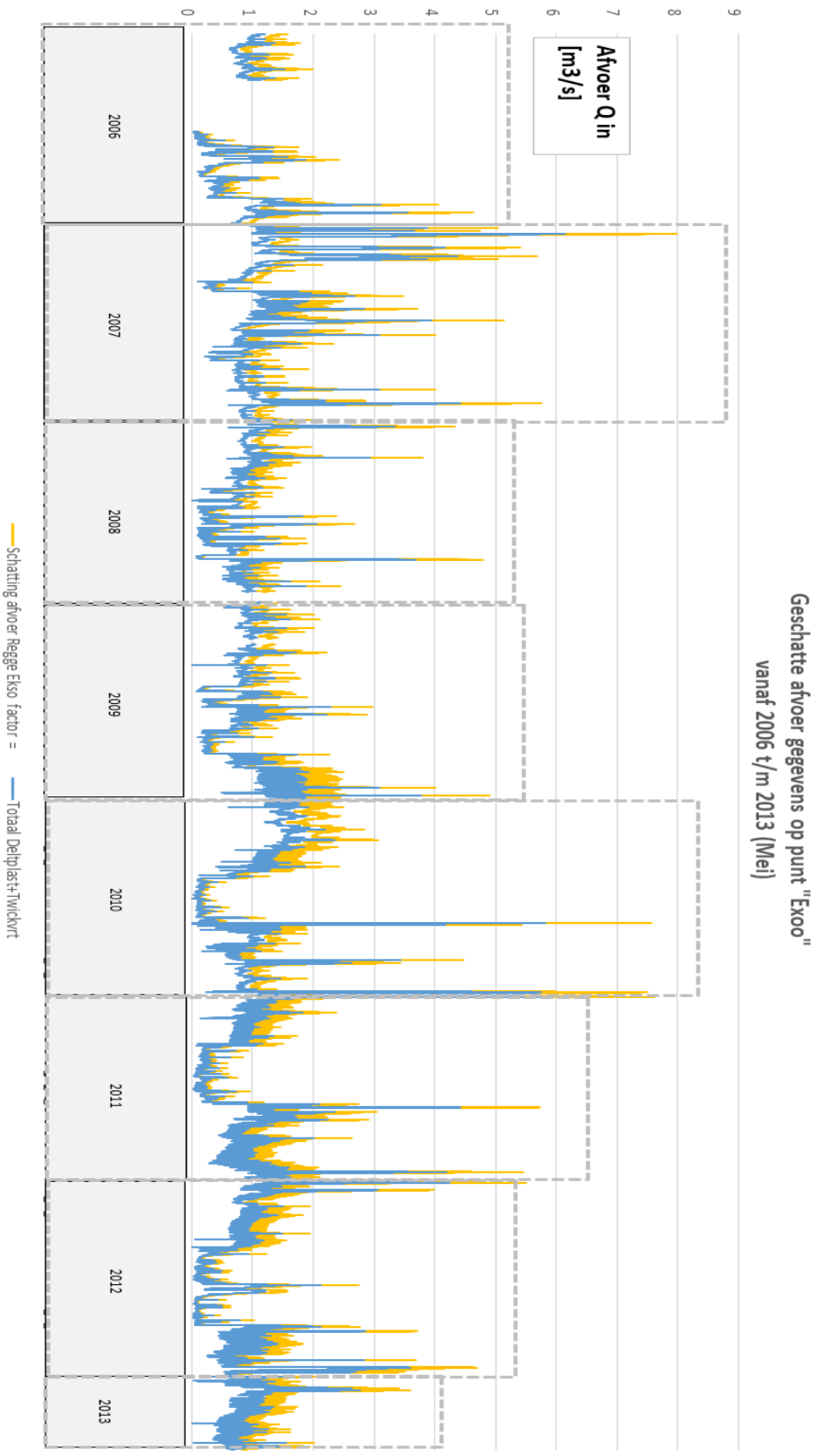
Bijlage 3a - Doorstroomoppervlak



Bijlage 3b – Natte omtrek



Bijlage 4 – Afvoergegevens op het punt Exoo vanaf 2007 tot en met 2012



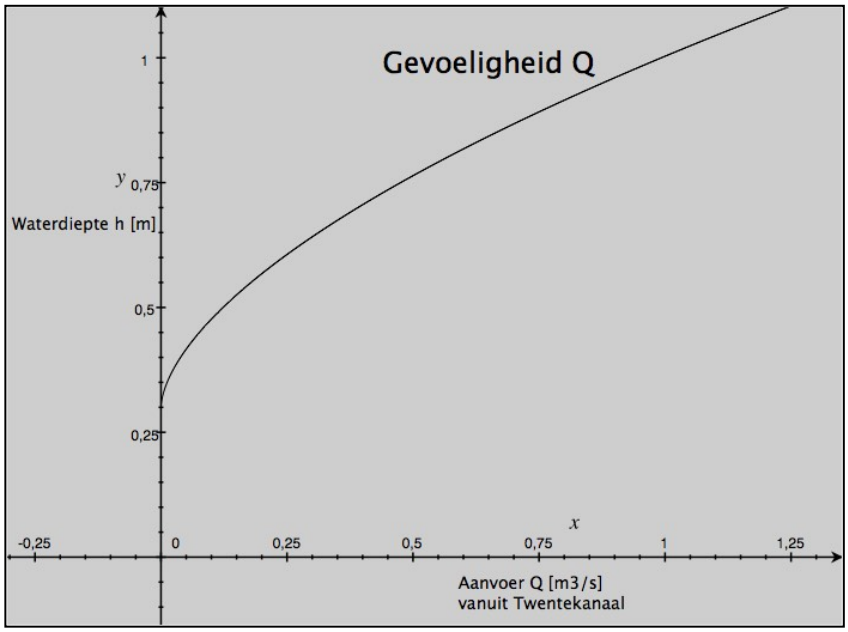
Bijlage 5 – Parameterstudie

Waterdiepte h [m] bij vierdelige gevoeligheid			Bodembreedte[m]											
			4,5				5				5,5			
			n(-)				n(-)				n(-)			
			0,033 [schoon]	0,044 [referentie]	0,05 [licht begroeid	0,067 [matig begroeid	0,033 [schoon]	0,044 [referentie]	0,05 [licht begroeid]	0,067 matig begroeid	0,033 [schoon]	0,044 [referentie]	0,05 [licht begroeid]	0,067 [matig begroeid]
S_B[verhang] = 0,00026 (1500m)	Q [m³/s]	0,5	0,55	0,65	0,70	0,84	0,51	0,61	0,66	0,79	0,48	0,57	0,62	0,74
		0,75	0,65	0,77	0,83	1,00	0,61	0,72	0,78	0,93	0,57	0,68	0,74	0,88
		1	0,74	0,88	0,95	1,14	0,69	0,83	0,89	1,07	0,65	0,78	0,84	1,01
			B[m]											
			4,5				5				5,5			
			n(-)				n(-)				n(-)			
			0,033	0,044	0,05	0,067	0,033	0,044	0,05	0,067	0,033	0,044	0,05	0,067
S_B= 0,000325 (1200m)	Q [m³/s]	0,5	0,51	0,61	0,66	0,79	0,48	0,57	0,62	0,74	0,45	0,54	0,58	0,69
		0,75	0,61	0,72	0,78	0,93	0,57	0,68	0,73	0,87	0,53	0,64	0,69	0,82
		1	0,69	0,82	0,89	1,06	0,65	0,77	0,83	1,00	0,61	0,73	0,79	0,94
			B[m]											
			4,5				5				5,5			
			n(-)				n(-)				n(-)			
			0,033	0,044	0,05	0,067	0,033	0,044	0,05	0,067	0,033	0,044	0,05	0,067
S_B= 0,000433 (900m)	Q [m³/s]	0,5	0,47	0,56	0,60	0,72	0,44	0,52	0,56	0,67	0,41	0,49	0,53	0,63
		0,75	0,55	0,66	0,71	0,85	0,52	0,62	0,67	0,80	0,49	0,58	0,63	0,75
		1	0,63	0,76	0,82	0,98	0,59	0,71	0,76	0,91	0,56	0,67	0,72	0,86

Bijlage 6 – Gevoeligheidsanalyse

Bijlage 6A Gevoeligheid Q

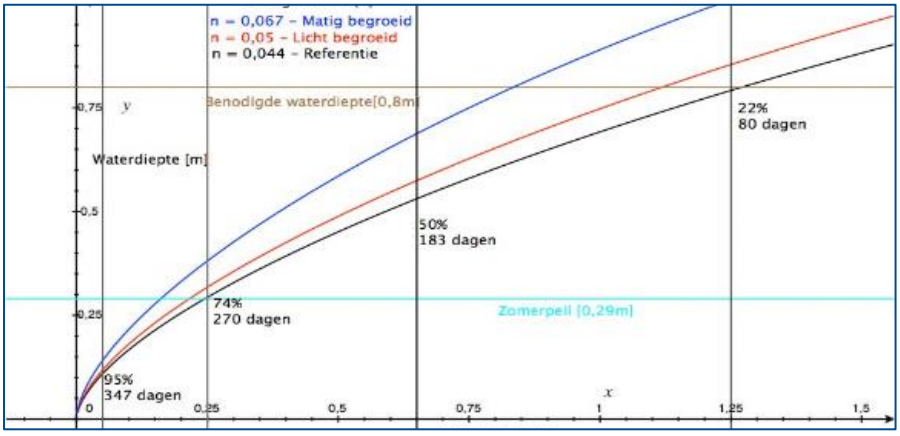
De waterinlaat vanuit het Twentekanaaal zal minimaal een half kuub (0,5m³/s) bedragen. Hiervoor zal het een toevoerkanaal moeten overbruggen. Het is dus mogelijk dat het uiteindelijke debiet wat in de Boven Regge aanbeland iets af zal wijken. Verder is het goed te weten dat het hoogstwaarschijnlijk is dat de uiteindelijke waterinlaat hoger zal komen te liggen dan een half kuub per seconde. Uit de grafiek in Figuur 38 blijkt dat de waterdiepte redelijk lineair zal stijgen met een verhoging van Q. Een waterinlaat van een kuub per seconde (1m³/s) zal in een totale waterdiepte van 1 meter resulteren.



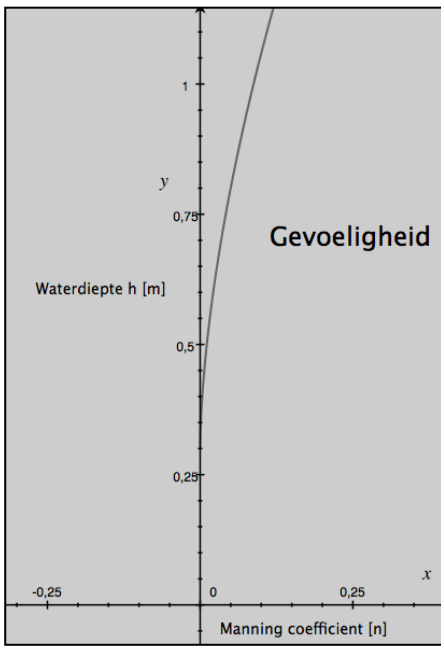
Figuur 38 - Gevoeligheid waterdiepte voor Q

Bijlage 6B - Gevoeligheid wandruwheid

Het Manning coëfficiënt is van alle variabelen het lastigst in te schatten. Deze waarde zal namelijk afhankelijk zijn van onder meer bochten, aanzandingen, obstakels en andere onregelmatigheden. In de zomer zal deze waarde bijvoorbeeld hoger liggen dan 's winters omdat er dan meer begroeiing zal zijn. Het minimum hierin is 0,033 wat voor een "schone" waterloop staat. Een Manning coëfficiënt van 0,67 staat synoniem voor een "matig begroeide" waterloop. In figuur Figuur 40 is de waterdiepte uitgezet tegen het Manning coëfficiënt. Hierin is te zien dat er een sterk verband is. In Figuur 39 zijn drie waarden voor ruwheid tegen elkaar uitgezet.



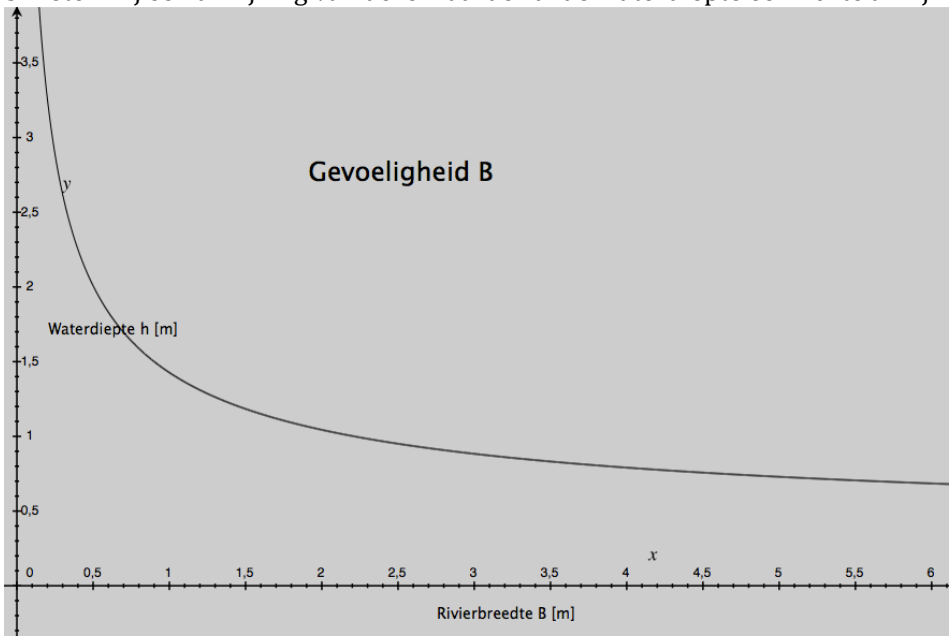
Figuur 39 - Drie verschillende Manning waarden



Figuur 40 – Gevoeligheid waterdiepte voor

Bijlage 6C - Gevoeligheid Breedte rivier

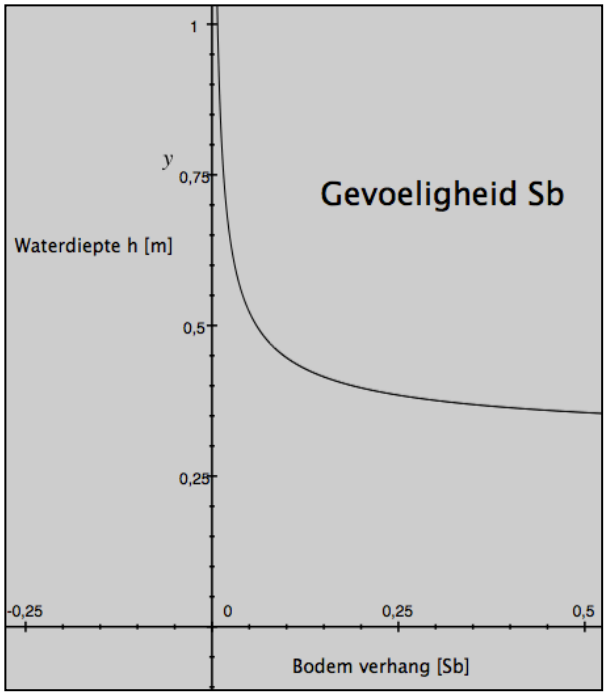
De invloed van de breedte van de rivier wordt naarmate de rivierbreedte toeneemt relatief steeds lager (Figuur 41). In het inrichtingsplan wordt uitgegaan van een bodembreedte van 5 meter. Bij een afwijking van deze waarde zal de waterdiepte een lichte afwijking kennen.



Figuur 41 - Gevoeligheid waterdiepte voor B

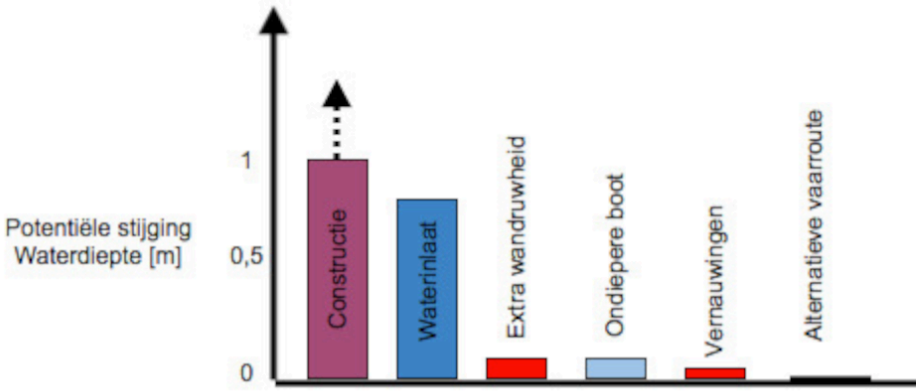
Bijlage 6D – Gevoeligheid Bodemverhang

Het bodem verhang is afhankelijk van de rivierlengte. Het verschil in NAP tussen bodemhoogte staat hierin wel vast. Het tracé van de rivier zal mogelijk nog veranderen. Bij de gevoeligheidsanalyse zal worden uitgegaan van een verschil van plus/minus 300 meter. Dit is een afwijking van 25% en er mag worden uitgegaan dat de afwijking zeker niet groter zal zijn.

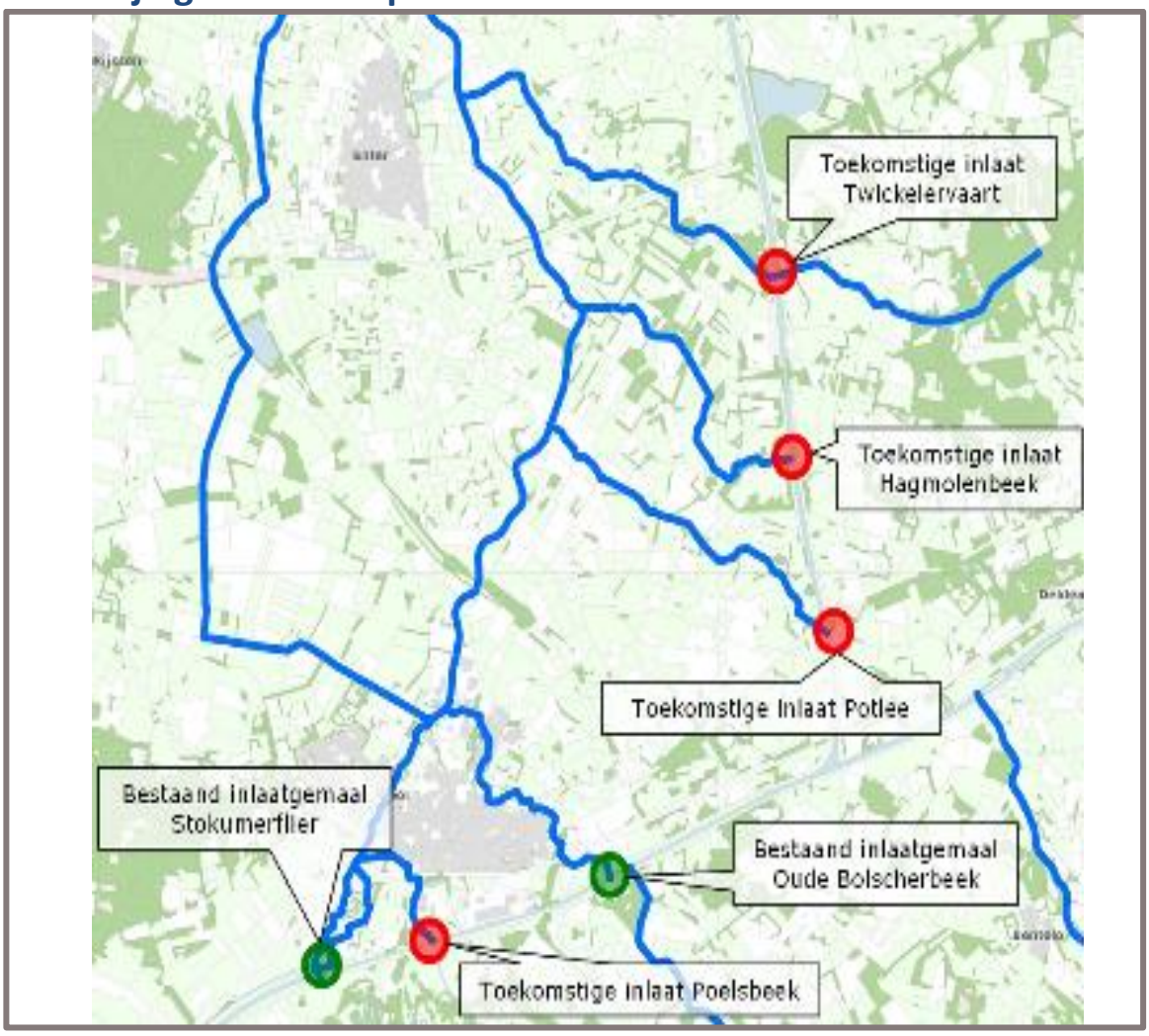


Figuur 42 - Gevoeligheid waterdiepte voor S_B

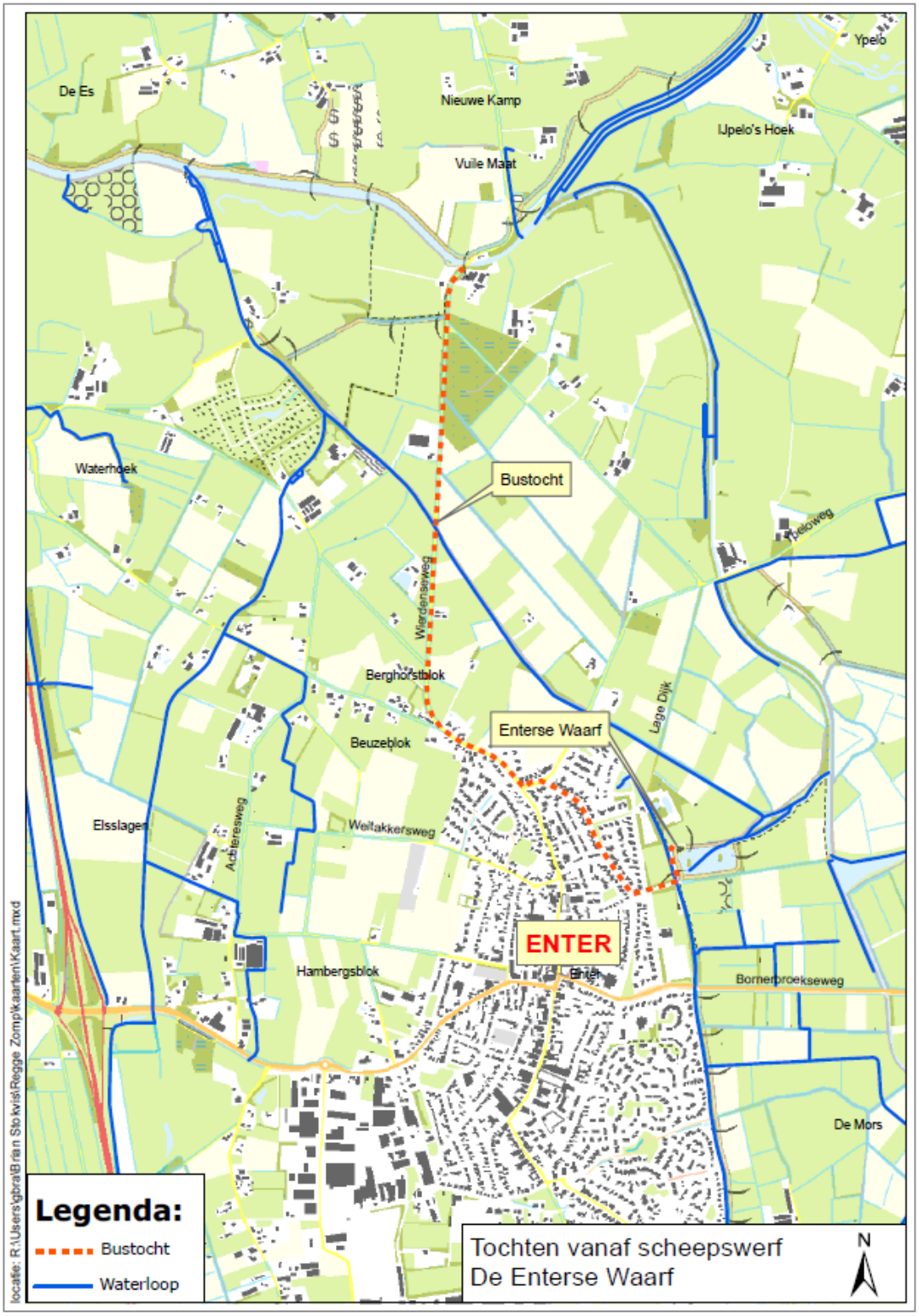
Bijlage 6E – Conclusie gevoeligheidsanalyse



Bijlage 7 – Inlaatpunten



Bijlage 8 – Vaarroute Alternatief



Bijlage 9 – Vergelijking varianten

Soort	Kostenpost	Variant 1	Variant 2	Variant 3	Variant 4
Investering (eenmalig)	Inlaatpunten	€ 500.000	€500.000	X	X
	Aanlegsteiger	X	X	X	€50.000
	Constructie – Stuw	X	X	€150.000	X
	Constructie – Sluis	X	X	€500.000	X
	Constructie - Kribben	X	€50.000	X	X
	Aanpassing zomp	X	€10.000	X	X
	Totaal investering	€500.000	€360.000	€55.000 - €150.000	€50.000
Beheer (jaarlijks)	Onderhoud inlaatpunten	€10.000	€7.500	X	X
	Onderhoud constructie	X	X	€15.000	€ 1000
	Inlaatkosten	€5.000	€5.000	X	X
	Totaal Beheer	€15.000	€12.500	€15.000	€1000

Tabel 7 - Kostenraming

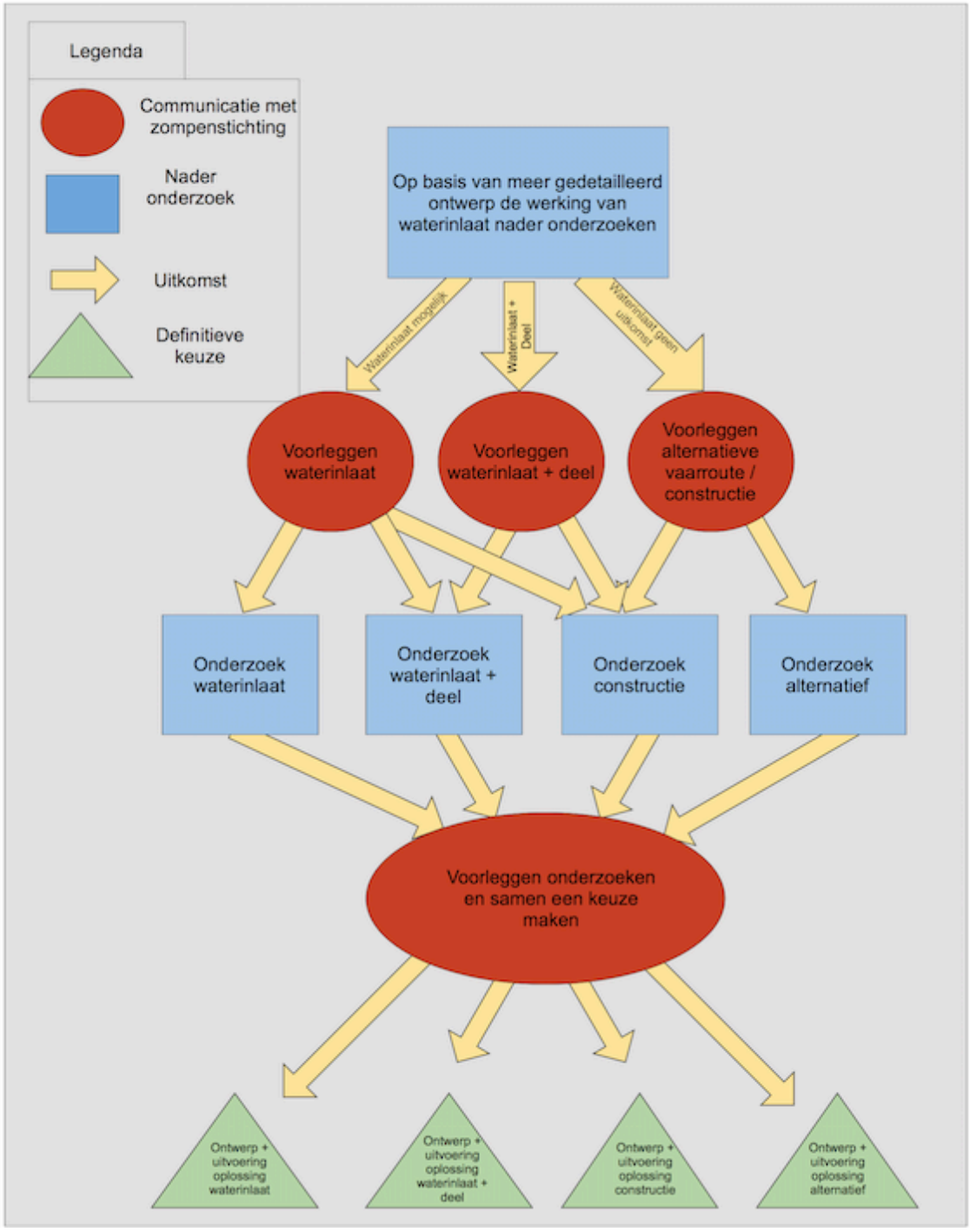
#	Vaarroute	Variant 1	Variant 2	Variant 3	Variant4
I	Rondje Lee	350 dagen >	350 dagen >	350 dagen >	80 dagen>
II	Brug Ypelo (retour)	350 dagen >	350 dagen >	350 dagen >	80 dagen>
III	Exoo (retour)	181 dagen >	181 dagen >	350 dagen >	80 dagen >
IV	Rijssen	181 dagen >	181 dagen >	350 dagen >	80 dagen >

Tabel 8 - Bevaarbaarheid varianten

#	Voordeel	Nadeel
Variant 1	• Goede doorstroming natuur mogelijk • Enkel inlaatpunten te realiseren	• Middelmatige bedrijfszekerheid
Variant 2	• Goede doorstroming natuur mogelijk • Draagt bij aan innovatieve imago	• Lage bedrijfszekerheid
Variant 3	• Optimale bedrijfszekerheid • Kan bijdragen aan beleving van toeristen	• Bij lage afvoeren mogelijk lange wachttijd • Zorgt voor stremming waterstroming • Hoge investeringskosten
Variant 4	• Goede doorstroming natuur mogelijk • Plannen worden ongewijzigd uitgevoerd • Goedkoopste oplossing	• Doet afbreuk aan toeristische trekpleister

Tabel 9 - Voor en nadelen varianten

Bijlage 10 – Aanbevelingen volg schema



Nadere uitleg stroomschema:

Bijlage 11 – Verslag workshop

Memo

Van
Brian Stokvis

Onderwerp
Verslag workshop over bevaarbaarheid van de Regge voor de Enterse Zomp

Datum
9 juni 2015

Aanwezig
Gerrit Beldman (gemeente Wierden); Marinus Waanders, Tonnie Kerkhof (Stichting Enterse Zomp); Erik Broeze, Gerdrik Bruins, Heral Hesselink, Jan van Klompenburg, Friso Koop, Jan Rikus Limbeek, John Overbeek, Marcel Wessels en Remco Wolters (waterschap Vechtstromen) en Brian Stokvis (Universiteit Twente)

Introductie
Jan van Klompenburg heet aanwezigen welkom en aanwezigen stellen zich aan elkaar voor.

Aanleiding
Jan van Klompenburg geeft een korte terugblik op de beleidsdocumenten die de aanleiding zijn geweest voor het omvormingsproces van de Regge.

- Waterbeleid voor de 21e eeuw (WB 21)
- Reggevisie in 1998
- Europese Kader Richtlijn Water (KRW) vanaf 2000.

Op grond van deze beleidsdocumenten is de Regge vanaf het jaar 2000 omgevormd tot een meer natuurlijke rivier (stroming en dynamiek) met ruimte voor waterberging.
Nu anno 2015 is circa 80% van de rivier door diverse deelprojecten omgevormd. Het deel tussen Goor-Enter-Rijssen is één van de laatste ontbrekende schakels (circa 11 km). Dat traject zal de komende jaren ingericht worden in het kader van het project “Reggedal Enter”. Dit deel van de Regge zou aanvankelijk in het kader van de landinrichting Enter uitgevoerd worden en de voorbereiding kent een lange geschiedenis. Aanvankelijk was er bij het ontwerpen van het hydraulisch profiel uitgegaan van een Regge zonder stuwen in dit gebied. Mede naar aanleiding van reacties vanuit de landbouw, de gemeente Wierden en de Regionale Stichting Enterse Zomp heeft het algemeen bestuur van het waterschap Regge en Dinkel op 21 oktober 2012 o.a. besloten dat bij de herinrichting van de Regge bij Enter in gezamenlijkheid met de Regionale Stichting Enterse Zomp een innovatieve oplossing gezocht zal worden om zowel een natuurlijke rivier aan te leggen als de bevaarbaarheid van de Regge te waarborgen, behoudens extreme omstandigheden.

De komende maanden wordt het hydraulische ontwerp van dat deel van de Regge verder uitgewerkt en uitgedetailleerd. Brian Stokvis van de Universiteit Twente is gevraagd om het bevaarbaarheidsknelpunt te kwantificeren en oplossingsrichtingen aan te dragen in het kader van zijn afstuderen aan de Bachelor opleiding. Deze workshop is onderdeel van het in beeld brengen van het knelpunt en mogelijke oplossingsrichtingen en is onderdeel van zijn eindrapportage.
Uitdrukkelijk wordt gesteld dat in het kader van deze afstudeeropdracht geen besluiten genomen worden. Dat komt later in het planproces aan de orde.

Onderzoek – Brian Stokvis
In het kader van het afstuderen van de Bachelor opleiding Civiele Techniek aan de Universiteit Twente is Brian Stokvis bezig met een onderzoek naar eerder genoemde problematiek. Eerst heeft hij zich verdiept in het gebied, de zomp en de (oorspronkelijke) plannen van het waterschap.
Uit analyse komt naar voren dat een minimale waterdiepte van 0,8m vereist is voor de maatgevende zomp "De Vriendschap". De Stichting Enterse Zomp heeft overigens plannen voor de bouw van een nieuw schip ter vervanging van het schip dat bij Rijssen ligt.
Uit de theorie is vervolgens op basis van de referentieplannen het probleem geanalyseerd en gekwantificeerd. Hieruit komt naar voren dat de vereiste waterdiepte van 0,8m gemiddeld maar 80 dagen per jaar behaald wordt met de oorspronkelijke plannen van het waterschap. Geconcludeerd kan worden dat er dus een probleem aanwezig is en een oplossing is gewenst.

Hiervoor kunnen vier oplossingsrichtingen worden voorgelegd.

1. *Extra waterinlaat*

Uit het Waterakkoord met Rijkswaterstaat komt naar voren dat er vanuit het Twentekanaal in totaal 1,2m^3/s water mag worden ingelaten op het systeem van de Boven Regge. Het is nog onduidelijk in hoeverre het uiteindelijke ontwerp deze hoeveelheid toelaat. Dat zal komende maanden duidelijk worden.
Als permanent 1,2m^3/s kan worden ingelaten zal de waterdiepte van 0,8 m permanent gehaald worden, behoudens zeer/extreem droge perioden waarbij geen water ingelaten kan/mag worden. Ook dit aspect zal komende maanden onderzocht worden door het waterschap.

2. *Waterinlaat + Deeloplossing*

Als tweede oplossingsrichting wordt een combinatie tussen waterinlaat en een deeloplossing voorgedragen. Als de inlaat vanuit het Twentekanaal tussen de 0,75m^3/s en de 1,25m^3/s zal zijn is er niet permanent genoeg vaardiepte. Door de wandruwheid van het profiel te vergroten (bijvoorbeeld meer plantengroei toestaan), enkele vernauwingen aan te brengen, en een geringere diepgang van de Zomp kan er dan toch gevaren worden.

3. *Constructie (kunstwerk)*

Als de waterinlaat minder dan 0,75m^3/s zal blijken te zijn komt het aanbrengen van een constructie in beeld. Hierin zit nog variatie in de vorm van een sluis en/of stuw. Ook zijn er vele uitvoeringen denkbaar. En een permanent opstuwende constructie doet afbraak aan een natuurlijk riviersysteem.

4. *Alternatieve vaarwijze/route voor de toerist*

Als gekozen zou worden voor een alternatieve vaarwijze/route (ander vervoermiddel) dan komt deze oplossingsrichting in beeld. Bij laag water kan er een aanlegplaats in de Midden Regge nabij Exoo worden aangelegd van waar de zomp kan varen. Vanuit de Werf zal er bijvoorbeeld een pendelbusje of ander transportmiddel rijden tussen deze aanlegplaats en de Werf. (toeristisch arrangement)

Gesprek over oplossingsrichtingen
Nadat Brian Stokvis zijn presentatie over zijn onderzoek gehouden heeft, wordt iedereen uitgenodigd om in gesprek over de oplossingsrichtingen. Aanwezigen kunnen scores toekennen aan de genoemde oplossingsrichtingen. Die scores zijn weergegeven op bijgevoegde posters. Zie bijlage 1 t/m 4.

Uit het gesprek komen onderstaande gemeenschappelijke opmerkingen en aandachtspunten naar voren.

- Er is nog niet gekeken naar de kosten.
- Het effect van waterinlaat dient nog verder te worden gekwantificeerd en gecontroleerd. Worden de juiste formules gebruikt en kloppen de

aannames? Het waterschap zal de effecten van de waterinlaat de komende maanden doorrekenen in een hydraulisch model.
- Voor de Stichting Enterse Zomp is bedrijfszekerheid erg belangrijk.
- Voor het waterschap is bediening van gebiedsfuncties en een natuurlijk functionerend watersysteem belangrijk.
- Voldoende breedte van de rivier in bochten is een belangrijk aspect om te kunnen varen.
- Kunstmatige vernauwingen (bijvoorbeeld kribben) en verruwingen worden ook als innovatief ervaren.
- Hoewel een combinatie van varen en andere transportmiddelen voor toeristen aantrekkelijk kan zijn wordt de vierde oplossingsrichting (Alternatieve vaarwijze/route) minder wenselijk ervaren.

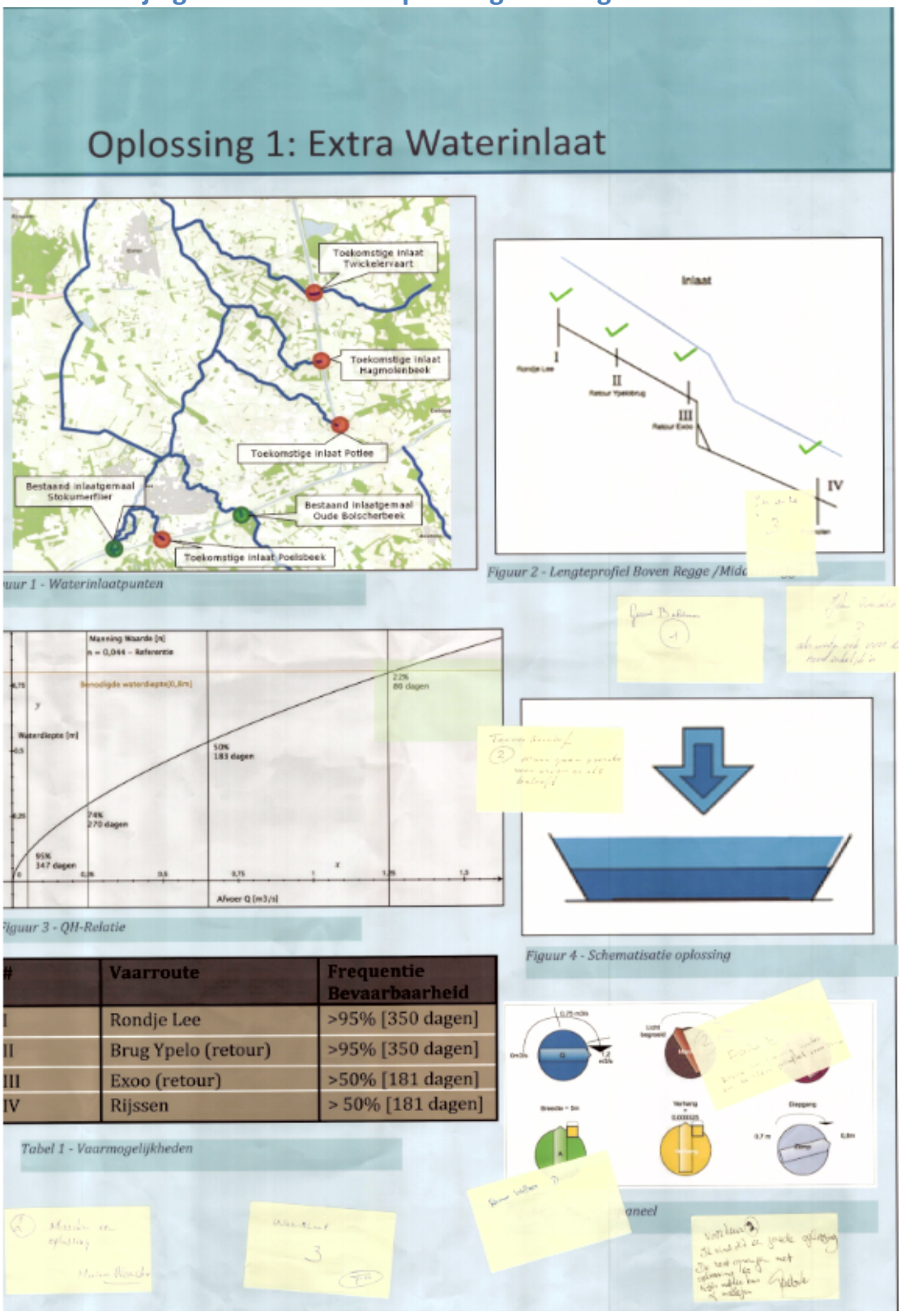
Afsluiting
Aan het eind van de workshop wordt door Jan van Klompenburg nogmaals aangegeven dat deze workshop een eerste gesprek is. We hebben nog niet gesproken over oplossingen, maar oplossingsrichtingen. Binnen de oplossingsrichtingen is nog veel mogelijk en zal er nog veel uitgewerkt moeten worden. Deze sessie heeft voornamelijk tot doel om kennis te vergaren en met name om kennis met elkaar te delen.

Vervolgafspraken:
Gerdrik Bruins en Jan van Klompenburg maken op korte termijn een afspraak met de Stichting Enterse Zomp over de plannen voor de bouw van een nieuw schip (wellicht mogelijkheden om vaardiepte wat te verminderen).
Medio september een vervolgafspraak over een verdere uitwerking van de oplossingsrichtingen en mogelijkheden (het hydraulisch ontwerp is dan wat verder uitgewerkt).

Tot slot dankt Jan van Klompenburg aanwezigen voor hun positieve inbreng en heeft waarderende woorden voor hetgeen Brian Stokvis bijgedragen heeft.

Bijlage 12 – Posters workshop

Bijlage 12 A – Poster Oplossingsrichting 1



uur 1 - Waterinlaatpunten

Figuur 2 - Lengteprofiel Boven Regge /Midd

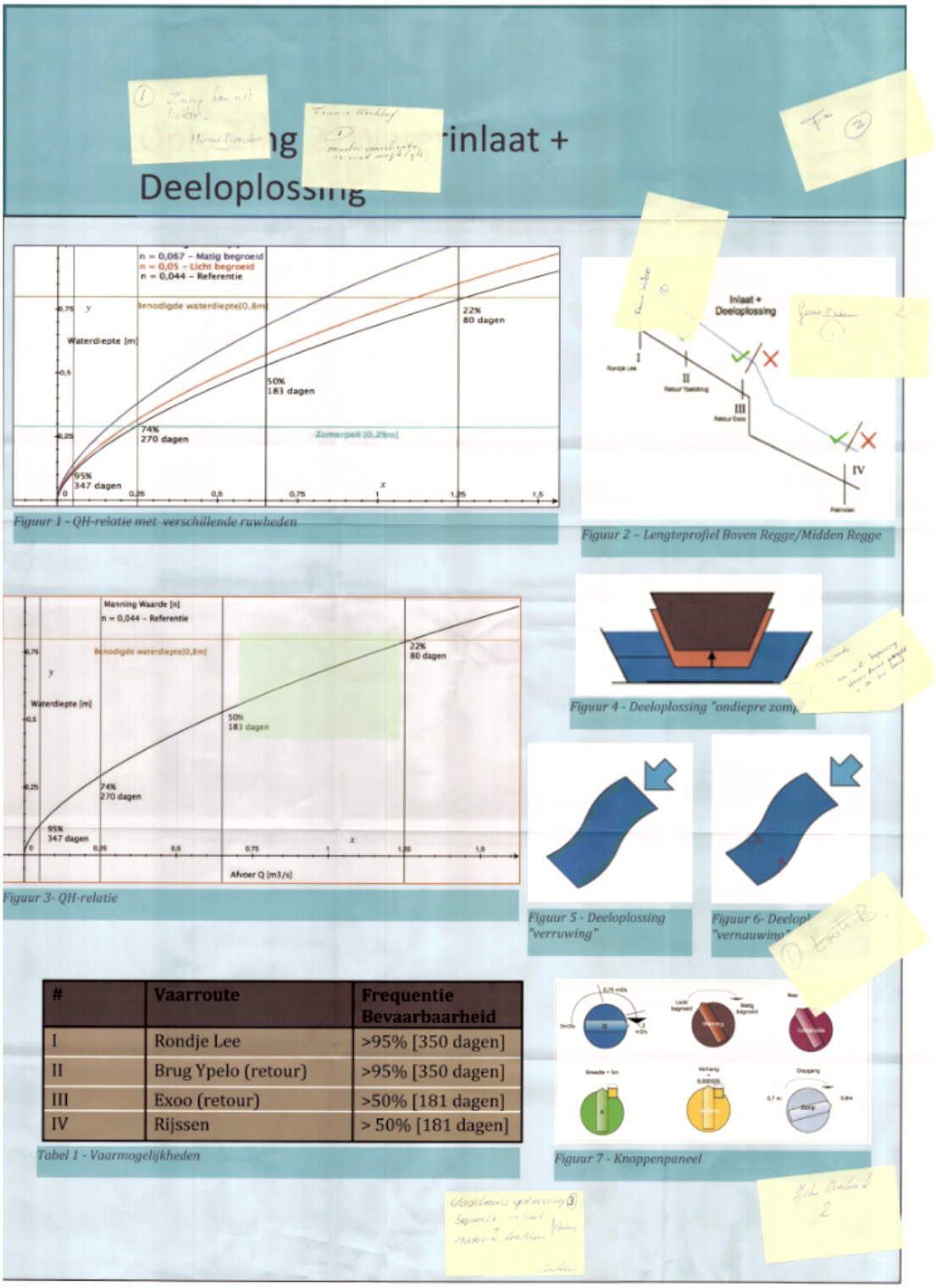
Figuur 3 - QH-Relatie

Figuur 4 - Schematisatie oplossing

#	Vaarroute	Frequentie Bevaarbaarheid
I	Rondje Lee	>95% [350 dagen]
II	Brug Ypelo (retour)	>95% [350 dagen]
III	Exoo (retour)	>50% [181 dagen]
IV	Rijssen	> 50% [181 dagen]

Tabel 1 - Vaarmogelijkheden

Bijlage 12 B – Poster Oplossingsrichting 2



Figuur 1 - QH-relatie met verschillende ruwheden

Figuur 2 – Lengteprofiel Boven Regge/Midden Regge

Figuur 3- QH-relatie

Figuur 4 - Deeloplossing "ondiepre zomp

Figuur 5 - Deeloplossing "verruwing"

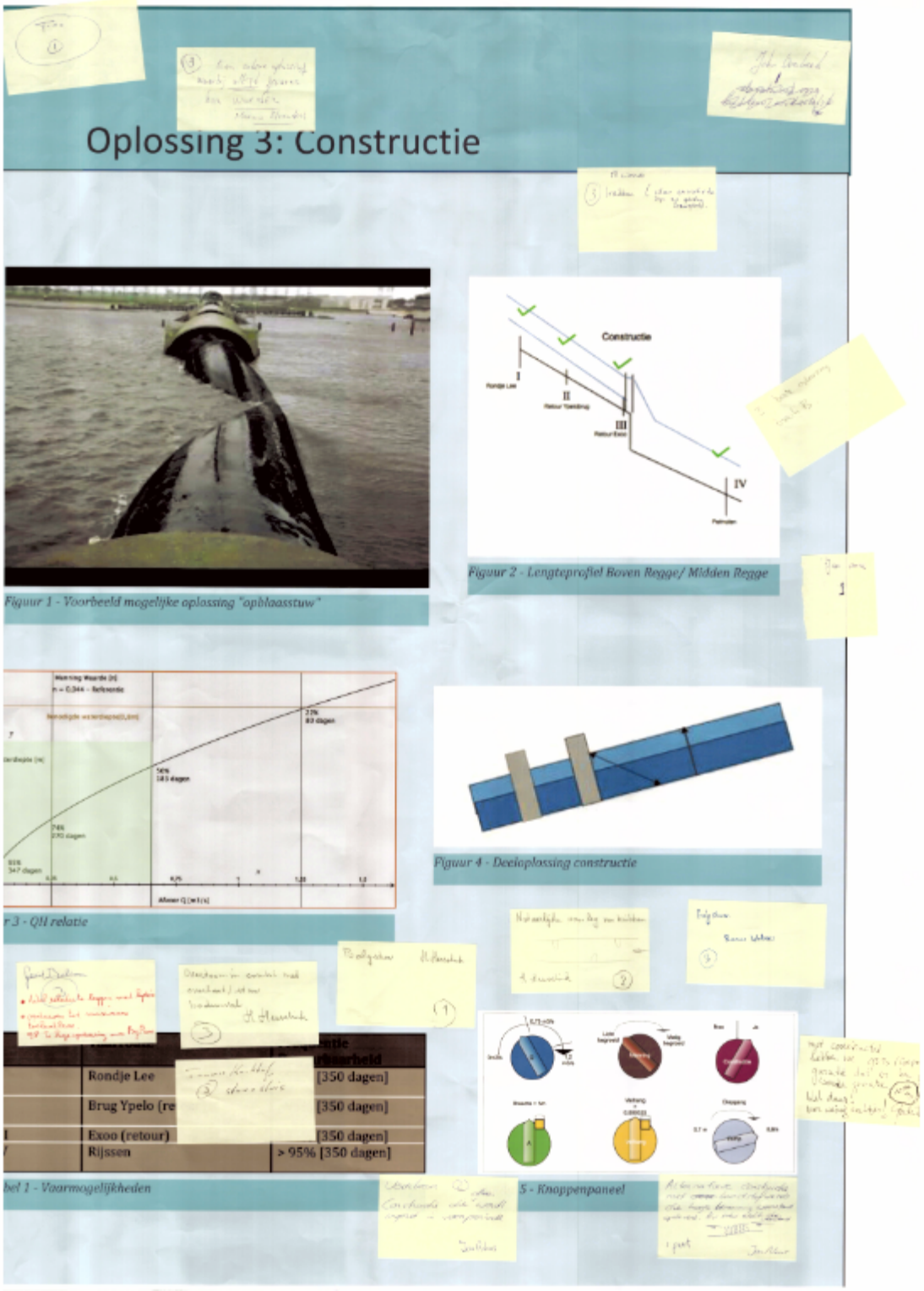
Figuur 6- Deeloplossing "vernauwing"

#	Vaarroute	Frequentie Bevaarbaarheid
I	Rondje Lee	>95% [350 dagen]
II	Brug Ypelo (retour)	>95% [350 dagen]
III	Exoo (retour)	>50% [181 dagen]
IV	Rijssen	> 50% [181 dagen]

Tabel 1 - Vaarmogelijkheden

Figuur 7 - Knoppenpaneel

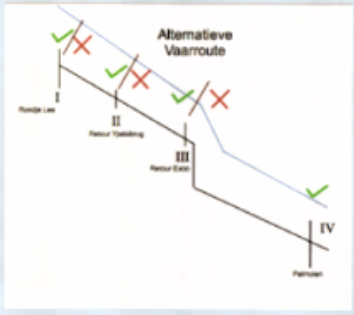
Bijlage 12 C – Poster Oplossingsrichting 3



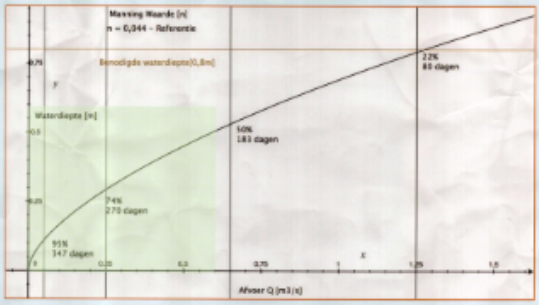
Bijlage 12 D – Poster Oplossingsrichting 4

Oplossing 4: Alternatieve vaarroute

Figuur 1 - Deel met de bus/spoor



Figuur 2 - Lengteprofiel Boven Regge / Midden Regge

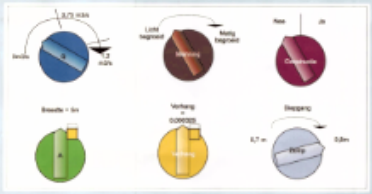


Figuur 3 - QH-relatie

Figuur 4 - Deeloplossing "alternatieve vaarroute"

#	Vaarroute	Frequentie Bevaarbaarheid
I	Rondje Lee	>22% [80 dagen]
II	Brug Ypelo (retour)	>22% [80 dagen]
III	Exoo (retour)	>22% [80 dagen]
IV	Rijssen	> 22% [80 dagen]

Tabel 1 - Vaarmogelijkheden



Figuur 5- Knoppenpaneel