



Stromingsweerstand vegetatie in uiterwaarden

Deel 1 Handboek versie 1-2003

RIZA rapport 2003.028
ISBN 9036956420

Auteurs: E.H. van Velzen
P. Jesse
P. Cornelissen
H. Coops

RIZA
Arnhem, november 2003

Inhoudsopgave

.....

Inhoudsopgave	1
Voorwoord	3
1 Inleiding	5
1.1 Algemeen	5
1.2 Leeswijzer	6
1.3 Gebruik van het handboek	6
1.4 Ontwerp	7
1.5 Kartering	8
1.6 Omzetting van andere karteringen naar structuurtypen	9
2 Overzicht van de onderscheiden structuurtypen	11
2.1 Inleiding	11
2.2 Indeling	12
2.3 Beheer	13
2.4 Stromingsweerstand	14
2.5 Structuurtypen en ecotopen	17
3 Formulering voor stromingsweerstand	21
3.1 Toelichting	21
3.2 Formulering stromingsweerstand homogeen vegetatietype	21
3.2.1 Algemeen	21
3.2.2 Formuleringen	22
3.3 Combinatie van meerdere structuurtypen	25
3.3.1 Algemeen	25
3.3.2 Formulering combinaties van verschillende structuurtypen	25
Bijlagen weerstandsbeschrijving per vegetatietype	27
figuren	
Figuur 1 Voorbeeld van een vegetatiestructuurkaart (Blauwe kamer gebaseerd op de ecotopenkartering 1997	8
Figuur 2 Schets van de hoofdingeling op basis van de hoogte van verschillende vegetaties	12
Figuur 3 Schets van de structuur van verschillende graslanden	12
Figuur 4 Samenhang van de verschillende type in relatie tot vochtgehalte en beheerintensiteit	14
Figuur 5 Indicatie van de ruwheid van verschillende typen	17
Figuur 6 Definitieschets door- en overstroomde vegetatie	22
tabellen	
Tabel 1 Indeling van de onderscheiden structuurtypen	13
Tabel 2 Structuurtypen en kenmerken stromingsweerstand	15
Tabel 3 Ecotopen met kruidachtige vegetatie	18
Tabel 4 Ecotopen met houtige vegetatie	19
Tabel 5 Overige ecotopen	20

Voorwoord

In opdracht van Rijkswaterstaat Directie Oost Nederland is door het RIZA (Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling) dit handboek "Stromingsweerstand van vegetatie in uiterwaarden" samengesteld.

Bij de totstandkoming is in een aantal burostudies samengewerkt met WL/Delft Hydraulics.

Het rapport "Stromingsweerstand vegetatie in uiterwaarden" bestaat uit twee delen. Het eerste onderhavige deel, het handboek, beschrijft kernachtig de stromingsweerstand van een aantal onderscheiden vegetatie structuurtypen. Het tweede deel geeft een onderbouwing van de formuleringen van de stromingsweerstand, de structuureigenschappen van de vegetatie en de parameters die in de weerstandformuleringen zijn gebruikt.

Het handboek richt zich voornamelijk op twee typen gebruikers:

1. Ontwerpers van de inrichting van uiterwaarden

Om gevoel te krijgen voor de waterstands-effecten van bepaalde inrichtingsmaatregelen en om gestructureerd om te gaan met de verschillende vegetatiestructuurtypen, op een manier waarbij zowel de ontwerper als de toetsende instantie dezelfde "taal" gaan spreken en dezelfde uitgangspunten hanteren

2. Hydraulici die de effecten van de plannen op de waterstanden en stroomsnelheden willen berekenen/toetsen

Om de structuurtypen, die in inrichtingsplannen zijn opgenomen, of de vegetatie die in de uiterwaarden aanwezig is, te vertalen naar de juiste stromingsweerstand en het op uniforme manier gebruiken van de ruwheidsformuleringen.

In 2002 is het handboek in concept versie uitgebracht als RIZA werkdocument. Dit concept is, op inhoud, extern gereviewd. Verder is het werkdocument aan verschillende gebruikersgroepen aangeboden. Het commentaar van deze gebruikers en de resultaten van de review zijn verwerkt in deze definitieve versie van het handboek. Maar hoe definitief is definitief? Ontwikkelingen in de techniek, vernieuwing van het waterbeheer en de alledaagse praktijk kunnen leiden tot aanpassing. Het handboek is zo opgezet dat veranderingen eenvoudig zijn in te passen.

Namens de opdrachtgever is het project begeleid door ir. K. van Dixhoorn. RIZA projectleider was ir. E.H. van Velzen. De redactie lag in handen van ir. E.H. van Velzen en ing. P. Jesse. Verder zijn belangrijke bijdragen aan het handboek geleverd door Ing. P. Cornelissen
Dr. H. Coops

1 Inleiding

1.1 Algemeen

De afgelopen decennia is het gebruik van de uiterwaarden van de Nederlandse Rijntakken gewijzigd. Het areaal agrarisch beheerd gebied is afgenomen ten gunste van natuurgebied. Deze ontwikkeling zal zich de komende tijd doorzetten. Voor verschillende uiterwaarden zijn herinrichtingsplannen in voorbereiding of in uitvoering. Dit voor het creëren van ruimte voor de rivier, delfstoffenwinning in combinatie met het realiseren van de ecologische hoofdstructuur. Ontwikkelingen die een grote invloed hebben op het beheer van de rivier in relatie met een duurzame bescherming tegen hoogwater. Immers de waterstand tijdens een hoogwater op de rivier is mede afhankelijk van de stromingsweerstand van de in de uiterwaarden aanwezige vegetatie.

Het berekenen van de stromingsweerstand van vegetatie is nogal complex. Ten eerste is de fysica complex en maakt het moeilijk om de stromingsweerstand te vertalen in een wiskundige formulering voor modelberekeningen. Ten tweede is er een grote diversiteit aan vegetatietypen en –structuren, die zich lastig laat uniformeren tot standaardwaarden.

Om deze reden zijn er verschillende manieren in omloop om de stromingsweerstand van vegetatie te bepalen die niet altijd toegesneden zijn op de Nederlandse situatie. Daarnaast komen uit onderzoek nieuwe inzichten naar voren, die nieuwe berekeningsmethoden doen ontstaan of aanpassing van bestaande methoden vragen.

In de bescherming tegen hoogwater spelen hydraulische modelberekeningen een grote rol. Zo wordt om de 5 jaar de waterstand bepaald waarmee wordt getoetst of de bandijken voldoende veiligheid tegen overstroming bieden. Voor het toestaan van een nieuwe inrichting van een uiterwaard of van een natuurgericht beheer is een vergunning vereist op grond van de Wet Beheer Rijkswaterstaatswerken. Aan de beoordeling van deze veranderingen van de uiterwaard liggen modelberekeningen naar de hydraulische effecten ten grondslag. De uitkomsten van de berekeningen zijn dus van cruciaal belang voor het toestaan of afkeuren van ontwikkelingen in het riviersysteem. Voor een objectieve en reproduceerbare rivierkundige beoordeling is een eenduidige bepaling van de stromingsweerstand van vegetatie van groot belang. Rijkswaterstaat heeft behoefte aan een goede, eenduidige en onderbouwde methode om de stromingsweerstand van vegetatie in de uiterwaarden te bepalen.

Om deze reden heeft de dir. Oost-Nederland het RIZA verzocht om de in gebruik zijnde methode te evalueren en zonodig te verbeteren. Hiertoe zijn laboratorium experimenten uitgevoerd, studies uitgevoerd, vegetatiebeschrijvingen gemaakt en veldstudies in de uiterwaarden gedaan. Tevens is de internationale literatuur bestudeerd. De eerste voorlopige resultaten zijn voor commentaar verspreid onder potentiële

gebruikers. Dit heeft geleid tot het voorliggende handboek “Stromingsweerstand vegetatie in uiterwaarden”.

Het handboek beschrijft ruim 30 **vegetatiestructuurtypen**. Een vegetatiestructuurtype vertegenwoordigt een (vegetatie)soortensamenstelling met een specifieke vegetatiestructuur en hydraulische kenmerken (eigenschappen). Een vegetatiestructuurtype wordt mede bepaald door het gevoerde beheer. Een structuurtype is aan een oppervlak toe te kennen. De vegetatiekenmerken van een structuurtype leiden tot een aantal parameters waarmee de stromingsweerstand kan worden bepaald. De stromingsweerstand wordt uitgedrukt in een Chézy- en een Nikuradse k-waarde. In het handboek is ook de stromingsweerstand van waterbodems (stromende nevengeulen, plassen, strangen e.d.) opgenomen.

Het rapport “stromingsweerstand vegetatie in uiterwaarden” bestaat uit 2 delen. Met deel 1, het handboek, kan, afhankelijk van het schaalniveau, voor nagenoeg elk gebied in de uiterwaard de stromingsweerstand worden bepaald.

In het achtergronddocument (deel 2) worden gemaakte keuzes nader beschreven en de resultaten van uitgevoerde deelstudies samengevat. Hierin is ook de geraadpleegde literatuur opgenomen.

1.2 Leeswijzer

Naast de inleiding bestaat het handboek uit twee verklarende hoofdstukken en een groot aantal bijlagen waarin per vegetatiestructuurtype de stromingsweerstand wordt gegeven. In hoofdstuk 2 wordt de keuze van de structuurtypen verklaard en in hoofdstuk 3 zijn de in het handboek gehanteerde wiskundige formuleringsvoor de bepaling van de stromingsweerstand gegeven. De bijlagen bestaan uit een beschrijving van 30 afzonderlijke vegetatiestructuurtypen. Voor elk structuurtype wordt de soortensamenstelling, de (weerstand)structurele eigenschappen, beheerkenmerken en de stromingsweerstand gegeven.

De stromingsweerstand is voor alle structuurtypen (met uitzondering van waterbodems en akkers) afhankelijk van de waterdiepte. Ter informatie is in de bijlagen bij praktisch ieder structuurtype de stromingsweerstand in termen van Chézy- en Nikuradse k-waarde in grafiekvorm gepresenteerd.

Hoe het handboek is te gebruiken wordt in par. 1.3 toegelicht, waarbij wordt ingegaan op enkele bijzonderheden.

1.3 Gebruik van het handboek

Als voorbereiding op het uitvoeren van een hydraulische berekening naar de effecten op waterstand en stroomsnelheden zal het ontwerp van een inrichtingsplan of een kartering van aanwezige vegetatie worden “vertaald” naar de structuurtypen die in het handboek zijn onderscheiden. Het handboek geeft hiervoor voldoende mogelijkheden wat betreft de meest voorkomende vegetaties in de uiterwaarden. Een praktijkproef van de kartering van 4 natuurgebieden (Buro Bakker “Structuur kartering van vier uiterwaarden”; 2002) heeft dit bevestigd.

Met de, voor ieder structuurtype, gegeven (weerstand) structuurparameters kan de stromingsweerstand worden berekend.

Voor veel structuurtypen kunnen de (gemiddelde) waarden uit het handboek worden toegepast en kan mbv de grafieken direct al een beeld van de stromingsweerstand in een Chézy- en of een Nikuradse k-waarde worden verkregen. Voor een enkel structuurtype zal een parameter, zoals bijv. de hoogte van een heg, zelf moeten worden aangegeven en de stromingsweerstand met behulp van de formulerings in hoofdstuk 3 moeten worden berekend.

Als voor de hydraulische berekeningen het programma WAQUA wordt toegepast, dan zal de feitelijke berekening van de stromingsweerstand door WAQUA worden uitgevoerd. Er kan worden volstaan met het opgeven van de structuurparameters.

Er is naar gestreefd om alle bekende in de uiterwaarden van de Rijn voorkomende natuurlijke en aangeplante vegetaties in het handboek op te nemen. Toch is het mogelijk dat aan een bepaald oppervlak geen structuurtype is toe te kennen. Dit kan liggen aan de unieke vegetatie of aan de mate van detail (schaal) waarin een ontwerp of een kartering is gemaakt.

Het handboek biedt de mogelijkheid om nieuwe structuurtypen samen te stellen als een combinatie van de beschikbare typen. De bepaling van de stromingsweerstand geschiedt dan met de combinatieformulering (par 3.3). Hierbij dient een kanttekening te worden geplaatst dat dit in overeenstemming met de uitgangspunten van de berekeningsmethodiek van het handboek wordt gedaan.

Het handboek is gemaakt voor en gericht op een toepassing in het rivierbeheer door RWS. Het schaalniveau is 1:5000 zoals gebruikelijk is voor WBR-vergunningen van inrichtingsprojecten.

Het schaalniveau bepaalt de minimale afmetingen van de vlakgebonden vegetatiestructuren, het gevolg hiervan is dat er in een uiterwaard ook vegetatiestructuren aanwezig kunnen zijn, die niet rechtstreeks aan een oppervlak toegekend kunnen worden. Het gaat hier om smalle lijnvormige structuren (bomenlanen, heggen) en individuele structuren (puntelementen) zoals verspreid voorkomende bomen. De methode om deze additionele stromingsweerstand, boven op de stromingsweerstand van de vlakgebonden (weerstand)vegetatietype, te berekenen is in de volgende bijlagen gegeven:

bijlage Heggen

bijlage Laanbeplanting

bijlage Verspreid voorkomende bomen

1.4 Ontwerp

Het ontwerpproces zal meestal in een aantal stappen verlopen waarin gewerkt wordt van grof naar fijn. Uiteindelijk zal het uitmonden in een definitief ontwerp op een schaalniveau 1:5000. De in het handboek onderscheiden structuurtypen kunnen in principe voor alle schaalniveau's worden gebruikt.

Hierbij moet bedacht moet worden, dat hoe grover er wordt gewerkt (kleiner schaalniveau) hoe minder de variatie in de stroming tot uiting komt in de berekende waterstanden. Een uitwerking van een globaal plan kan hierdoor leiden tot afwijkende waterstandseffecten; ook als de totale omvang (oppervlakteaandelen) van alle structuurtypen gelijk blijft.

In een ontwerp op schaal 1:5000 is het vanzelfsprekend niet mogelijk spontane opslag van vegetatie, bijv. wilgen, ruimtelijk precies weer te

geven. In dat geval wordt gewerkt met combinaties van structuurtypen. Zo komt in veel ruigten opslag van struweel voor in kleine oppervlakken. In het ontwerp kan daar rekening mee gehouden worden door de betreffende ruigte te combineren met struweel. In de bijlagen zijn voor de hieronder genoemde ruigte-structuurtypen weerstandsgrafieken gepresenteerd waarin ook rekening is gehouden met een bepaald percentage struweelopslag.

Structuurtype	Opslag
Verruigd grasland	0-5-10% doornstruweel
Droge ruigte	0-5-10% doornstruweel
Harig wilgenroosje ruigte	0-5-10% zachthoutstruweel
Rietruigte	0-5-10% zachthoutstruweel
Natte ruigte	0-5-10% zachthoutstruweel

Hierbij is als uitgangspunt gehanteerd dat het percentage doorn- of zachthoutstruweel random verdeeld is in het gebied met de ruigte. Het percentage struweel kan daarom niet al te groot worden. De grens hangt af van het schaalniveau en de grootte van het gebied.

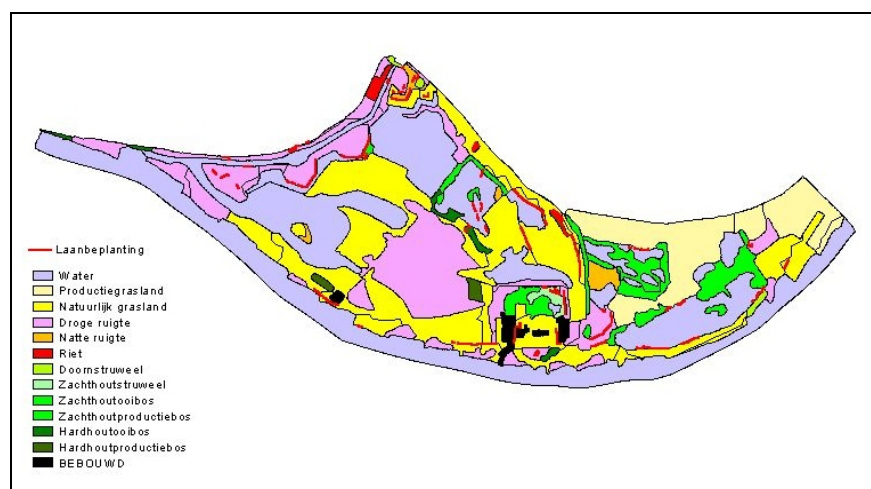
1.5 Kartering

Door het regelmatig karteren van de vegetatie in de uiterwaarden kan met behulp van de in het handboek aangereikte methoden worden gesignaleerd of de vegetatieontwikkeling zich in een gewenste richting voltrekt.

Zoals eerder al aangegeven kan het voorkomen, dat het niet mogelijk is om een specifiek structuurtype toe te kennen aan een, op basis van vegetatiekenmerken, geselecteerd oppervlak van de uiterwaard. Daar zijn twee oorzaken voor aan te geven:

- er zijn vegetatiestructuren aanwezig die kleiner zijn dan de kleinste te karteren eenheid maar wel een belangrijke rol spelen in de stromingsweerstand.
- de in het veld waargenomen vegetatie is alleen met een complex van structuurtypen te beschrijven.

Figuur 1 Voorbeeld van een vegetatiestructuurkaart (Blauwe kamer gebaseerd op de ecotopenkartering 1997



kleinst te karteren eenheid

Afhankelijk van de schaal die gekozen is bij de monitoring geldt een bepaalde kleinste te karteren eenheid. Gebiedjes kleiner dan deze eenheid kunnen niet meer in de kaart worden ingetekend. Er moet dan een keus

worden gemaakt of die kleine gebiedjes wel of niet meegenomen dienen te worden. Kleine oppervlakken opgaande houtige vegetatie kunnen al grote invloed hebben op de stromingsweerstand. In dat geval is het nodig om de houtige opslag uit te drukken in een percentage van het oppervlak van het beschouwde gebied (vergelijkbaar met situatie bij een ontwerp).

Naast opslag houtige vegetaties leert de eraring dat in het veld complexen van verschillende kruidachtige typen kunnen worden aangetroffen. Het kan lastig zijn om aan dergelijke gebieden in de uiterwaard één structuurtype toe te kennen. In dat geval beschrijft men de vegetatie met een complex (combinatie) van structuurtypen en wordt een inschatting gemaakt van het aandeel van ieder type.

1.6 Omzetting van andere karteringen naar structuurtypen

Ingeval een inrichting is beschreven in termen van ecotopen is in het handboek een vertaaltabel opgenomen waarin de ecotopen van het rivierecotopenstelsel (Rijntakken-oost en Maas) vertaald kunnen worden naar de in het handboek onderscheiden structuurtypen (paragraaf 2.5). Opgemerkt wordt, dat in sommige gevallen het ecotoop meerdere vegetatiestructuurtypen kan omvatten. In dat geval is een representatief type aangegeven

In andere gevallen waarbij niet direct is gekarteerd op de structuurtypen uit het handboek, maar waar specifieke vegetatietypen zijn gekarteerd, kunnen deze vegetatietypen worden vertaald naar de structuurtypen aan de hand van de in het handboek gegeven beschrijving van soortensamenstelling, beheer en structuur.

2 Overzicht van de onderscheiden structuurtypen

2.1 Inleiding

Wanneer wordt gekeken naar de verschillende begroeiingsvormen in de Nederlandse uiterwaarden dan valt meteen op dat onderscheid kan worden gemaakt in aangeplante (cultuurgebieden) en spontane (natuurlijke) vegetaties. In de huidige situatie omvat het aandeel cultuurgebieden (vooral productiegraslanden) meer dan de helft van het winterbed. Er wordt echter steeds meer aandacht gevraagd voor de ontwikkeling van natuurlijke 'spontane' vegetaties. Dit zullen over het algemeen hogere en daarmee hydraulisch ruwere vegetaties betreffen dan het huidige agrarische land. Ook de variatie aan hoogte en dichtheid van vegetaties zal toenemen. Vooral de groep van de ruigten bevat een grote variatie aan verschijningsvormen, zoals de lage pionieruigten en de hoge Rietruigten. Op kale gronden langs de rivier kunnen zich ook spontaan wilgen vestigen. Wanneer deze uitgroeien tot struwelen kan dit leiden tot ongewenste opstuwing tijdens hoogwaterperioden. Om de vegetatieontwikkeling te beheersen worden in natuurgebieden vaak grote grazers ingezet. Grote grazers kunnen ooibosontwikkeling beperken en dragen bij tot een grotere diversiteit in vegetaties.

Het ontstaan van grote oppervlakten aan 'nieuwe' vegetaties langs de Nederlandse rivieren betekent ook vernieuwde aandacht voor vegetatie bij hydraulische modellering (b.v. ten behoeve van hoogwatervoorspelling) en in het verlengde daarvan bij vergunningverlening in het kader van de Wet Beheer Rijkswaterstaatswerken (WBR). Het is wenselijk een vegetatie indeling op te stellen die ook rekening houdt met de 'nieuwe' begroeiingsvormen in het riviereengebied.

De indeling van de vegetatie in structuurtypen voor de bepaling van de hydraulische weerstand diende aan de volgende criteria te voldoen:

- ☐ Zowel natuurlijke als aangeplante begroeiingsvormen
- ☐ Kenmerkend voor winteromstandigheden.
- ☐ Geringe spreiding aan hoogte
- ☐ Geringe spreiding in dichtheid
- ☐ Herkenbaar / karteerbaar
- ☐ Toepasbaar op schaal 1:5000
- ☐ Toepasbaar voor Rijntakken (beheergebied RWS-DON) met koppelmogelijkheden naar Maas en Delta

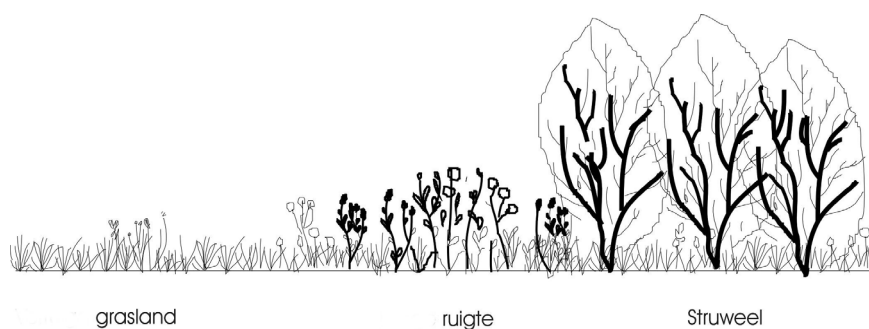
Naast deze eisen is het belangrijk om bij het opstellen van een indeling rekening te houden met de toepassingen van de indeling. Het belangrijkste hierbij is vanzelfsprekend de toepassing in hydraulische modellen maar hiernaast moet de indeling zo robuust zijn dat het ook inzicht biedt in de verandering van de ruwheid als gevolg van verandering van beheer of (natuurlijke) successie. Ook diende de indeling zo opgezet te zijn dat er een koppeling kan worden gemaakt met andere indelingen zoals de ecotopenkartering en plantengemeenschappen. Ten aanzien van

de ecotopen zal in paragraaf 2.5 worden aangegeven in welke ecotopen de structuurtypen kunnen voorkomen. Deze koppeling is opgenomen omdat op dit moment voor de bepaling van de hydraulische weerstand ook wordt uitgegaan van de ecotopenindeling.

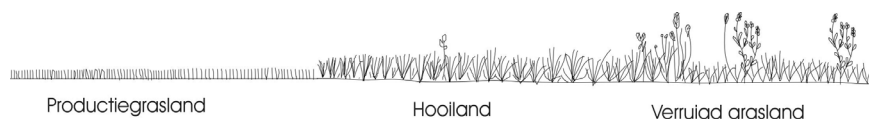
2.2 Indeling

De belangrijkste eis ten aanzien van de indeling van vegetaties voor ruwheidsonderzoek is dat een type representatief moet zijn voor een bepaalde hoogte en dichtheid. Dit betekent dat de spreiding van deze parameters binnen een type niet al te groot moet zijn. Vooral de meer natuurlijke vegetaties bevatten een vrij grote variatie aan verschijningsvormen. Desondanks zijn ook hierbij een aantal typen te onderscheiden. In figuur 2 worden hiervan in de vorm van een schets een drietal clusters weergegeven (gras, ruigte, struweel). Binnen ieder cluster kunnen weer een aantal subtypen worden onderscheiden zoals in figuur 3 is uitgewerkt voor de graslanden. Hierbij kan in zijn algemeenheid gesteld worden dat de hooilanden en de verruigde graslanden ten opzichte van de productiegraslanden het meest soortenrijk zijn. Bij een verdere verruiging van het grasland zal het type overgaan in ruigte en later mogelijk in struweel en bos.

Figuur 2 Schets van de hoofdindeling op basis van de hoogte van verschillende vegetaties



Figuur 3 Schets van de structuur van verschillende graslanden



Ook voor de moerasvegetatie is een dergelijke aanpak gevolgd waarbij er voor is gezorgd dat er typen worden onderscheiden die homogeen zijn qua hoogte en dichtheid en ook herkenbaar zijn in het veld. In tegenstelling tot de meer drogere vegetaties zijn de moerasvegetaties ook qua soortensamenstelling vrij homogeen. Veelal domineren slechts één of enkele soorten. Wanneer een bepaald type eenzelfde hoogte en dichtheid heeft maar qua ecologische positie sterk verschilt (bv doornstruweel en zachthoutstruweel) is er voor gekozen dit toch te beschouwen als twee afzonderlijke typen.

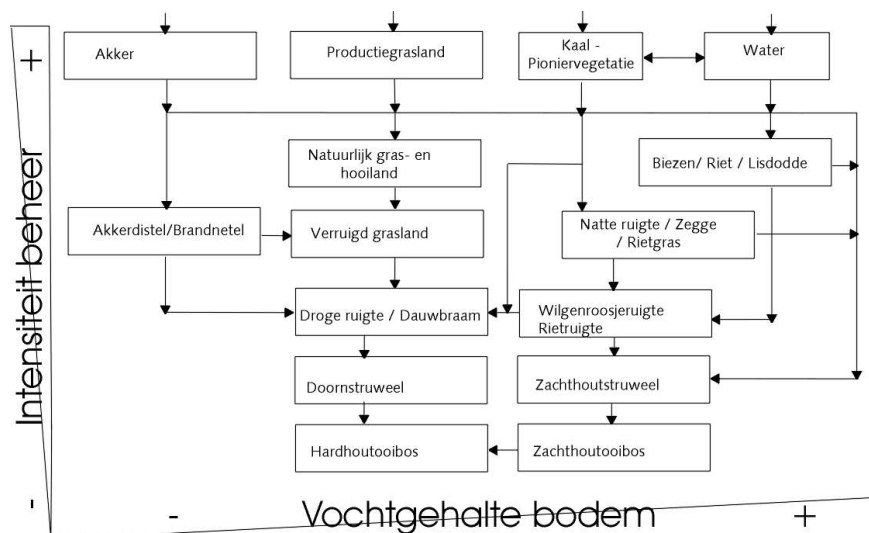
Tabel 1 Indeling van de onderscheiden structuurtypen

Cluster	Structuurtype
Pioniervegetatie	Pioniervegetatie
Graslanden	Productiegrasland Natuurlijk gras- en hooiland Verruigd grasland
Ruigten	Akkerdistel-Brandnetelruigte Droge ruigte Dauwbraamruigte Harig wilgenroosjeruigte Rietruigte
Moerasvegetatie	Natte ruigte Biezen Zegge Rietgras Lisdodde Riet
Struwelen	Doornstruweel Zachthoutstruweel Wilgengriend
Bossen	Zachthoutoibos Hardhoutoibos Productiebos
Overig	Waterbodem Akker Boomgaarden Heggen Laanbeplanting Verspreid voorkomende bomen

2.3 Beheer

Aangegeven is dat een structuurtype bij voorkeur homogeen dient te zijn qua hoogte en dichtheid van de vegetatie (geringe spreiding). Dit dient bij voorkeur niet alleen het geval te zijn in de ruimte maar ook in de tijd. Een type dient bij eenzelfde beheer een langere tijd (orde 5 jaar) stabiel in een gebied aanwezig te kunnen zijn. Wanneer het beheer verandert bijvoorbeeld door het extensiveren of intensiveren van de begrazing zal ook de structuur (hoogte en dichtheid) van het desbetreffende type veranderen. In het achtergronddocument zijn hier gegevens van opgenomen. Bij voortdurende van dit beheer zal het type in een ander type overgaan. In figuur 4 is, sterk vereenvoudigd, in een schets de overgang van typen als gevolg van veranderend beheer (in of extensiveren) aangegeven. Welk type vegetatie hierbij zal ontstaan wordt hierbij vooral gestuurd door de vochtigheid van de bodem (droog of plas-dras situatie) en de uitgangssituatie.

Figuur 4 Samenhang van de verschillende type in relatie tot vochtgehalte en beheerintensiteit



Bij veel natuurontwikkelingsprojecten in de uiterwaarden is sprake van een natuurlijk begrazingsbeheer met half wilde runderen en paarden. Bij deze vorm van uiterwaardbeheer verandert niet alleen de vegetatiesamenstelling van een gebied maar ook de ruimtelijke verdeling van de vegetatie. Bij een maaibeheer ontstaan vrij grote vlakken met een homogene vegetatie qua hoogte en dichtheid (hooiland of productiegrasland). Bij een natuurlijk begrazingsbeheer ontstaat veel meer een ruimtelijk mozaïekpatroon met plukken lagere en hogere vegetatie. Hoe de verdeling van de typen binnen een gebied zal zijn hangt sterk af van:

- ☐ de uitgangssituatie
- ☐ het vochtgehalte
- ☐ de begrazingsdichtheid

In het achtergronddocument is afhankelijk van het vochtgehalte van de bodem (nat of droog) een mogelijke successierichting aangegeven bij verschillende beheersintensiteiten.

2.4 Stromingsweerstand

De stromingsweerstand van vegetatie wordt voornamelijk bepaald door de hoogte, het aangestroomd oppervlak, een weerstandscoefficiënt en de bodemruwheid. Voor de bepaling van de representatieve waarden van deze ruwheidskenmerken is uitgegaan van gemiddelde winteromstandigheden (januari-maart) en een "gemiddeld" beheer. In tabel 1 zijn de in dit handboek onderscheiden structuurtypen weergegeven. In de bijlagen van dit handboek zijn de structuurtypen nader beschreven in termen van karakteristiek voor de stromingsweerstand. Hierbij is ook ingegaan op de invloed van beheer op de (hydraulische) weerstand van de typen. In tabel 2 staat een overzicht van de onderscheiden structuurtypen met de bijbehorende ruwheidskenmerken.

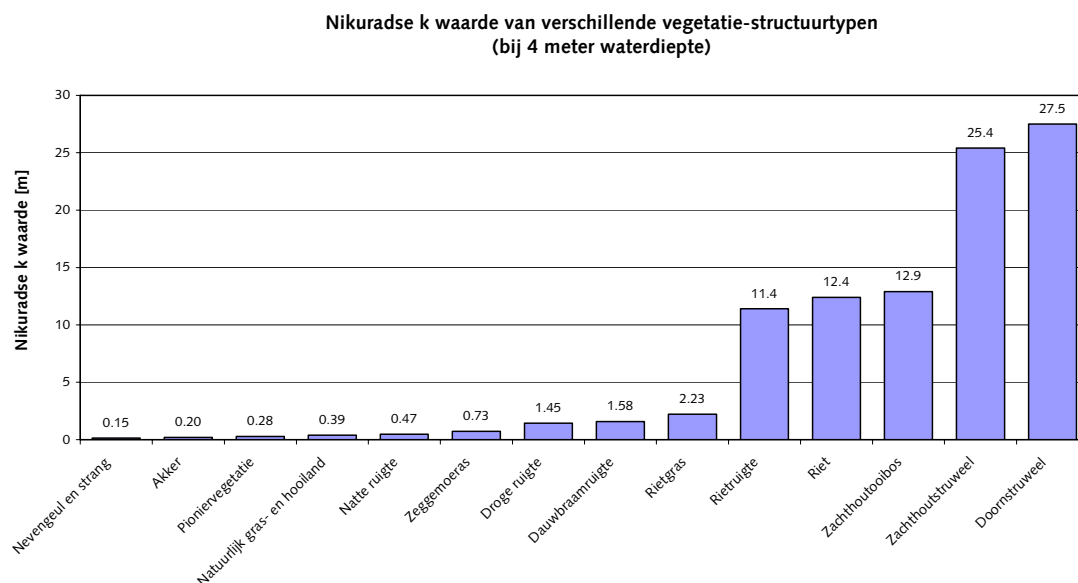
Tabel 2 Structuurtypen en kenmerken stromingsweerstand

vegetatiestructuurtype	Vegetatie hoogte	Aangestroomd oppervlak	Weerstand coëfficiënt	Nikuradse zandruwheid bodem	opmerkingen
symbool	k m	A _r m ² /m ² /m'	C _d -	k _b m	
pioniervegetatie	0,15	0,15	1,8	0,1	
grassen					
productiegrasland	0,06	45	1,8	0,1	
natuurlijk grasland /hooiland	0,10	12	1,8	0,1	
verruigd grasland	0,20	15	1,8	0,1	
ruigten					
akkerdistel/ brandnetelruigte	0,30	3	1,8	0,1	
droge ruigte	0,56	0,23	1,8	0,1	
dauwbraamruigte	0,50	0,56	1,8	0,1	
harig wilgenroosje ruigte	0,95	0,13	1,8	0,1	
rietruigte	2,00	0,16	1,8	0,1	
moerasvegetatie					
natte ruigte	0,35	0,25	1,8	0,1	25% water; k _r = 0,05
zegge	0,30	1,2	1,8	0,1	25% strooisel; k _r = 0,25
rietgras	1,00	0,4	1,8	0,1	25% water; k _r = 0,05
biezen	0,50	1,2	1,8	0,1	50% water; k _r = 0,05
lisdodde	1,50	0,35	1,8	0,1	25% water; k _r = 0,05
riet	2,50	0,37	1,8	0,1	25% strooisel; k _r = 0,25
struwelen					
zachthoutstruweel	6	0,13	1,5	0,4	
griend	3	0,041	1,5	0,4	
doornstruweel	5	0,17	1,5	0,4	
bossen					
productiebos hardhout	>10	0,011	1,5	0,3	
productiebos zachthout	>10	0,010	1,5	0,3	
productiebos naaldhout	>10	0,016	1,5	0,3	
hardhoutooibos	>10	0,023	1,5	0,4	
zachthoutooibos	>10	0,028	1,5	0,6	

vegetatietype	Vegetatie hoogte	Aangestroomd oppervlak	Weerstand coëfficiënt	Nikuradse zandruwheid bodem	opmerkingen
symbool	k m	A_r $m^2/m^2/m'$	C_d -	k_b m	
akker	nvt	nvt	nvt	0,20	vaste k
waterbodems					
meestromende nevengeul	nvt	nvt	nvt	0.20	"
strang	nvt	nvt	nvt	0.15	"
plas/slikkige plaat	nvt	nvt	nvt	0.05	"
haven	nvt	nvt	nvt	0.05	"
kribvak-strand/grindplaat (onbegroeid)	nvt	nvt	nvt	0.15	"
boomgaarden					
laagstam	3	0,024	1,5	0,2	
Hoogstam	6	0,01	1,5	0,2	
heggen					
zeer open	var	0,2	1,5		overlaatcoëff. m=1,2
open	var	0,6	1,5		"
dicht	var	1	1,5		"
laanbeplanting	var	var	var	var	
verspreid voorkomende bomen	var	var	var	var	

In figuur 5 is ter illustratie van een aantal structuurtypen de ruwheid aangegeven (uitgedrukt in Nikuradse k waarde) bij 4 meter waterdiepte. Dit is een gemiddelde waterdiepte onder MHW omstandigheden. In de bijlagen van dit document zijn deze ruwheden verder uitgewerkt.

Figuur 5 Indicatie van de ruwheid van verschillende typen



2.5 Structuurtypen en ecotopen

Voor de bepaling van de stromingsweerstand is ten behoeve van de hydraulische randvoorwaarden van 2001 uitgegaan van de ecotopenkartering. Om deze kartering de kunnen relateren aan de in dit document beschreven structuurtypen zijn in deze paragraaf koppeltabellen gepresenteerd waarbij is aangegeven in welke ecotopen de typen kunnen voorkomen. Binnen een ecotoop kunnen echter meerdere typen voorkomen. In de praktijk wordt echter een locatie, afhankelijk van de (karteer)schaal door één structuurtype gedomineerd en deze kan dan ook representatief worden geacht voor het desbetreffende ecotoop. In onderstaande tabellen (tabel 3 t/m 5) is met een 'o' aangegeven welke vegetaties kunnen voorkomen in een bepaald ecotoop. Met een 'X' wordt het dominante type aangeduid.

In tabel 3 is aangegeven in welke ecotopen de structuurtypen die gedomineerd worden door kruidachtige soorten, kunnen voorkomen.

Tabel 3 Ecotopen met kruidachtige vegetatie

				graslanden		ruigten					moerasvegetatie						
				Productiegrasland	natuurlijk gras-hooiland	verruigd grasland	Akkerdistelruigte	Droge ruigte	Dauwbraamruigte	Wilgenroosjervuigte	Rietruigte	Natte ruigte	Zeggen	Rietgras	Biezen	Lisdodde	Riet
Code	Omschrijving	Akkers	Pionervegetatie														
RHg-1	Hoogwatervrij schraalgrasland			X				o									
RHg-2	Hoogwatervrij hooiland			o	X												
RHg-3	Hoogwatervrij productiegrasland			X													
RMg-1	Moerassig uiterwaardgrasland				X	o						o	o				
RMg-2	Moerassig productiegrasland			X													
RMg-3	Kwelgrasland				X							o	o				
ROg-1	Oeverwal stroomdalgrasland				X	o											
ROg-2	Oeverwal hooiland			o	X												
ROg-3	Oeverwal productiegrasland			X													
RUg-1	Structuurrijk uiterwaardgrasland				X	o	o	o	o								
RUg-2	Uiterwaard hooiland			o	X												
RUg-3	Uiterwaard productiegrasland			X													
RHr-1	Ruigte op hoogwatervrij terrein				o	o	o	X	o	o							
RHr-1a	Soortenarme ruigte op hoogwatervrij terrein				o	o	X	o									
RHr-1r	Structuurrijke ruigte op hoogwatervrij terrein					o	o	X	o	o							
RHr-2	Hoogwatervrije akker	X															
RMr-1	Moerasruigte		o							o	o	o	o	X	o	o	o
RMr-2	Rietmoeras									o	o			o		o	X
RMr-3	Kwelmoeras											X	o	o	o	o	o
ROr-1	Oeverwal met rivierduinvorming		X		o	o	o	o									
ROr-2	Oeverwalruigte				o	o	o	X	o	o							
ROr-2a	Soortenarme oeverwalruigte				o	o	X	o									
ROr-2r	Structuurrijke oeverwalruigte					o	o	X	o	o							
ROr-3	Oeverwal akker	X															
RUr-1	Structuurrijke uiterwaardruigte					o	o	X	o	o							
RUr-2	Soortenarme uiterwaardruigte				o	o	X	o									
RUr-3	Uiterwaard akker	X															

In tabel 4 is aangegeven in welke ecotopen de structuurtypen die gedomineerd worden door houtige soorten, kunnen voorkomen. Een speciale groep hierbij is de aangeplante bomen en struiken zoals laanbeplanting, heggen en solitaire bomen. Deze typen bestaan veelal uit relatief smalle lijnvormige of kleine puntvormige elementen in het landschap. Bij de ecotopenkartering wordt een oppervlakte met struiken of bomen die kleiner is 20 x 20 meter niet meer apart gekarteerd. Hetzelfde geldt voor lijnvormige elementen smaller dan 20 meter. Dit betekent dat heggen, laanbeplanting en solitaire bomen niet zijn terug te vinden in de ecotopenkaart (Jansen en Backx 1998). Een uitzondering hierop is het Maasheggenlandschap. Gezien de ecologische en historische waarde van dit landschap zijn bij de ecotopenkartering van de Maas de

eenheden Structuurrijke graslanden, Productiegraslanden en Akkers met heggen apart onderscheiden (Jansen en Van Splunder 2000).

Tabel 4 Ecotopen met houtige vegetatie

		ruigten			struwelen			bos					overigen		
		Droge ruigte	Natte ruigte	Rietruigte	Zachthoutstruweel	Wilgengriend	Doornstruweel	Zachthoutooibos	Hardhoutooibos	Zachthoutproductiebos	Hardhoutproductiebos	Naaldhoutproductiebos	Boomgaard	Laanbeplanting	Heggen
Code	Omschrijving														
RHb-1	Hoogwatervrij bos						o	o	X						
RHb-1h	Hoogwatervrij bos (hardhout)						o	o	X						
RHb-1z	Hoogwatervrij bos (zachthout)				o			X	o						
RHb-2	Hoogwatervrij struweel				o	o	X								
RHb-2h	Hoogwatervrij (doorn)struweel				o		X								o
RHb-2z	Hoogwatervrij (zachthout)struweel				X	o									
RHb-3	Hoogwatervrij productiebos					o	o	o	o	X	o	o			
RHb-3h	Hoogwatervrij produktiebos (hardhout)						o		o	o	X	o	o	o	o
RHb-3z	Hoogwatervrij produktiebos (zachthout)					o		o		X	o				
RMb-1	Moerassig hardhoutooibos				o			o	X						
RMb-2	Moerassig zachthoutooibos				o	o		X	o						
RMb-3	Moerassig zachthoutstruweel	o	o	o	X	o		o							
RMb-4	Broekbos/struweel	o	o	o	X	o		o							
ROb-1	Oeverwal hardhoutbos						o		X		o				
ROb-2	Oeverwal doornstruweel				o		X		o						
ROb-3	Oeverwal zachthoutooibos				o			X							
ROb-4	Oeverwal zachthoutstruweel	o	o		X	o		o							
ROb-5	Oeverwal productiebos		o		o	o		o		X	o	o	o	o	o
ROb-5h	Oeverwal productiebos (hardhout)										X	o	o	o	o
ROb-5z	Oeverwal productiebos (zachthout)/griend		o		o	o		o		X				o	
RUb-1	Uiterwaard hardhoutbos						o	o	X		o				
RUb-2	Uiterwaard doornstruweel						X		o						
RUb-3	Uiterwaard zachthoutooibos				o			X	o						
RUb-4	Uiterwaard zachthoutstruweel		o		X	o		o							
RUb-5	Uiterwaard hardhout produktiebos								o		X	o	o	o	o
RUb-6	Uiterwaard zachthout produktiebos/griend	o	o		o	o				X				o	

In tabel 5 is aangegeven welke 'structuurtypen' kunnen voorkomen in de water- en de onbegroeide ecotopen.

Tabel 5 Overige ecotopen

		overigen						ruigten					moerasvegetatie					
		Nevengeul	Strang	Plas / haven / slikkige oever	Kribvakstrand / grindbank	Akkers	Pioniervegetatie	Akkerdistelruigte	Droge ruigte	Dauwbraamruigte	Wilgensroosjeruigte	Rietruigte	Natte ruigte	Zegge	Rietgras	Biezen	Lisdodde	Riet
code	omschrijving																	
RZd-1	Diep zomerbed *																	
RZo-1	Ondiepe grindbedding *																	
RZo-2	Ondiepe zandbedding *																	
RZo-3	Ondiepe getijdebedding *																	
RZs-1	Grindbank				X		o											
RZs-2	Zandplaat/zandstrand				X		o											
RZs-3	Slikplaten/slikkige oevers			X	o		o											
RZs-4	Biezenoever			o	o											X		
RZs-5	Afslagoever/steiloever			X			o											
RZs-6	Krib/strekdam/stenen oever							o	X	o	o	o			o			
RWp-1	Aangekoppeld zand/grindgat			X														
RWp-2	Afgesloten zand/grindgat			X														
RWp-3	Klein diep water / kolk			X														
RWp-4	Haven			X														
RWs-1	Aangekoppelde strang		X	o														
RWs-2	Afgesloten strang		X	o														
RWs-3	Stagnante strang		X	o														
RWs-4	Kwelgeul		X	o														
RWs-5	Beekstrang		X	o														
RWn-1	Zandige nevengeul	X		o														
RWn-2	Kleiige nevengeul	o	X	o														
RWn-3	Getijdekreek	o	X	o														
RHk-1	Onbegroeid hoogwatervrij terrein						X											
ROk-1	Onbegroeide oeverwal			o	o		X											
RUk-1	Onbegroeide uiterwaard			o	o		X											
RHr-3	Bebouwd/verhard hoogwatervrij terrein *																	
RHr-3b	Bebouwd hoogwatervrij terrein *																	
RHr-3v	Verhard hoogwatervrij terrein *																	
ROr-4	Bebouwde/verharde oeverwal *																	
ROr-4b	Bebouwde oeverwal *																	
ROr-4v	Verharde oeverwal*																	
RUr-4	Bebouwde/verharde uiterwaard*																	
RUr-4b	Bebouwde uiterwaard *																	
RUr-4v	Verharde oeverwal*																	

* Het ecotopen van het diepe en het ondiepe zomerbed en de bebouwde en verharde ecotopen wordt binnen de hydraulische berekeningen op een geheel andere wijze verwerkt dan de in dit handboek beschreven methoden. Een vertaling naar een bepaald structuurtype is dan ook niet gemaakt.

3 Formulering voor stromingsweerstand

3.1 Toelichting

In het handboek worden 2 wiskundige formuleringen voor de berekening van de stromingsweerstand van vegetatie in uiterwaarden gebruikt:

- Formulering voor de stromingsweerstand van een vegetatietype
Deze formulering wordt gebruikt voor een structuurtype dat homogeen voorkomt op het oppervlak waar de stromingsweerstand van moet worden bepaald.
- Formulering voor de stromingsweerstand van combinaties van structuurtypen
Deze formulering wordt gebruikt indien er meerdere structuurtypen voorkomen op het oppervlak waar de stromingsweerstand van moet worden bepaald. Hierbij wordt uitgegaan van een willekeurige verdeling van de typen over het oppervlak.

De formulering van de stromingsweerstand van vegetatie is complex. In situaties dat men met een calculator snel een inschatting wil maken van de stromingsweerstand wordt verwezen naar de benaderingsformule in par. 2.3.3.3 van deel II van het handboek (achtergronddocument).

3.2 Formulering stromingsweerstand homogeen vegetatietype

3.2.1 Algemeen

In de formulering wordt onderscheid gemaakt in situaties waarbij de waterdiepte groter is dan de vegetatiehoogte (door- en overstroomd) en situaties waarbij de waterdiepte kleiner of gelijk is aan de vegetatiehoogte (doorstroomd).

De volgende parameters zijn nodig om de stromingsweerstand te berekenen:

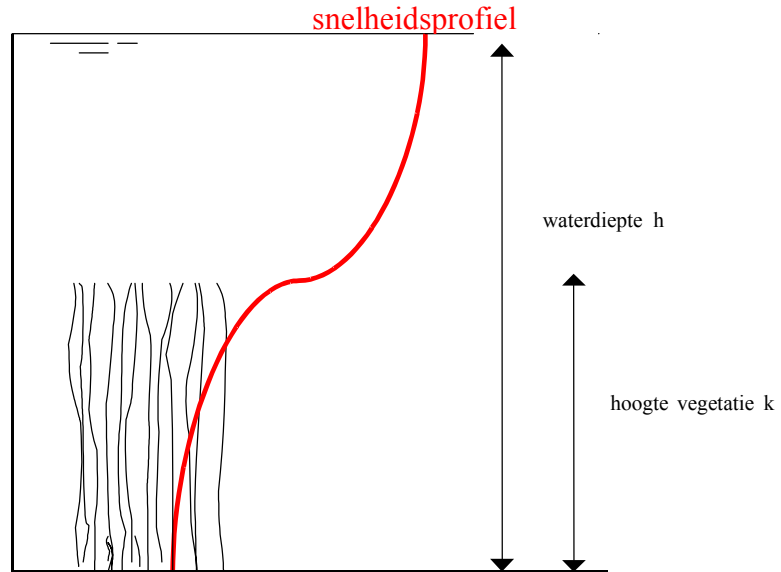
k	=	vegetatiehoogte
h	=	waterdiepte
A_r	=	representatief aangestroomd oppervlak
k_b	=	Nikuradse zandruwheid bodem
C_d	=	weerstandscoefficiënt (eng: dragcoëfficiënt)

Voor de in het handboek onderscheiden structuurtypen zijn deze parameters in tabel 2 weergegeven.

De Chézy waarde (C_r) is onafhankelijk van het verhang. Toch komt het verhang voor in de formulering voor de overstroomde vegetatie. Dit is

gedaan om aan bijv. de indringingslengte a of de ruwheidslengte z_0 een fysieke betekenis te geven. Indien men alleen geïnteresseerd is in de C_r waarde dan volstaat een willekeurige waarde voor het verhang (bijv. 1). De fysieke betekenis van een aantal parameters vervalt dan.

Figuur 6 Definitieschets door- en overstroomde vegetatie



3.2.2 Formuleringen

Voor waterdiepten groter dan de vegetatiehoogte ($h > k$) :

$$C_r = \frac{k \cdot U_v + (h - k) \cdot U_o}{h \sqrt{h \cdot i}}$$

met

$$U_v = \frac{2}{k \sqrt{2A}} (\sqrt{C_2 \cdot e^{k \sqrt{2A}} + u_{s0}^2} - \sqrt{C_2 + u_{s0}^2}) + \frac{u_{s0}}{k \sqrt{2A}} \cdot \ln \left[\frac{(\sqrt{C_2 \cdot e^{k \sqrt{2A}} + u_{s0}^2} - u_{s0})(\sqrt{C_2 + u_{s0}^2} + u_{s0})}{\sqrt{C_2 \cdot e^{k \sqrt{2A}} + u_{s0}^2} + u_{s0} (\sqrt{C_2 + u_{s0}^2} - u_{s0})} \right]$$

met

$$U_o = \frac{u_*}{\kappa (h - k)} \left[(h - (k - a)) \cdot \ln \left(\frac{h - (k - a)}{z_0} \right) - a \cdot \ln \left(\frac{a}{z_0} \right) - (h - k) \right]$$

met:

$$\alpha = 0,0227 \cdot k^{0.7}$$

$$A = \frac{C_d \cdot A_r}{2\alpha}$$

$$B = -\frac{gi}{\alpha}$$

$$u_{s0}^2 = \frac{k \cdot i}{\frac{A_r \cdot k \cdot C_d}{2g} + \frac{1}{C_b^2}}$$

C_b is gedefinieerd als :

$$C_b = 18 \log\left(\frac{12h}{k_b}\right)$$

$$C_1 = \frac{+2B(h-k)}{\sqrt{2A} \cdot (e^{k\sqrt{2A}} + e^{-k\sqrt{2A}})}$$

$$C_2 = -C_1$$

$$E = \frac{\sqrt{2A}(-C_1 e^{-k\sqrt{2A}} + C_2 \cdot e^{k\sqrt{2A}})}{2\sqrt{C_1 e^{-k\sqrt{2A}} + C_2 \cdot e^{k\sqrt{2A}} + u_{s0}^2}}$$

$$F = \frac{\kappa \cdot \sqrt{C_1 e^{-k\sqrt{2A}} + C_2 \cdot e^{k\sqrt{2A}} + u_{s0}^2}}{\sqrt{g(h-(k-a))} \cdot i}$$

$$a = \frac{1 + \sqrt{1 + \frac{4 \cdot E^2 \cdot \kappa^2 \cdot (h-k)}{g \cdot i}}}{\frac{2 \cdot E^2 \cdot \kappa^2}{g \cdot i}}$$

$$z_0 = a \cdot e^{-F}$$

$$u_* = \sqrt{g(h-(k-a))} \cdot i$$

Voor waterdiepten kleiner of gelijk aan de vegetatiehoogte ($h \leq k$)

$$C_r = \sqrt{\frac{1}{\frac{A_r \cdot h \cdot C_d}{2g} + \frac{1}{C_b^2}}}$$

Voor sommige toepassingen wordt de Nikuradse zandruwheid gevraagd om de stromingsweerstand uit te drukken. In dat geval kan de representatieve k - waarde worden uitgerekend m.b.v. de representatieve Chézywaarde C_r :

$$k_r = \frac{12h}{\frac{C_r}{10^{18}}}$$

symbolen

C_r	=	representatieve Chézy coëfficiënt	$[m^{1/2}/s]$
k_r	=	representatieve Nikuradse zandruwheid	$[m]$
h	=	waterdiepte	$[m]$
k	=	vegetatiehoogte	$[m]$
A_r	=	representatief aangestroomd oppervlak	$[m^2/m^2/m']$
C_d	=	weerstandcoëfficiënt [eng: dragcoëfficiënt]	$[-]$
k_b	=	nikuradse zandruwheid bodem	$[m]$
C_b	=	Chézy coëfficiënt voor bodemruwheid	$[m^{1/2}/s]$
i	=	verhang van de waterspiegel	$[-]$
α	=	karakteristieke lengtemaat voor de turbulentie	$[m]$
g	=	versnelling van de zwaartekracht: 9.81	$[m/s^2]$
κ	=	von Kármán constante : 0.4	$[-]$
u_{s0}	=	karakteristieke stroomsnelheid in vegetatielaag	$[m/s]$
u_*	=	schuifspanning op overgang vegetatielaag/waterlaag	$[kg \cdot m^{-1} \cdot s^{-2}]$
z_0	=	virtuele bodemruwheid waterlaag	$[m]$
a	=	indringingslengte	$[m]$
U_0	=	gemiddelde stroomsnelheid in de waterlaag	$[m/s]$
U_v	=	gemiddelde stroomsnelheid in de vegetatielaag	$[m/s]$
A, B	=	hulpvariabelen	
C_1, C_2	=	hulpvariabelen	
E, F	=	hulpvariabelen	

3.3 Combinatie van meerdere structuurtypen

3.3.1 Algemeen

Indien er op het oppervlak waarvan de stromingsweerstand berekend moet worden meerdere structuurtypen voorkomen, wordt een formulering gebruikt voor combinaties van typen. Hieraan vooraf gaat eerst de berekening van de stromingsweerstand van ieder structuurtype afzonderlijk als homogeen voorkomend (par 3.2).

3.3.2 Formulering combinaties van verschillende structuurtypen

$$C_{rc} = \phi \cdot C_s - (1 - \phi) \cdot C_p$$

waarin:

$$\phi = 0.6$$

$$C_p = \sum_i x_i \cdot C_{ri}$$

en

$$C_s = \frac{1}{\sqrt{\sum_i \frac{x_i}{C_{ri}^2}}}$$

met:

x_i	=	oppervlakte aandeel vegetatietype i	[-]
C_{ri}	=	representatieve Chézy waarde vegetatietype i	[m ^{1/2} /s]
C_p	=	Chézy waarde vegetatiecombinatie bij parallel patroon	[m ^{1/2} /s]
C_s	=	Chézy waarde vegetatiecombinatie bij serie patroon	[m ^{1/2} /s]
C_{rc}	=	representatieve Chézy waarde combinatie van typen	[m ^{1/2} /s]
ϕ	=	weegfactor	[-]

Bijlagen weerstandsbeschrijving per vegetatietype

De volgende typen zijn beschreven

Cluster	Structuurype	Blz.
Pioniervegetatie	Pioniervegetatie	29
Graslanden	Productiegrasland	33
	Natuurlijk gras- en hooiland	37
	Verruigd grasland (*)	41
	Akkerdistel-Brandnetelruigte	45
Ruigten	Droge ruigte (*)	49
	Dauwbraamruigte (*)	53
	Harig wilgenroosjeruigte (**)	57
	Rietruigte (**)	61
	Natte ruigte (**)	65
Moerasvegetatie	Zegge	69
	Rietgras	73
	Biezen	77
	Lisdodde	81
	Riet	85
	Zachthoutstruweel	89
Struwelen	Griend	93
	Doornstruweel	97
	Zachthoutooibos	101
	Hardhoutooibos	105
Bossen	Productiebos	109
	Waterbodembos	113
	Akker	115
	Boomgaarden	117
	Heggen	121
	Laanbeplanting	127
Overig	Verspreid voorkomende bomen	131

* Bij dit type wordt ook een combinatie met doornstruweel gepresenteerd

** Bij dit type wordt ook een combinatie met zachthoutstruweel gepresenteerd

Pioniervegetatie



Foto: Droge pioniervegetatie, Bezemkruiskruid in de herfst op het Millingerduin (nov, 2002; foto P. Jesse)

Beschrijving

Pioniervegetaties ontstaan in hoogdynamische milieus waar planten zich niet definitief kunnen vestigen. Hierbij kan onderscheid worden gemaakt in natte en droge pioniervegetaties.



Foto: Pioniervegetatie maart 2001, Links, droge pioniervegetatie Duursche waarden (foto DON), rechts strang bij Cortenoever (juni 2003). De oevers zijn begroeid met pioniervegetatie gedomineerd door Waterbies (P. Jesse).

De natte typen worden aangetroffen op plaatsen die veelal langdurig onder water staan. In de zomer mogen de standplaatsen wel droogvallen, maar niet uitdrogen. De vegetatie wordt gekenmerkt door pioniers van droogvallende, vochtige tot natte omstandigheden zoals Waterpeper en Naaldwaterbies.

De droge typen vestigen zich op kale, sterk doorlatende zandbodems, zoals hoger gelegen delen die zomers droogvallen en lage oeverwallen. Het substraat is humusarm tot humusloos, meestal kalkhoudend en matig voedselrijk. De vegetatie wordt gekenmerkt soorten als Melganzevoet, Smal Vlieszaad en Late Stekelnoot.

Door het beperkt opentrappen van de vegetatie kan een (droge) pioniervegetatie in stand worden gehouden door grazers.

Weerstand bepalende eigenschappen

Van zowel de natte als van de droge pioniervegetaties zijn in de winter veelal weinig tot geen bovengrondse stengels meer aanwezig. Voor de kenmerken is uitgegaan van een extensief begrazingsbeheer (0.5-1.0 dier per ha droog grasland).

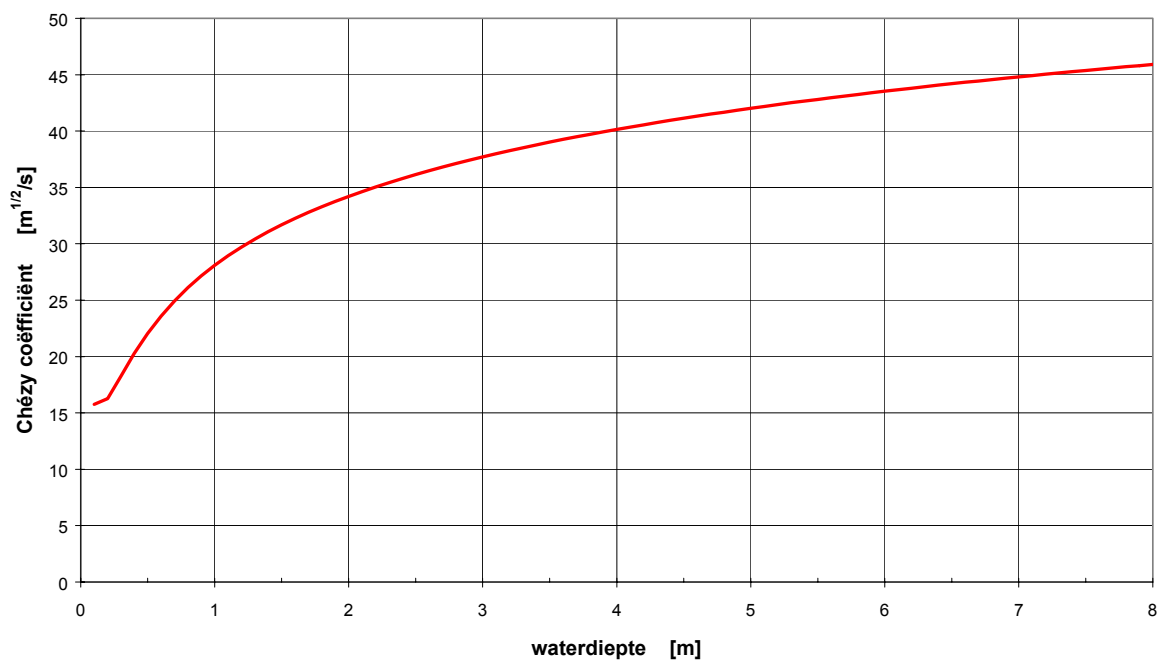
Vegetatie kenmerken onder winteromstandigheden:

Hoogte	Aangestroomd oppervlak	Weerstand (drag) coëfficient	Nikuradse zandruwheid bodem
[m]	[m ² /m ² /m]	[-]	[m]
0.15	0.15	1.8	0.1

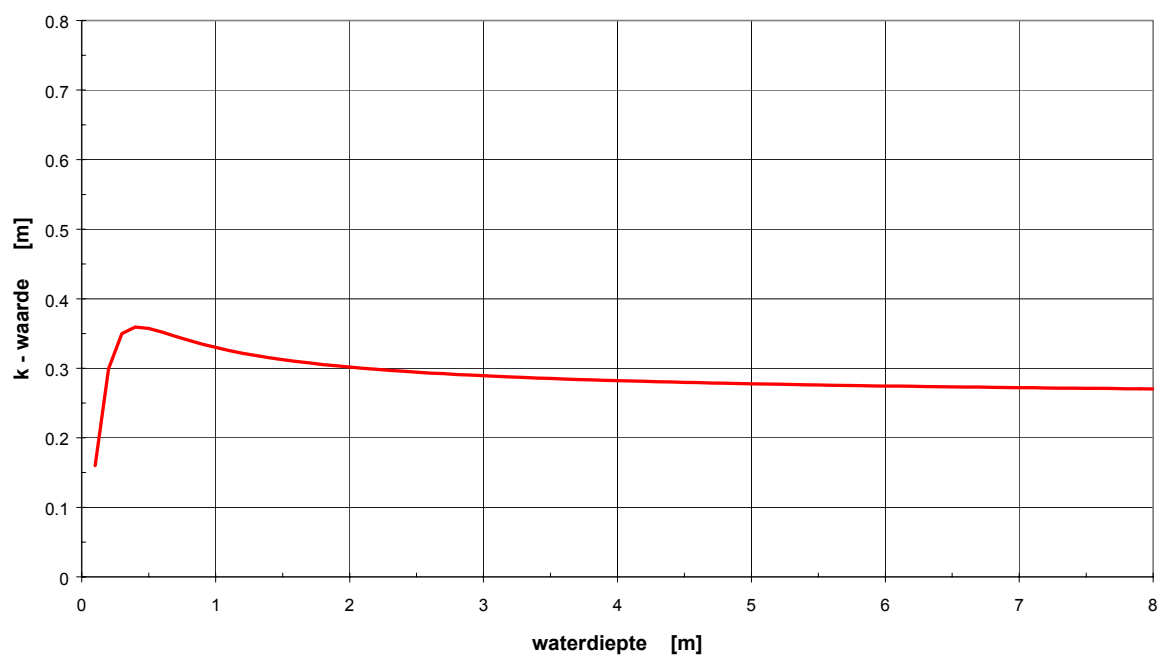
Grafiek stromingsweerstand:

Verloop weerstandcoëfficiënt van Chézy en de Nikuradse k-waarde met de waterdiepte

Pioniervegetatie



Pioniervegetatie



Productiegrasland



Foto: Productiegrasland, Duursche Waarden (oktober 2001, P. Jesse)

Beschrijving

Het productiegrasland omvat de groep van (intensief) agrarisch beheerde graslanden. De vegetatie wordt gedomineerd door ingezaaide grassoorten zoals Beemdgras en Engels raaigras. Vestiging van andere soorten wordt tegengegaan.



Foto: Productiegrasland Duursche Waarden, links winteromstandigheden (maart 2001, DON), rechts zomeromstandigheden (oktober 2001, P. Jesse)

Het productiegrasland wordt in stand gehouden door bemesting en bodembewerking. Het land wordt meestal alleen gedurende het groeiseizoen intensief begraasd (>2dieren/ha) of gemaaid wanneer de dieren het gehele jaar op stal worden gehouden.

Weerstand bepalende eigenschappen

Door de hoge beheersintensiteit in de vorm van maaien of grazen ontstaat een homogene grasmat met een geringe variatie aan hoogte en dichtheid. Ook bodemoneffenheden komen in dit type amper voor.

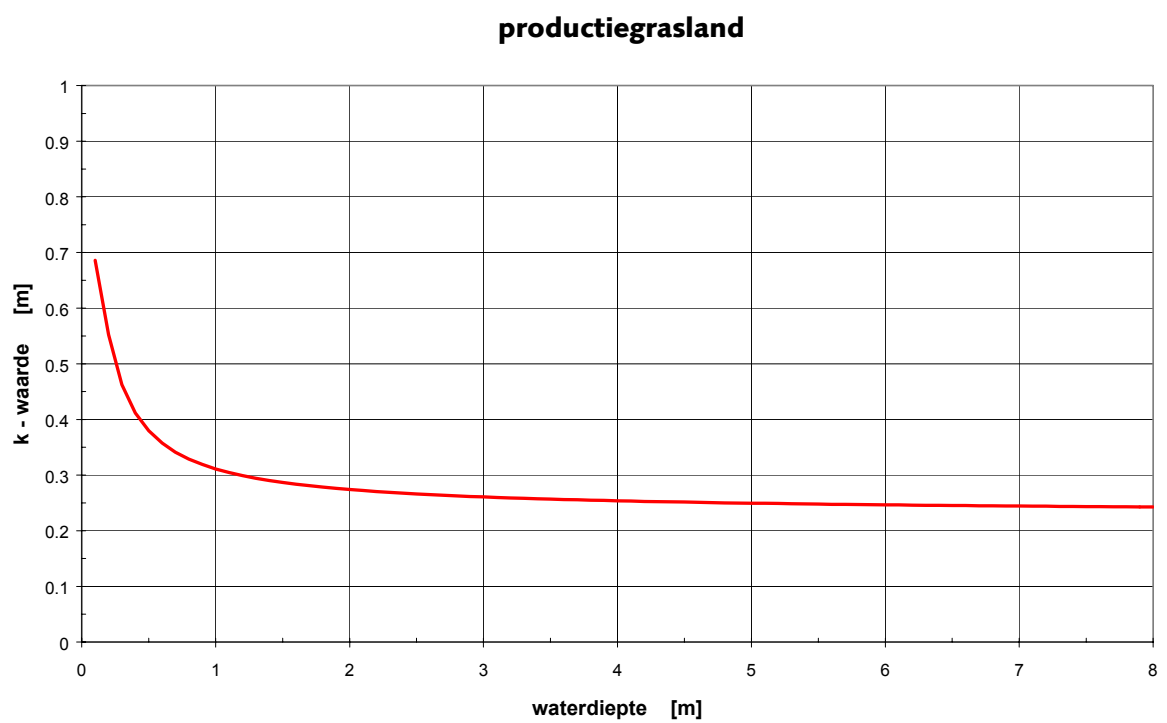
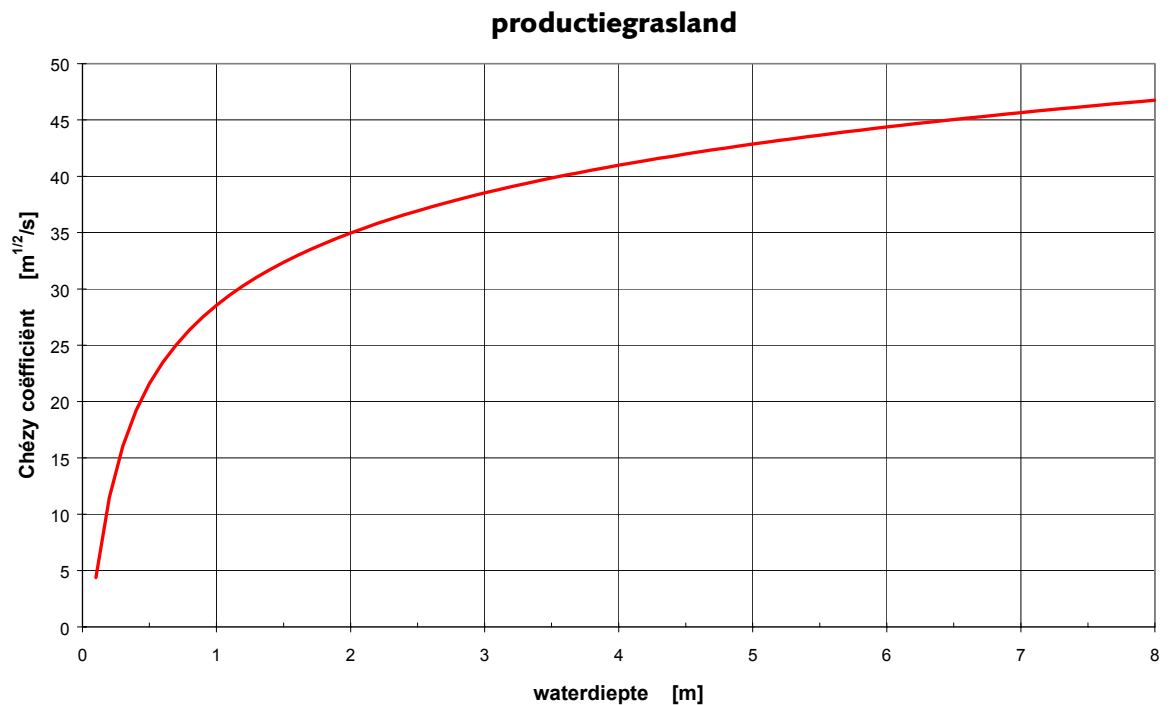
De weerstand van productiegrasland wordt voornamelijk bepaald door de hoogte en in mindere mate door de dichtheid van het gras. De aanwezigheid van afrasteringen in de winter kan de weerstand vergroten.

Vegetatie kenmerken onder winteromstandigheden:

Hoogte	Aangestroomd oppervlak	Weerstand (drag) coëfficient	Nikuradse zandruwheid bodem
[m]	[m ² /m ² /m]	[-]	[m]
0.06	45	1.8	0.1

Grafiek stromingsweerstand:

Verloop weerstandcoëfficiënt van Chézy en de Nikuradse k-waarde met de waterdiepte



Natuurlijk gras - en hooiland



Foto: Hooiland op de winterdijk langs Meinerswijk (mei 2003; foto P. Jesse)

Beschrijving

Op de natuurlijke gras- en hooilanden kan dankzij de veel lagere beheersintensiteit een soortenrijkere vegetatie ontwikkelen dan op de productiegraslanden. Afhankelijk van de soortensamenstelling kunnen hier verschillende plantengemeenschappen worden onderscheiden. Deze zijn afhankelijk van de hoogteligging, de bodemsamenstelling en het beheer. Op basis van de hoogteligging kunnen van laag naar hoog de volgende gemeenschappen worden aangetroffen: Zilver schoon-, Grote Vossestaart-, Glanshaver-, Kamgras- en Stroomdalgraslanden.



Foto: Natuurlijk gras- en hooiland (Links: Cortenoever met Salie (juni 2003, P. Jesse) rechts Afferdensche en Deetsche Waarden (maart 2001, MD).

Binnen dit type kunnen twee beheersvormen worden onderscheiden hooilandbeheer en een extensief begrazingsbeheer. Bij het hooilandbeheer wordt minimaal 1x per jaar gehooid en vindt soms nog een nabeweiding plaats met koeien of paarden (1-2 dieren/ha). Wanneer er geen maai-beheer plaatsvindt wordt het grasland alleen in stand gehouden door middel van een relatief hoge veebezetting 1-2 dieren/ha (jaarrond of seizoen). Bij dit laatste type beheer is meer variatie aan hoogte en dichtheid in de vegetatie zichtbaar dan bij hooilandbeheer.

Weerstand bepalende eigenschappen

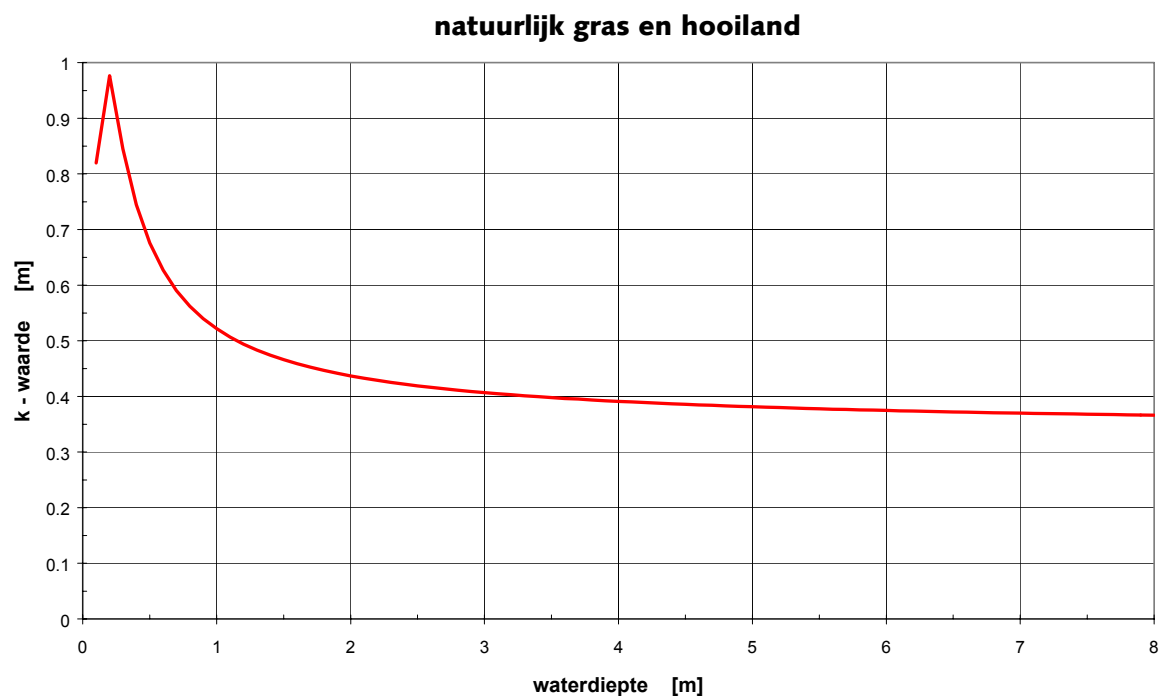
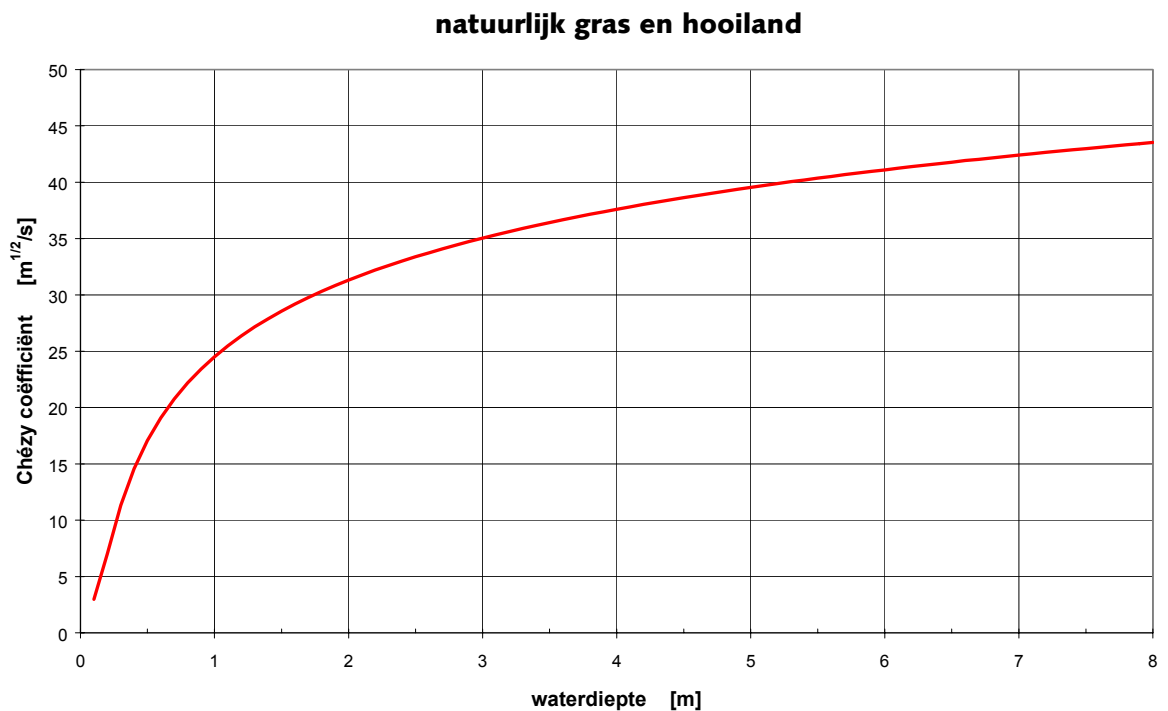
De weerstand van natuurlijk gras- en hooiland wordt bepaald door de hoogte en de dichtheid van de vegetatie.

Vegetatie kenmerken onder winteromstandigheden:

Hoogte	Aangestroomd oppervlak	Weerstand (drag) coëfficiënt	Nikuradse zandruwheid bodem
[m]	[m ² /m ² /m]	[-]	[m]
0.10	12	1.8	0.1

Grafiek stromingsweerstand:

Verloop weerstandcoëfficiënt van Chézy en de Nikuradse k-waarde met de waterdiepte



Verruigd grasland



Foto: Verruigd grasland met Schotse hooglanders, Duursche Waarden oktober 2001 (P. Jesse)

Beschrijving

Bij het type verruigd grasland is de beheerintensiteit laag waardoor een vrij hoge vegetatie ontstaat die wordt gedomineerd door verschillende soorten gras (Glanshaver, Grote vossestaart) en ruigten. Er is veelal sprake van een jaarrondbegrazing met een lage begrazingsdichtheid (<1 dier/ha). Hierdoor ontstaat in de vegetatie een mozaïekpatroon met plukjes lage en hoge vegetatie zoals Akkerdistel, Zwarte mosterd, en Ridderzuring.



Foto links : Verruigd grasland in de Duursche waarden (maart 2001, DON) rechts: een onbegraasde oeverstrook bij De Zande (maart 2003, P. Jesse).

Afhankelijk van de begrazingsdruk zal dit type langzaam verruigen en overgaan in een ruigte. Bij deze verruiging is het ook mogelijk dat na enkele jaren ook doornstruweel in de vegetatie tot ontwikkeling komt.

Weerstand bepalende eigenschappen

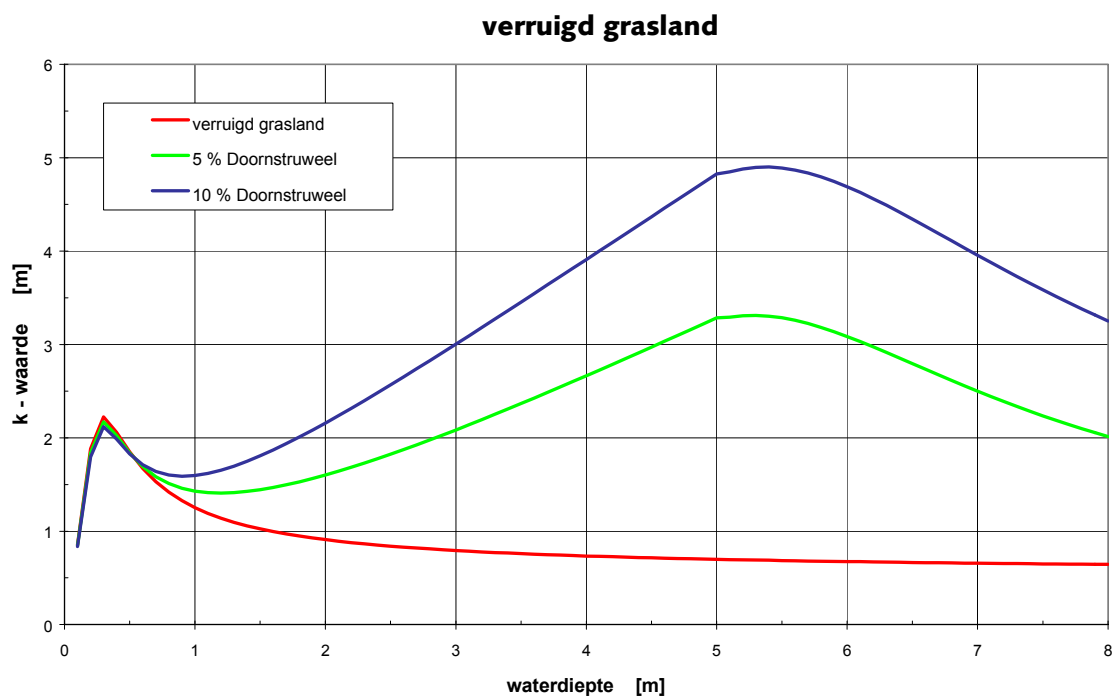
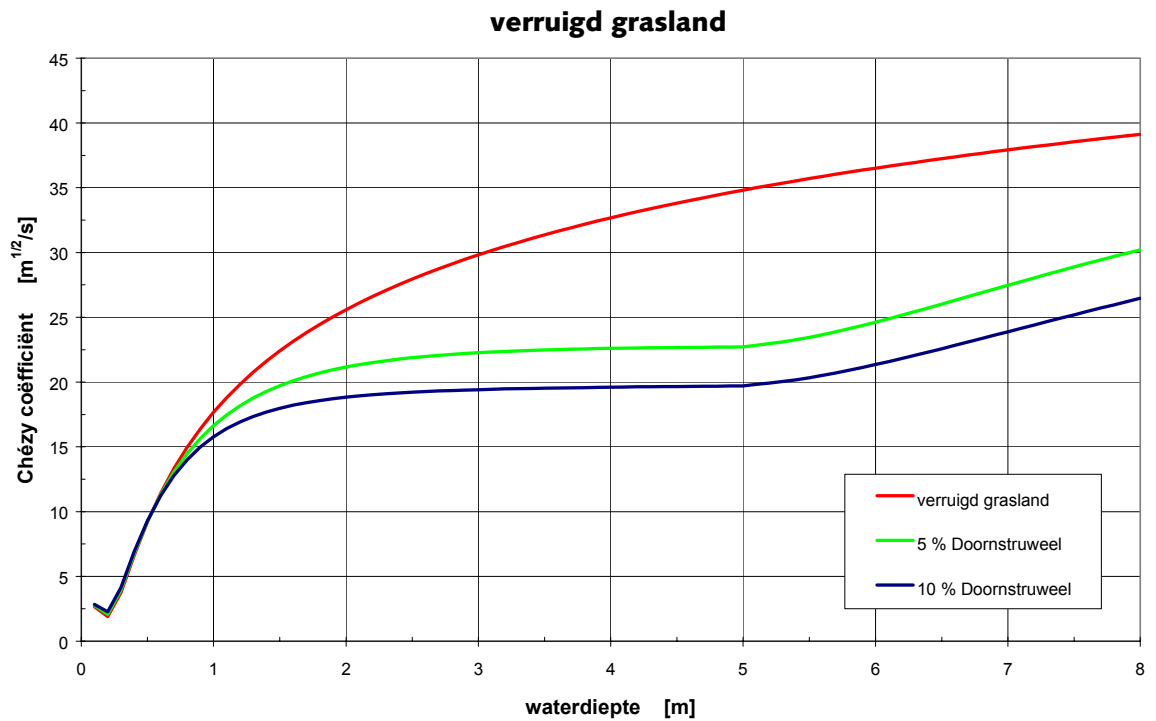
De weerstand van de verruigde graslanden wordt behaald door de hoogte van het gras en de mogelijke aanwezigheid van plukken ruigtevegetatie. De dichtheid hiervan is echter nog steeds laag ($<25\%$). Bij dit type wordt niet gerekend met een combinatie van ruigte en gras maar wordt uitgegaan van een representatieve hoogte en dichtheid voor de lage en hoge vegetatie.

Vegetatie kenmerken onder winteromstandigheden:

Hoogte	Aangestroomd oppervlak	Weerstand (drag) coëfficient	Nikuradse zandruwheid bodem
[m]	[m ² /m ² /m]	[-]	[m]
0.20	15	1.8	0.1

Grafiek stromingsweerstand:

Verloop weerstandcoëfficiënt van Chézy en de Nikuradse k-waarde met de waterdiepte



Akkerdistel - Brandnetelruigte



Foto: Akkerdistel in Meinerswijk, augustus 2001 (P. Jesse)

Beschrijving

De akkerdistel-brandnetelruigte is een verstorings-gemeenschap. Akkerdistel en Brandnetel vestigen zich explosief na het optreden van verandering in beheer. Bijvoorbeeld het uit productie nemen van akkers en productiegraslanden voor natuurontwikkeling.



Foto: Akkerdistelruigte Meinerswijk onbegraasde situatie (P. Jesse), links winteromstandigheden (december 2001) rechts zomeromstandigheden (augustus 2001)

Na een aantal jaren kunnen ook andere ruigtekruiden in de vegetatie tot ontwikkeling komen en zullen de eerst dominant aanwezige brandnetels en/of akkerdistels verdwijnen. Afhankelijk van het gevoerde beheer zal de vegetatie langzaam overgaan in een droge ruige (bij een lage begrazingsdruk) of in een natuurlijk grasland bij een hogere begrazingsdruk. De akkerdistel – brandnetelruigte is hiermee in principe te jong om ook doornstruweel in ontwikkeling te laten komen. Het is echter wel mogelijk dat, vooral brandnetels als ondergroei aanwezig zijn in zachthoutoibos / struweel.

Weerstand bepalende eigenschappen

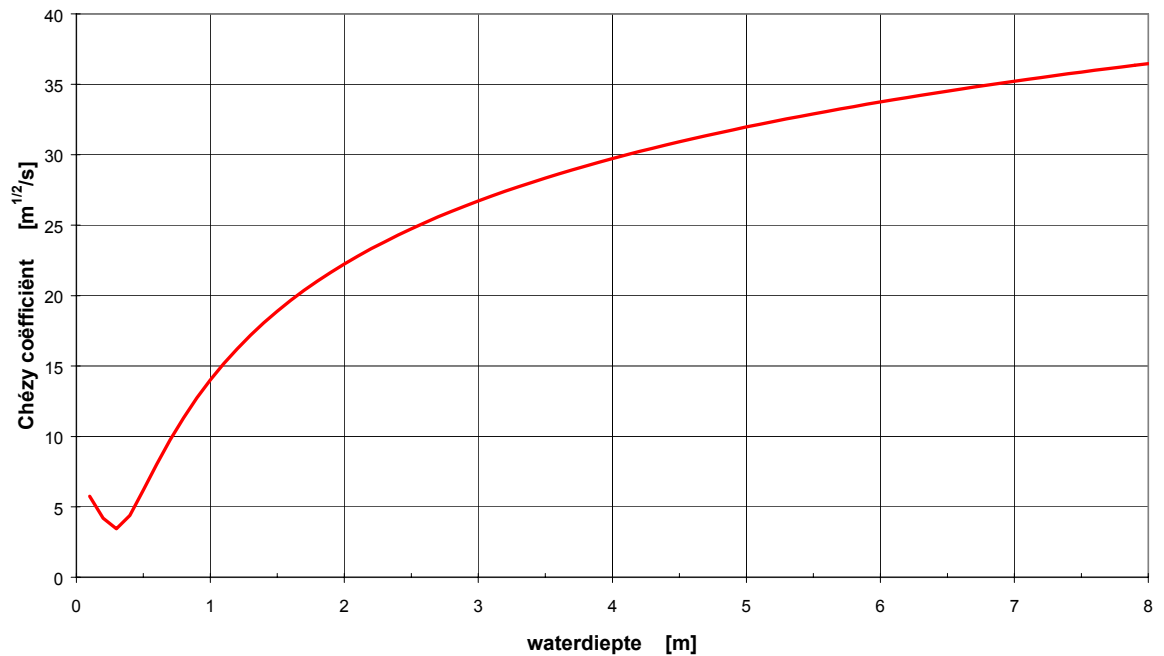
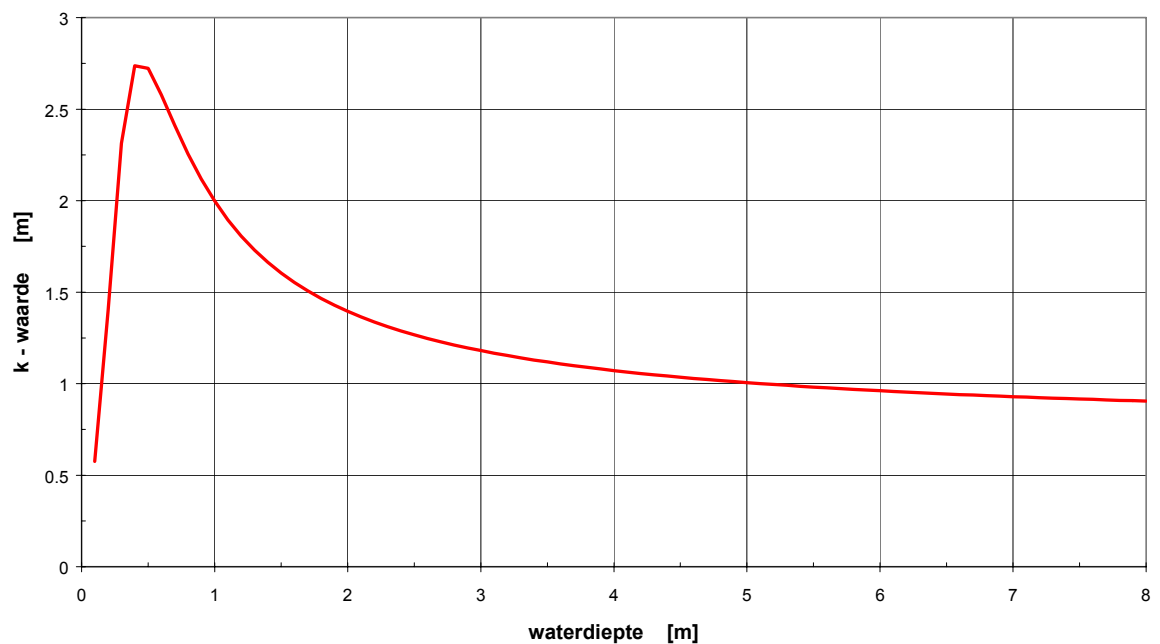
De weerstand van akkerdistel-brandnetelruigte wordt vooral bepaald door de hoogte van de vegetatie en in mindere mate door de stengeldichtheid en stengeldiameter. Voor de bepaling van de eigenschappen in de winter is uitgegaan van een onbegraasde vegetatie. De hoge vegetatie is in de winter vrij ijl. Om het effect hiervan op de stromingsweerstand enigszins in rekening te brengen wordt gerekend met een iets verhoogde vegetatiehoogte.

Vegetatie kenmerken onder winteromstandigheden:

Hoogte	Aangestroomd oppervlak	Weerstand (drag) coëfficient	Nikuradse zandruwheid bodem
[m]	[m ² /m ² /m]	[-]	[m]
0.30	3	1.8	0.1

Grafiek stromingsweerstand:

Verloop weerstandcoëfficiënt van Chézy en de Nikuradse k-waarde met de waterdiepte

Akkerdistel- Brandnetelruigte**Akkerdistel- Brandnetelruigte**

Droge ruigte



Foto: Droge ruigte met op de achtergrond Zwarte mosterd in Meinerswijk, oktober 2001 (P. Jesse)

Beschrijving

Droge ruigte omvat een gevarieerde groep aan structuurrijke ruigtevegetaties van droge tot vochtige bodems. In tegenstelling tot de akkerdistel-brandnetelruigte en de dauwbraamruigte is dit type veel soortenrijker. Het omvat plantengemeenschappen van Boerenwormkruid, Kweekdravik, Duinriet en Bijvoet. Het voorkomen van deze gemeenschappen is afhankelijk van de rivierdynamiek, het substraat en het beheer.



Figuur: Droge ruigte in Meinerswijk (extensief begraasd (links winteromstandigheden jan 2003), rechts zomeromstandigheden (juni, 2003))

De droge ruigte blijft bestaan bij een lagere begrazingsdruk. Veelal is er hierbij sprake van een jaarrondbegrazing (<2 dieren/ha). Op onbegraasde plaatsen ontstaat het type rietgras of doorstruweel. Bij een (lokaal) intensievere begrazing zal het type in eerste instantie overgaan in een verruigd grasland

Weerstand bepalende eigenschappen

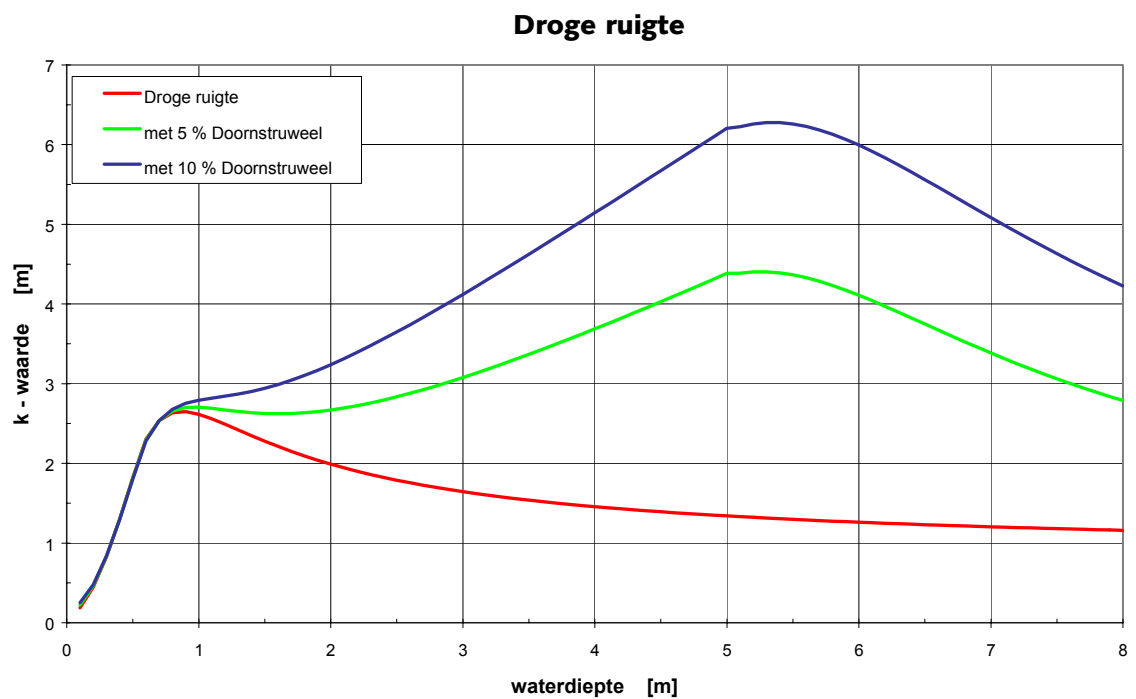
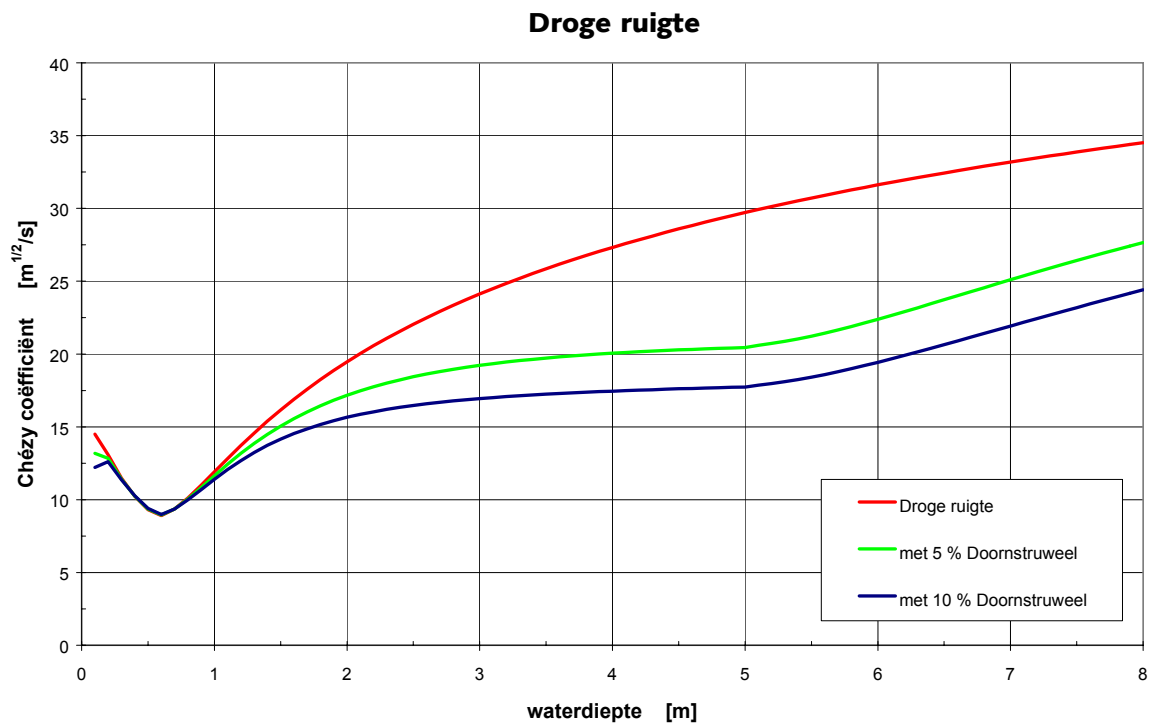
De weerstand van de vegetatie wordt vooral bepaald door de hoogte en de dichtheid van de vegetatie. Voor de kenmerken is uitgegaan van een onbegraasde vegetatie waarbij ook in de winter sprake is van een hoge en een lage kruidlaag. Om het effect hiervan op de stromingsweerstand in rekening te brengen wordt uitgegaan van een representatieve gemiddelde hoogte.

Vegetatie kenmerken onder winteromstandigheden.

Hoogte	Aangestroomd oppervlak	Weerstand (drag) coëfficient	Nikuradse zandruwheid bodem
[m]	[m ² /m ² /m]	[-]	[m]
0.56	0.23	1.8	0.1

Grafiek stromingsweerstand:

Verloop weerstandcoëfficiënt van Chézy en de Nikuradse k-waarde met de waterdiepte



Dauwbraamruigte



Foto: Dauwbraam langs de oever van de Nederrijn bij Arnhem
(augustus 2001, P. Jesse)

Beschrijving

Dauwbraamruigte is een type die gedomineerd wordt door Dauwbraam. De stengels blijven in de winter overeind staan waardoor een 'skelet' ontstaat waarin ook andere ruigtekruiden kunnen voorkomen. De andere kruiden betreffen soorten als Grote brandnetel, Boerenwormkruid, Harig wilgenroosje, Kweek en Ruw beemdgras.



Foto: Dauwbraamruigte, links winteromstandigheden (maart 2001, DON), rechts zomeromstandigheden Millingerwaard (nov. 2002, P. Jesse)

Het type komt voor op de minst begraasde delen van de uiterwaard waaronder ook steenglooiingen langs de oever van de rivier. Bij een hogere graasdruk kan het type onder andere als gevolg van de regelmatige betreding lokaal verdwijnen. Er is dan ook veelal sprake van een extensief beheer (<2 dieren/ha droog grasland).

Weerstand bepalende eigenschappen

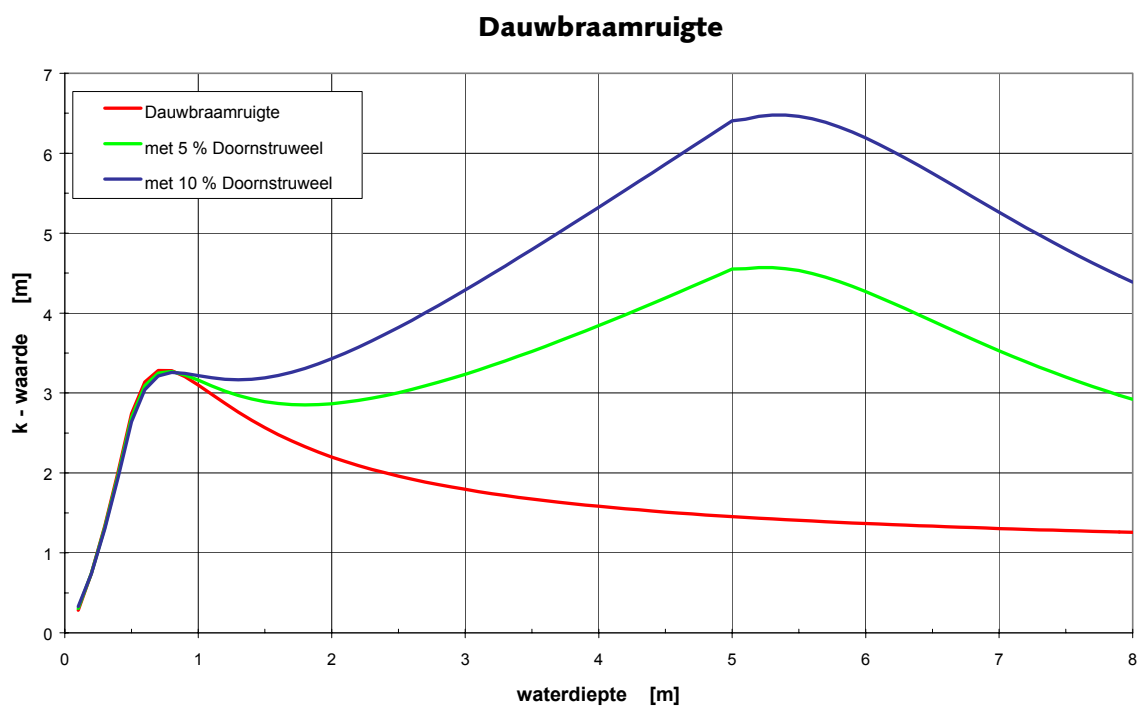
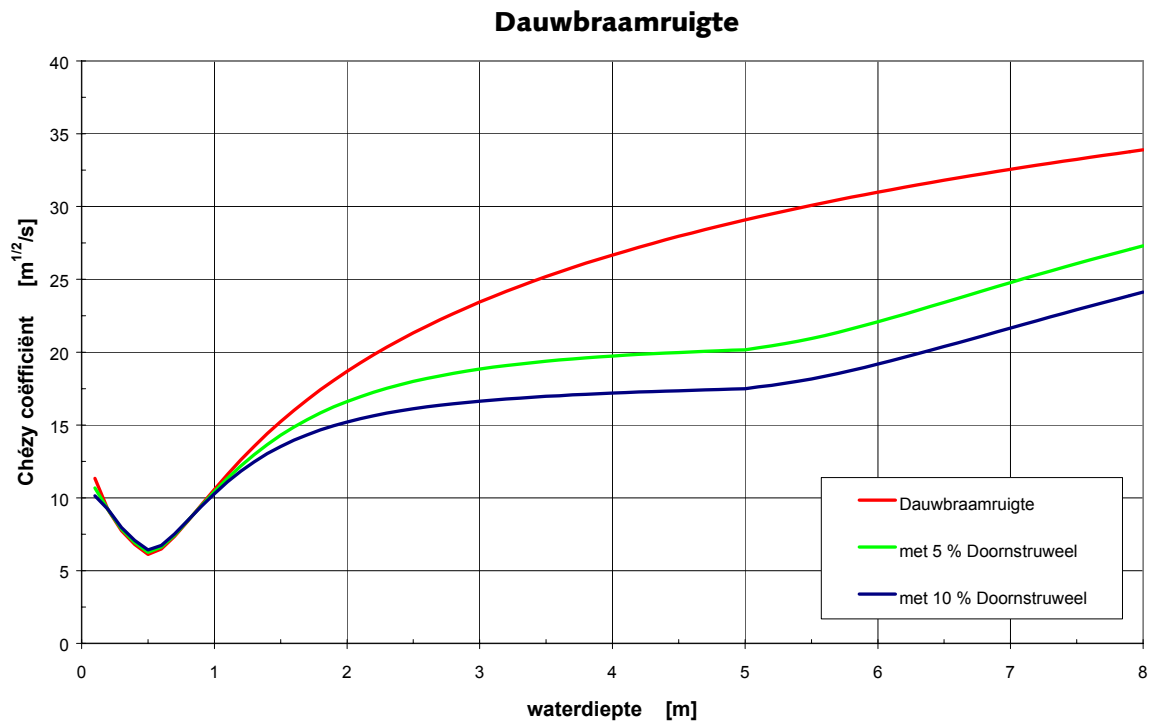
De weerstand van de vegetatie wordt vooral bepaald door de hoogte en de dichtheid van de vegetatie. Voor de kenmerken is uitgegaan van een onbegraasde vegetatie waarbij ook in de winter sprake is van een hoge en een lage kruidlaag. Om het effect hiervan op de stromingsweerstand in rekening te brengen wordt uitgegaan van een representatieve gemiddelde hoogte. Vanwege de aanwezigheid van de houtige dauwbraamstengels waartussen andere kruiden kunnen blijven staan heeft dit type het hoogste aangestroomde oppervlak van de verschillende ruigte vegetaties

Vegetatiekenmerken onder winteromstandigheden

Hoogte	Aangestroomd oppervlak	Weerstand (drag) coëfficient	Nikuradse zandruwheid bodem
[m]	[m ² /m ² /m]	[-]	[m]
0.50	0.56	1.8	0.1

Grafiek stromingsweerstand:

Verloop weerstandcoëfficiënt van Chézy en de Nikuradse k-waarde met de waterdiepte



Harig wilgenroosje ruigte



Foto: Bloeiend Harig wilgenroosje in Meinerswijk, juli 2003 (P. Jesse).

Beschrijving

Harig wilgenroosjeruigte komt voor op plaatsen met een geroerde bodem of slib deponie. Daarnaast is het type aan te treffen op verdroogde moerassen. Het type behoort samen met de Rietruigte in vegetatiekundig opzicht tot de natte strooiselruigten. In tegenstelling tot de Rietruigte is bij de Harig wilgenroosjeruigte de bedekking van Riet beperkt en wordt de vegetatie gedomineerd door soorten als Harig wilgenroosje, Ridderzuring, Rivierkruid en Late guldenroede. Het voorkomen van een of meer van deze soorten is afhankelijk van hoogteligging, substraat en beheer.



Foto: Ruigte gedomineerd door Harig wilgenroosje in de Duursche Waarden, links zomeromstandigheden (oktober 2001, P. Jesse), rechts winteromstandigheden (maart 2001, DON).

Het type is zeer gevoelig voor begrazing en komt dan ook vrijwel alleen voor op de onbegraste delen van de uiterwaard. Door begrazing zal het wilgenroosje ruigte worden opengemaakt en in eerste instantie overgaan in een vegetatie behorende tot de droge ruigten. De bodem van dit type is relatief vochtig waardoor er ook zachthoutstruweel in tot ontwikkeling kan komen. Bij langdurig afwezig blijven van beheer zal het type dan ook langzaam overgaan in een zachthoutstruweel/bos.

Weerstand bepalende eigenschappen

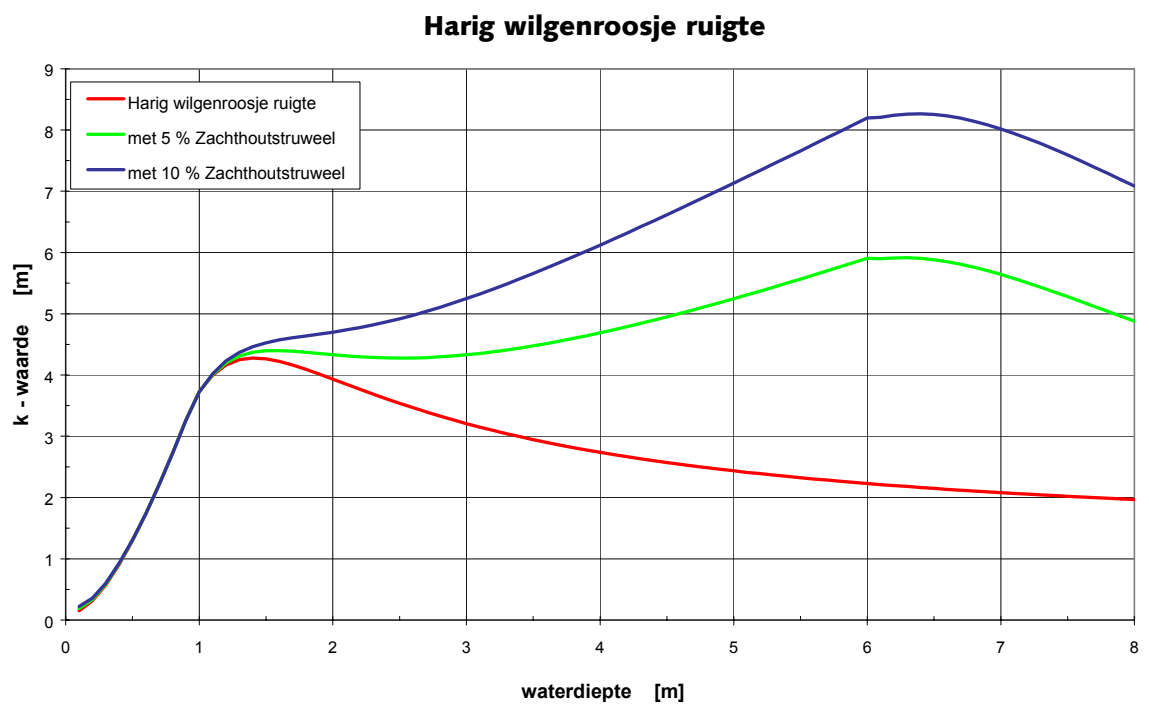
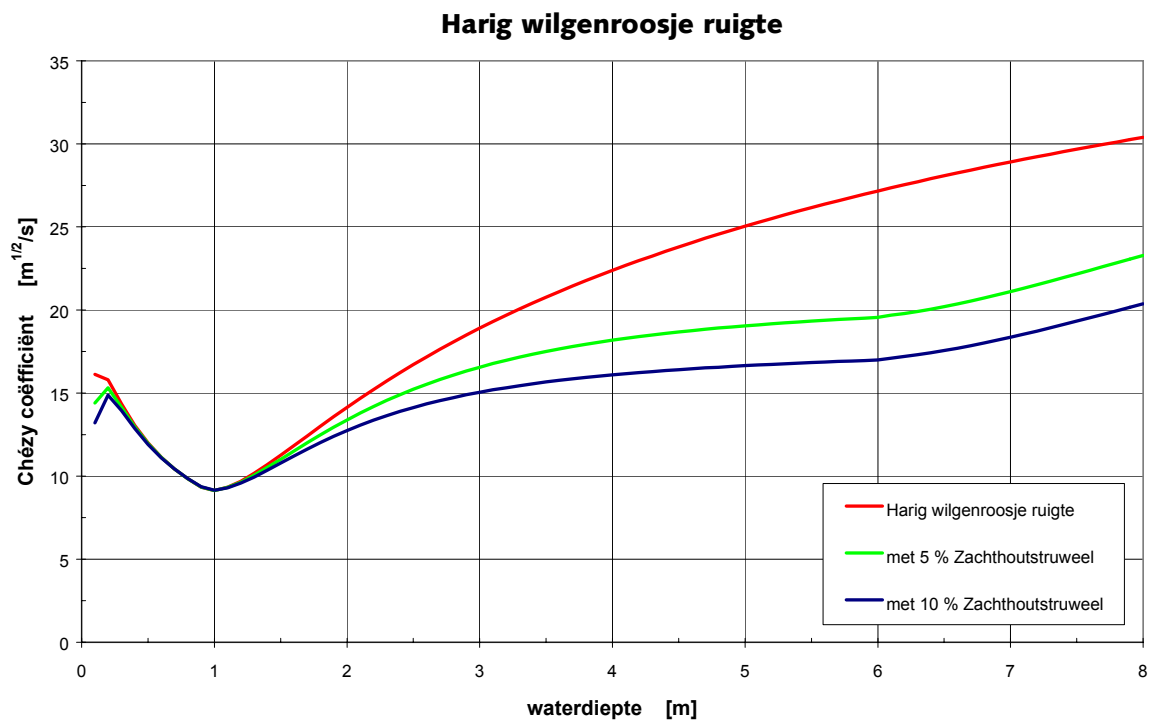
De weerstand van de vegetatie wordt vooral bepaald door de hoogte en de dichtheid van de vegetatie. Voor de kenmerken is uitgegaan van een onbegraste vegetatie waarbij ook in de winter sprake is van een hoge en een lage kruidlaag. Om het effect hiervan op de stromingsweerstand in rekening te brengen wordt uitgegaan van een representatieve gemiddelde hoogte.

Vegetatiekenmerken onder winteromstandigheden

Hoogte	Aangestroomd oppervlak	Weerstand (drag) coëfficiënt	Nikuradse zandruwheid bodem
[m]	[m ² /m ² /m]	[-]	[m]
0.95	0.13	1.8	0.1

Grafiek stromingsweerstand:

Verloop weerstandcoëfficiënt van Chézy en de Nikuradse k-waarde met de waterdiepte



Rietruigte



Foto: Rietruigte ("landriet") in februari 2003 Meinerswijk (P. Jesse)

Beschrijving

Rietruigte is een hoge vegetatie die in de winter wordt gedomineerd door een rietbedekking > 25%. Rietruigtes komen voor op standplaatsen die te dynamisch of te droog zijn voor puur Riet. Hierdoor kunnen tussen het Riet verschillende moerasplanten als Koninginnekruid, Engelwortel en Haagwinde tot ontwikkeling komen.



Foto: Rietruigte links in Scherenwelle (juni 2003), rechts in Meinerswijk juli 2003 (P. Jesse)

Het type is gevoelig voor begrazing en komt dan ook alleen voor in de gebieden waar dit (lokaal) afwezig is. Bij verdere verdroging van het type zal het Riet steeds meer verdrongen worden waardoor het in eerste instantie overgaat in een Harig wilgenroosjeruigte. Hierbij kan ook wilgenstruweel in de vegetatie tot ontwikkeling komen. Bij vernatting van het type kan het weer overgaan in een Riet vegetatie.

Weerstand bepalende eigenschappen

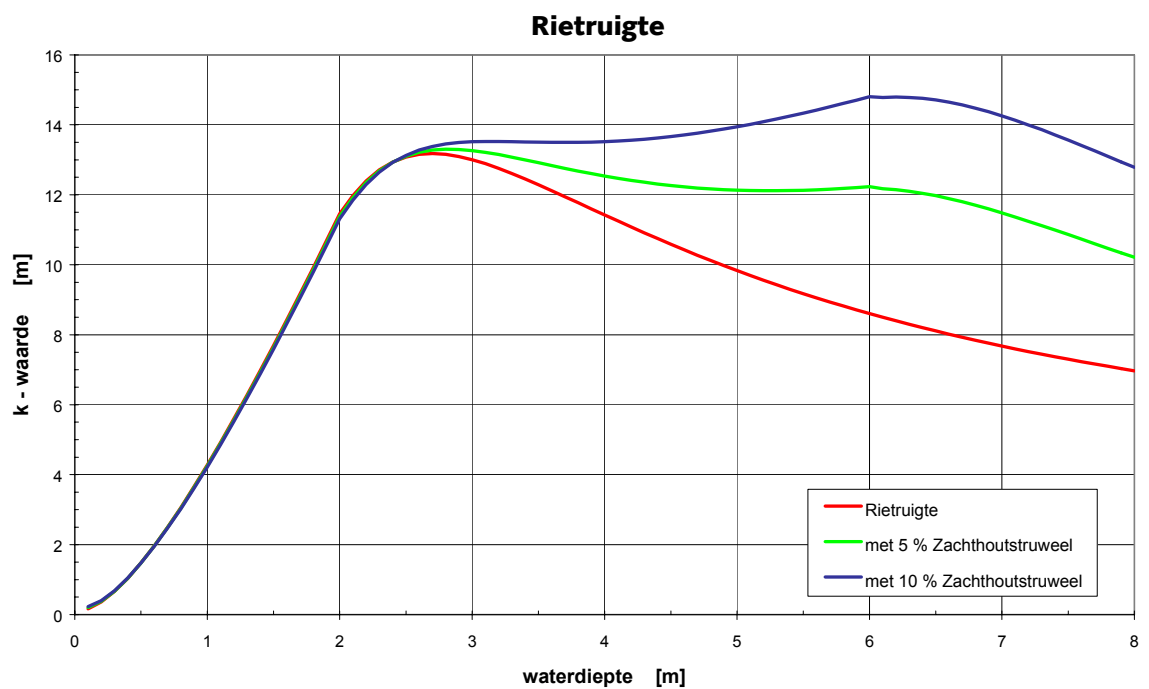
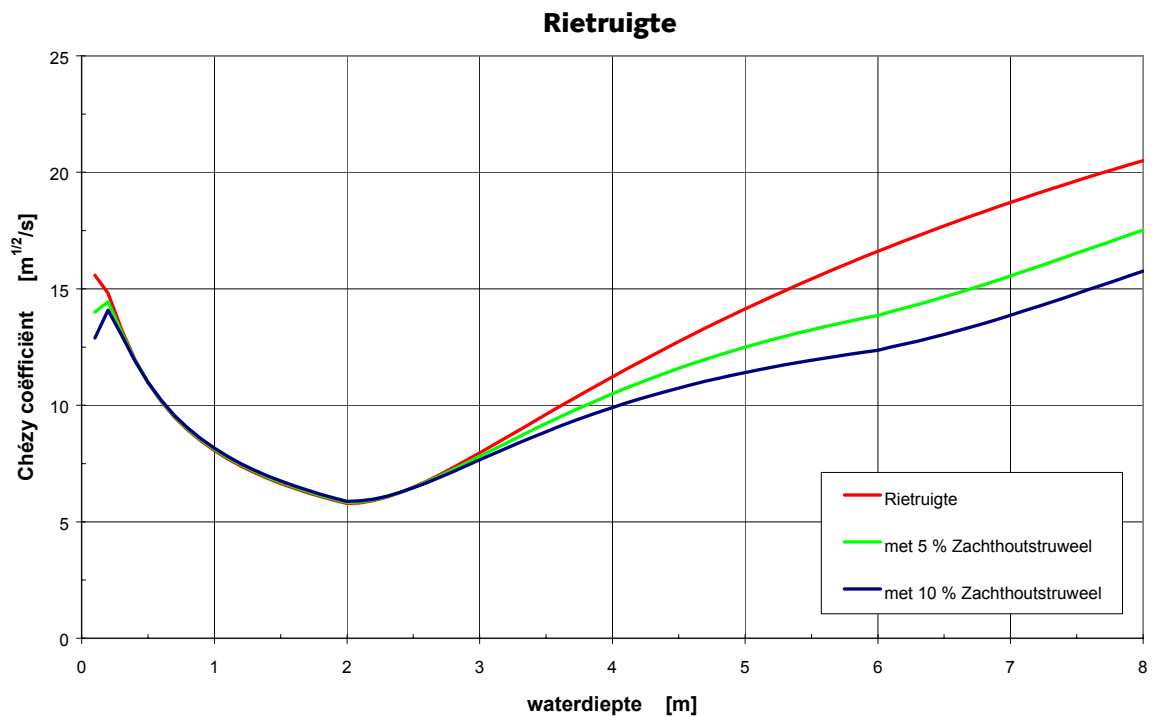
De weerstand van de vegetatie wordt vooral bepaald door de hoogte en de dichtheid van de vegetatie. Voor de kenmerken is uitgegaan van een onbegraasde vegetatie, waarbij ook in de winter sprake is van een hoge en een lage kruidlaag. Om het effect hiervan op de stromingsweerstand in rekening te brengen wordt uitgegaan van een representatieve gemiddelde hoogte.

Vegetatiekenmerken onder winteromstandigheden

Hoogte	Aangestroomd oppervlak	Weerstand (drag) coëfficient	Nikuradse zandruwheid bodem
[m]	[m ² /m ² /m]	[-]	[m]
2.0	0.16	1.8	0.1

Grafiek stromingsweerstand:

Verloop weerstandcoëfficiënt van Chézy en de Nikuradse k-waarde met de waterdiepte



Natte ruigte



Foto: Bloeiende Moerasspiraea in de zomer (H. Coops)

Beschrijving

Natte ruigte bestaat uit verschillende vegetaties die voorkomen op natte, drassige bodems met een redelijk stabiel waterpeil. Kenmerkende soorten zijn Moerasspiraea, Liesgras, Poelruit, Grote Kattenstaart, Moerasandoorn, Grote Wederik, Grote Smeerwortel, Gele Lis en Watermunt. Soorten die vrijwel niet verhouten, in de winter verweken en grotendeels verdwijnen. Verhoutende (hoge) ruigtekruiden als Riet en Harig Wilgenroosje ontbreken vrijwel in dit type.



Foto: Natte ruigte: links Millingerwaard, rechts Broomwaard (nov, 2002)

Het type is gevoelig voor begrazing en komt dan ook vooral voor op plekken in de uiterwaard die ook gedurende de zomermaanden door hoge grondwaterstand onaantrekkelijk zijn voor grazers. Ook randen van plassen en geulen kunnen worden begroeid door verschillende natte ruigtesoorten. Bij een (tijdelijke) lage grondwaterstand kan op open plekken in de vegetatie ook wilgenstruweel tot ontwikkeling komen. Wanneer de vegetatie wel extensief wordt begraasd zullen vooral de lage soorten van drassige gronden overblijven en zal het type overgaan in een (natte) pioniervegetatie.

Weerstand bepalende eigenschappen

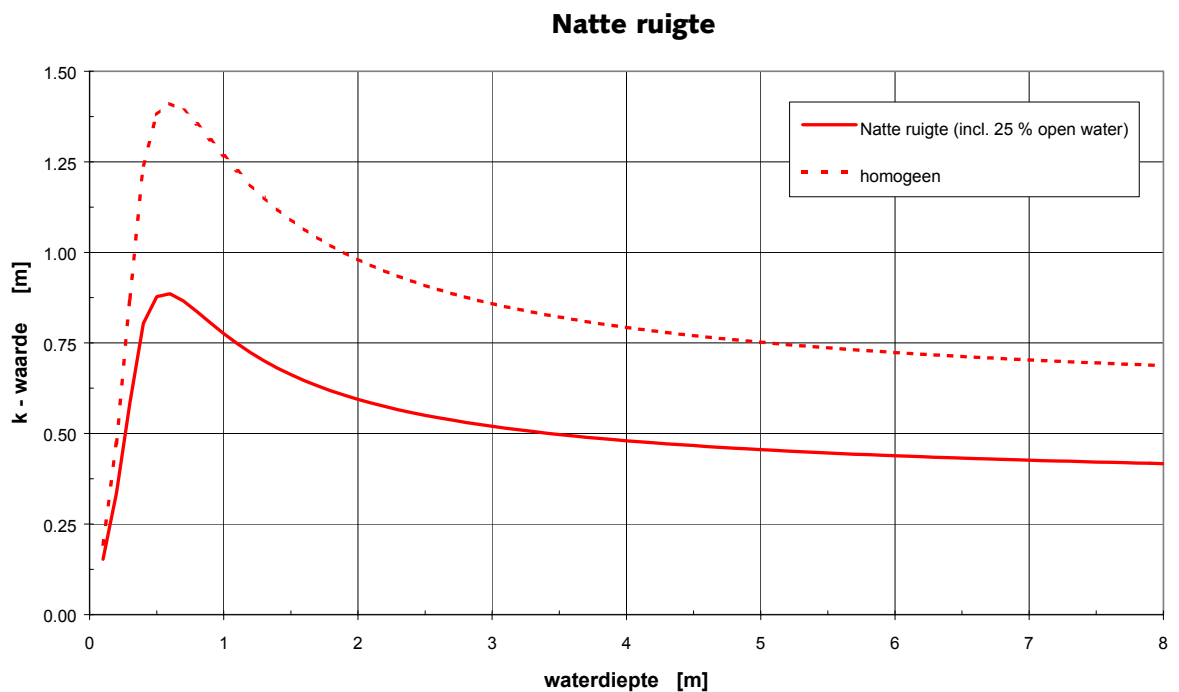
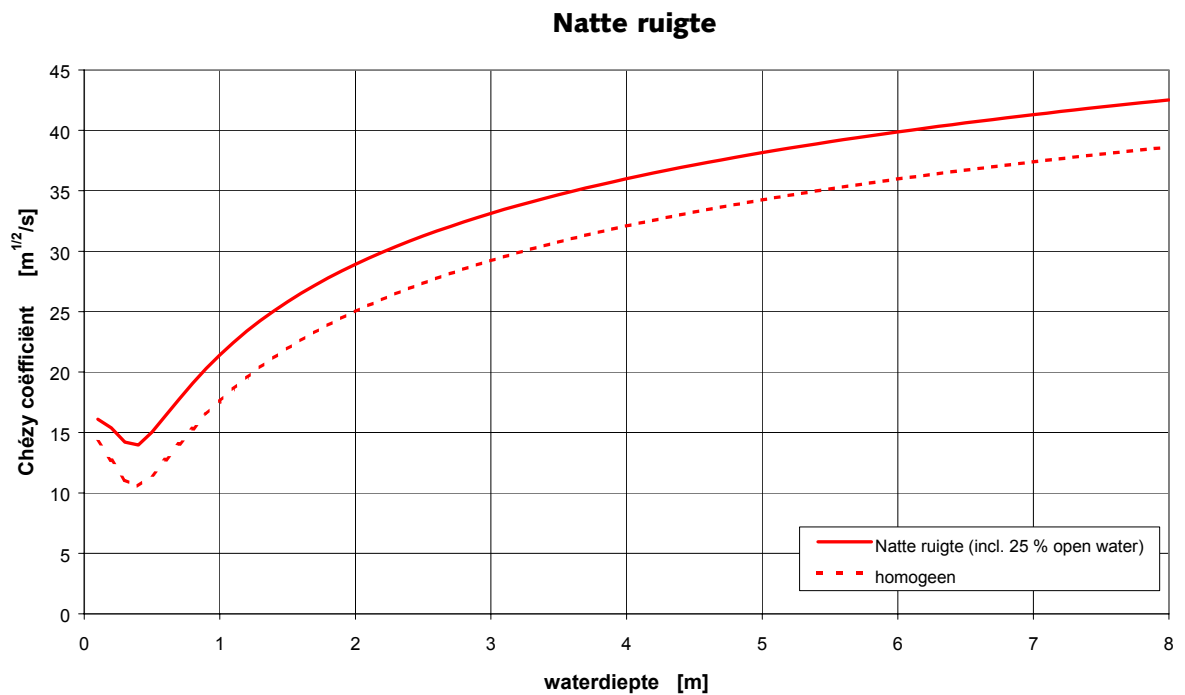
De weerstand van de vegetatie wordt vooral bepaald door de hoogte en de dichtheid van de vegetatie. Voor de kenmerken is uitgegaan van een onbegraasde vegetatie. In de winter zullen de meeste planten in deze vegetatie verdwenen zijn waardoor er veel open plekken in de vegetatie zullen vallen. Hierom wordt bij deze vegetatie rekening gehouden met een aandeel open water (weegfactor $\phi = 0.6$).

Vegetatiekenmerken onder winteromstandigheden

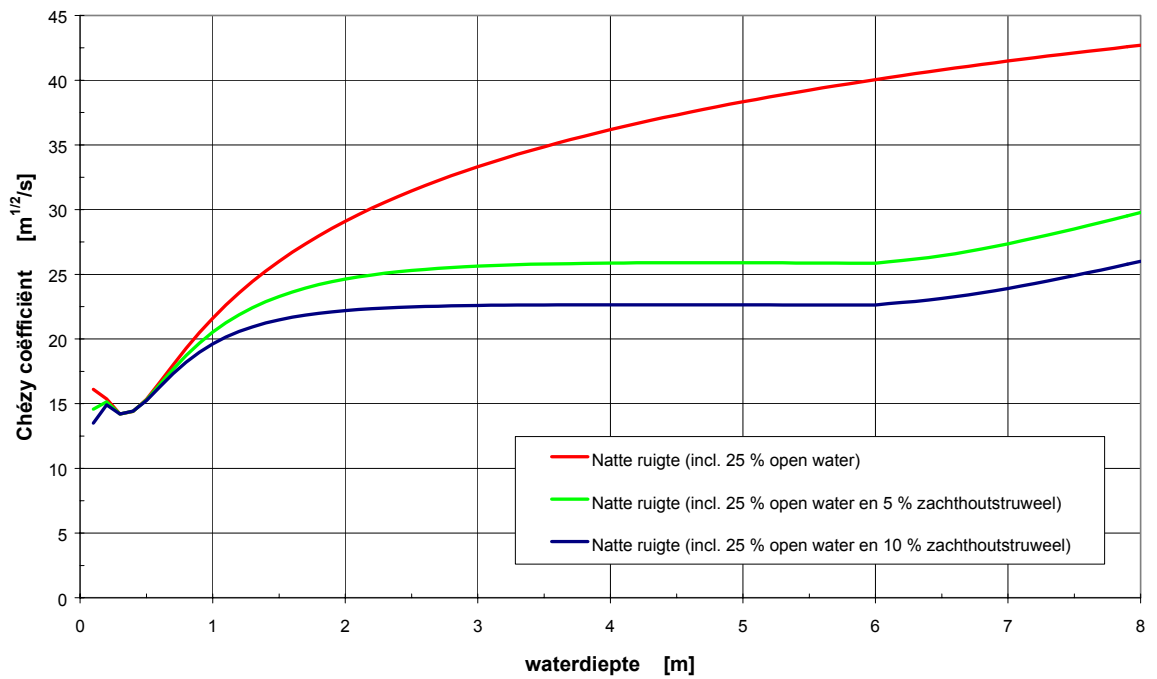
Hoogte	Aangestroomd oppervlak	Weerstand (drag) coëfficiënt	Nikuradse zandruwheid bodem	Opmerking
[m]	[m ² /m ² /m]	[-]	[m]	
0.35	0.25	1.8	0.1	25 % water; k=0.05

Grafiek stromingsweerstand:

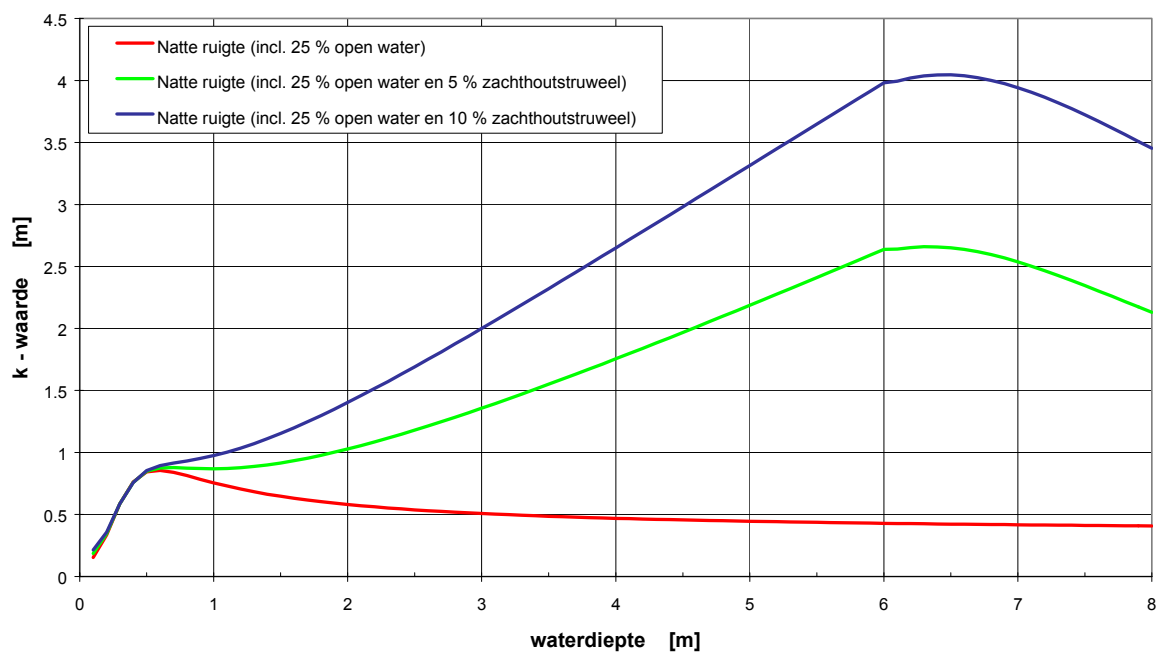
Verloop weerstandcoëfficiënt van Chézy en de Nikuradse k-waarde met de waterdiepte



Natte ruigte



Natte ruigte



Zegge



Foto: Scherpe Zegge in mei (H. Coops)

Beschrijving

Moerassen van Gewone- en Tweerijige Zegge komen voor in gebieden waar de grondwaterstand 's zomers niet verder dan enkele dm onder maaiveld zakt. Grote delen van het jaar staat het water boven maaiveld. Het substraat is slibrijk en heeft een lage morfologische dynamiek.

Langs oude rivierarmen (verlanding) kunnen ze in de zomer dichte tamelijk hoge (1m) velden vormen. De belangrijkste soorten zijn Scherpe zegge en Oeverzegge. Deze soorten groeien in pollen die soms zo dicht bij elkaar staan dat ze homogene velden vormen waardoor andere moerassoorten hier amper in tot ontwikkeling kunnen komen. Losse zeggepollen kunnen ook in andere vegetatietypen voorkomen, zoals begroeiingen van Rietgras en Natte ruigte.



Foto: Zeggemoeras te Arnhem (links februari 2003, rechts mei 2003 P. Jesse)

Zegge is gevoelig voor begrazing en komt dan ook vooral voor op plekken in de uiterwaard die ook gedurende de zomermaanden door hoge grondwaterstand onaantrekkelijk zijn voor grazers. Wanneer de vegetatie wordt opengemaakt door bijvoorbeeld grote grazers kan het overgaan in een natte ruigte.

Weerstand bepalende eigenschappen

Zeggen groeien in min of meer dichte pollen. De bladeren kunnen ongeveer 1 m hoog worden. In de winter sterven de bladeren af en blijft er een dichte dorre laag over van ongeveer 0.25 tot 0.40m hoog. Voor zegge kan een sterk geclusterde structuur van 25% liggend strooisel worden aangenomen (weegfactor $\phi = 0.6$).

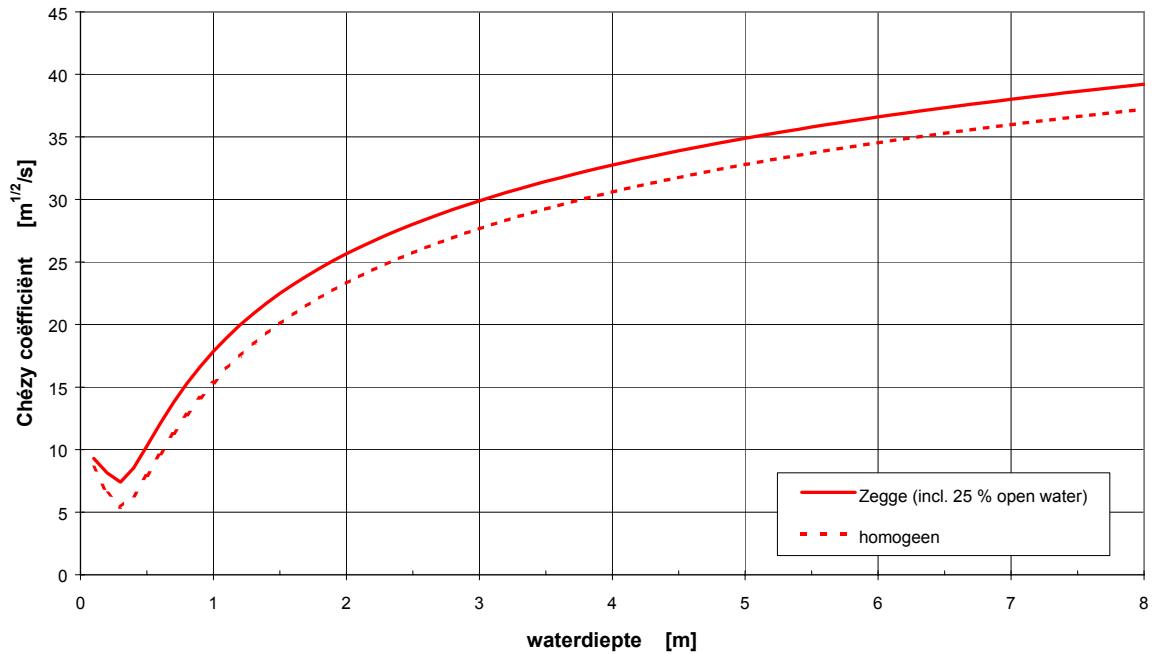
Vegetatiekenmerken onder winteromstandigheden

Hoogte	Aangestroomd oppervlak	Weerstand (drag) coëfficient	Nikuradse zandruwheid bodem	Opmerking
[m]	[m ² /m ² /m]	[-]	[m]	
0.30	1.2	1.8	0.1	25 % strooisel; k=0.25

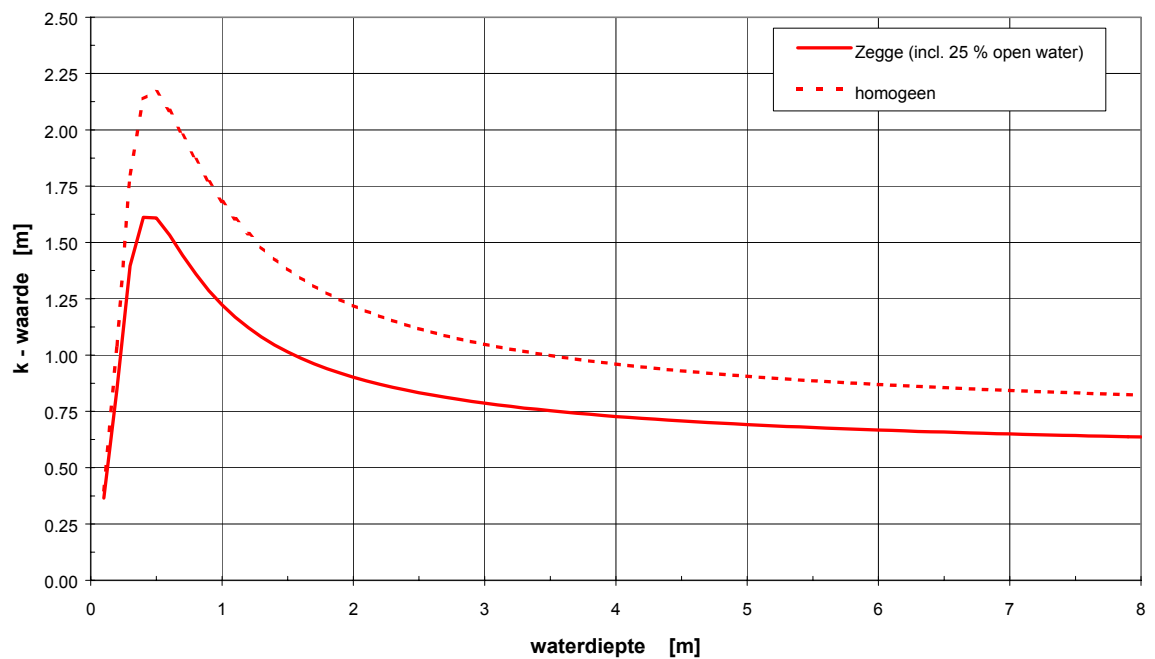
Grafiek stromingsweerstand:

Verloop weerstandcoëfficiënt van Chézy en de Nikuradse k-waarde met de waterdiepte

Zegge



Zegge



Rietgras



Foto: Rietgras in de zomer (H. Coops)

Beschrijving

In het type Rietgras is sprake van een dominantie van Rietgras met eventueel een lage dichtheid aan andere ruigtekruiden. De Rietgrasgemeenschappen horen van nature in het rivierengebied thuis. Het wordt aangetroffen op locaties met een vrij brede range aan milieuomstandigheden. Zo kan het voorkomen op zowel de hogere (droge) delen van de oever als de natte delen. Ze komen echter vooral voor op (onbeheerde) oevers met een zandige bodem van strangen en zandwinputten. Sterke wisselingen in waterstanden komen tot uiting in jaarlijkse verandering van het areaal van dit type. Rietgras is matig gevoelig voor zomeroverstroming en kan relatief goed tegen wisseling in het waterpeil, 's zomers mag de grondwaterstand een halve meter of meer onder het bodemoppervlak dalen.



Foto Rietgras: links in de groene rivier bij Arnhem, november 2001 en rechts Meinerswijk februari 2003 (P. Jesse)

Rietgras is gevoelig voor begrazing en wordt dan ook vooral aangetroffen in die delen van de uiterwaard die slecht bereikbaar zijn voor grote grazers. Wanneer het gebied toch wordt begrast kunnen de droge rietgrasgemeenschappen veranderen in een droge ruigte.

Weerstand bepalende eigenschappen

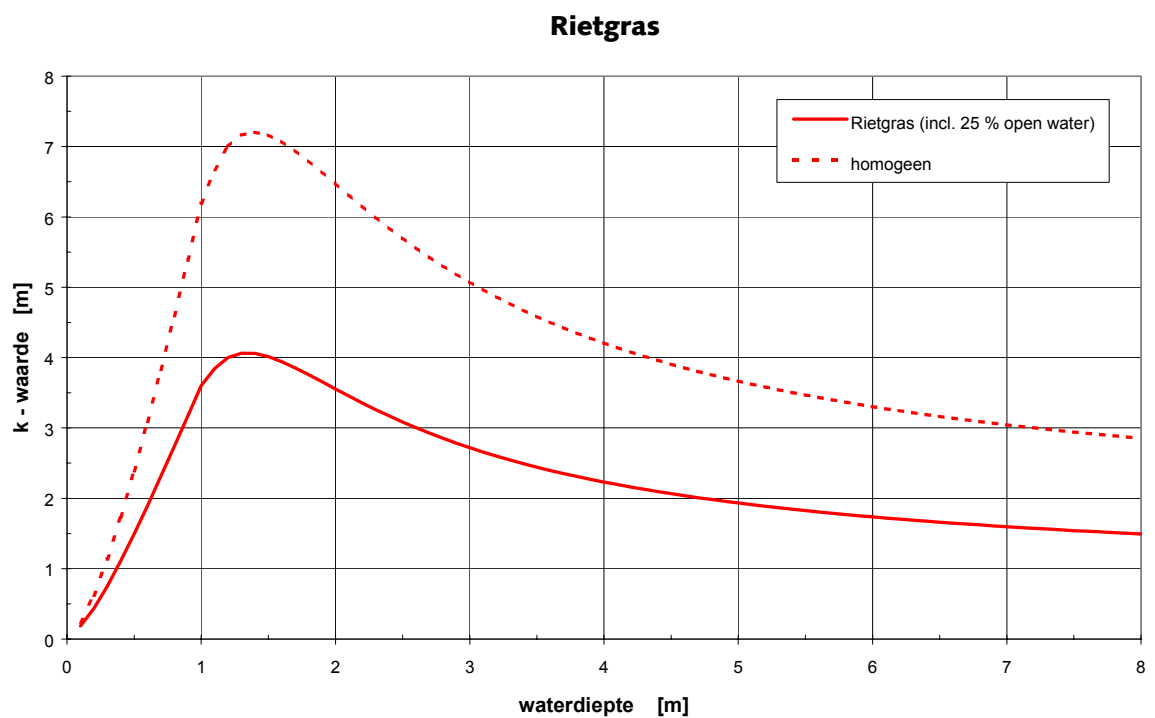
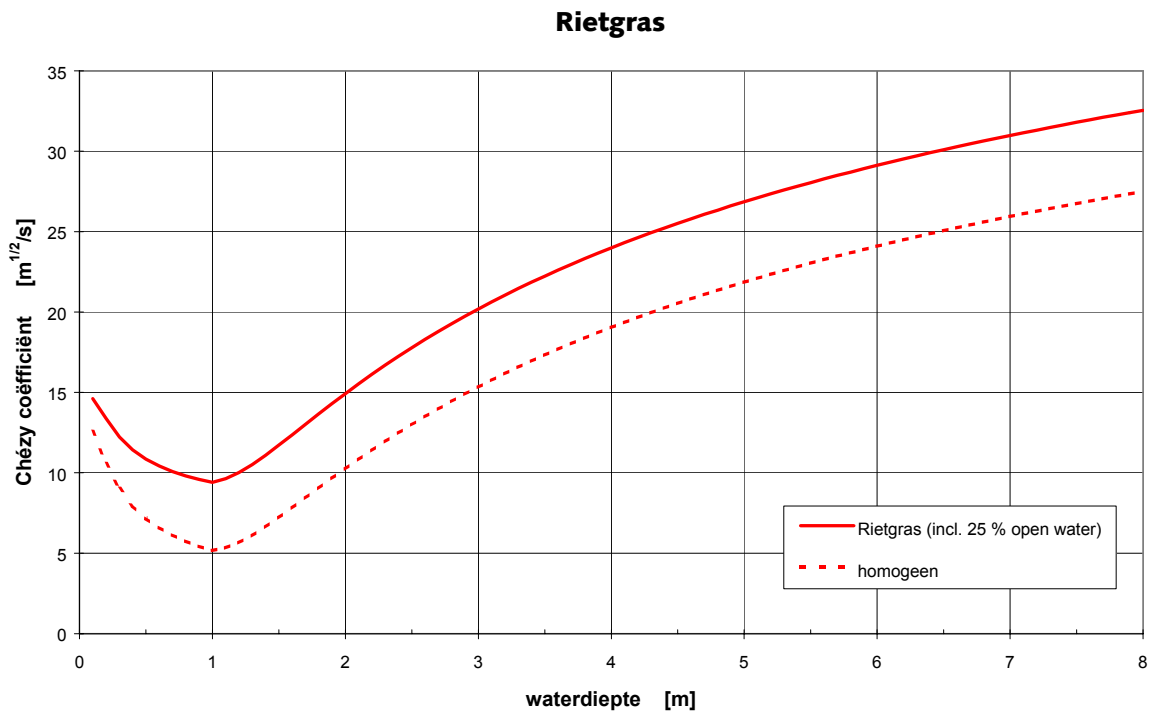
De weerstand van Rietgras wordt bepaald door de hoogte, het aantal stengels en de stengeldiameter. De vegetatie heeft een duidelijke bladlaag en een laag met bloeistengels. In de winter kunnen door erosie, vraat of verdrinking onbegroeide plekken in de rietgraszone ontstaan. Om deze reden wordt er bij de vegetatiekenmerken rekening gehouden met aandeel onbegroeid (nat) oppervlak (weegfactor $\phi = 0.6$).

Vegetatiekenmerken onder winteromstandigheden

Hoogte	Aangestroomd oppervlak	Weerstand (drag) coëfficient	Nikuradse zandruwheid bodem	Opmerking
[m]	[m ² /m ² /m]	[-]	[m]	
1.00	0.4	1.8	0.1	25 % water; k=0.05

Grafiek stromingsweerstand:

Verloop weerstandcoëfficiënt van Chézy en de Nikuradse zandruwheid met de waterdiepte



Biezen



Foto: Mattenbies in het najaar (H. Coops)

Beschrijving

De meest voorkomende biezen-soort in het Nederlandse rivierengebied is de Mattenbies. Dit is een weinig concurrentiekrachtige hoge moerasplant die voorkomt in delen van oevers die te diep zijn voor Riet. Het komt voor in gebieden met voedselrijk substraat en mede daarom vaak in sedimentatiegebieden. Naast Mattenbies behoren tot deze groep ook de vooral in het zoetwatergetijdgebied voorkomende Ruwe Bies en Heen.

Na de bloei sterven de groene plantendelen in snel tempo af. De verkleurde halmen breken in het late najaar af tot het heersende waterniveau.



Foto: Links Mattenbies langs de Merwede in oktober (H. Coops), rechts Mattenbies bij De Zande langs de IJssel, maart 2003 (P.Jesse).

Biezen zijn zeer gevoelig voor begrazing. Ook de Biezen die groeien in kribvakken en bereikbaar zijn voor grazers zullen worden weggevreten. In het benedenrivierengebied is er lokaal nog sprake van een biezencultuur waarbij de biezen nog actief worden aangeplant en beheerd. Zij worden dan in de zomer gesneden en gebruikt voor het matten van stoelen en de productie van vloermatten.

Weerstand bepalende eigenschappen

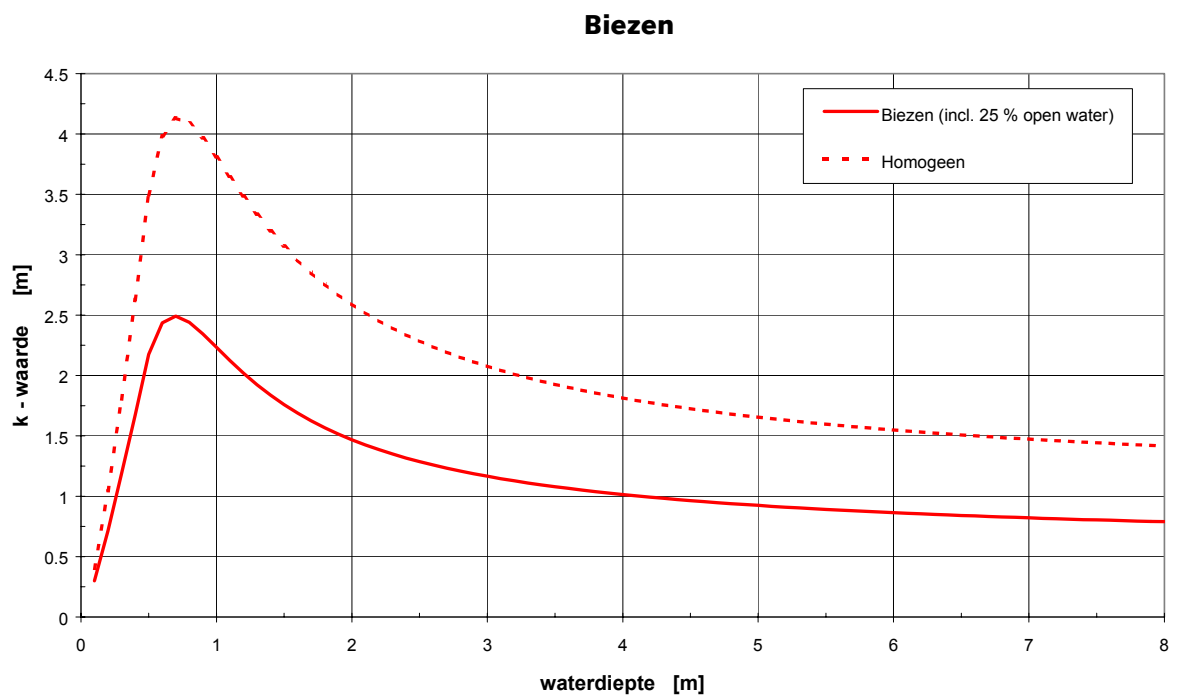
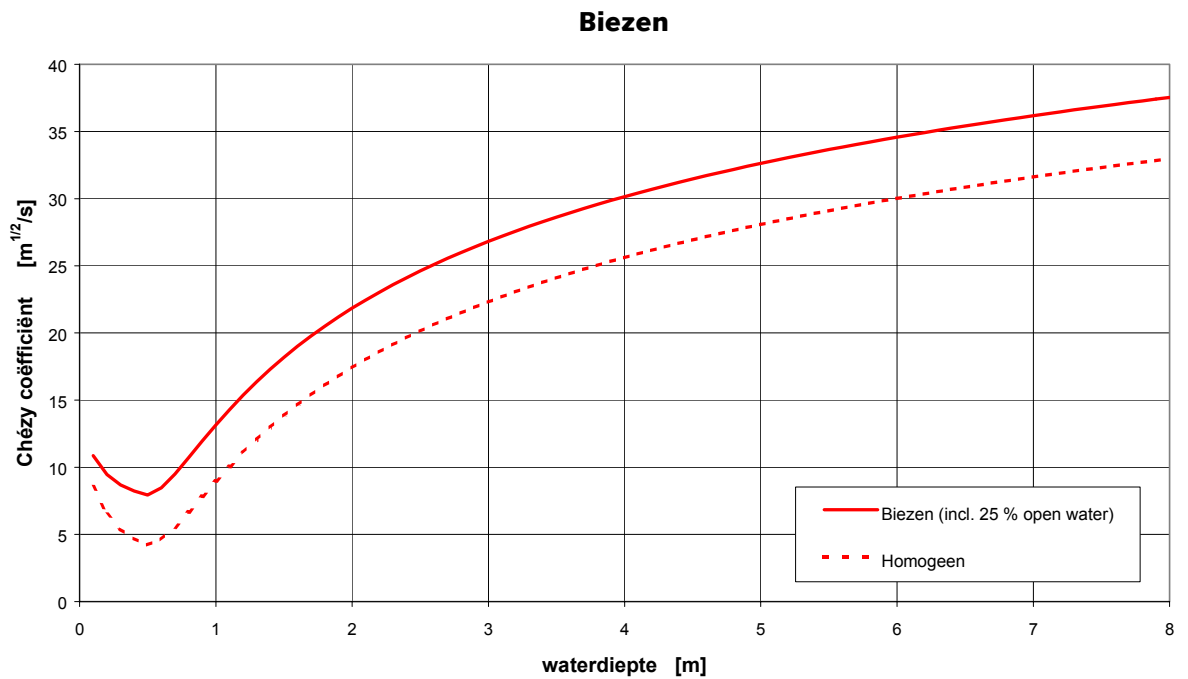
De stromingsweerstand van biezen wordt bepaald door de hoogte, het aantal stengels en de diameter van de stengels. In het late najaar breken de halmen van biezen gemakkelijk af, vaak tot het dan heersenden waterniveau. Er blijft dan een vrij ijle vegetatie over. Voor het bepalen van de stromingsweerstand wordt uitgegaan van een mengvorm van Biezen met open water (weegfactor $\phi = 0.6$).

Vegetatiekenmerken onder winteromstandigheden

Hoogte	Aangestroomd oppervlak	Weerstand (drag) coëfficient	Nikuradse zandruwheid bodem	Opmerking
[m]	[m ² /m ² /m]	[-]	[m]	
0.50	1.2	1.8	0.1	25 % water; k=0.05

Grafiek stromingsweerstand:

Verloop weerstandcoëfficiënt van Chézy en de Nikuradse zandruwheid met de waterdiepte



Lisdodde



Foto: Lisdodde in Meinerswijk oktober 2001 (P. Jesse)

Beschrijving

In Nederland komen twee soorten Lisdodde voor: Kleine en Grote lisdodde. Beide komen vaak voor op vergelijkbare locaties als waar Riet groeit. Hierbij staat Kleine lisdodde over het algemeen in wat dieper water en vaak in een slibrijke zone die vooraf gaat aan het eigenlijke rietland. Grote lisdodde is een soort die voorkomt in ondiepere moerassige vegetaties, vaak in ietwat verstoorde omstandigheden. Grote lisdodde kan hierin uitgestrekte haarden vormen.

Beide soorten komen voor in wateren met beperkte hydrologische dynamiek en zijn gevoelig voor zomerhoogwaters. Ze komen dan ook voor in de bekade delen van de uiterwaard. Lisdodde prefereert een slappe drassige bodem die rijk is aan klein en organische stof. De sedimentatie in deze gebieden is veelal aanzienlijk.



Foto: Lisdodde in de Amerongse Bovenpolder links winteromstandigheden, rechts voorjaarsomstandigheden (beide R. van Dixhoorn)

Net als de andere moerasvegetaties zijn ook de lisdodden gevoelig voor begrazing. Zij komen dan ook vooral voor in die delen van de uiterwaard die door de hoge (grond)waterstand minder aantrekkelijk zijn voor grazers.

Weerstand bepalende eigenschappen

De weerstand van Lisdodde wordt bepaald door de hoogte, het aantal stengels en de stengeldiameter. Zowel bij de kleine als bij de grote lisdodde verhouten de stengels in de winter en breken veel bladeren af. Hierdoor vallen open plekken in de vegetatie. In de winter is de hoogte en dichtheid van kleine en grote lisdodde vergelijkbaar en om deze reden wordt er voor het bepalen van de stromingsweerstand geen onderscheid gemaakt. Vanwege het openvallen van de vegetatie wordt rekening gehouden met een aandeel open water (weegfactor $\phi = 0.6$).

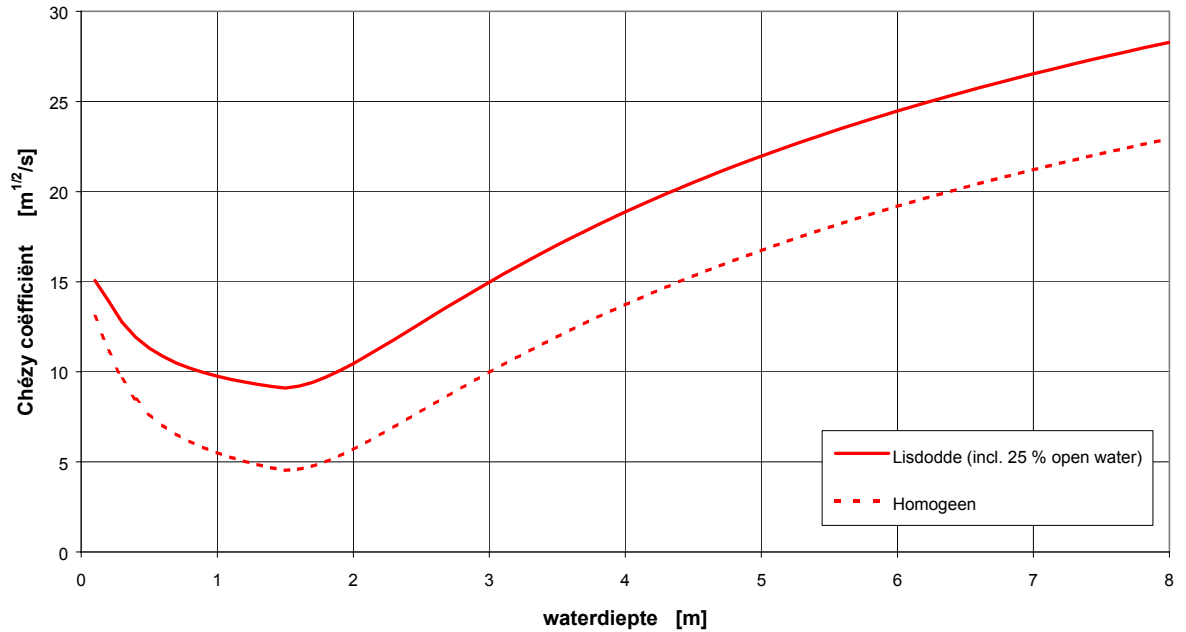
Vegetatiekenmerken onder winteromstandigheden

Hoogte	Aangestroomd oppervlak	Weerstand (drag) coëfficiënt	Nikuradse zandruwheid bodem	Opmerking
[m]	[m ² /m ² /m]	[-]	[m]	
1.50	0.35	1.8	0.1	25 % water; k=0.05

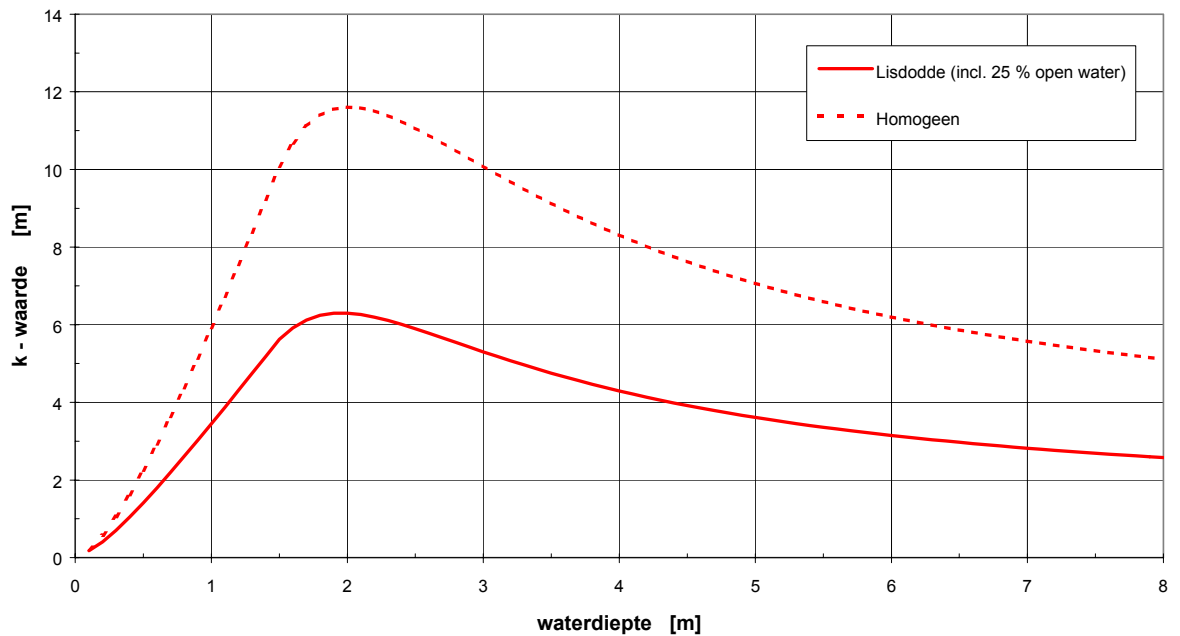
Grafiek stromingsweerstand:

Verloop weerstandcoëfficiënt van Chézy en de Nikuradse zandruwheid met de waterdiepte

Lisdodde



Lisdodde



Riet



Foto: Riet onder winteromstandigheden (H. Coops)

Beschrijving

Riet komt in het rivierengebied voor in gebieden waar zomerinundaties gering zijn en de grondwaterstand hoog. Riet kan grote homogene velden vormen maar wordt (onder graasdruk van watervogels) soms ook aangetroffen als een vegetatie bestaande uit losse pollen met daartussen water of slik. In de winter blijven de verhoude stengels staan.

Op de natste plaatsen ontbreken begeleidende soorten en komt Riet homogeen voor. Op oevers van (oude) rivierlopen wordt Riet begeleid door soorten als Gele Waterkers, Scherpe Zegge, Gewone Wederik en Moeraskruiskruid.



Foto: Riet, links Afferdensche en Deestsche Waarden (maart 2001, MD), rechts Gorinchem januari 2003 (T. Slingerland)

Riet is zeer gevoelig voor (extensieve) begrazing (vertrapping) en komt dan ook vooral voor in die delen van de uiterwaard die (lokaal) niet toegankelijk zijn voor grazers. In het beneden-rivierengebied wordt het Riet gemaaid en of gesneden voor dakbedekkingmateriaal. Het maaibeheer in de winter stimuleert het ontstaan van homogene rietvelden. Wanneer het Riet niet wordt beheerd treedt verlanding op. Tussen het Riet vestigen zich dan ruigtekruiden.

Weerstand bepalende eigenschappen

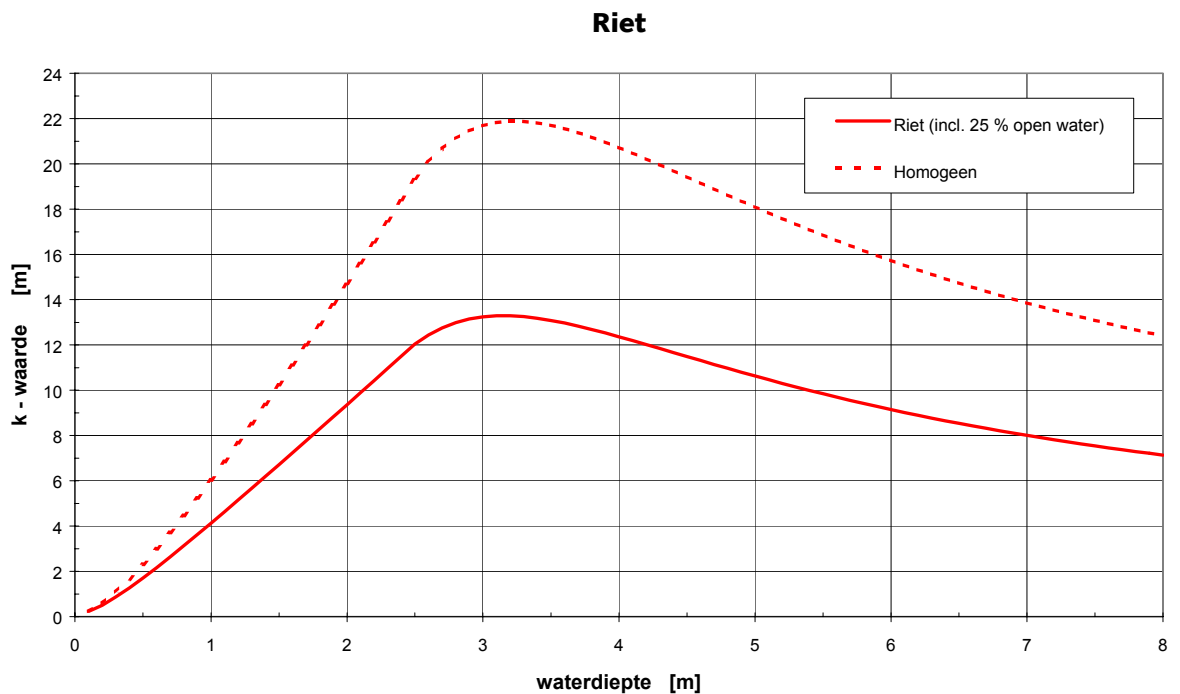
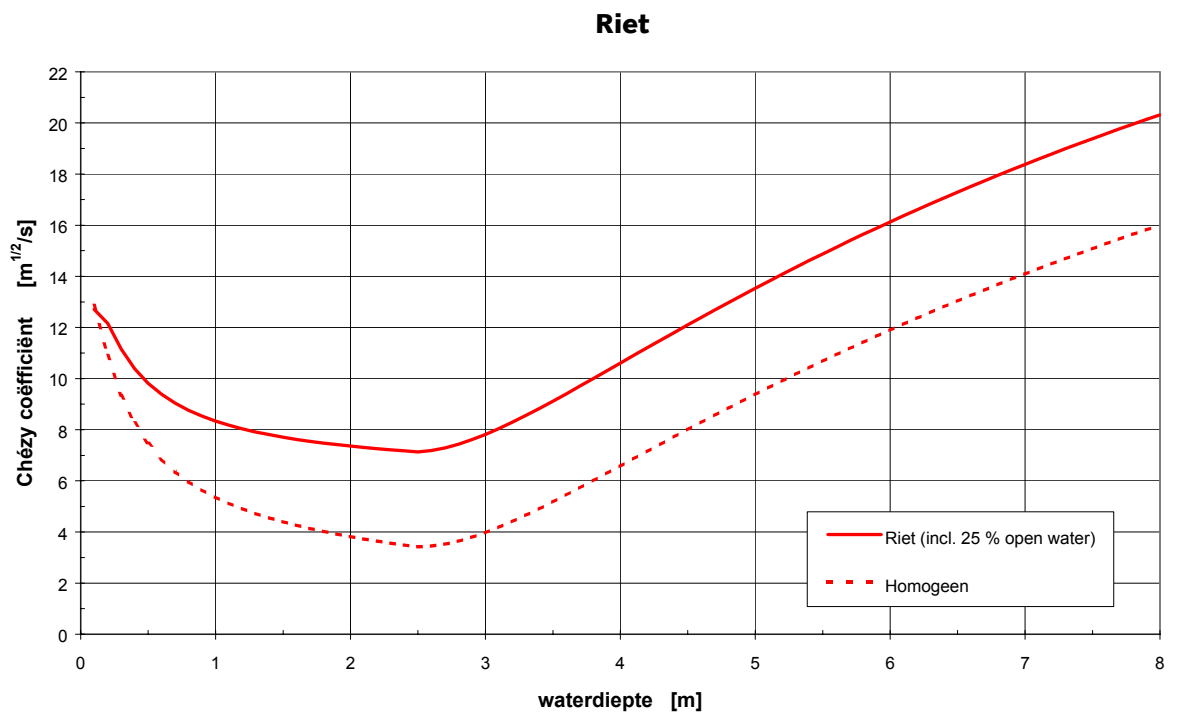
De stromingsweerstand van Riet wordt bepaald door de hoogte, het aantal stengels en de stengeldiameter. Ook de resten van de pluim en de bladeren zijn van belang voor de stromingsweerstand. Doorbuiging van Riet verandert de stromingsweerstand niet significant. Riet komt vaak voor in homogene velden. In de winter kunnen hier door vraat en stroming open plekken in de vegetatie vallen met afgestorven platliggend strooisel. Voor de bepaling van de stromingsweerstand wordt dan ook rekening gehouden met een aandeel strooisel met een dikte van 0.10m (weegfactor $\phi = 0.6$).

Vegetatiekenmerken onder winteromstandigheden

Hoogte	Aangestroomd oppervlak	Weerstand (drag) coëfficiënt	Nikuradse zandruwheid bodem	Opmerking
[m]	[m ² /m ² /m]	[-]	[m]	
2.50	0.37	1.8	0.1	25 % strooisel; k=0.25

Grafiek stromingsweerstand:

Verloop weerstandcoëfficiënt van Chézy en de Nikuradse k-waarde met de waterdiepte



Zachthoutstruweel



Foto: Zachthoutstruweel Afferdensche en Deestsche waarden (maart 2001, MD)

Beschrijving

Zachthoutstruweel bestaat uit struikvormige wilgen (Amandelwilg, Bittere Wilg, Katwilg) en jonge stadia van Schietwilg en Zwarte populier. De kruidlaag is meestal spaarzaam ontwikkeld. Het zachthoutstruweel kan voorkomen in gebieden met een vrij brede hydrologische en morfologische range. Het type wordt aangetroffen op delen van de uiterwaard met een overstromingsfrequentie van 100-170 dagen/jaar. Wilgen zijn buiten de kiemperiode weinig gevoelig voor substraat. Bij het kiemen worden echter wel hoge eisen gesteld aan het vochtgehalte van de bodem. Op te droge bodems zullen de kiemen snel verdrogen, op te natte bodem snel verdrinken.



Foto: Zachthoutstruweel Duursche Waarden, links winteromstandigheden (maart 2001, DON), rechts zomeromstandigheden (oktober 2001, P. Jesse)

Natuurlijke begrazing kan de ontwikkeling van kiemplant naar zachthoutstruweel lang tegenhouden maar de ervaring leert dat hiermee de struweel ontwikkeling niet tegengegaan kan worden. Wanneer struweel zich eenmaal heeft ontwikkeld kunnen grazers het type slechts zeer beperkt open houden. Wanneer ook (jonge) Schietwilgen of Zwarte populieren in het struweel aanwezig zijn kan het type zich doorontwikkelen tot zachthoutoibos. Pragmatisch ligt de grens tussen struweel en bos bij ongeveer 5 à 6 meter hoogte.

Weerstand bepalende eigenschappen

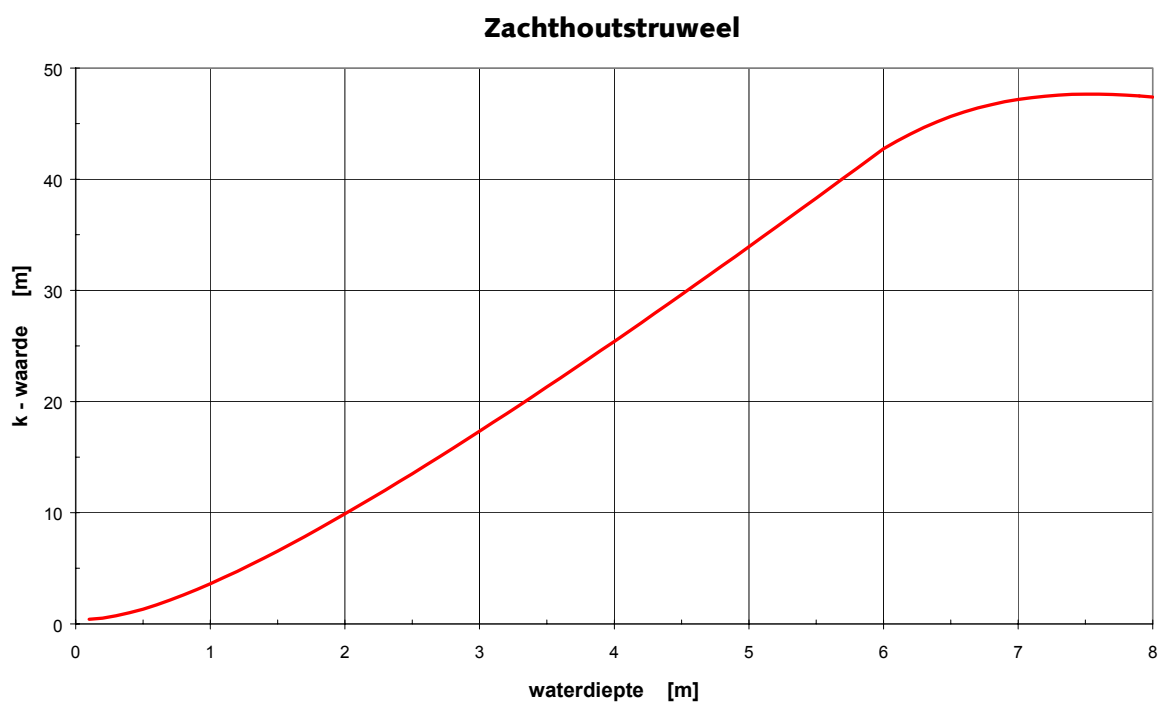
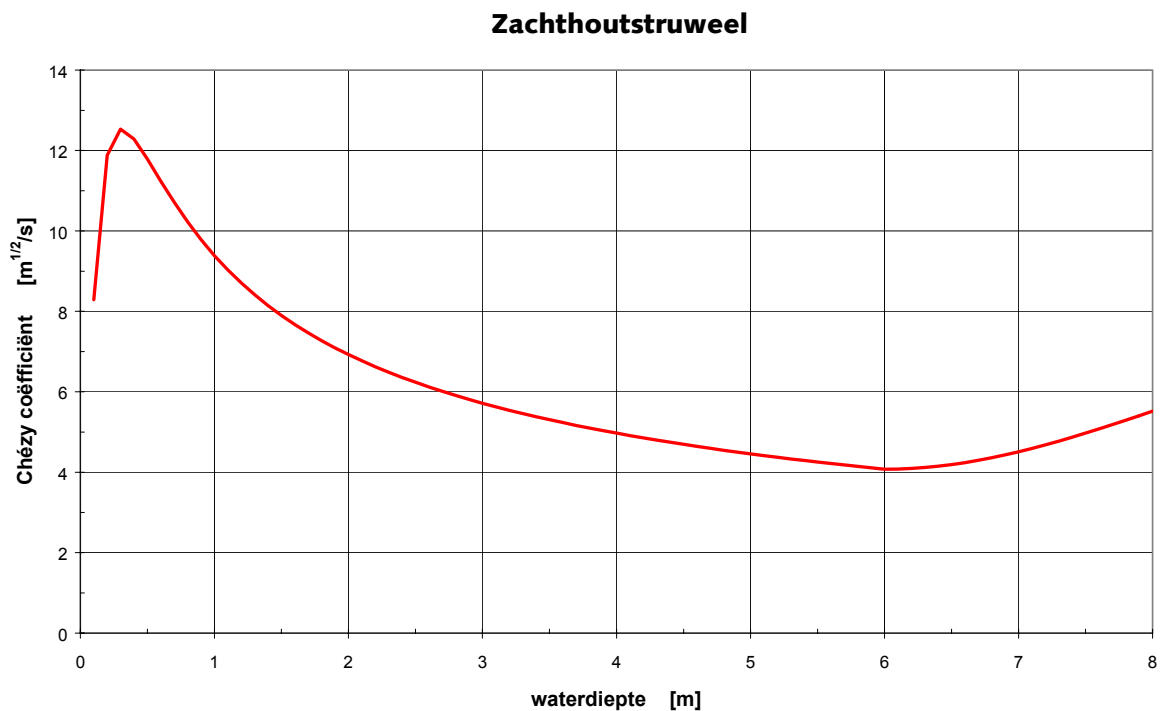
De weerstand van struweel wordt bepaald door de grootte van het aangestroomd oppervlak, de hoogte van het struweel en de omstandigheden op de bodem (ondergroei/dood hout). Bij het aangestroomd oppervlak is uitgegaan van een volgroeid struweel en is rekening gehouden met het invangen van vuil wat resulteert in een wat hoger aangestroomd oppervlak.

Vegetatiekenmerken onder winteromstandigheden

Hoogte	Aangestroomd oppervlak	Weerstand (drag) coëfficient	Nikuradse zandruwheid bodem
[m]	[m ² / m ² /m]	[-]	[m]
6	0.13	1.5	0.4

Grafiek stromingsweerstand:

Verloop weerstandcoëfficiënt van Chézy en de Nikuradse k-waarde met de waterdiepte



Griend



Foto: Wilgengriend (H. Coops)

Beschrijving

Ten behoeve van de griendencultuur zijn in het verleden terreinen aangeplant met vooral Schietwilg. De jonge takken, het zogenaamde rijshout wordt om de 2 à 3 jaar uit de boom gekapt (geknot) waardoor de kenmerkende knotwilgen ontstaan.



Links, pas gekapt wilgengriend (winter) langs de Nieuwe Merwede (H. Coops), rechts Wilgengriend bij Gorinchem (maart 2003, T. Slingerland)

Bij de beheerde grienden kan vrij veel licht tot de bodem doordringen waardoor zich hier een kruidenrijke vegetatie kan ontwikkelen. Veel grienden zijn inmiddels echter in verval geraakt en worden niet meer regelmatig geknot. Deze grienden schieten door waardoor zij het karakter krijgen van een zachthoutooibos.

Weerstand bepalende eigenschappen

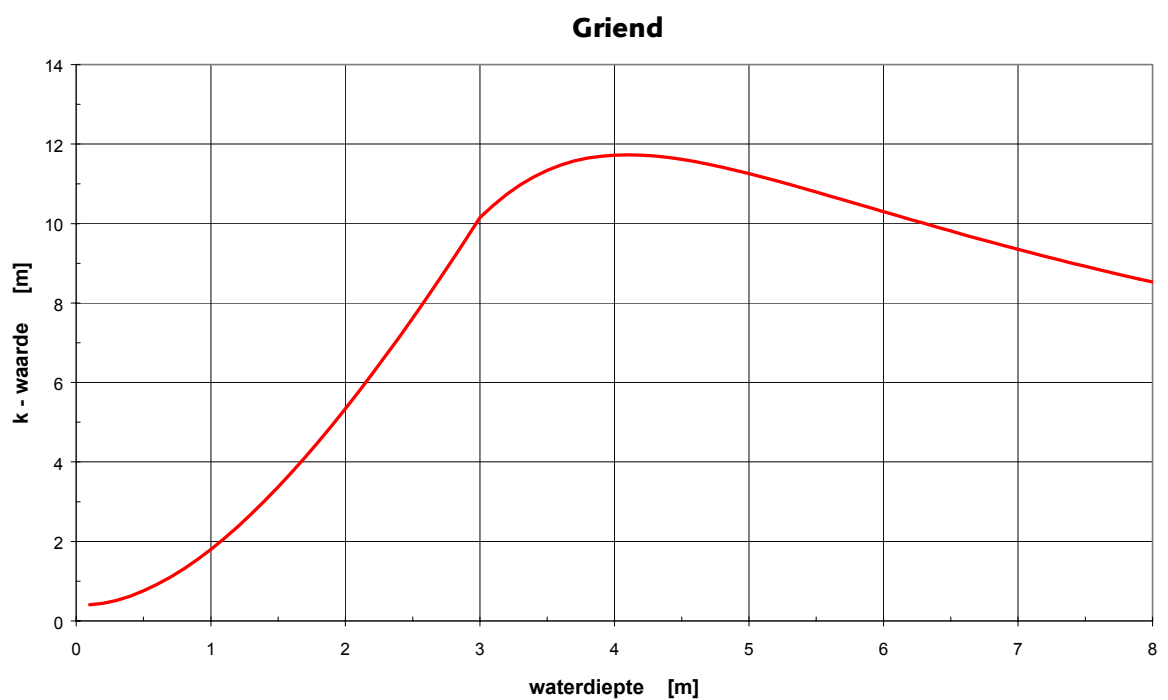
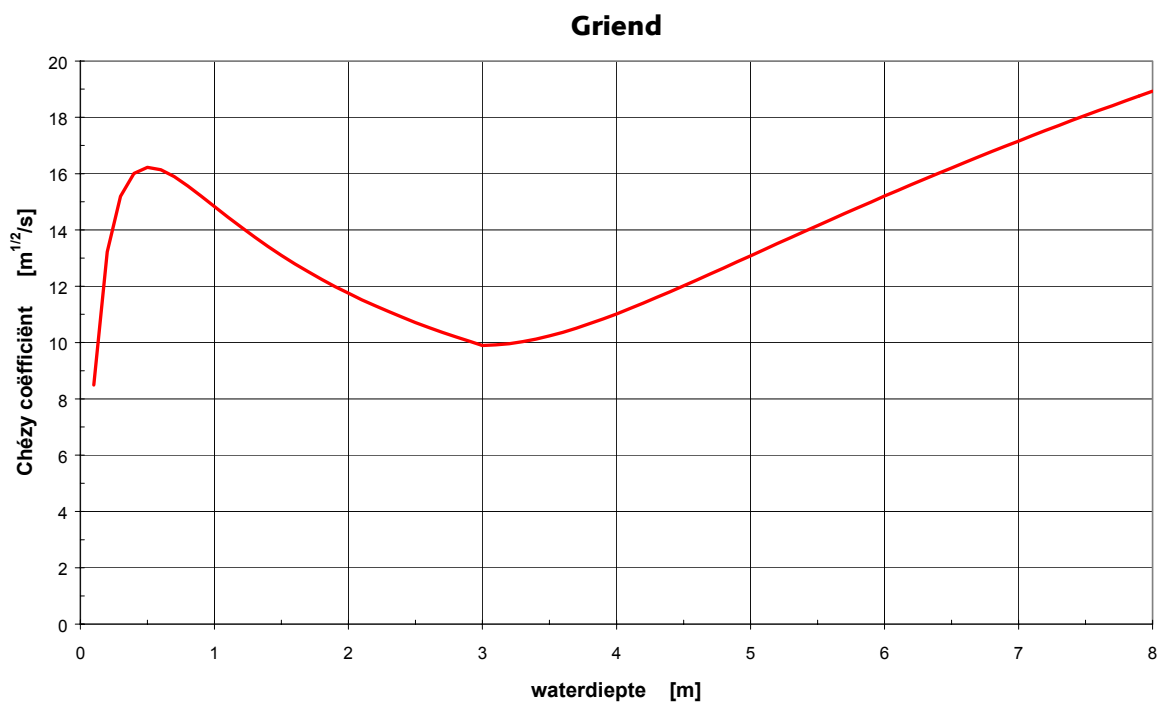
De weerstand van wilgengriend wordt bepaald door de grootte van het aangestroomd oppervlak, de hoogte van het griend en de omstandigheden op de bodem (ondergroei/dood hout). Bij de bepaling van de kenmerken voor de hydraulische ruwheid wordt uitgegaan van beheerde grienden.

Vegetatiekenmerken onder winteromstandigheden

Hoogte	Aangestroomd oppervlak	Weerstand (drag) coëfficient	Nikuradse zandruwheid bodem
[m]	[m ² / m ² /m]	[-]	[m]
3	0.041	1.5	0.4

Grafiek stromingsweerstand:

Verloop weerstandcoëfficiënt van Chézy en de Nikuradse k-waarde met de waterdiepte



Doornstruweel



Foto: Meidoornstruweel in Meinerswijk (oktober 2001, P. Jesse)

Beschrijving

Doornstruweel bestaat uit struiklaagsoorten van het hardhoutooibos (Meidoorn, Sleedoorn, Gewone Vlier, etc.). De begroeiingen vormen in het algemeen smalle linten in het landschap (in de vorm van hagen) of zomen langs bosranden. Het wordt dan veelal omzoomd door grazige ruigtevegetaties. In de nieuwe natuurontwikkelingsgebieden langs de grote rivieren is tegenwoordig ook te zien dat doornstruweel tot ontwikkeling komt in de natuurlijk begraasde graslanden met een overstromingsduur van 5 tot 90 dagen per jaar. Hier ontstaan velden met verspreid voorkomende meidoorns.

Doornstruweel is gevoelig voor zomeroverstroming en komt voor op zandige (Sleedoorn) tot kleiige (Meidoorn) bodems.



Foto: Doornstruweel als bosrand in de Duursche Waarden. Links winteromstandigheden (maart 2001, DON), rechts zomeromstandigheden (oktober 2001, P. Jesse)

Doornstruweel is dankzij haar beschermende stekels of antivraatstoffen (Gewone vlier) vrij ongevoelig voor begrazing. Het doornstruweel kan worden beschouwd als een pionierstadium voor hardhoutooibos. Tussen de beschermende stekels van het struweel kunnen bomen als Es tot ontwikkeling komen die zich tot hardhoutooibos kunnen doorontwikkelen.

Weerstand bepalende eigenschappen

De weerstand van struweel wordt bepaald door de grootte van het aangestroomd oppervlak, de hoogte van het struweel en de omstandigheden op de bodem (ondergroei/dood hout).

Vegetatiekenmerken onder winteromstandigheden

Hoogte	Aangestroomd oppervlak	Weerstand (drag) coëfficient	Nikuradse zandruwheid bodem
[m]	[m ² / m ² /m]	[-]	[m]
5	0.17	1.5	0.4

Grafiek stromingsweerstand:

Verloop weerstandcoëfficiënt van Chézy en de Nikuradse k-waarde met de waterdiepte



Zachthoutooibos



Foto: Zachthoutooibos, Afferdensche en Deestsche Waarden (maart 2001, MD)

Beschrijving

Zachthoutooibos is een natuurlijk bos dat bestaat uit combinaties van verschillende wilgen- en populierensoorten. Het komt voor op rivieroever, oevers van nevengeulen, strangen en open water en in de lagere delen van de uiterwaard. Afhankelijk van het beheer wordt op de bodem dood hout aangetroffen in combinatie met ondergroei. Kleine oppervlakten zachthoutooibos komen dikwijls voor in combinatie met grassen, moerasvegetatie of ruigte begroeiingen. Zachthoutooibossen komen voor op delen van de uiterwaard met een overstromingsfrequentie 50-150 dagen/jaar. Het type is vrij ongevoelig voor substraat maar wordt veelal aangetroffen in matig tot lichte sedimentatiegebieden van klei/zavel (enkele mm tot enkele cm) en in zandige gebieden.



Foto: Zachthoutooibos Duursche Waarden: links winteromstandigheden (maart 2001, DON), rechts zomeromstandigheden (oktober 2001, P. Jesse)

Wanneer zachthoutooibos eenmaal is ontwikkeld kunnen grote grazers (ook bevers) het bos slechts beperkt open houden. Wanneer de bomen hoge leeftijden hebben bereikt (75-100 jaar) zullen zij afsterven waardoor open plekken in het bos ontstaan waar afhankelijk van de vochtigheid van de bodem ook andere houtige gewassen als van het hardhoutooibos tot ontwikkeling kunnen komen. Het bos kan hierdoor overgaan in een hardhoutooibos.

Weerstand bepalende eigenschappen

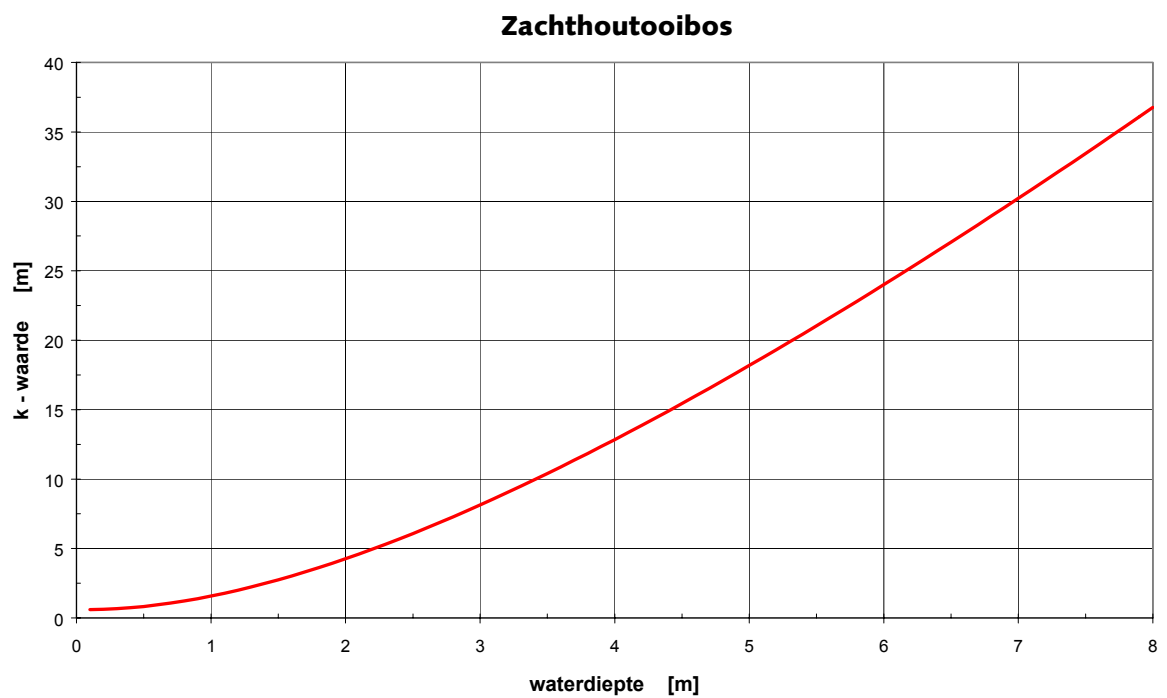
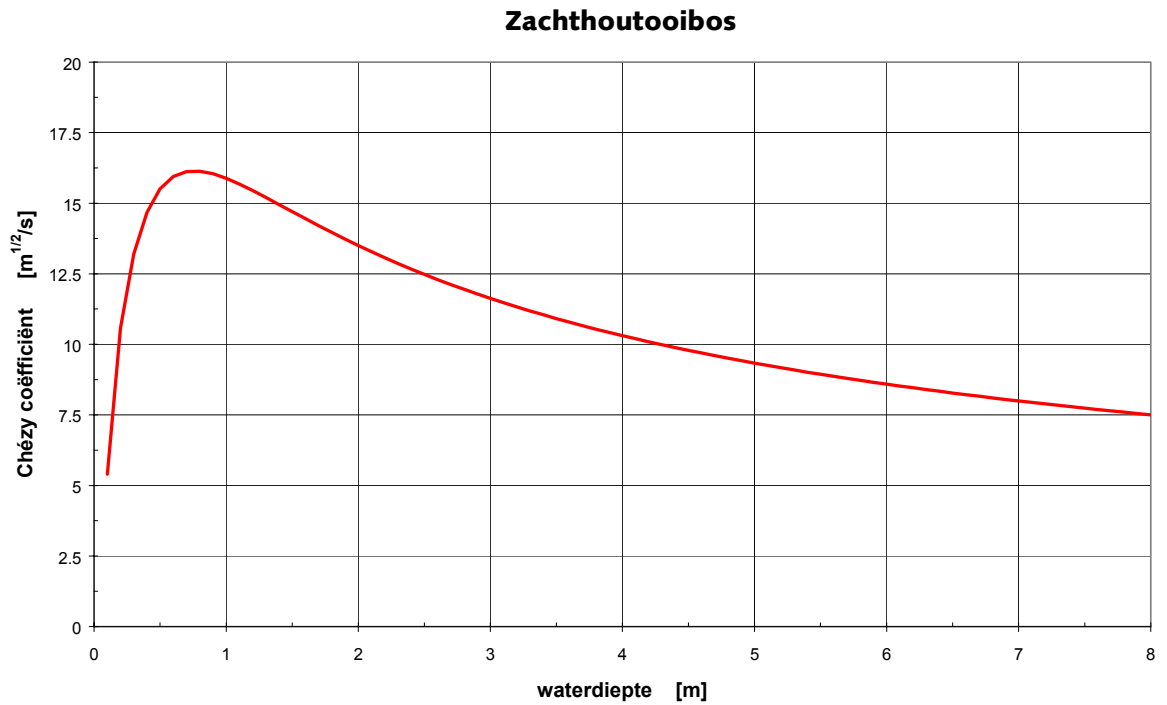
De weerstand van ooibos wordt bepaald door de grootte van het aangestroomd oppervlak en de omstandigheden op de bodem (ondergroei/dood hout).

Vegetatiekenmerken onder winteromstandigheden

Hoogte	Aangestroomd oppervlak	Weerstand (drag) coëfficient	Nikuradse zandruwheid bodem
[m]	[m ² / m ² /m]	[-]	[m]
>10	0.023	1.5	0.6

Grafiek stromingsweerstand:

Verloop weerstandcoëfficiënt van Chézy en de Nikuradse k-waarde met de waterdiepte



Hardhoutooibos



Foto: Hardhout ooibos met Eik in de Duursche Waarden (oktober 2001, P. Jesse)

Beschrijving

Het hardhoutooibos kan ontstaan op de oudste delen van de uiterwaard die periodiek tot zelden overspoeld worden (<50 dagen per jaar) zoals oeverwallen en hogere delen van de uiterwaard. Veelal vindt hier een matige tot lichte sedimentatie plaats van klei en zavel van enkele mm tot enkele cm.

Hardhoutooibos heeft een boomlaag waarin Iep, Eik, Es en Populier in vertegenwoordigd zijn. Doornstruwelen zijn veelal een voorstadium van dit type. Vandaar dat Meidoorn en Sleedoorn nog vaak in de struiklaag van dit type worden aangetroffen. De ondergroei van het hardhoutooibos is veelal rijk aan kruidachtige vegetaties met bijvoorbeeld Speenkruid, Bosandoorn, Daslook en Klimop.



Foto: Links Volwassen hardhoutooibos in het voorjaar langs de Allier (H. Coops), rechts jong hardhoutooibos bestaande uit Es in de Duursche waarden (okt. 2001, P. Jesse)

Algemeen kan gesteld worden dat het hardhoutooibos het laatste successiestadium is van de uiterwaardvegetaties. Hardhoutooibossen kunnen eeuwen oud worden. Door begrazing kan het bos slechts beperkt open worden gemaakt maar grazers kunnen het oppervlak van dit type niet verkleinen. In een natuurlijke situatie kan dit type alleen worden teruggezet in een ander stadium door brand of bochtverleggingen (erosie).

Weerstand bepalende eigenschappen

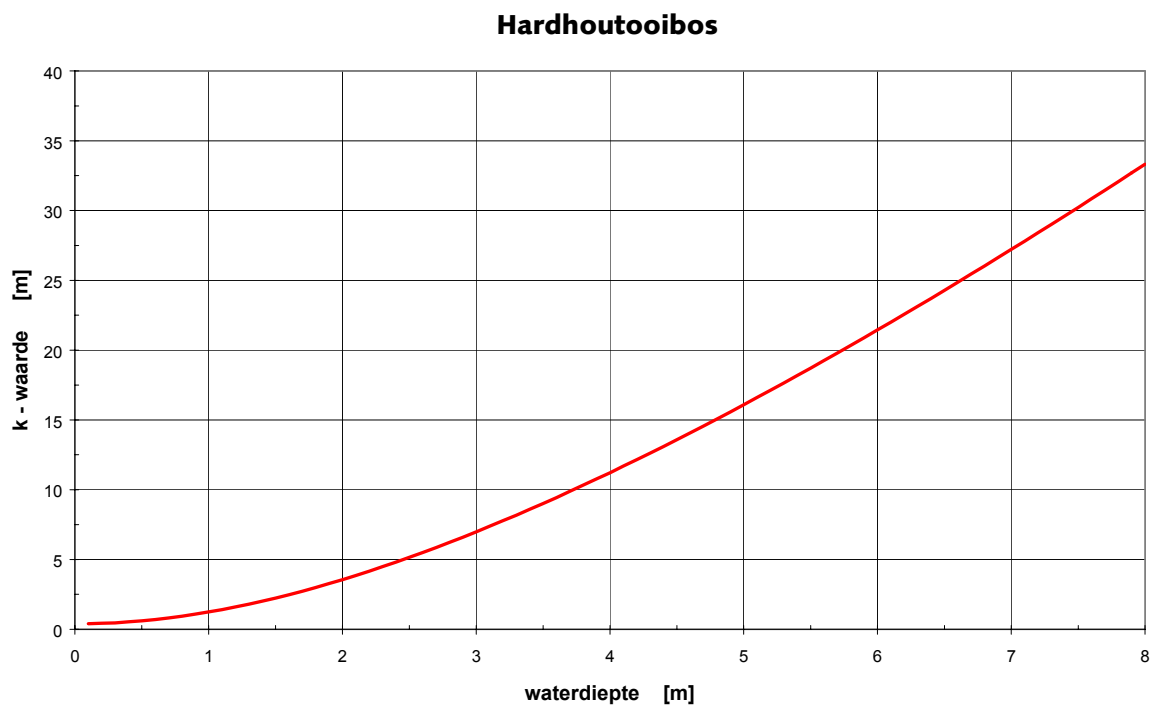
De weerstand van ooibos wordt bepaald door de grootte van het aangestroomd oppervlak en de omstandigheden op de bodem (ondergroei/dood hout). Bij de bepaling van de kenmerken voor de stromingsweerstand is uitgegaan van een volgroeid hardhoutooibos.

Vegetatiekenmerken onder winteromstandigheden

Hoogte	Aangestroomd oppervlak	Weerstand (drag) coëfficient	Nikuradse zandruwheid bodem
[m]	[m ² / m ² /m]	[-]	[m]
>10	0.023	1.5	0.6

Grafiek stromingsweerstand:

Verloop weerstandcoëfficiënt van Chézy en de Nikuradse k-waarde met de waterdiepte



Productiebos



Foto Dennen - productiebos bij Fortmond, oktober 2001 (P. Jesse)

Beschrijving

Binnen het type productiebos kan onderscheid worden gemaakt in zachthout, hardhout en naaldhout productiebossen. De zachthout productiebossen (vooral populier) komen in de uiterwaarden het meeste voor. De andere typen verdragen inundatie slecht.



Foto: Beuken – productiebos bij Fortmond, links : winteromstandigheden (maart 2001, DON) rechts zomeromstandigheden (oktober 2001, P. Jesse).

De productiebossen zijn veelal in rijen aangeplant waarbij zwakke bomen regelmatig worden verwijderd en eventueel vervangen. Hierdoor ontstaat een vrij homogene vegetatie met bomen van eenzelfde leeftijd. Door de dichte boomkruinen kan het licht slechts beperkt tot de bodem doordringen waardoor andere vegetaties amper tot ontwikkeling kunnen komen. Wanneer het hout niet wordt geoogst en het beheer achterwege blijft zullen echter wel gaten in het bos gaan ontstaan waardoor ook andere bomen en struiken tot ontwikkeling komen. Dit proces gaat echter zeer langzaam.

Weerstand bepalende eigenschappen

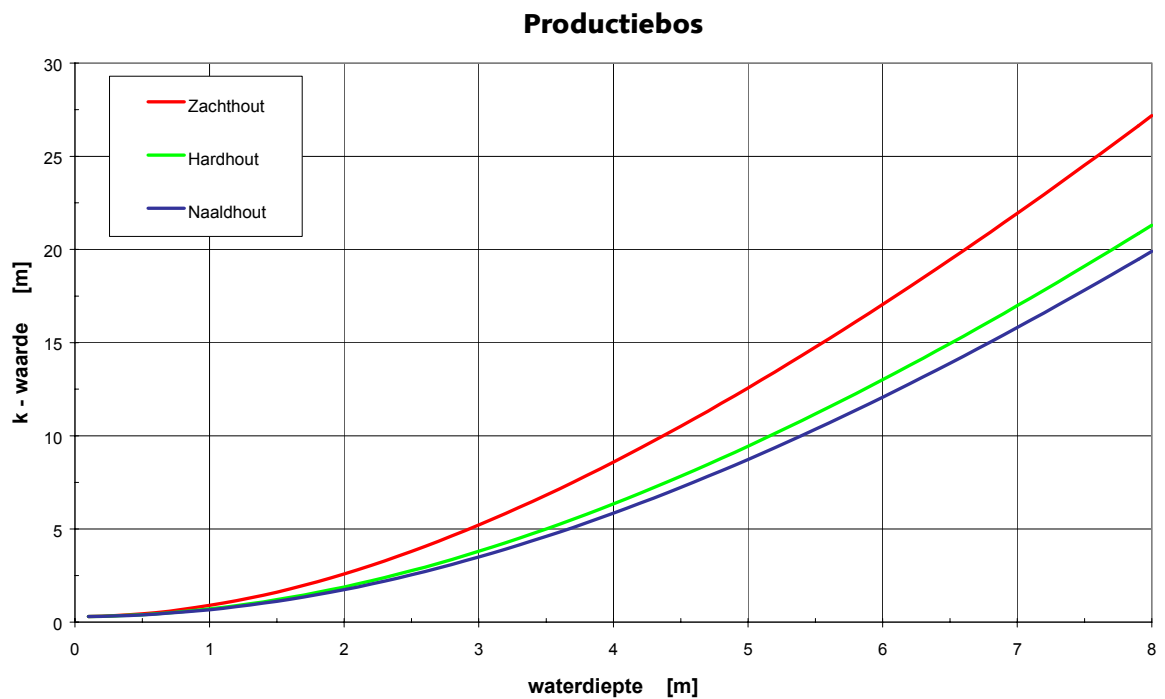
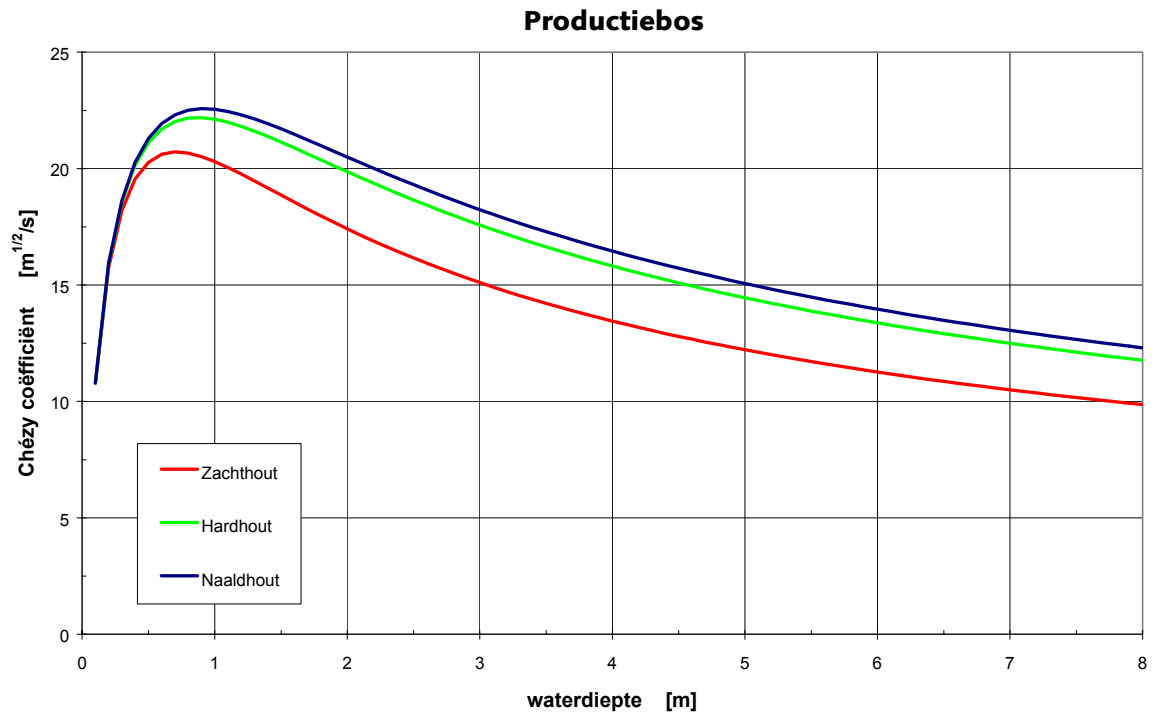
De weerstand van bos wordt bepaald door de grootte van het aangestroomd oppervlak en de omstandigheden op de bodem (ondergroei/dood hout). Bij de productie bossen is ten opzichte van de natuurlijke ooibossen, op de bodem slechts weinig losliggend hout of ondergroei aanwezig.

Vegetatiekenmerken onder winteromstandigheden

Productiebos	hoogte	Aangestroomd oppervlak	Weerstand (drag) coëfficient	k-waarde bodem /ondergroei
	[m]	[m ² /m ² /m]	[-]	[m]
Zachthout	>10	0.010	1.5	0.3
Hardhout	>10	0.011	1.5	0.3
Naaldhout	>10	0.016	1.5	0.3

Grafiek stromingsweerstand:

Verloop weerstandcoëfficiënt van Chézy en de Nikuradse k-waarde met de waterdiepte



Waterbodem



Foto: Plas en strang in een uiterwaard langs de IJssel (juni 2003, P. Jesse)

Beschrijving

Het type waterbodems omvat alle delen van de uiterwaard die vrijwel het gehele jaar onder water staan. Er wordt onderscheid gemaakt in strangen, nevengeulen, strangen, plassen en havens. Ook de onbegroeide oeverranden (slikkige oevers, kribvakstranden) worden tot dit type gerekend.



Foto: Waterbodems, links de nevengeul van de Bakenhof bij zeer lage rivierafvoer (augustus 2003), rechts strang in de Baarsemwaard (juni 2003); (P. Jesse).

De ondiepe delen van de plassen en strangen kunnen begroeid raken met water- en moerasplanten of pioniervegetatie. De onbegroeide oever wordt ook tot de waterbodems gerekend.

Weerstand bepalende eigenschappen

De bodemruwheid van waterbodems wordt door een aantal bodemeigenschappen en omgevingsparameters bepaald. Bodemsamenstelling (slib of zand), het reliëf van de bodem, waterdiepte en de stroomsnelheid. Verder wordt verondersteld dat in de winter geen waterplanten meer in het gebied voorkomen. Deze bodemeigenschappen en omgevingsparameters zijn direct te vertalen naar een representatieve Nikuradse k-waarde.

Representatieve Nikuradse k-waarde

BODEM	k – waarde [m]
<i>Waterbodems (inclusief onbegroeide oever)</i>	
meestromende nevengeul	0.20
strang	0.15
plas /slikkige plaat	0.05
haven	0.05
kribvak-strand/grindplaat (onbegroeid)	0.15

Akker



Foto: Akker in uiterwaard langs de IJssel (maart 2001, DON)

Beschrijving

De meeste akkers langs de Nederlandse Rijn worden gebruikt voor de teelt van (voeder-)mais. Hiernaast kunnen ook andere gewassen in de uiterwaarden worden aangetroffen. Het bemestingsniveau van deze akkers is hoog. Een extensieve vorm van beheer wordt toegepast op de natuurlijk beheerde akkers zoals die kunnen worden aangetroffen bij Cortenoever langs de IJssel. Op dit type akkers wordt (vrijwel) geen gebruik gemaakt kunstmest en bestrijdingsmiddelen waardoor hierin ook verschillende typische akkerkruiden in ontwikkeling kunnen komen als Klaproos en Korenbloem.



Foto: Links een natuurakker met graan en Klaproos (Cortenoever juni 2003) en links geploegde maïsakker in de Afferdensche en Deestsche waarden (maart 2001, MD).

Akkers, met name Maïs kan in de zomer een hoge en dichte vegetatie opleveren. De gewassen worden echter, zowel bij de natuurlijke als bij de agrarisch beheerde akkers, in het late najaar geoogst en van het land verwijderd. Soms zijn er nog wel stoppels op het land te vinden maar veelal in lage dichtheden. Ter bevordering van de bodemstructuur worden akkers meestal nog voor de winter geploegd.

Weerstand bepalende eigenschappen

De stromingsweerstand van akkers wordt vooral bepaald door de korrelgrootte van het bodemmateriaal, en de structuurverschillen (ploegvoren, kluiten etc.). Deze zijn direct te vertalen naar een representatieve Nikuradse k-waarde

Representatieve Nikuradse k-waarde

type	k – waarde [m]
Akker	0.20

Boomgaarden



Foto: Hoogstamboomgaard (appels) in Arnhem (februari 2003, P. Jesse)

Beschrijving

In het rivierengebied van Rijn en Maas worden op de leemrijke gronden fruitboomgaarden aangetroffen. Ook in de uiterwaarden komen fruit-boomgaarden voor. Voor de bepaling van de stromingsweerstand wordt er geen onderscheid gemaakt in soort en ras maar in hoog- en laagstam boomgaarden. De hoogstam wordt vaak aangetroffen in oude boomgaarden. Moderne boomgaarden zijn vaak aangeplant met fruit-rassen die als laagstam kunnen worden gehouden waardoor het oogsten wordt vereenvoudigd.



Foto: Laagstamboomgaard (Appel) nabij Meinerswijk rechts oktober 2001, links december 2001 (P. Jesse)

Laagstambomen worden jaarlijks gesnoeid in het late najaar of de winter. Eventueel oud en dood hout wordt dan uit de boom verwijderd en de nieuw gevormde loten worden ingekort. Dit laatste gebeurt veelal al in de zomer.

Weerstand bepalende eigenschappen

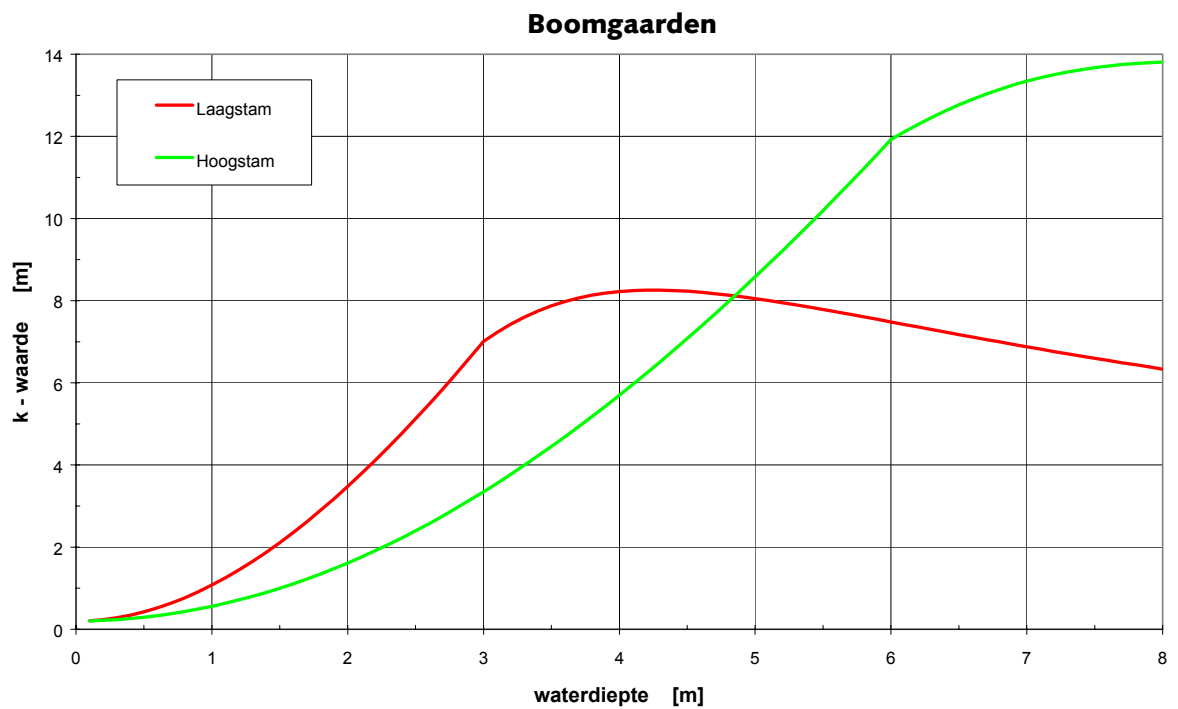
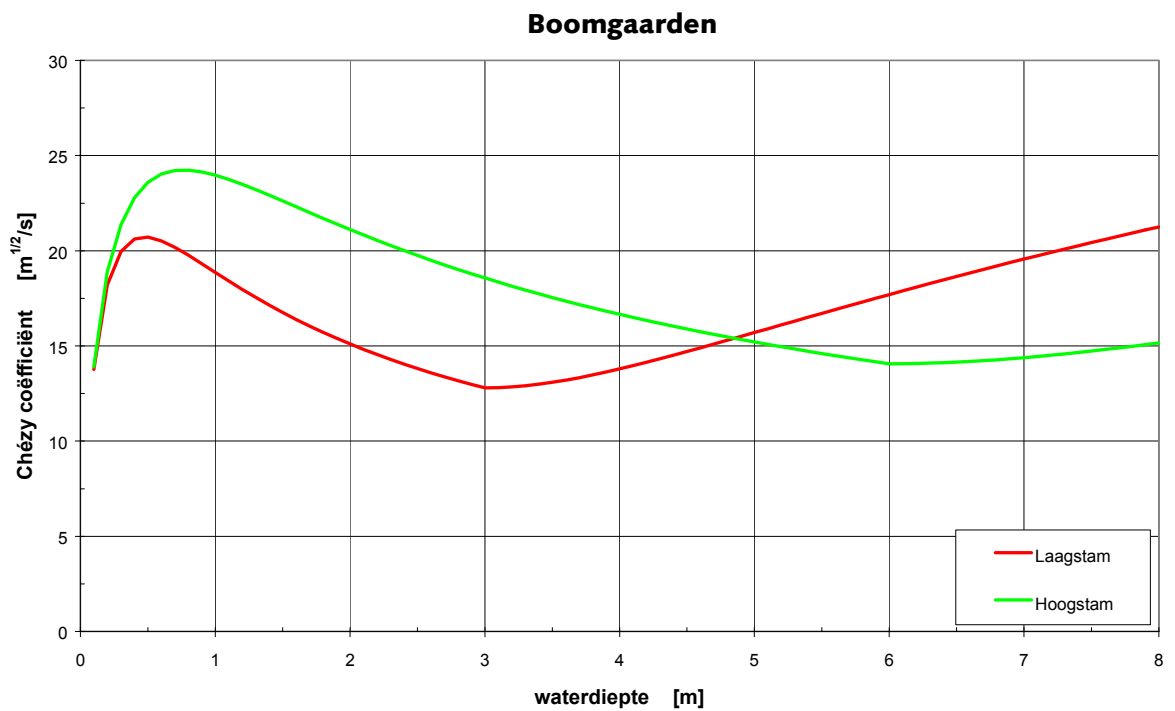
De weerstand van een boomgaard wordt bepaald door de grootte van het aangestroomd oppervlak en de omstandigheden op de bodem (grasland). Hierbij wordt onderscheid gemaakt in hoog- en laagstamboomgaarden waarbij ervan uit wordt gegaan dat het onderhouden en dus in de winter gesnoeide boomgaarden betreft. Vanwege de relatief kleine rijafstand wordt voor het bepalen van de stromingsweerstand geen rekening gehouden met de rijrichting ten opzichte van de stroming.

Vegetatiekenmerken onder winteromstandigheden

Boomgaard	Hoogte [m]	Aangestroomd oppervlak [m ² /m ² /m]	Weerstand (drag) coëfficiënt [-]	Nikuradse zandruwheid bodem
Laagstam	3	0.024	1.5	0.2
Hoogstam	6	0.010	1.5	0.2

Grafiek stromingsweerstand:

Verloop weerstandcoëfficiënt van Chézy en de Nikuradse k-waarde met de waterdiepte



Heggen

Winter



Zomer



Zeer open heg (houtwal) in de winter (K. van Dixhoorn)



Open heg (meidoorn, K. van Dixhoorn)



Dichte heg (meidoorn, K. van Dixhoorn)

Beschrijving

Heggen, houtwallen en hagen zijn rijen met struiken (soms met bomen) die veelal zijn aangeplant ter afscheiding van een stuk land. De heggen in het rivierengebied bestaan meestal uit Meidoorn maar ook andere houtige soorten als Sleedoorn, Wilg en Eik kunnen in de heg voorkomen. In houtwallen kunnen de struiken doorgroeien tot bomen terwijl dit bij de heggen meestal wordt tegengegaan. Wanneer de houtwallen worden verwaarloosd en de bomen gaan overheersen kunnen zij de struiklaag wegdrukken waardoor een zeer open type heg ontstaat. (lichtdoorlatendheid >65%). Heggen in vorm van een haag worden het meest intensief beheerd. Dit type wordt jaarlijks geschoren waardoor een dicht type ontstaat (lichtdoorlatendheid <45%). Wanneer de struiklaag nog wel intact is maar niet aaneengesloten, is er sprake van een open heg (lichtdoorlatendheid tussen de 45 en 65%).

Weerstand bepalende eigenschappen

De weerstand van een heg wordt bepaald door de hoogte en het aangestroomd oppervlak van de heg. Voor de bepaling van stromingsweerstand van heggen wordt onderscheid gemaakt in zeer open, open en dichte heggen.

Vegetatiekenmerken onder winteromstandigheden

Heggen	Vegetatiehoogte [m]	Aangestroomd oppervlak heg [m ² /m ¹]	Overlaatcoëfficiënt [-]	Weerstand (drag) coëfficiënt [-]
Zeer open	variabel	0.2	1.2	1.5
Open	variabel	0.6	1.2	1.5
Dicht	variabel	1	1.2	1.5

Weerstandformulering:

Heggen:
voor $h < k$: $k = h$

Combinatie met gras:

$$C_h = \sqrt{\frac{2ga}{h}} \cdot \left[\frac{k}{h} \cdot \sqrt{\frac{1}{C_d \cdot A_h}} + m_o \cdot \sqrt{\frac{\left(\frac{h-k}{h}\right)^2}{1 - \left(\frac{h-k}{h}\right)^2}} \right]$$

$$\frac{1}{C_r^2} = \frac{1}{C_o^2} + \frac{1}{C_h^2}$$

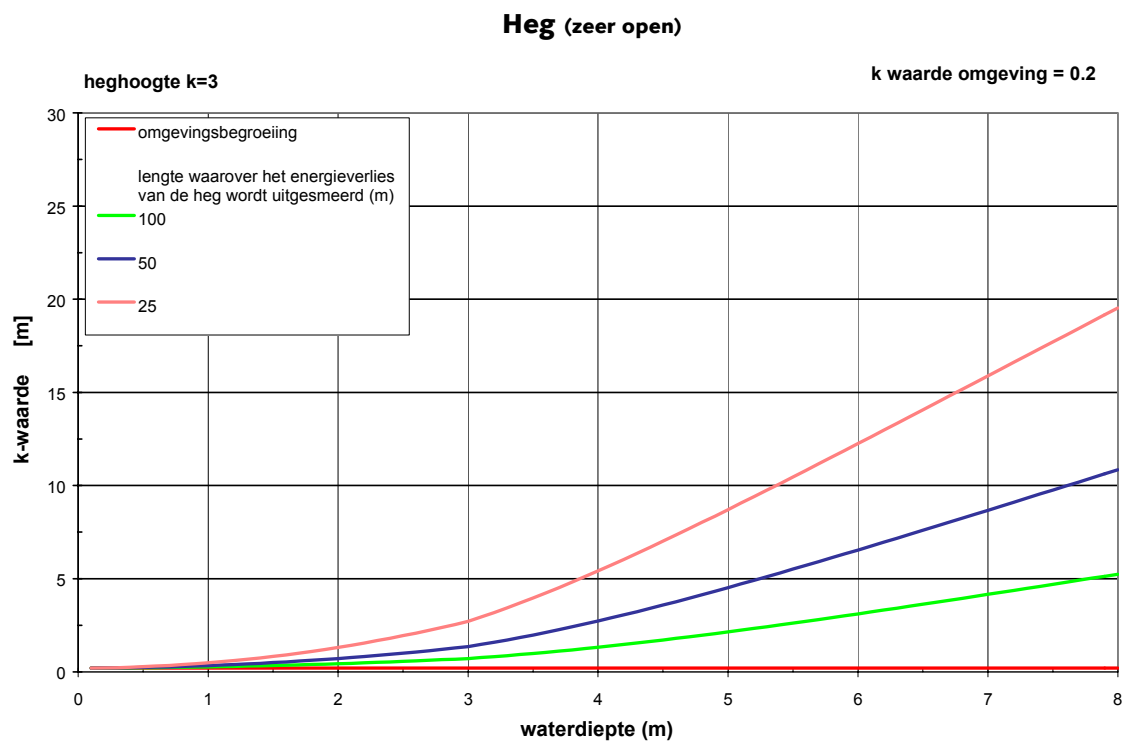
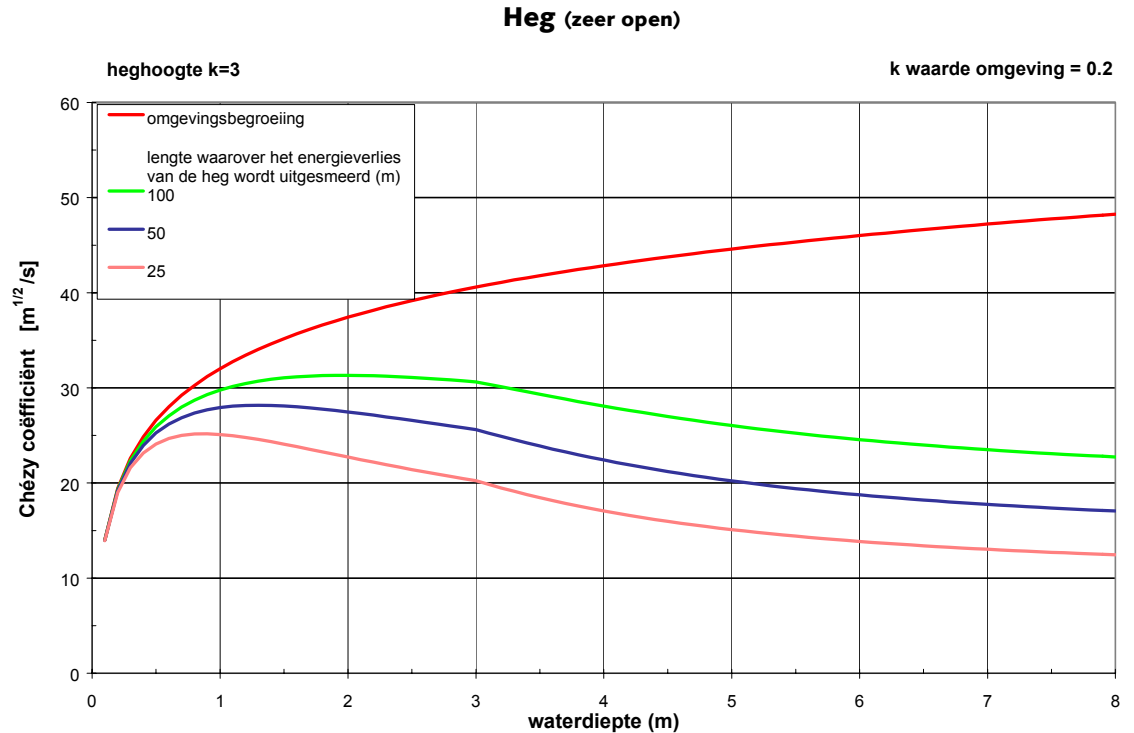
C_h	Chézycoëfficiënt heg	[m ^{1/2} /s]	a	onderlinge hegafstand	[m]
C_o	Chézycoëfficiënt omgeving	[m ^{1/2} /s]	A_h	aangestroomd oppervlak heg	[m ² /m ¹]
C_r	repr. Chézycoëfficiënt	[m ^{1/2} /s]	k	heghoogte	[m]
C_d	weerstandcoëfficiënt	[-]	h	waterdiepte	[m]
			m_o	afvoercoëfficiënt	[-]

In de navolgende figuren wordt uitgegaan van een heghoogte van 3 meter en een k-waarde van de omgevingsbegroeiing van 0.20m.

Grafiek stromingsweerstand:

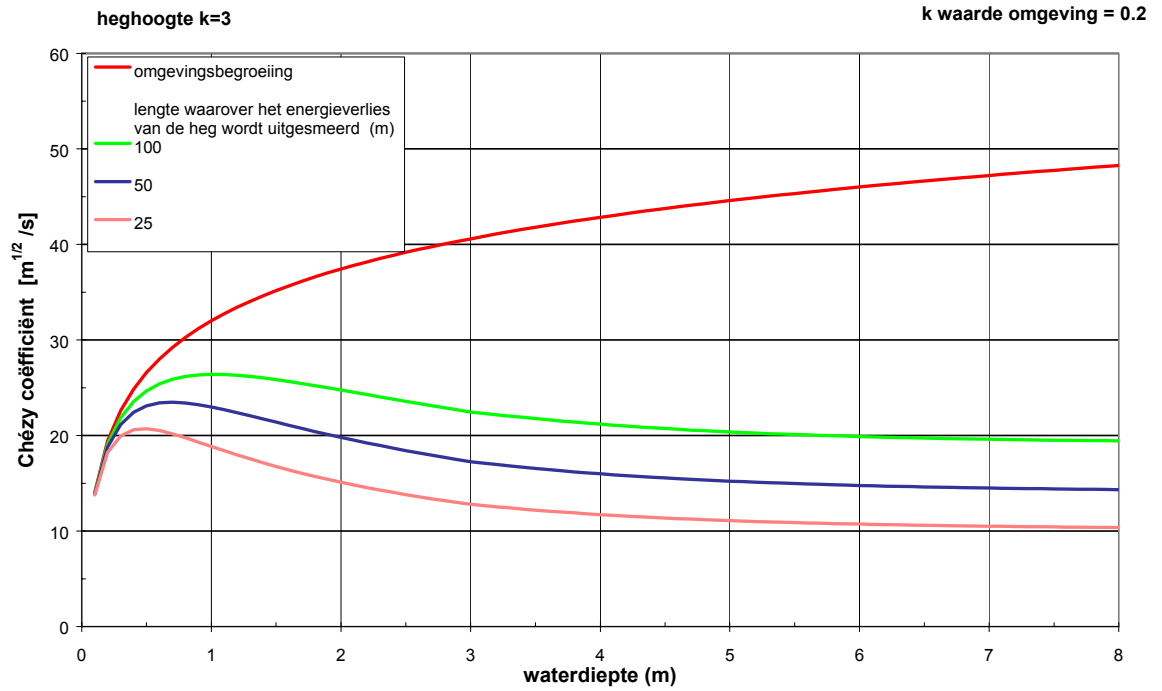
Verloop weerstandcoëfficiënt van Chézy en de Nikuradse k-waarde met de waterdiepte

zeer open heg

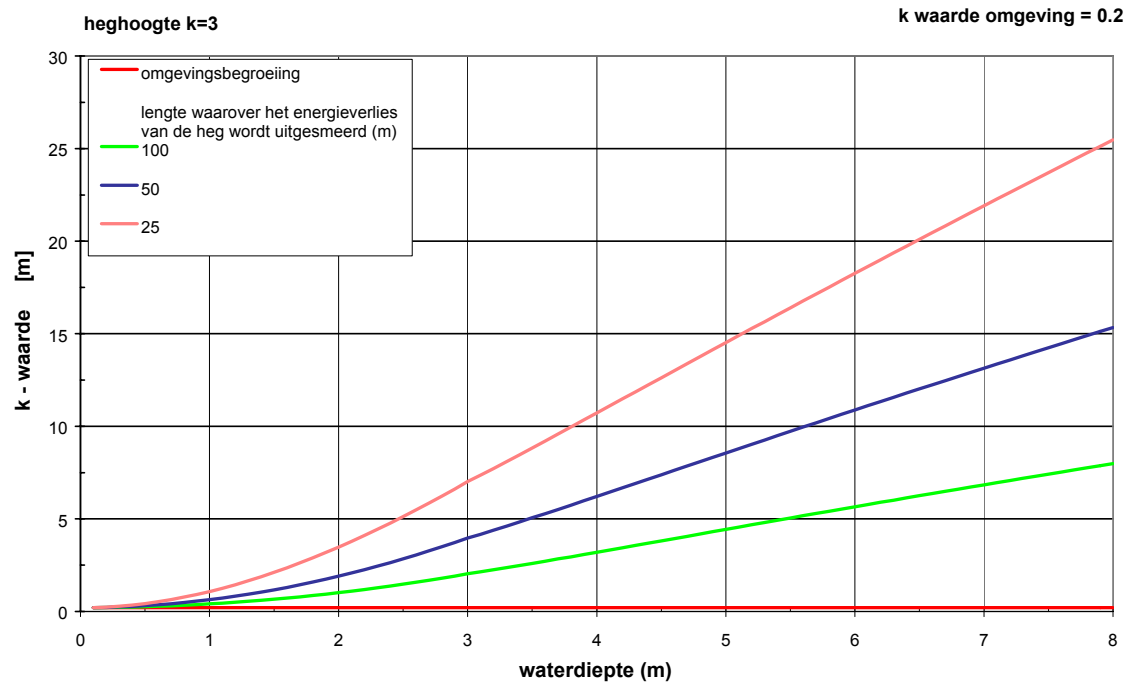


open heg

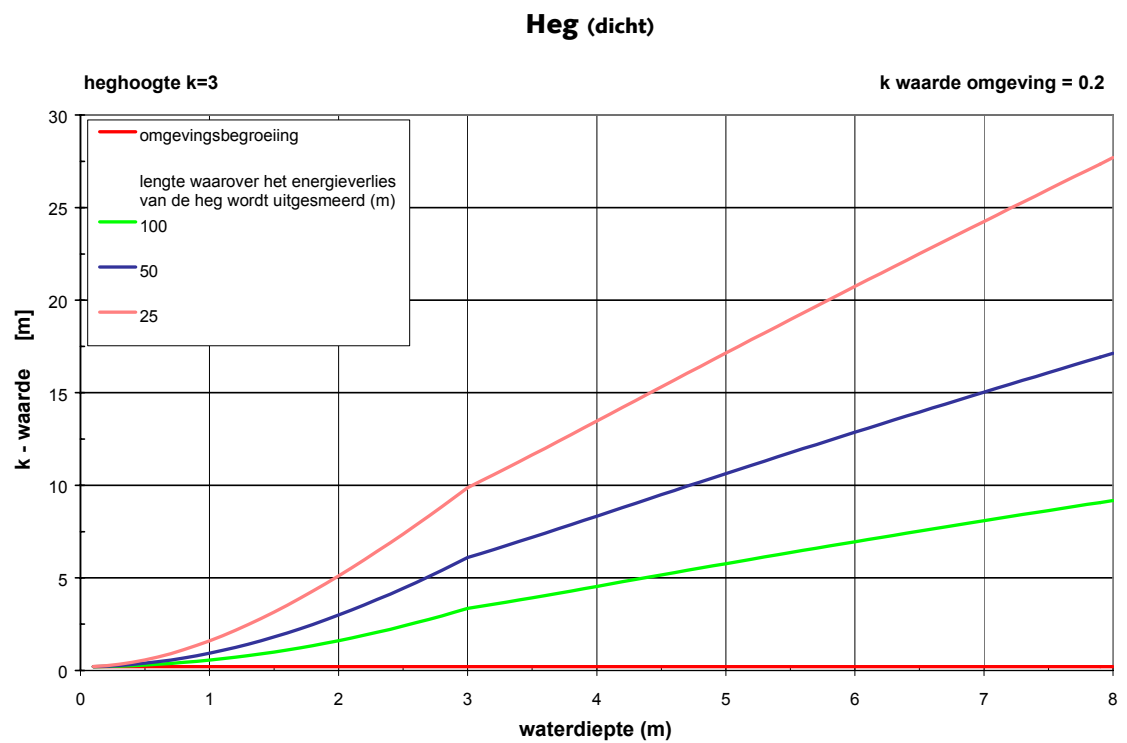
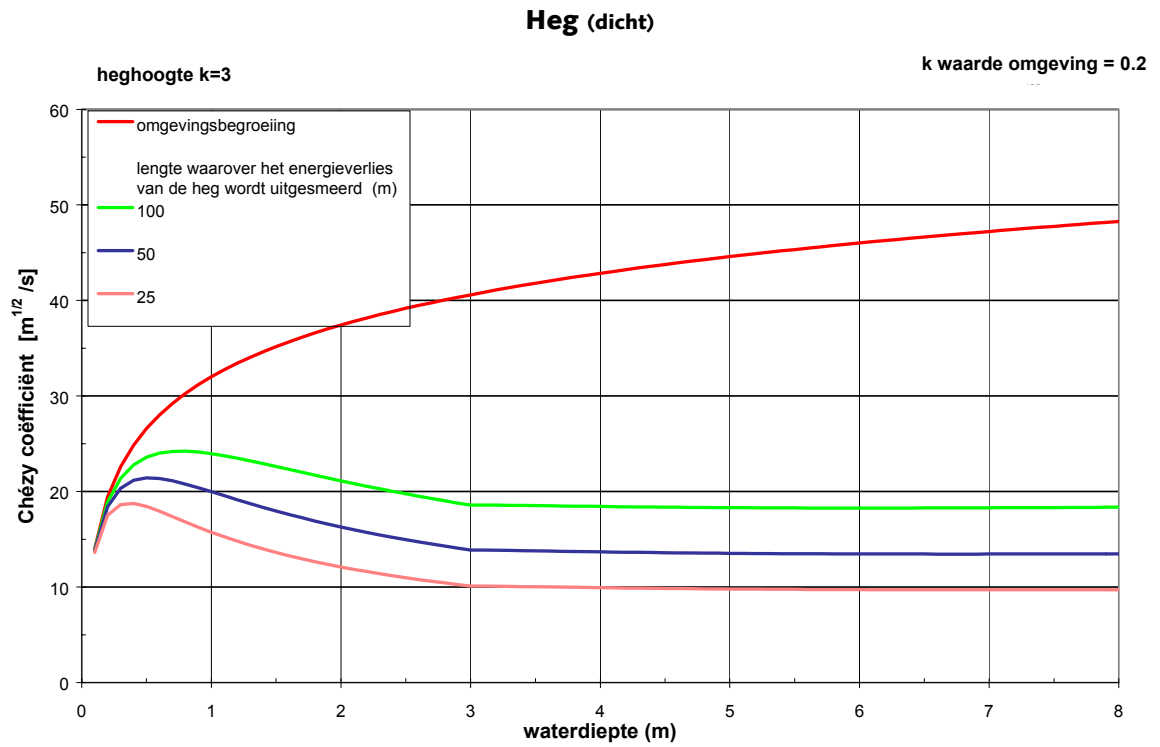
Heg (open)



Heg (open)



dichte heg



Laanbeplanting



Foto: Laanbeplanting langs de Looveerweg in de Huissense waarden (winter, K. van Dixhoorn)

Beschrijving

Laanbeplanting is vrijwel altijd aangeplant en kan uit zeer veel verschillende soorten bomen bestaan. Het is gedefinieerd als een (enkele) rij bomen met een regelmatige plantafstand. Het betreft altijd bomen met een duidelijke stam en een kroon. Formeel kan nog onderscheid gemaakt worden in lijn- en laanbeplanting waarbij de laatste is gesitueerd langs een weg en de eerste niet. Vooral bij laanbeplantingen is veelal sprake van een regulier onderhoud waarbij de kroon op voldoende hoogte wordt gebracht zodat het verkeer er veilig langs kan rijden.

Mede vanwege de grote variatie aan soorten is er ook een grote variatie aan hoogte van de bomen bijv. knotwilg versus populier. Wanneer laanbeplanting op een kade is aangeplant dan gelden andere hydraulische condities dan wanneer dit niet het geval is.



Foto Laanbeplanting: links knotwilgen nabij stuw Driel (dec, 2001), rechts bomen langs de IJssel (okt. 2002; P. Jesse)

Weerstand bepalende eigenschappen

De weerstand van de laanbeplanting wordt bepaald door de dikte van de boomstammen en de plantafstand van de bomen. Verder is de weerstand van de begroeiing van de omgeving waar de bomen in voorkomen van belang.

Vegetatiekenmerken onder winteromstandigheden

Type	Gemiddelde diameter bomen [m]	Weerstand (drag) coëfficient [-]
Laanbeplanting	1	1.5

Weerstandformulering:

Voor waterdieptes kleiner of gelijk aan de hoogte van de boom ($h \leq k$)

$$C_r = \sqrt{\frac{1}{\frac{1}{C_o^2} + \frac{C_d \cdot D \cdot h \cdot N}{2 \cdot g \cdot OR}}}$$

Voor waterdieptes groter dan de hoogte van de boom ($h > k$)

$$C_r = \sqrt{\frac{1}{\frac{1}{C_o^2} + \frac{C_d \cdot D \cdot k \cdot N}{2 \cdot g \cdot OR}}}$$

met

$$C_o = 18 \log \frac{12h}{k_o}$$

C_o	=	Chézywaarde omgevingsbegroeiing [$m^{1/2}/s$]	N	=	aantal bomen op beschouwde oppervlakte (vaak rooster cel)	[-]
C_d	=	weerstandscoefficiënt (drag)				
D	=	representatieve diameter stam			OR =	beschouwde oppervlakte (rooster cel)
k	=	hoogte van de boom			C_r	= repr. Chézy waarde omgevingsbegroeiing + laanbeplanting
h	=	waterdiepte				[$m^{1/2}/s$]
			k_o	=	k-waarde omgevingsbegroeiing	[m]

Laanbeplanting op een kade:

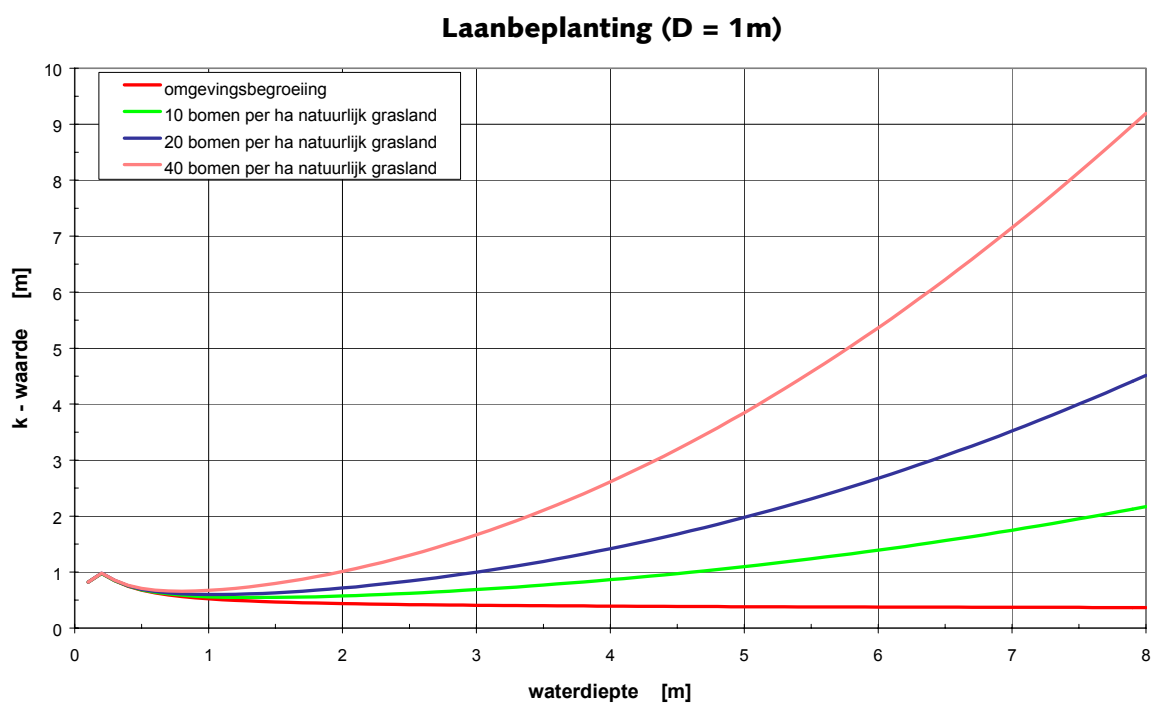
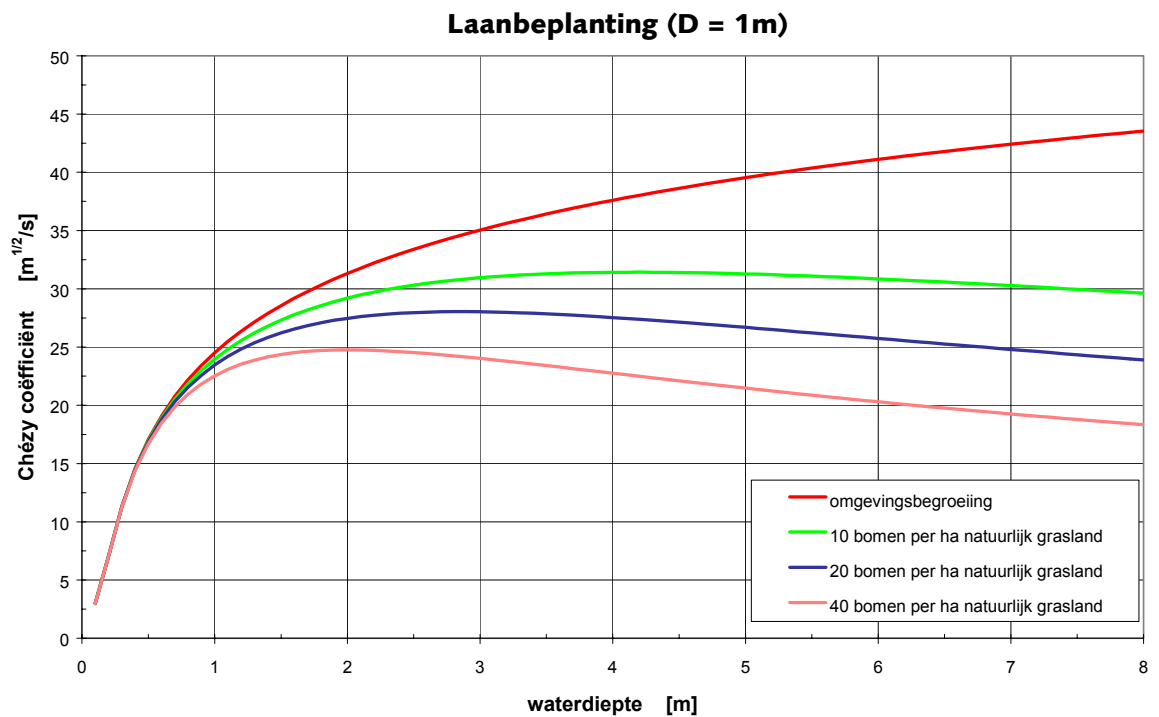
Bij ligging van de laanbeplanting op een kade, kan het effect van de kade in rekening worden gebracht door de C_d waarde te vervangen door C_d effectief:

$$C_{d\text{effectief}} = C_d * \left[\frac{h}{h-d} \right]^2$$

h	=	bovenstroomse waterdiepte	[m]
d	=	kadehoogte	[m]

Grafiek stromingsweerstand:

Verloop weerstandcoëfficiënt van Chézy en de Nikuradse k-waarde met de waterdiepte



Verspreid voorkomende bomen



Foto: Losstaande bomen in de Drielsche uiterwaarden (juni 2003, P. Jesse)

Beschrijving

Verspreid voorkomende bomen worden vooral aangetroffen in weilanden. Het betreft altijd geringe aantallen zodat geen sprake is van een (productie-)bos. Bij grote aantallen solitaire bomen is veelal sprake van een parklandschap. In agrarische gebieden kunnen solitaire bomen een belangrijke bron van schaduw zijn waaronder het vee in hete perioden kan schuilen. Langs de rivier kunnen zij hiernaast dienen als herkenningspunt in het landschap. Net als bij de laanbeplanting is ook bij de verspreid voorkomende bomen sprake van een duidelijke stam en een kroon. Vooral in begraasde gebieden wordt de kroonhoogte bepaald door de hoogte tot waar de grazers kunnen reiken.



Foto: Verspreid voorkomende bomen. Links wilgenboom in een Rietgrasbegroeiing langs de IJssel. Rechts losstaande boom net achter de oeverwal van Cortenoever (juni 2003, P. Jesse).

Weerstand bepalende eigenschappen

Bij verspreid voorkomende bomen wordt de weerstand bepaald door het aantal verspreid voorkomende bomen, de diameter van de bomen en het oppervlak waarop de bomen staan. Verder is de weerstand van de begroeiing van de omgeving (bijv. productiegrasland) van belang.

Vegetatiekenmerken onder winteromstandigheden

Type	Gemiddelde stamdiameter [m]	Weerstand (drag) coëfficiënt [-]
Verspreid voorkomende bomen	1	1.5

Weerstandformulering:

met

$$C_r = \sqrt{\frac{1}{\frac{1}{C_o^2} + \frac{C_d \cdot D \cdot h \cdot N}{2 \cdot g \cdot A_{\text{gebied}}}}}$$

$$C_o = 18 \log \frac{12h}{k_o}$$

A_{gebied}	= oppervlakte van het gebied waar de verspreid voorkomende bomen staan	[m ²]	h	= waterdiepte	[m]
C_r	= Chézy coëfficiënt vegetatie met verspreid voorkomende bomen	[m ^{1/2} /s]	C_d	= weerstand (drag) coëfficiënt	[-]
N	= aantal verspreid voorkomende bomen	[-]	g	= versnelling van de zwaartekracht	[m/s ²]
D	= gem. diameter verspreid voorkomende bomen	[m]	C_o	= Chézycoëfficiënt omgevingsbegroeiing	[m ^{1/2} /s]
			k_o	= k-waarde omgevingsbegroeiing	[m]

Grafiek stromingsweerstand:

Verloop weerstandcoëfficiënt van Chézy en de Nikuradse k-waarde met de waterdiepte

