

6 Uniformering k-waarden rivierecotopen

6.1 Inleiding

De hydraulische ruwheid speelt in riviermodellen een grote rol. Te meer nu inrichtingsvarianten worden beschouwd waarbij de grondbestemming verandert. Om onderling correcte vergelijkingen te maken is het noodzakelijk te kunnen beschikken over een onderbouwde lijst ruwheidswaarden voor de diverse te onderscheiden ecotopen in zomer- en winterbed. Hiertoe is het project "Uniformering k-waarden rivierecotopen" opgezet. De doelstelling is om de diverse (binnen WL en RWS) in omloop zijnde sets van ruwheidswaarden voor ecotopen op één lijn te brengen. De resultaten van dit onderzoek zijn onder andere opgenomen in een cursus HIS van mei 2001. In de volgende paragraaf is deze cursus bijdrage opgenomen.

6.2 Nikuradse ruwheidswaarden voor binnen- en buitendijkse gebieden (cursusbijdrage)

6.2.1 Inleiding

Dit overzicht is samengesteld door ir.H.J.Verheij in het kader van het R&D project "Uniformering k-waarden rivierecotopen en binnendijkse gebieden"

6.2.2 Doelstelling en aanpak

Het project is opgezet met als doelstelling:

Samenstellen van een onderbouwd overzicht van ruwheidswaarden voor de diverse te onderscheiden binnen- en buitendijkse ecotopen en soorten grondgebruik

Dit houdt in dat de diverse in omloop zijnde sets van ruwheidswaarden op één lijn worden gebracht. Bovendien is het de bedoeling de waarden theoretisch te onderbouwen. Voordeel hiervan is dat iedereen dezelfde waarden gebruikt, of het nu gaat om modellen om rivierkundige ingrepen (veranderingen in zomer- en/of winterbed) te voorspellen of om inundatiemodellen.

De aanpak heeft zich tot op heden beperkt tot het verzamelen van de diverse in omloop zijnde sets k-waarden en deze tot een overzichtelijk geheel terug te brengen. De theoretische onderbouwing is nog niet uitgewerkt.

Voorafgaand iets over de hydraulische ruwheid. Dit is een parameter om de weerstand in rekening te brengen. Bij modelberekeningen zal altijd een ijking nodig zijn. Tot op heden was het gebruikelijk de C-waarde te hanteren als kalibratieparameter (met daarin de

Nikuradse k-waarde). Dit is echter ongewenst, want bij verandering ervan verandert ook het grondgebruik of het ecotooptype en dat is feitelijk niet het geval.

Aanbevolen wordt daarom de volgende formule te gebruiken voor het ijken:

$$C^I = \chi \cdot C = \chi \left\{ 18 \log \left(\frac{12h}{k} \right) \right\} \quad \text{met } \chi \text{ als kalibratie parameter.}$$

6.2.3 Overzichten ecotopen en soorten grondgebruik

In bijlage E wordt een overzicht gepresenteerd van ecotopen en soorten grondgebruik. In de tabellen E.1, E.2 en E.3 zijn gepresenteerd de ecotoop typen, het ruwheidstype en de bijbehorende ruwheidscode voor respectievelijk RES (Rivier Ecotopen Stelsel), BES (Benedenrivier Ecotopen Stelsel) en VEZD (Voorlopige Ecotopen Zoute Delta). De onderlinge relaties zijn gepresenteerd in tabel E.4. Gegeven een bepaalde ecotoop (code of type) kan in tabel E.1, E.2 of E.3 de ruwheidscode worden opgezocht en vervolgens in tabel E.1 de k-waarde volgens Nikuradse.

Behalve buitendijkse ecotopen is ook informatie verzameld over het binnendijkse grondgebruik. Dit is in tabel E.5 gepresenteerd. Dit is van belang voor inundatieberekeningen. Deze lijst is gebaseerd op het LGN3+ bestand (DLO-Staringcentrum, Wageningen). Deze lijst is in een gemodificeerde vorm opgenomen, dwz de vermelde klassen zijn voor een aantal typen grondgebruik samengevoegd (het aantal oorspronkelijke klassen bedraagt 46).

Voor de volledigheid wordt opgemerkt dat er ook in Duitsland een indeling voor grondgebruik is, de zogenaamde Atkis-Objektartenkatalog (ATKIS-OK). Deze is niet opgenomen.

6.2.4 Empirische waarden ruwheid

De ecotopen zijn samengevoegd tot een verkorte lijst: tabel 6.1. Basis hiervoor is de IVR lijst. In kolom "voorlopige k-waarde WL" staat een aanbevolen k-waarde als functie van het ruwheidstype met bijbehorende code. In de kolommen rechts daarvan zijn ter vergelijking waarden vermeld zoals die in gebruik zijn/waren bij RIZA, IVR, etc.

Tabel 6.2 geeft een overzicht van k-waarden voor grondgebruik speciaal ten behoeve van inundatieberekeningen en is gebaseerd op de LNG3+ grondclassificatie.

Tabel 6.1 Ruwheidswaarden ecotopen

Nr.	Ruwheidstype	ecotooptypen (RES, BES, VEZD)	ruwheids- code (winter)	voorlopige k-waarde WL	k-waarde volgens RIZA	k-IVR (+ IVR-code)	k- inrichting
1	Default	bijzondere elementen	3	0.20	waarde opmerking	- (1)	-
2	Plassen	bijzondere elementen	11	0.1	0.05	0.1 (15/16)	0.1
3	geul, strang	Wn, Ws	3	0.2	0.20	0.1 (13/14)	0.1

4	Kribvak	bijzondere elementen	16	0.25	0.25	- (1)	-
5	glad grasland	Ug-3 Mg-2 Og-3 Hg-3	21	0.2	0.20	0.3 (12)	0.2
6	normaal grasland	Zs-9 Ug-2,4 Mg-3 Og-1,2 Hg-1,2 Gg Sg Dg	26	0.4	0.50	0.3 (10/11)	0.4
7	ruw grasland	Ug-1 Mg-1 Og-4,5 Kg	31	0.8	1.0	0.3 (10/11)	0.4
8	Akker	Ur-3 Or-3 Hr-2	27/327	0.2	- (moet handmatig ingevoerd worden)	0.3 (17)	0.2
9	open ruigte	Zs-10 Ur-1,2 Mr-1,3,4 Sr Dr Or-2 Hr-1	36/721	2	1.5	2 (8/9)	2/4
10	normale ruigte	Gr Rr	726	2.5	via gaomph	2 (2)	4
11	dichte ruigte	Zs-4 Kr	41/731	3	1.5	2 (2)	4
12	Riet	Ur-5 Mr-2	736	5	via gaomph	2 (9)	4
13	open bos	Ub-5,6 Ob-5 Hb-3	701	10	via gaomph	10 (7)	10
14	normaal bos	Ub-1 Mb-1 Ob-1 Hb-1 Db	706	10	via gaomph	10 (5)	10
15	dicht bos	Ub-3 Mb-2 Ob-3 Kb Gb	711	10	via gaomph	10 (6)	10
16	Struweel	Ub-2,4 Mb-3,4 Ob-2,4 Hb-2 Db	716	10	via gaomph	10 (5/6)	10
17	akker + heggen	Hh-3	227	0.5	- (moet handmatig ingevoerd worden)	-	-
18	normaal grasland + heggen	Hh-1,2	226	0.5	- (moet handmatig ingevoerd worden)	-	-
19	Bomenrij	lijnelement	901	1	via gaomph	-	-
20	houtwal, singel	lijnelement	956	0.5	via gaomph	-	-
21	Heg	lijnelement	951	0.5	via aspm	-	-
22	Bebouwd	bijzonder oppervlak	1/2	1-10¹⁾	- (oppervlak wordt afgetrokken van celvoerend opp.)	1 (18)	1

Opm.: gaomph = gemiddeld aangestroomd oppervlak per meter hoogte

aspm = aantal stammen per meter heglengte

¹⁾ afh.omvang bebouwing tov andere elementen als akker, bomenrij, etc

Tabel 6.2 Ruheidswaarden voor binnendijkse gebieden (basis LNG3+)

Klasse No.	Omschrijving	Winter k (m)	Zomer k (m)
K1	Gras	0.2	0.4
K2	Maïs	0.4	5
K3	Aardappelen	0.4	0.8
K4	Bieten	0.4	0.8
K5	Granen	0.4	5
K6	Bollen	0.4	0.8
K7	Overige Landbouwgewassen	0.4	0.8

Klasse No.	Omschrijving	Winter k (m)	Zomer k (m)
K8	Glastuinbouw	10	10
K9	Boomgaard	10	10
K10	Loofbos	10	10
K11	Naaldbos	10	10
K12	Water	0.1	0.2
K13	Stedelijk bebouwd gebied	10	10
K14	Bebouwing in buitengebied	10	10
K15	Loofbos in bebouwd gebied	10	10
K16	Naaldbos in bebouwd gebied	10	10
K17	Bos met dichte bebouwing	10	10
K18	Gras in bebouwd gebied	0.4	0.8
K19	Kale grond in bebouwd gebied	0.4	0.4
K20	Hoofdwegen en spoorwegen	1	1
K21	Bebouwing in agrarisch gebied	10	10
K22	Open stuifzand	2	2
K23	Heide	0.8	0.8
K24	Matig vergraste heide	1.5	1.5
K25	Sterk vergraste heide	2	2
K26	Hoogveen	3	3
K27	Bos in hoogveengebied	10	10
K28	Overige moerasvegetatie	3	3
K29	Rietvegetatie	5	5
K30	Bos in moerasgebied	10	10
K31	Overig open begroeid natuurgebied	2	2
K32	Kale grond in natuurgebied.	0.8	0.8

7 Conclusies en slotopmerkingen

De implementatie van de relevante functionaliteit voor alluviale ruwheid (en ruimtelijke ruwheidsvariaties), gegraadend sediment, oevererosie en randafhandeling is als hoofddoelstelling van dit project voorgesteld. Aan deze doelstelling is in 2000 voldaan, waarbij de componenten in speciale onderzoeksversies van Delft3D zijn ingebouwd of geoperationaliseerd. De component randafhandeling is vervolgens ingediend bij het Delft3D-B&O team ter opname in de standaardversie van Delft3D (hier kan echter nog enige tijd overheen gaan, afhankelijk van prioriteitsstellingen en aansluiting met andere nieuwe typen randvoorwaarden in Delft3D-FLOW).

Het onderdeel ‘alluviale ruwheid’ is dermate generiek opgezet dat hiermee ook de mogelijkheid is geboden om andere typen gebiedsafhankelijke ruwheden (bijvoorbeeld afhankelijk van type ecotopen) in één model toe te passen. Deze functionaliteit sluit daarbij aan op de WAQUA functionaliteit voor ecotopen. Omdat de functionaliteit zowel de alluviale ruwheid, als de vegetatieruwheden, als de ruwheden voor ecotopen klassen omvat, wordt in plaats van het begrip “ecotopen” (gebruikelijk in WAQUA modellen) gebruik gemaakt van het begrip “trachytopen” om deze ruwheden te omschrijven. Trachytoop is gebaseerd op de Griekse woorden τραχύς (ruw) en τραχύτητα (ruwheid).

In relatie met bovenstaande kan vermeld worden dat nadere inventarisatie heeft plaatsgevonden van de voor ecotopen gehanteerde ruwheidswaarden. De aanpak heeft zich tot op heden beperkt tot het verzamelen van de diverse in omloop zijnde sets k-waarden en deze tot een overzichtelijk geheel terug te brengen. De theoretische onderbouwing is nog niet uitgewerkt.

Voor de gegraadend sediment functionaliteit heeft met name de upgrade slag (aansluiting van de bestaande gegraadend-sediment code bij de nieuwste versie van Delft3D-FLOW) een belangrijke verbetering opgeleverd van de resultaten. Met name de mogelijkheid om ook met winterbed te rekenen (tijdens situaties met hoogwater) is een belangrijke stap voorwaarts, met name voor toepassingen zoals de Grensmaas bij Roosteren.

Voor oevererosie is een eerste aanpak (min-of-meer ‘off-line’ methode) geïmplementeerd waarbij voor iedere morfologische tijdstap de oevererosie wordt berekend op de oevers (de buitenranden van het model). Het geërodeerde materiaal wordt in de massabalans in het model verwerkt, maar de oevers worden niet automatisch aangepast. Daarvoor moet, vooralsnog handmatig, met regelmaat een roosteraanpassing worden ingebracht tijdens de simulatie. De methode is getest met gegevens uit de gootproeven van Kim Olesen.

De ingebrachte functionaliteit voor randafhandeling biedt vergelijkbare mogelijkheden voor in- en uitstroomranden als in het 2D stromingspakket WAQUA. Voor instroomranden is een automatische debietverdeling geïntroduceerd ($Q_{\text{totaal rand}}$), die op basis van de diepte per cel een totaal debiet verdeelt over de afzonderlijke instroomrandcellen. Eveneens is het nu voor uitstroomranden mogelijk gebruik te maken van Q/h -relaties (QH rand). Vooral bij simulaties met variërende afvoeren is dit een belangrijke verbetering.

Als onderdeel van het project is niet alleen aandacht besteed aan implementatie van de bovengenoemde functionaliteit, maar is ook de visie ten aanzien van lange termijn ontwikkeling van het Delft3D-MOR instrumentarium aan de orde gekomen. Belangrijk in dit kader is een discussiebijeenkomst die is gevoerd binnen WL | DELFT HYDRAULICS met een klein aantal betrokkenen die in sterke mate de ontwikkelingslijn lijken te bepalen. Een belangrijk doel van deze bijeenkomst was ook de afstemming van verschillende lijnen die zich in de hoek van rivierentoeepassingen en in de hoek van kusten en zeeën beginnen te ontwikkelen. Een belangrijke lijn is de zogenaamde ‘on-line sedimentversie’ waarbij functionaliteit voor sedimenttransport (suspensief) en bodemveranderingen direct in de stromingsmodule worden geïntegreerd. Deze versie vindt zijn oorsprong in de kustenhoek, waar 3D simulaties sterk in ontwikkeling zijn. De bijeenkomst werd bijgewoond door Kees Sloff, Erik Mosselman, Dano Roelvink, Cor Flokstra, Bert Jagers, en Johan Dijkzeul. Een aantal belangrijke conclusies van deze bijeenkomst waren:

- Enkellaagsversie (2DH) versus meerlagenversie (3D): In rivierenpraktijk is spiraalstroom het belangrijkste 3D proces dat ofwel via parametrisatie (quasi-3D) in enkellaagsversie wordt berekend, of volledig 3D in een meerdere lagen versie. Daarnaast kennen we voor suspensieberekeningen de quasi-3D Galappatti benadering. De 3D aanpak is vooral krachtig bij complexe geometrieën (waar de parametrisaties falen). Beperkingen van de 3D aanpak zijn vooral de rekentijd (een goede weergave van spiraalstroom vereist al gauw 10 lagen in de verticaal, hetgeen een rekentijd oplevert van circa 10 maal de enkellaagsrekentijd). De 3D aanpak vereist nog steeds een parametrisatie bij de bodemlaag. In de on-line sedimentversie is dit al gerealiseerd. Vooral bodemtransport in de 3D versie vraagt echter nog meer aandacht (speerpunt van maken). De algemene conclusie is toch dat aandacht gericht moet worden op verdere ontwikkeling van de 3D benadering, waarbij de enkellaagsaanpak wordt behouden voor een ‘quick-scan’ achtige aanpak.
- Sedimenttransport (en alluviale ruwheid) in FLOW of binnen MOR: Aansluiting bij FLOW vindt reeds plaats binnen de ontwikkeling van de ‘on-line sediment’ modules. De alluviale ruwheid is inmiddels ook aan FLOW gekoppeld. De on-line aansluiting bij Flow biedt vele voordelen, alhoewel op dit moment de tijdshuishouding uit MOR nog niet beschikbaar is in de on-line sediment versie. Er moet een stappenplan komen om na te gaan wat een overstap naar een on-line sedimentversie zou betekenen voor de rivierfunctionaliteit.
- Bestaand numeriek schema versus nieuw upwind schema / versprongen ligging van waterstandspunten ten opzichte van bodempunten en snelheidspunten: De versprongen ligging van verschillende typen roosterpunten geeft veel hoofdbrekens. In de on-line sediment versie worden bodempunten daarom reeds uit invoer naar waterstandspunten geïnterpoleerd. De bodemliggingen worden dan als vlakjes beschouwd (ruitjespatroon). Er wordt voor de morfologische ontwikkelingen gebruik gemaakt van een upwind numerieke schema, dat afwijkt van het traditionele Lax-Wendroff schema. Er moeten nog testen worden gedaan om de nauwkeurigheid en gevoeligheid van dit schema te testen.
- Gezien de snelle ontwikkelingen wordt voorgesteld deze discussie in 2001 te vervolgen.

In het kader van publicatie van resultaten is door Huib de Vriend een eerste aanzet gemaakt voor een wetenschappelijk artikel over 2D-gegradeerd rekenen. De bedoeling is dat deze

publicatie in 2002 verder wordt afgerond en ingediend bij een wetenschappelijk vooraanstaand tijdschrift. Daarnaast is in 2000 ook een bijdrage geleverd aan de coördinatie en organisatie van de eerste NCR-dagen op 26 en 27 oktober 2000. Centraal tijdens deze dagen stond de uitwisseling van kennis op het gebied van de rivierkunde. De NCR-dagen zullen jaarlijks worden georganiseerd door één van de NCR partners.

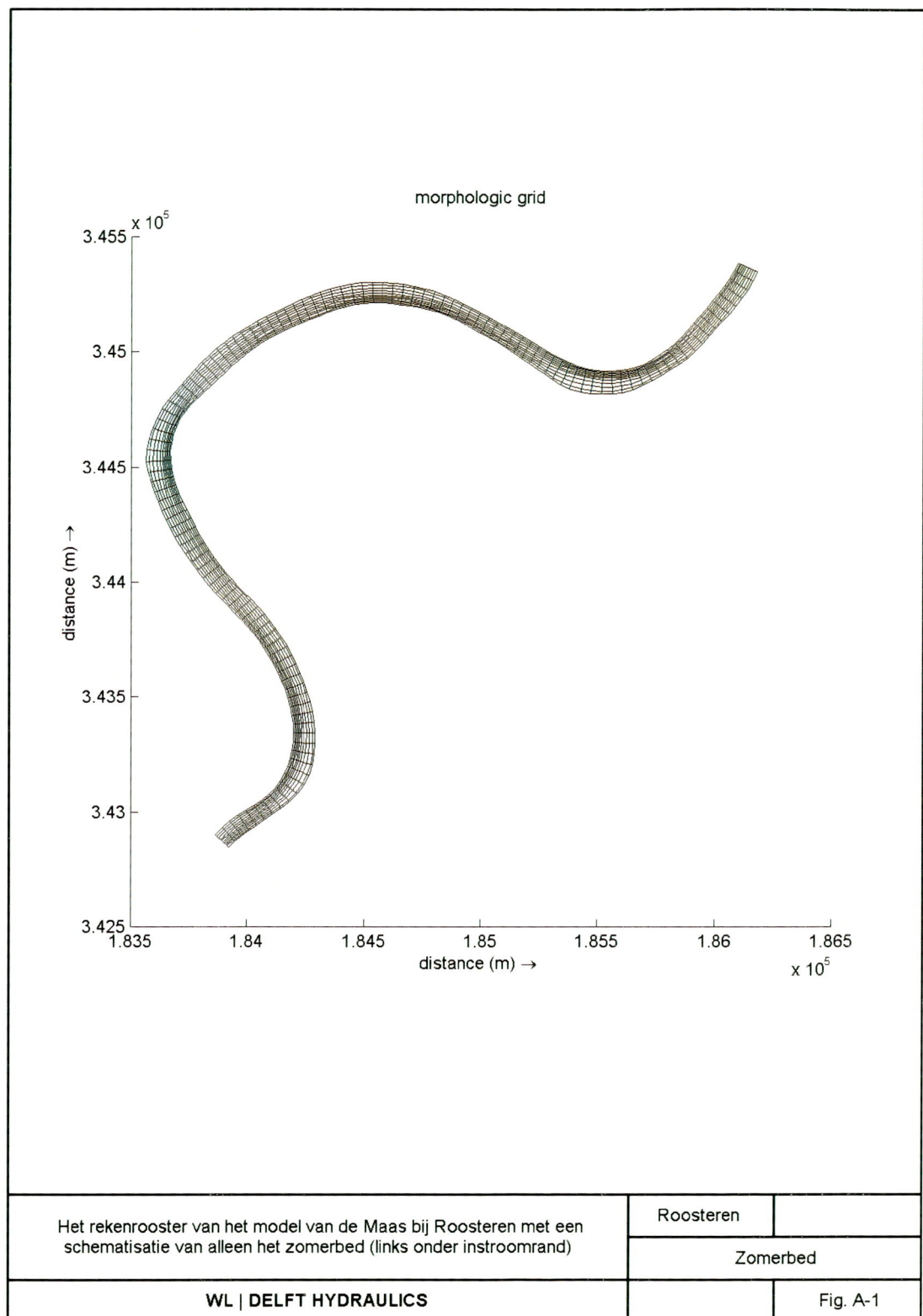
Het doelsubsidie project 'Innovatie riviermorphologie 2D instrumentarium' wordt vervolgd in 2002. In het vervolg zal vooral aandacht worden besteed aan verdere ontwikkeling van de functionaliteit, echter meer dan in 2000 vanuit de toepassingen, en meer met het oog op mogelijkheden en gebreken van de methodiek (bijvoorbeeld: wat verklaart het gedrag van de bodemsamenstelling en wat is de rol van de richtingsformule voor sedimenttransport?).

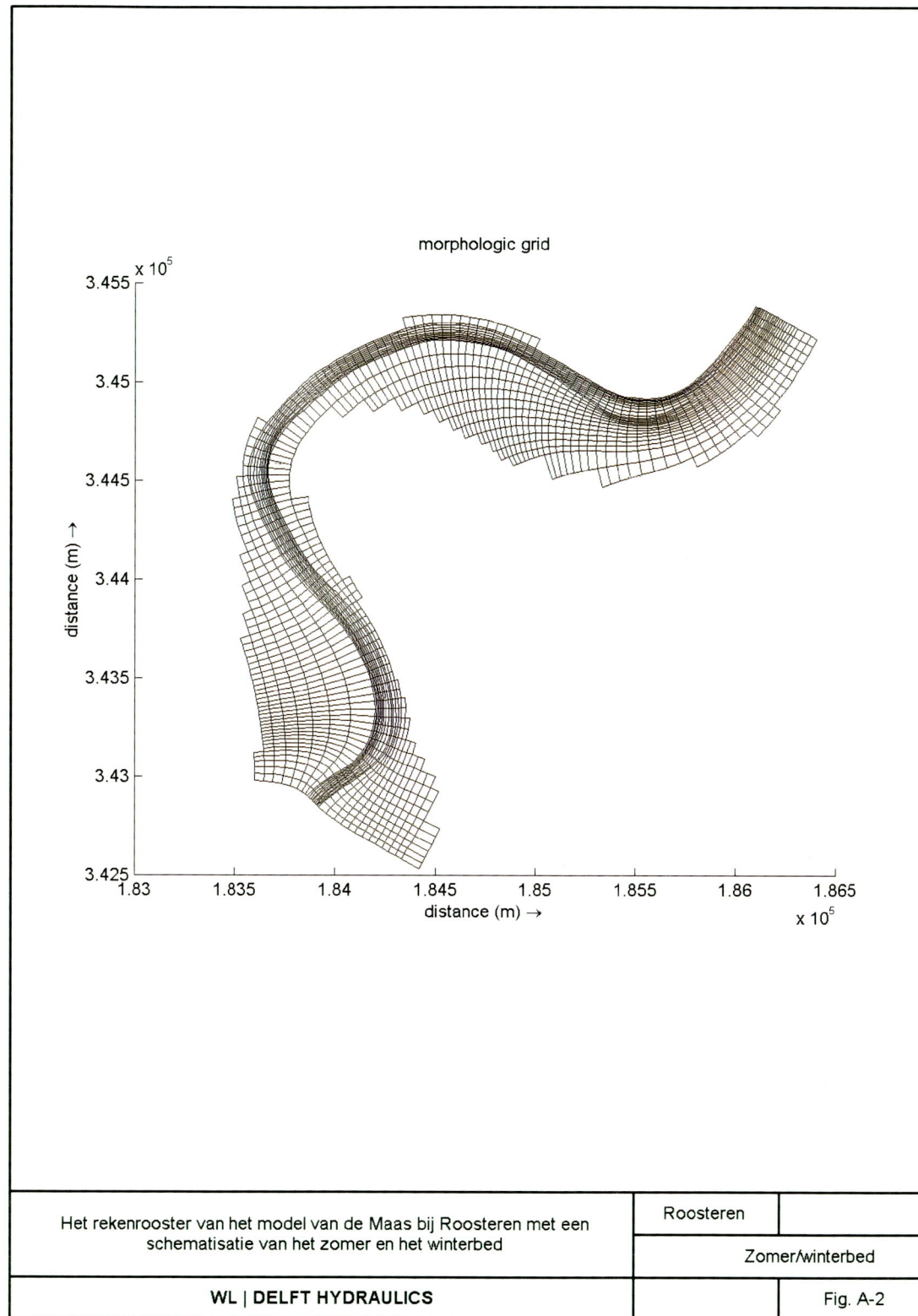
Literatuur

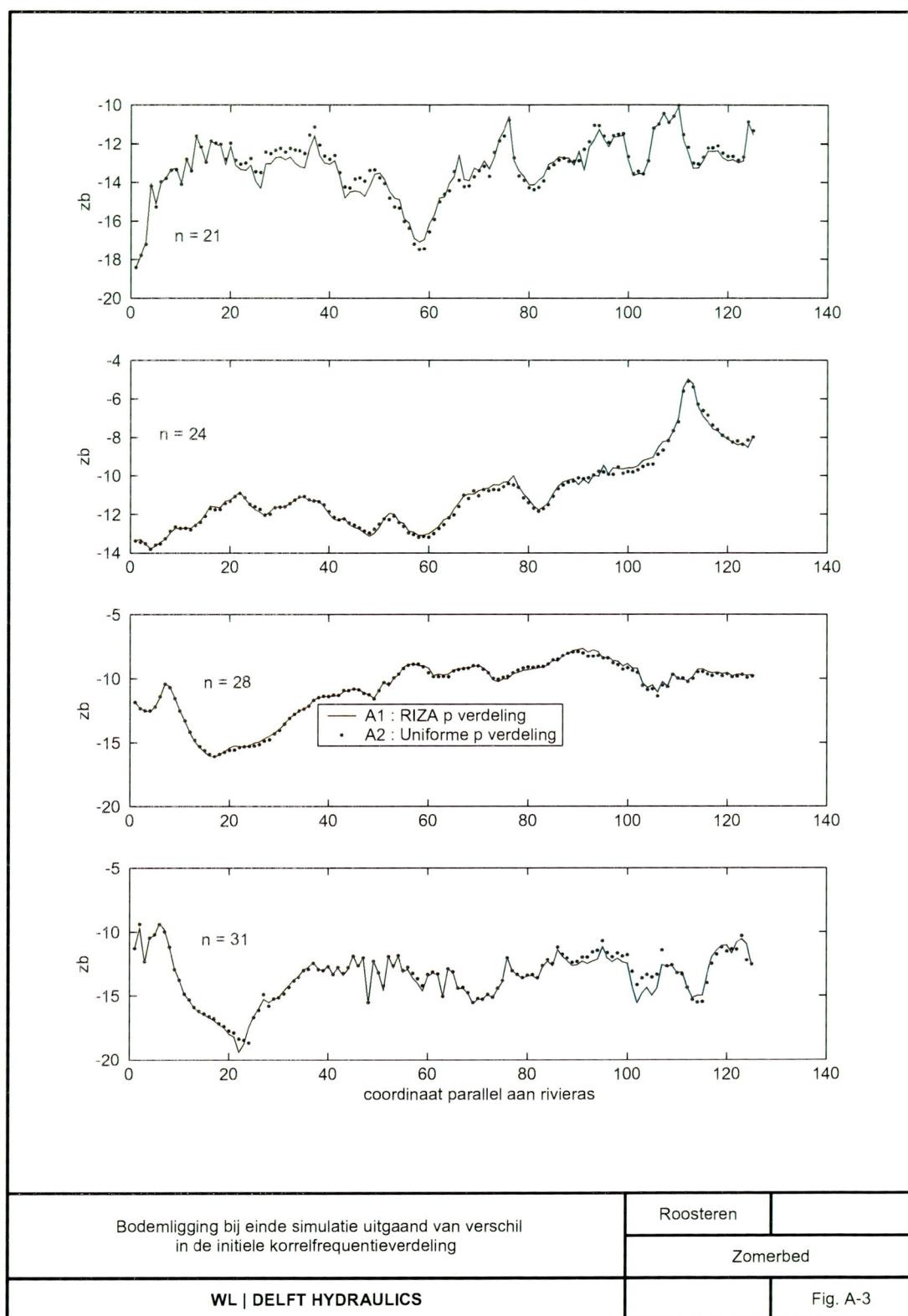
- Flokstra, C. (2000) Systeemdokumentatie Delft3D-GRA, WL | Delft Hydraulics, december 2000
- Sloff, C.J. en C. Flokstra (2000) Opzet van een morfologisch rekenmodel met Delft2D-Gegradeerd voor het testgeval 'Grensmaas bij Roosteren', Rapport Q2582, WL | Delft Hydraulics, januari 2000
- Verheij, H. (1999) Samenwerkingsproject Modellerings Afslagoevers, Rapport Q2529 voor Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde, WL | Delft Hydraulics, Delft, december 1999
- Verheij, H.J. (redactie, 1999), Report brainstorm on erosion of river banks. Report Q2529, WL | Delft Hydraulics.

BIJLAGEN

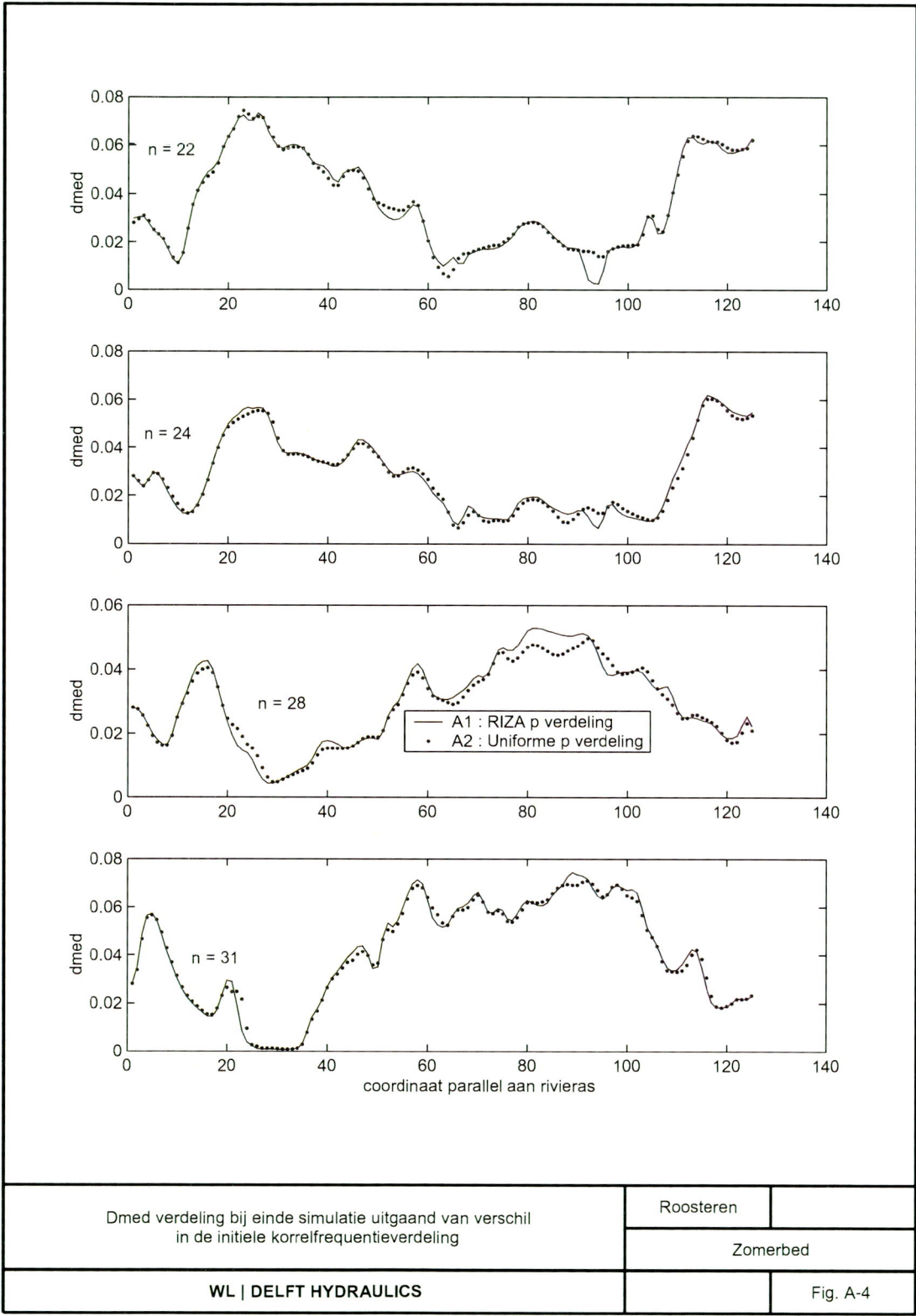
A Gegradeerd sediment figuren



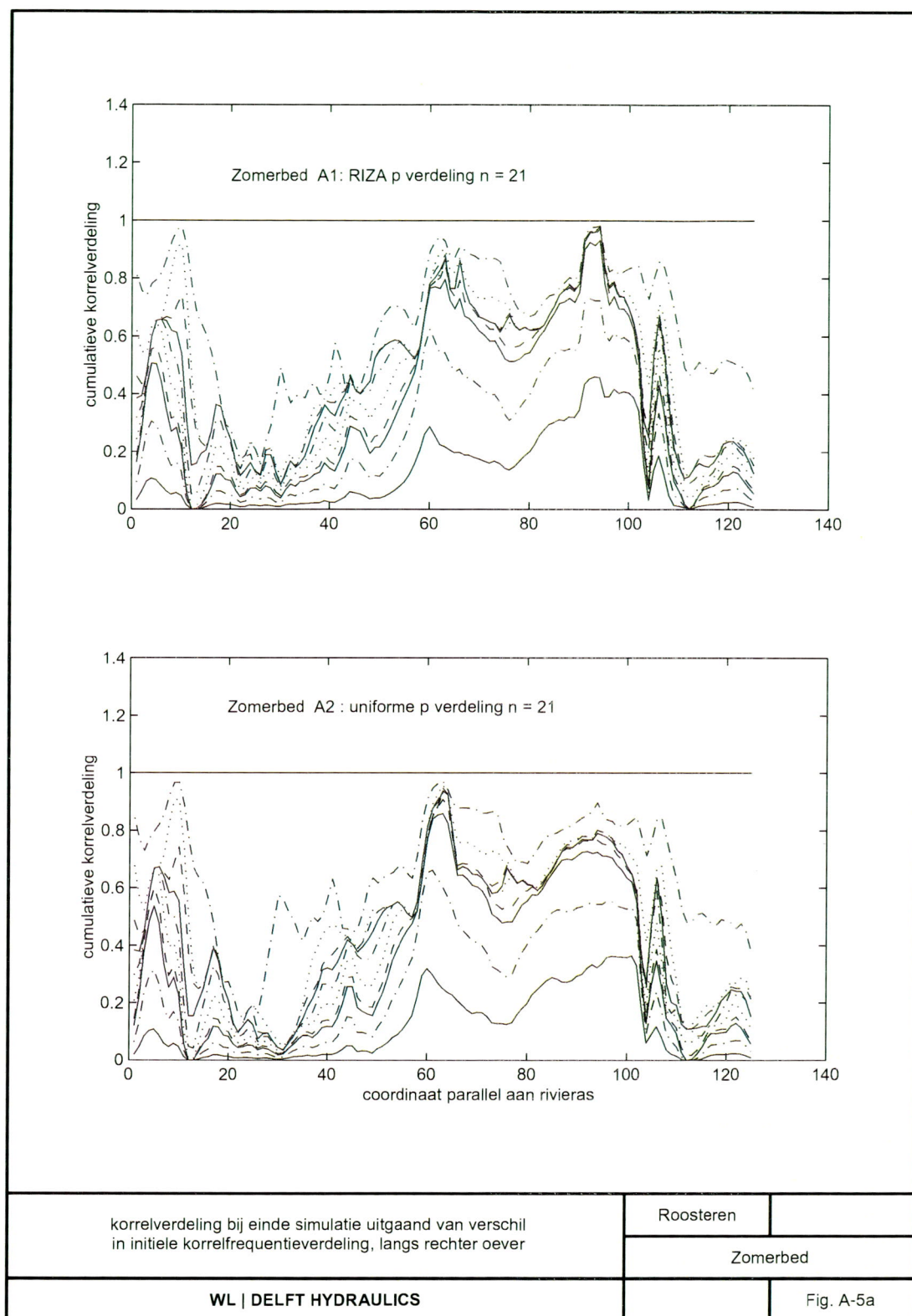




N.B.:
 n = 21: langsraai langs rechter oever in zomerbed
 n = 24: langsraai rechts van as (n=26) in zomerbed
 n = 28: langsraai links van as in zomerbed
 n = 31: langsraai langs linker oever in zomerbed

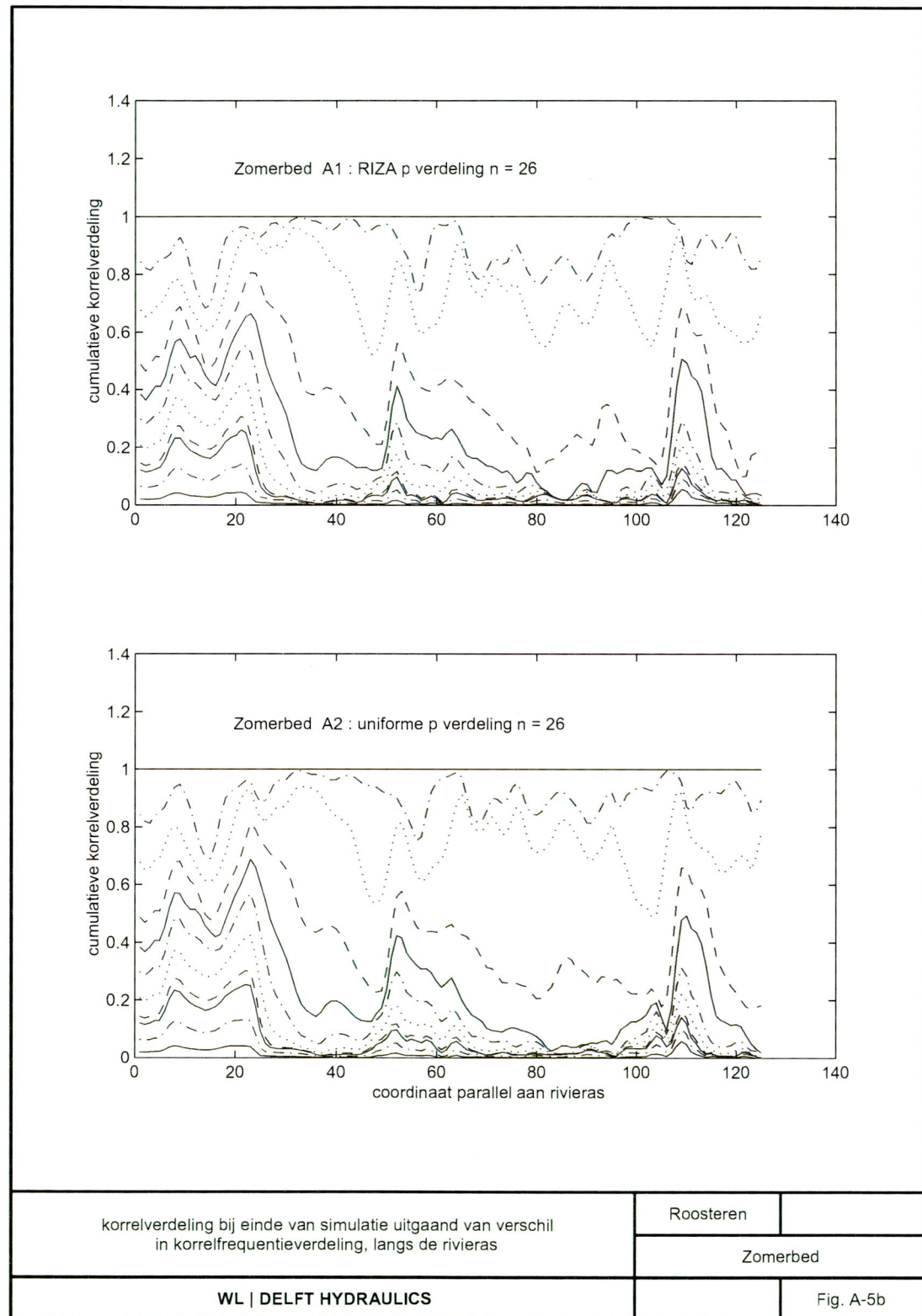


N.B.: n = 21: langsraai langs rechter oever in zomerbed
 n = 24: langsraai rechts van as (n=26) in zomerbed
 n = 28: langsraai links van as in zomerbed
 n = 31: langsraai langs linker oever in zomerbed



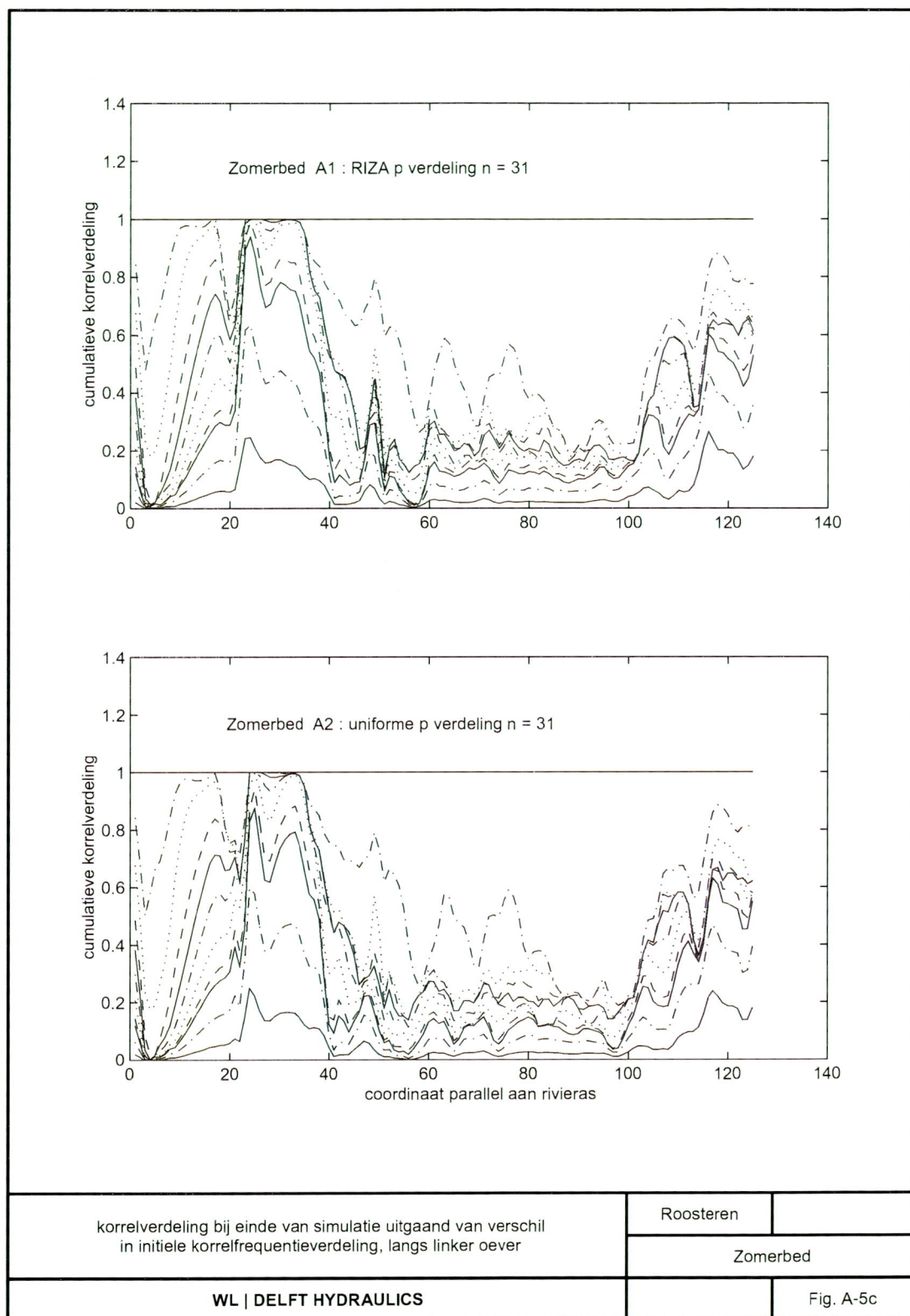
N.B.: $n = 21$: langsraai langs rechter oever in zomerbed

N.B.: de verschillende lijnen geven de opeenvolgende fracties weer in het sedimentmengsel (volgens Tabel 3.1): onderste lijnen horen bij fijn materiaal, bovenste lijnen bij grofste materiaal



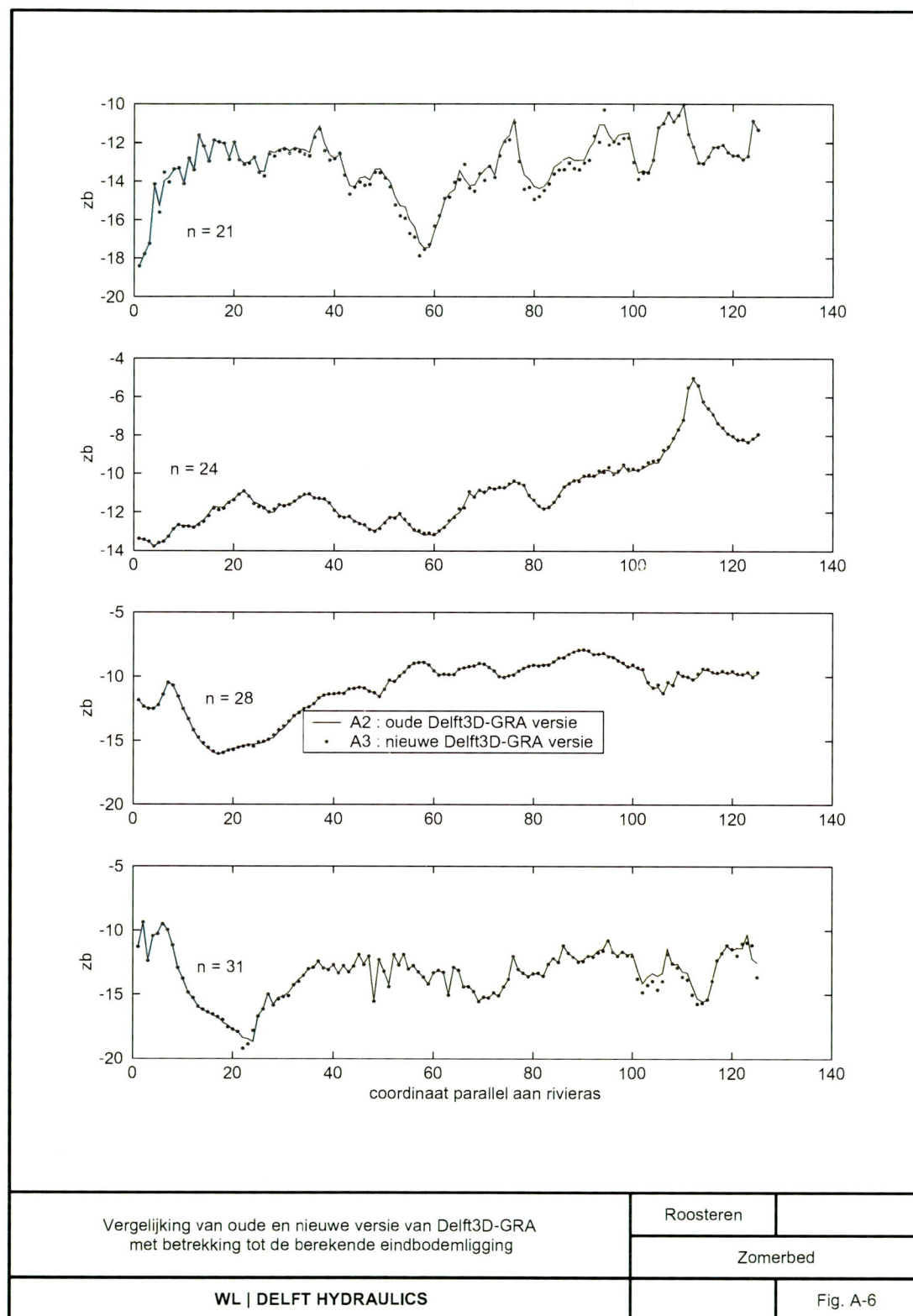
N.B.: $n = 26$: langsgaai rivieras in zomerbed

N.B.: de verschillende lijnen geven de opeenvolgende fracties weer in het sedimentmengsel (volgens Tabel 3.1): onderste lijnen horen bij fijn materiaal, bovenste lijnen bij grofste materiaal

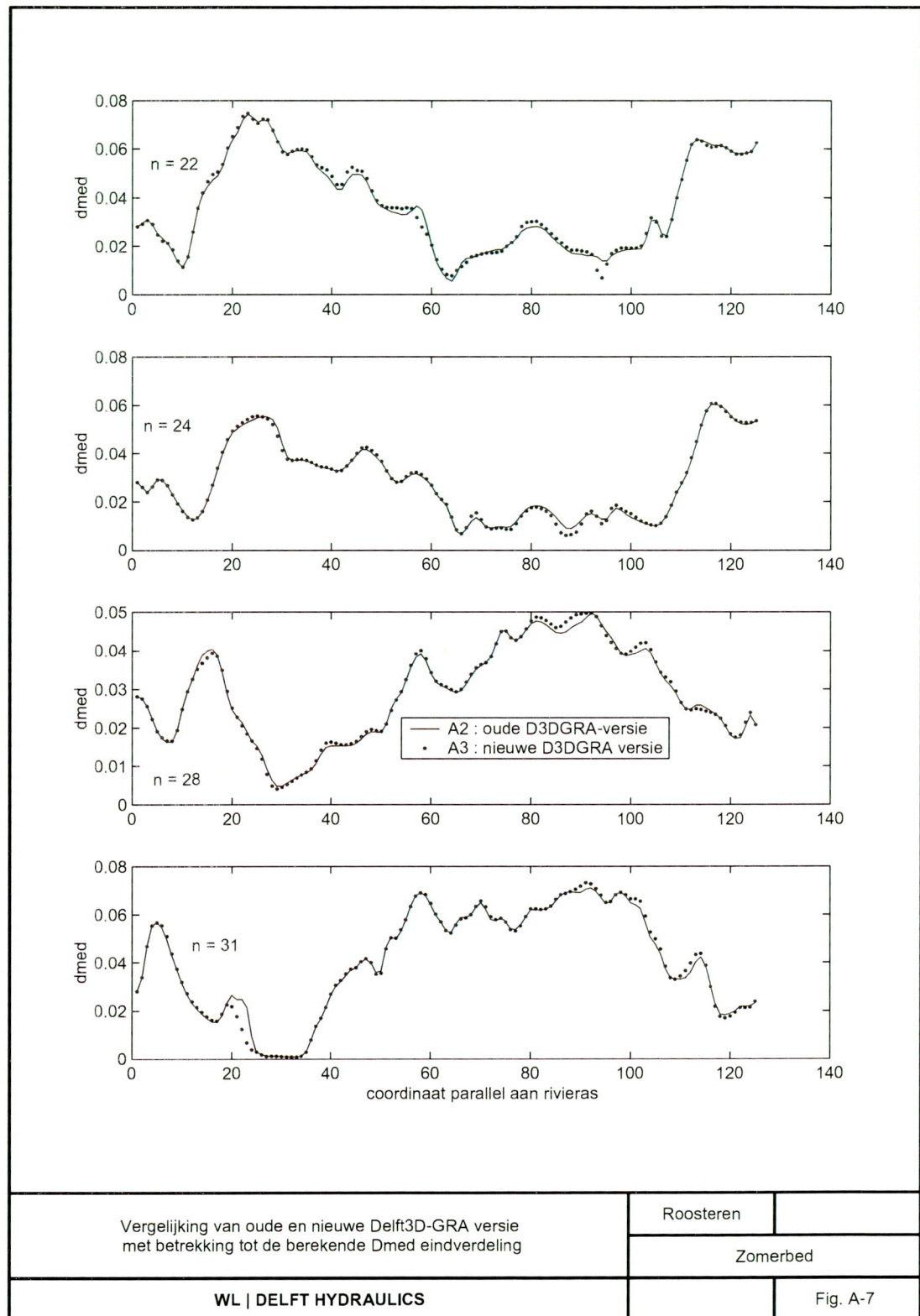


N.B.: n = 31: langsraai langs linker oever in zomerbed

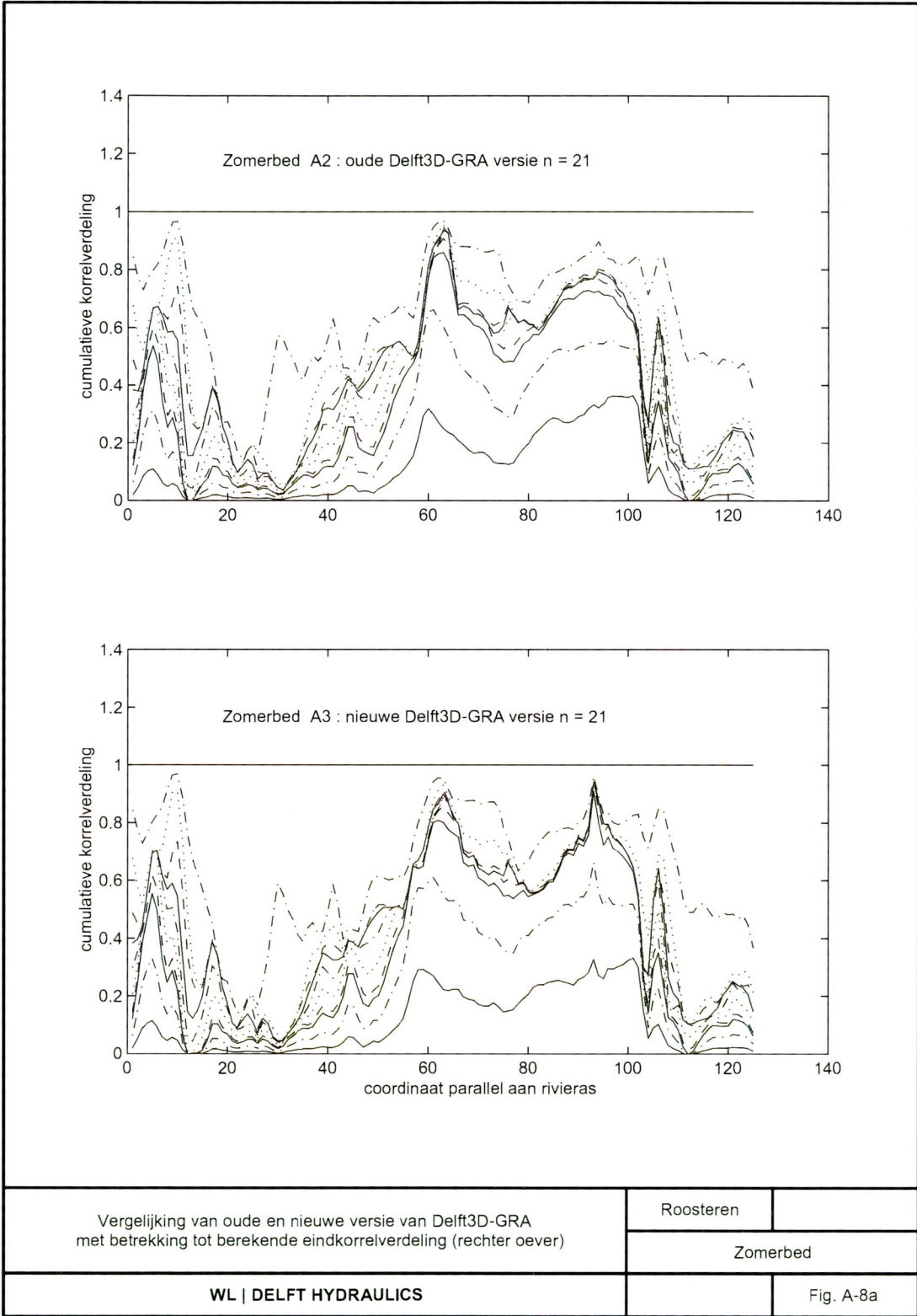
N.B.: de verschillende lijnen geven de opeenvolgende fracties weer in het sedimentmengsel (volgens Tabel 3.1): onderste lijnen horen bij fijn materiaal, bovenste lijnen bij grofste materiaal



N.B.:
 n = 21: langsraai langs rechter oever in zomerbed
 n = 24: langsraai rechts van as (n=26) in zomerbed
 n = 28: langsraai links van as in zomerbed
 n = 31: langsraai langs linker oever in zomerbed

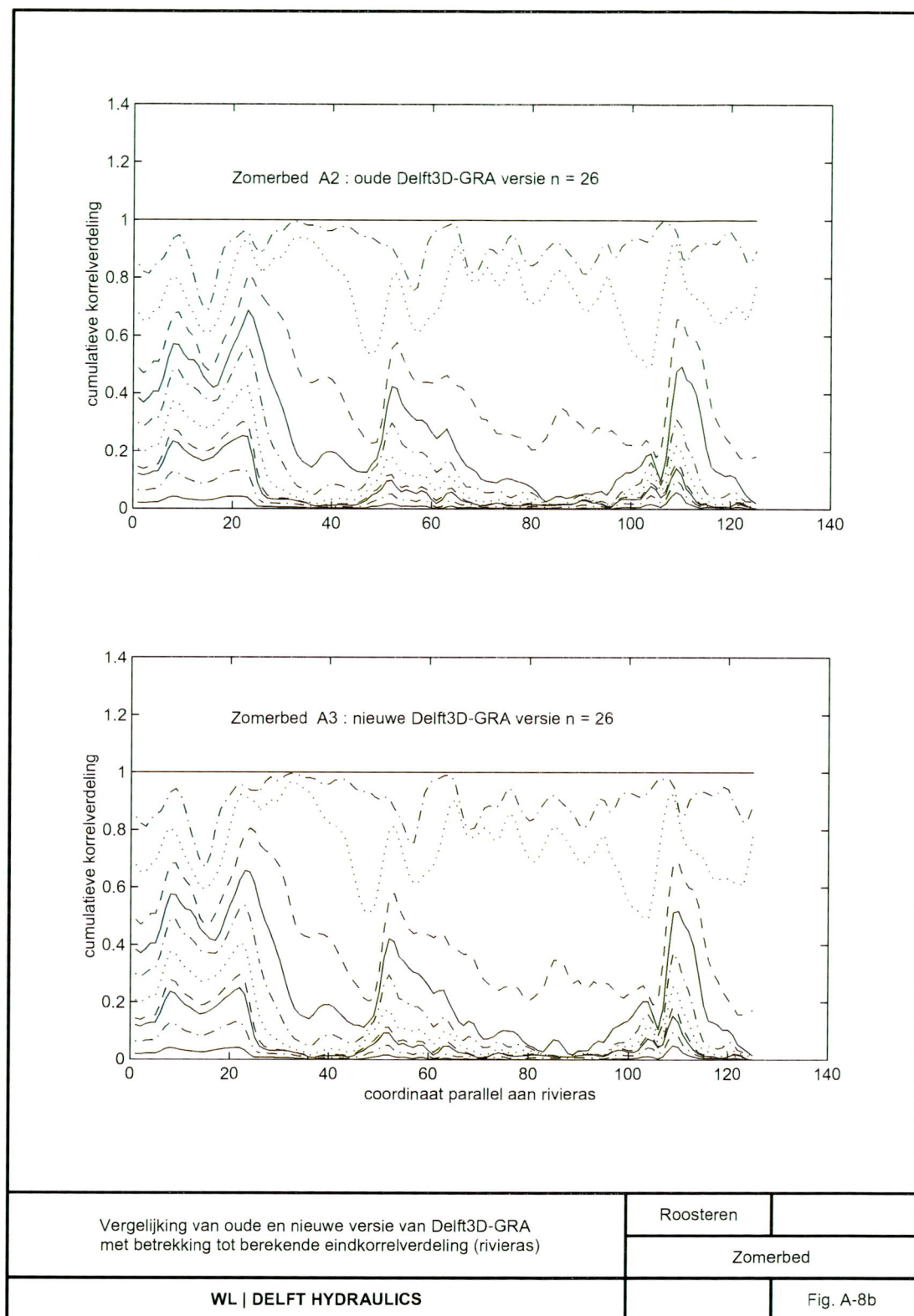


N.B.:
n = 21: langsraai langs rechter oever in zomerbed
n = 24: langsraai rechts van as (n=26) in zomerbed
n = 28: langsraai links van as in zomerbed
n = 31: langsraai langs linker oever in zomerbed



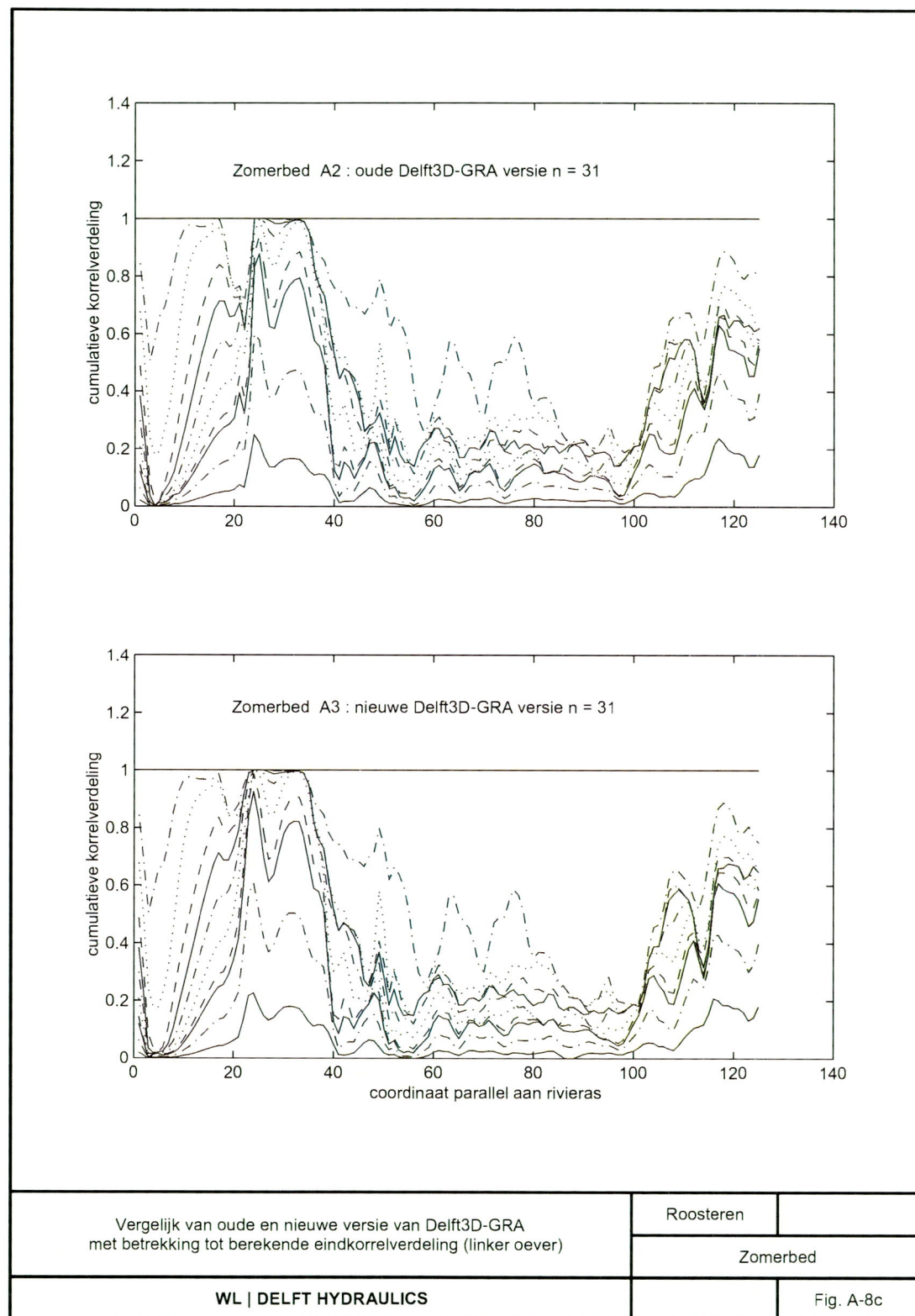
N.B.: n = 21: langsgaai langs rechter oever in zomerbed

N.B.: de verschillende lijnen geven de opeenvolgende fracties weer in het sedimentmengsel (volgens Tabel 3.1): onderste lijnen horen bij fijn materiaal, bovenste lijnen bij grofste materiaal



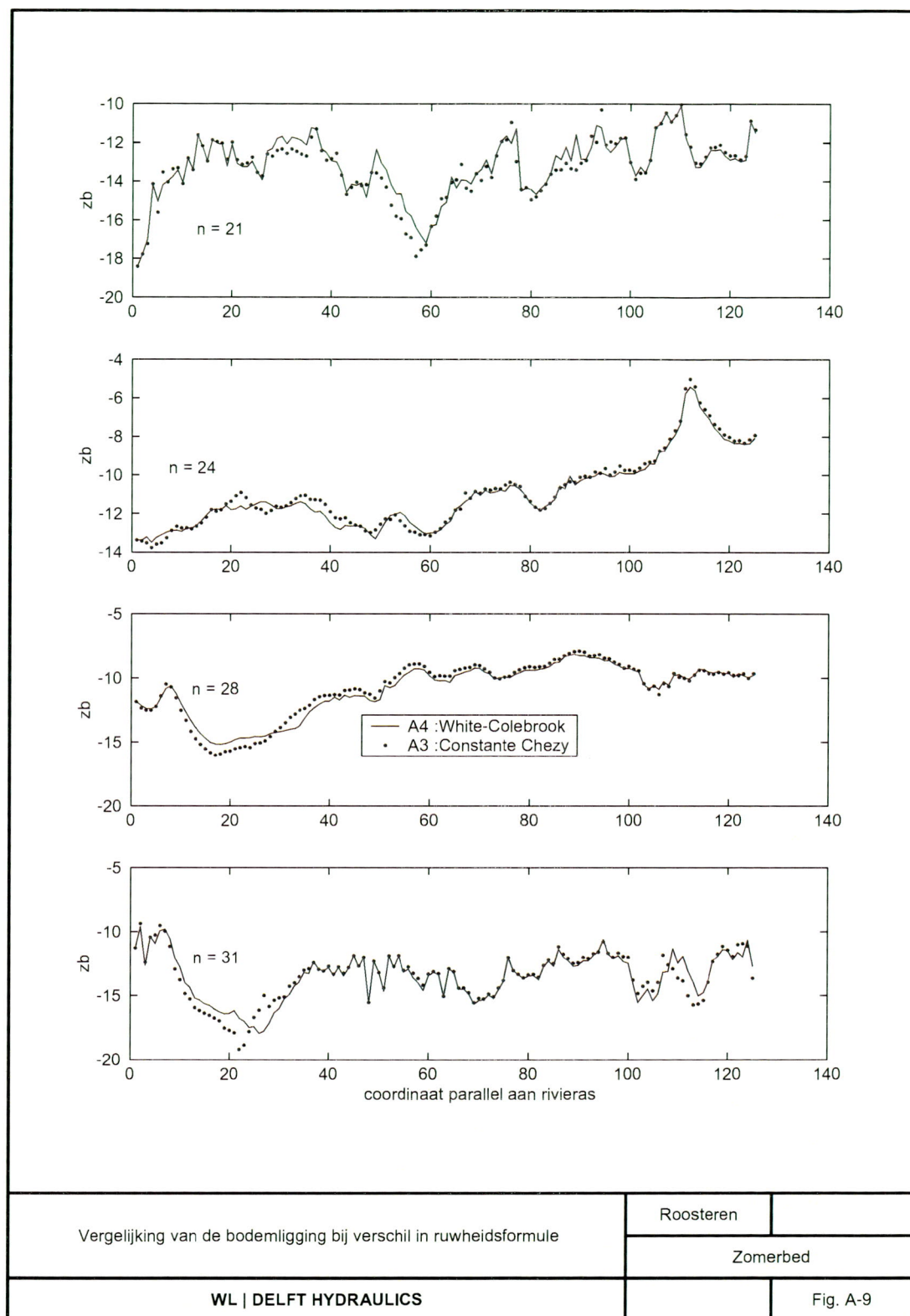
N.B.: n = 26: langsraai rivieras in zomerbed

N.B.: de verschillende lijnen geven de opeenvolgende fracties weer in het sedimentmengsel (volgens Tabel 3.1): onderste lijnen horen bij fijn materiaal, bovenste lijnen bij grofste materiaal

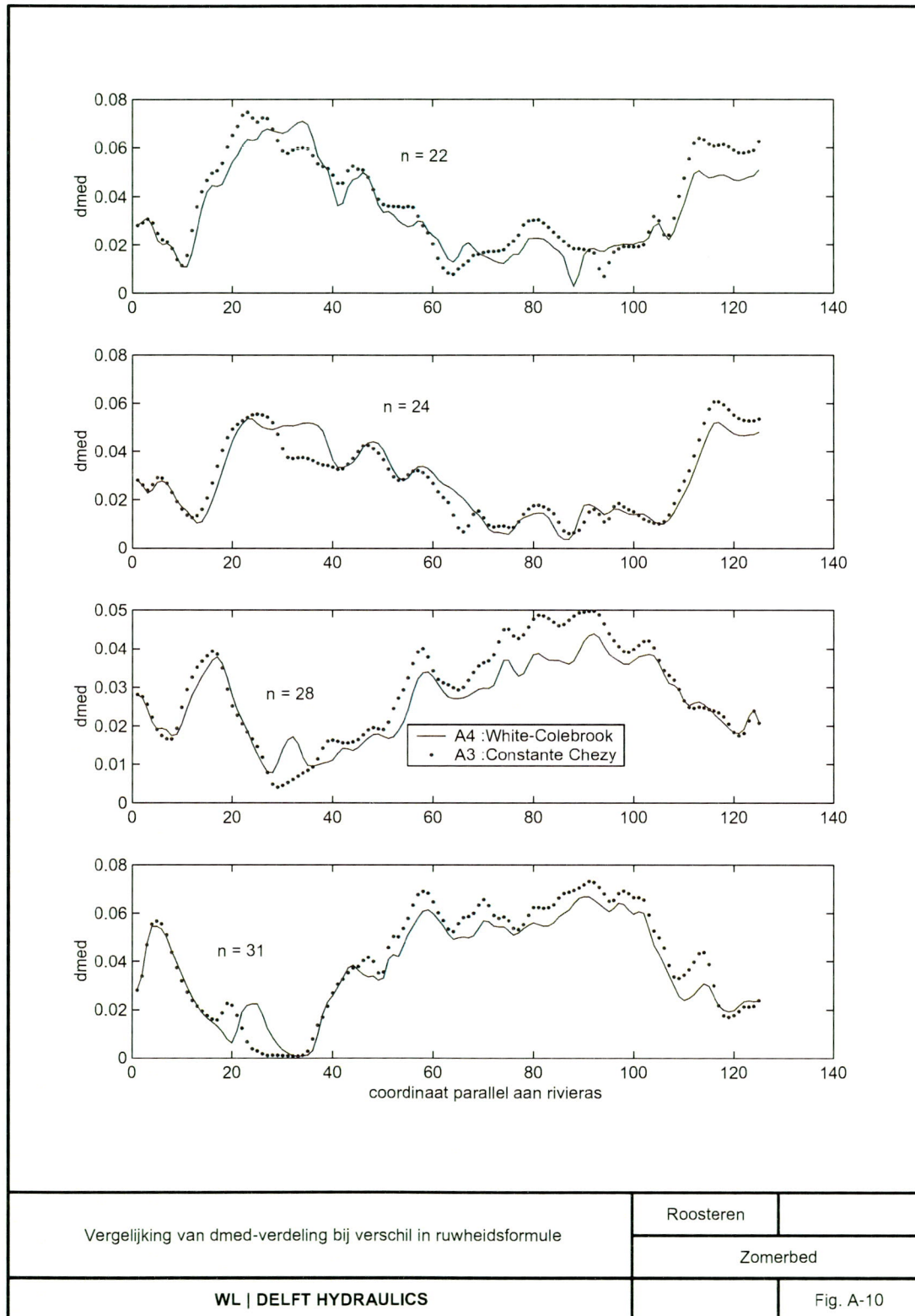


N.B.: n = 31: langsgaai langs linker oever in zomerbed

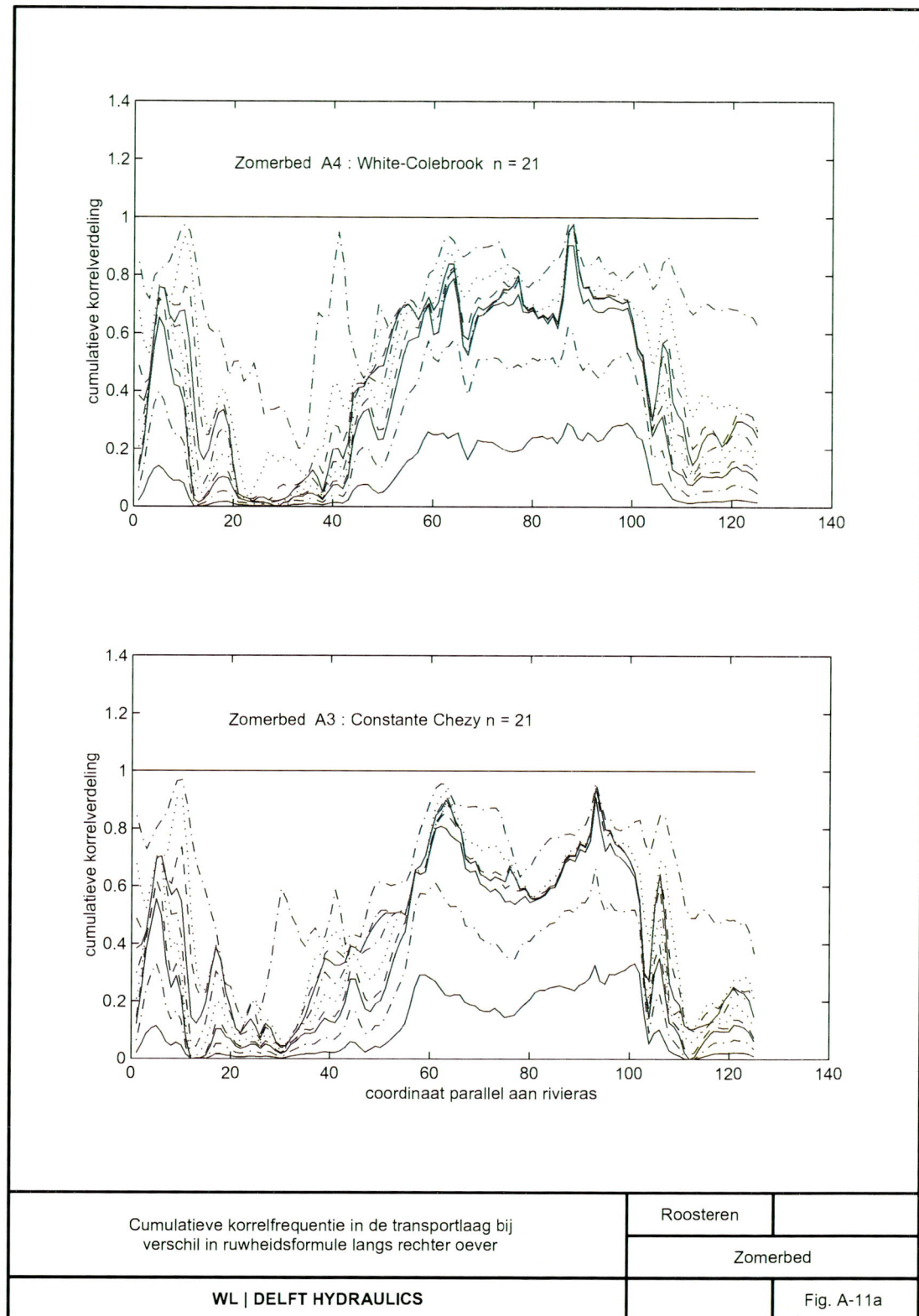
N.B.: de verschillende lijnen geven de opeenvolgende fracties weer in het sedimentmengsel (volgens Tabel 3.1): onderste lijnen horen bij fijn materiaal, bovenste lijnen bij grofste materiaal



N.B.:
n = 21: langsraai langs rechter oever in zomerbed
n = 24: langsraai rechts van as (n=26) in zomerbed
n = 28: langsraai links van as in zomerbed
n = 31: langsraai langs linker oever in zomerbed

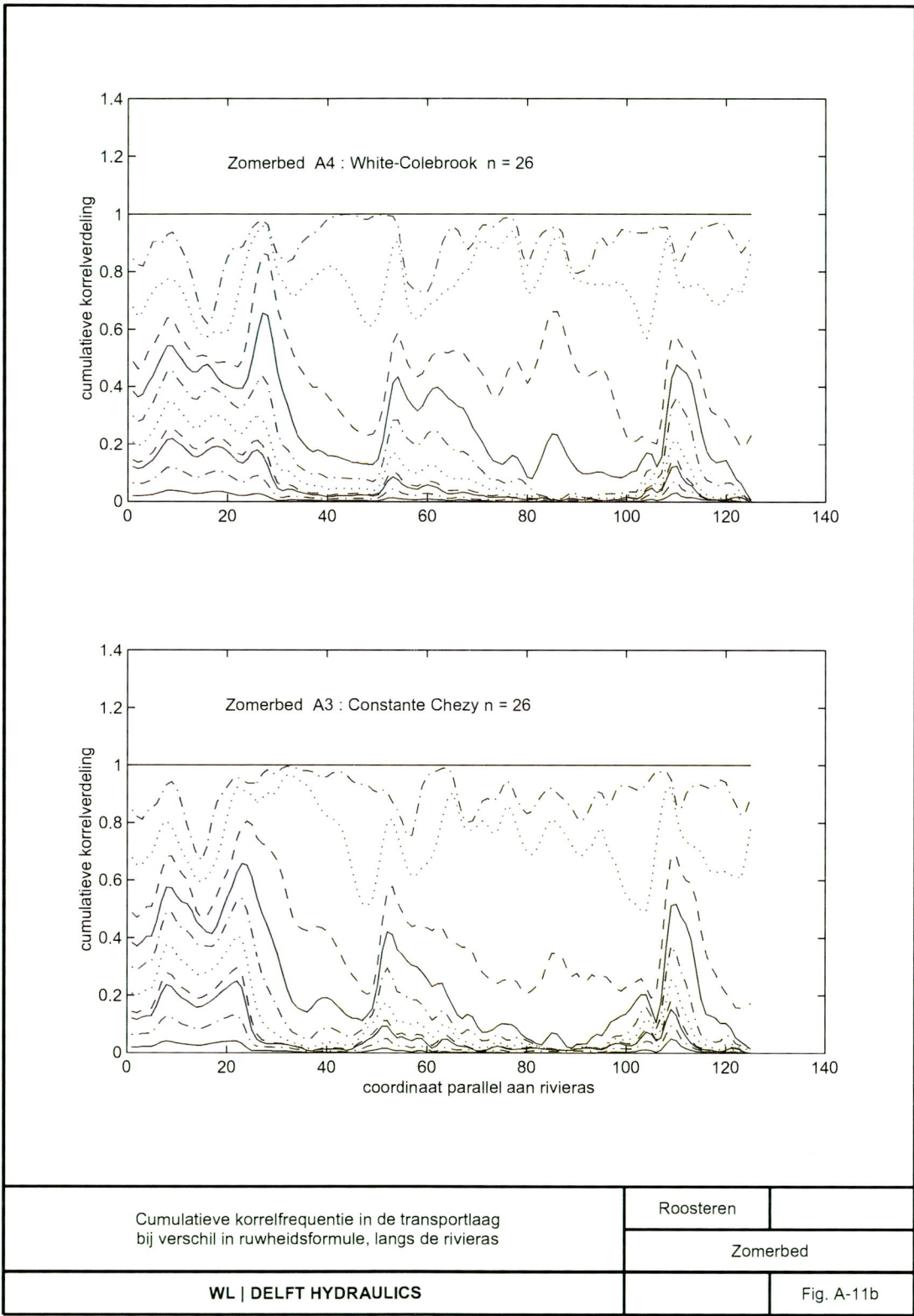


N.B.:
 n = 21: langsraai langs rechter oever in zomerbed
 n = 24: langsraai rechts van as (n=26) in zomerbed
 n = 28: langsraai links van as in zomerbed
 n = 31: langsraai langs linker oever in zomerbed



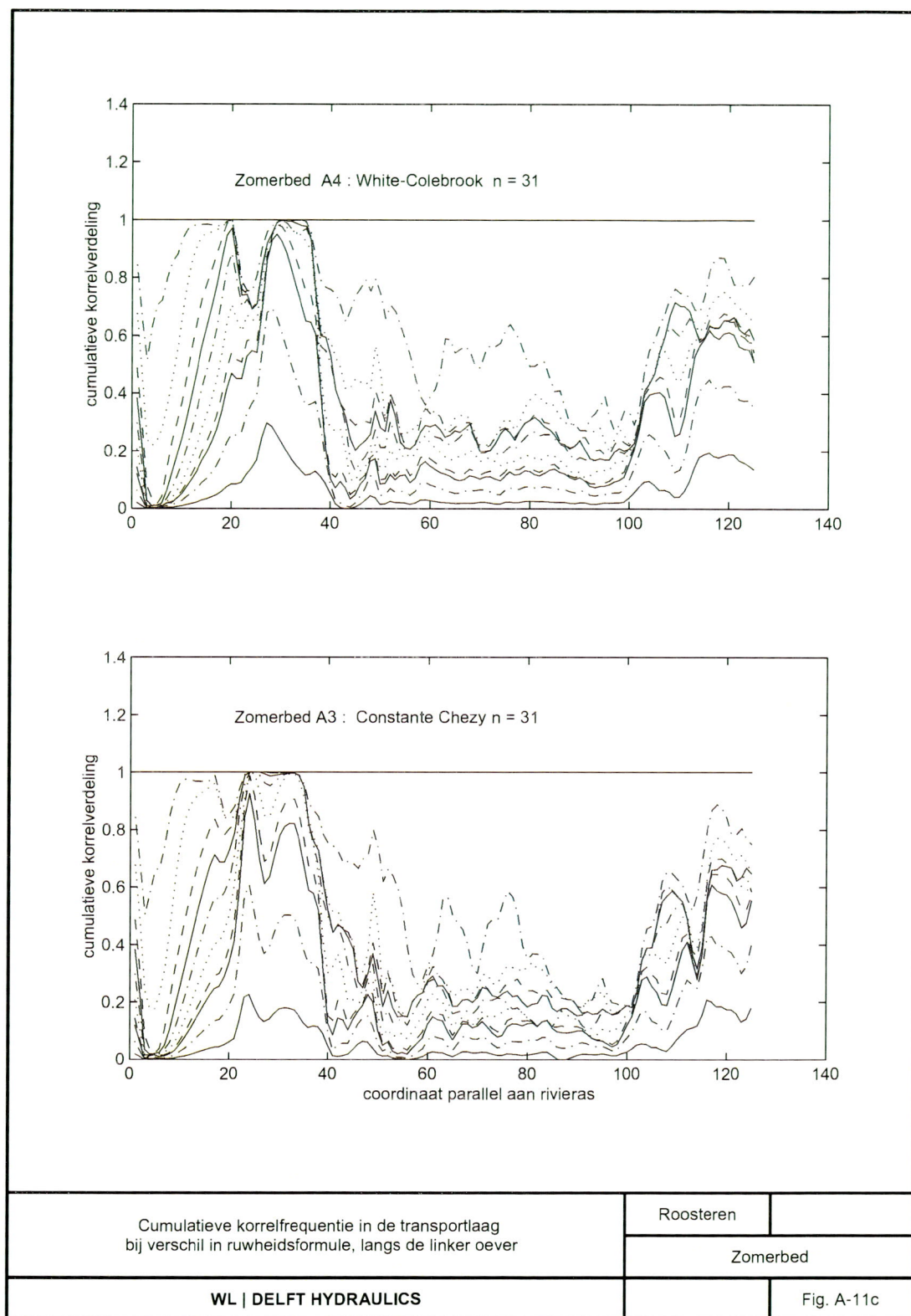
N.B.: n = 21: langsraai langs rechter oever in zomerbed

N.B.: de verschillende lijnen geven de opeenvolgende fracties weer in het sedimentmengsel (volgens Tabel 3.1): onderste lijnen horen bij fijn materiaal, bovenste lijnen bij grofste materiaal



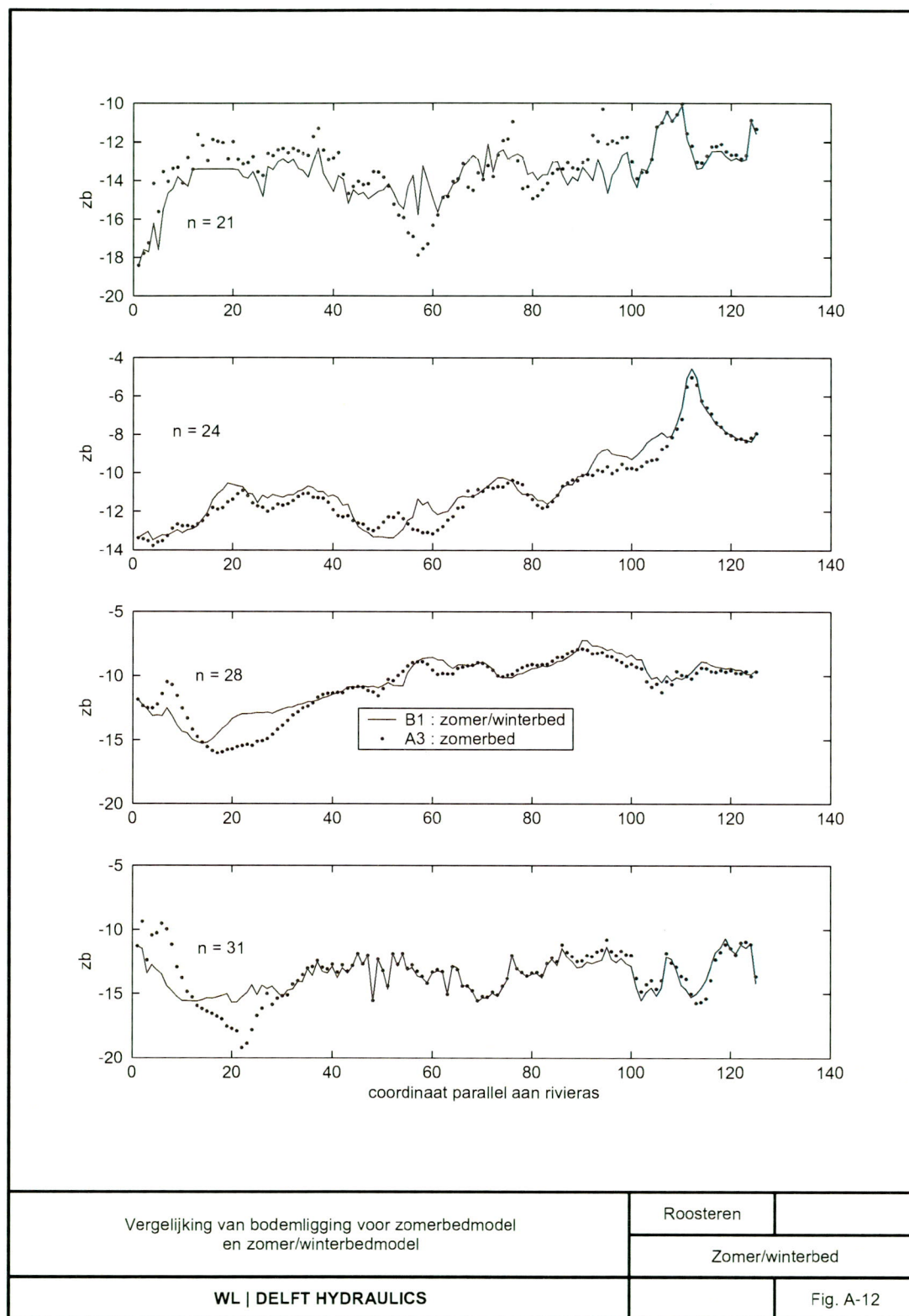
N.B.: n = 26: langsraai rivieras in zomerbed

N.B.: de verschillende lijnen geven de opeenvolgende fracties weer in het sedimentmengsel (volgens Tabel 3.1): onderste lijnen horen bij fijn materiaal, bovenste lijnen bij grofste materiaal

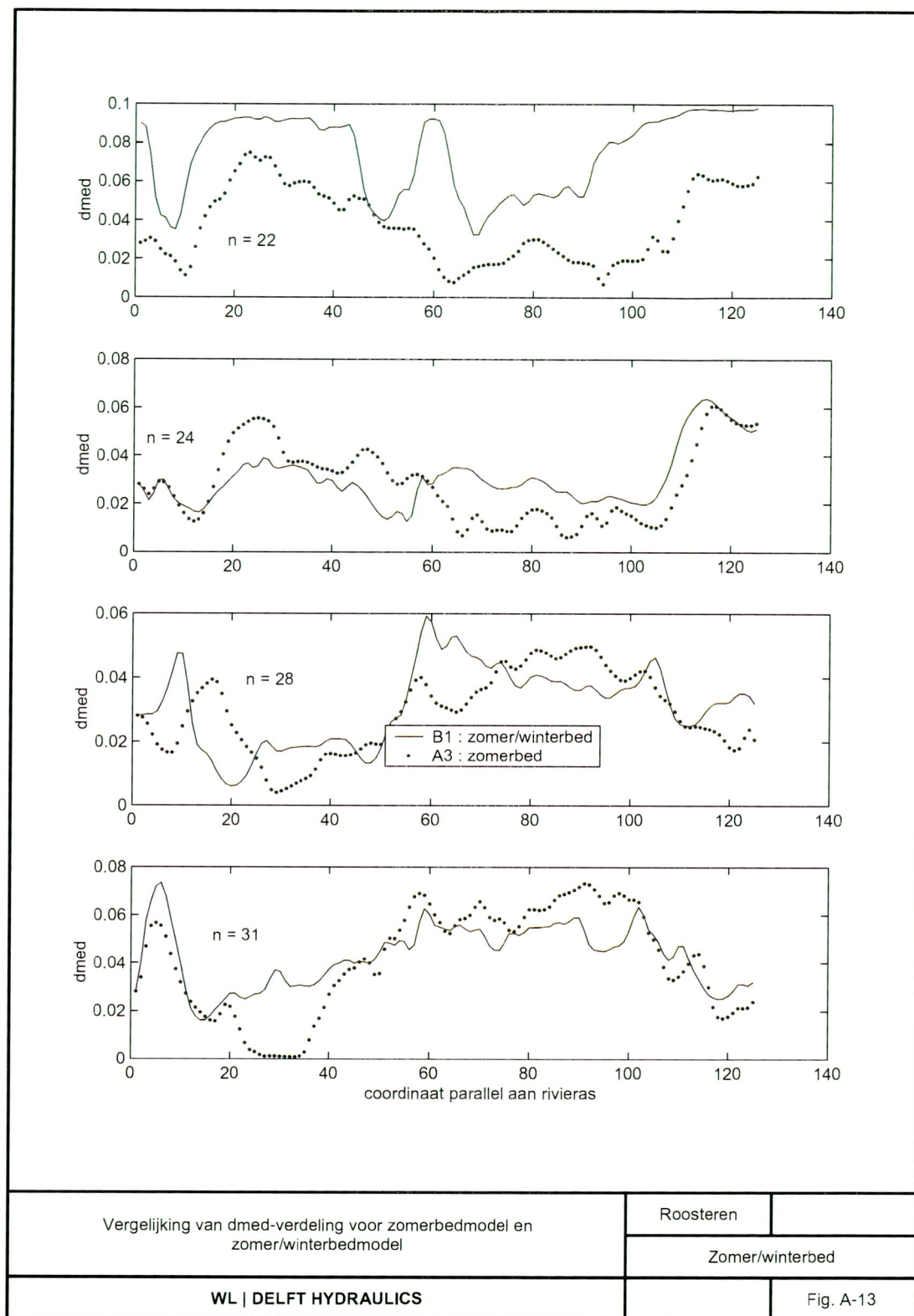


N.B.: n = 31: langsraai langs linker oever in zomerbed

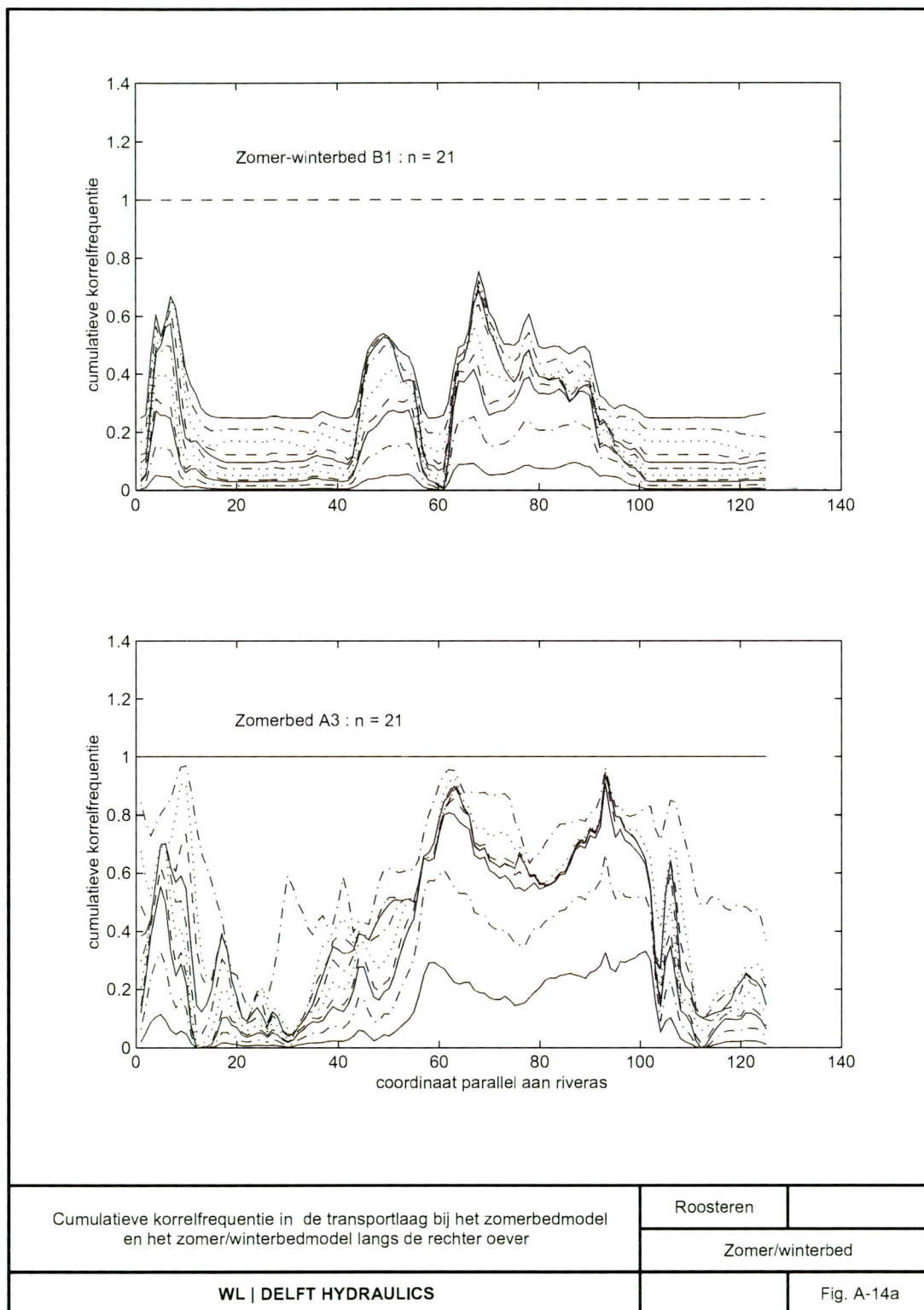
N.B.: de verschillende lijnen geven de opeenvolgende fracties weer in het sedimentmengsel (volgens Tabel 3.1): onderste lijnen horen bij fijn materiaal, bovenste lijnen bij grofste materiaal



N.B.:
 n = 21: langsraai langs rechter oever in zomerbed
 n = 24: langsraai rechts van as (n=26) in zomerbed
 n = 28: langsraai links van as in zomerbed
 n = 31: langsraai langs linker oever in zomerbed

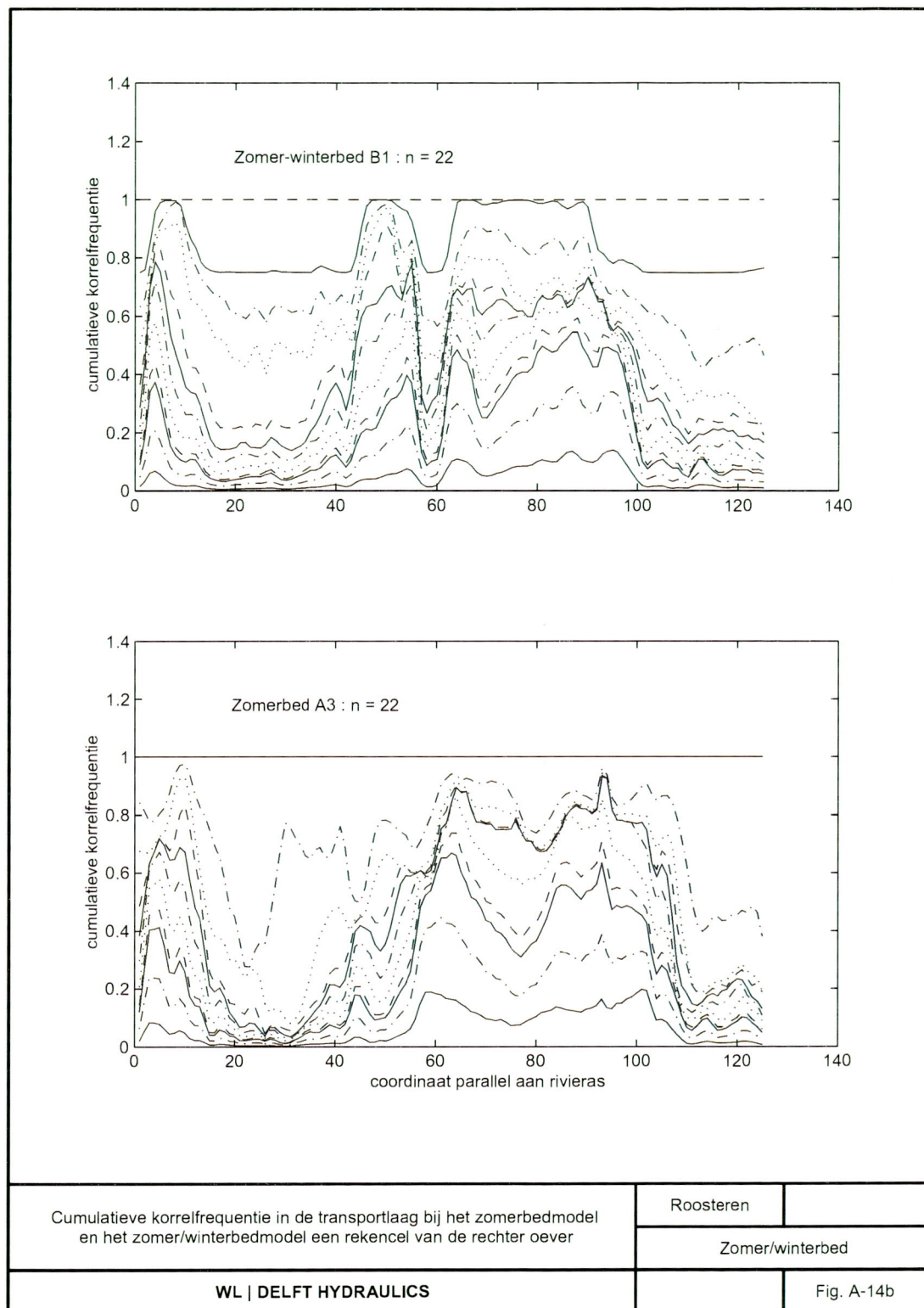


N.B.: $n = 21$: langsraai langs rechter oever in zomerbed
 $n = 24$: langsraai rechts van as ($n=26$) in zomerbed
 $n = 28$: langsraai links van as in zomerbed
 $n = 31$: langsraai langs linker oever in zomerbed



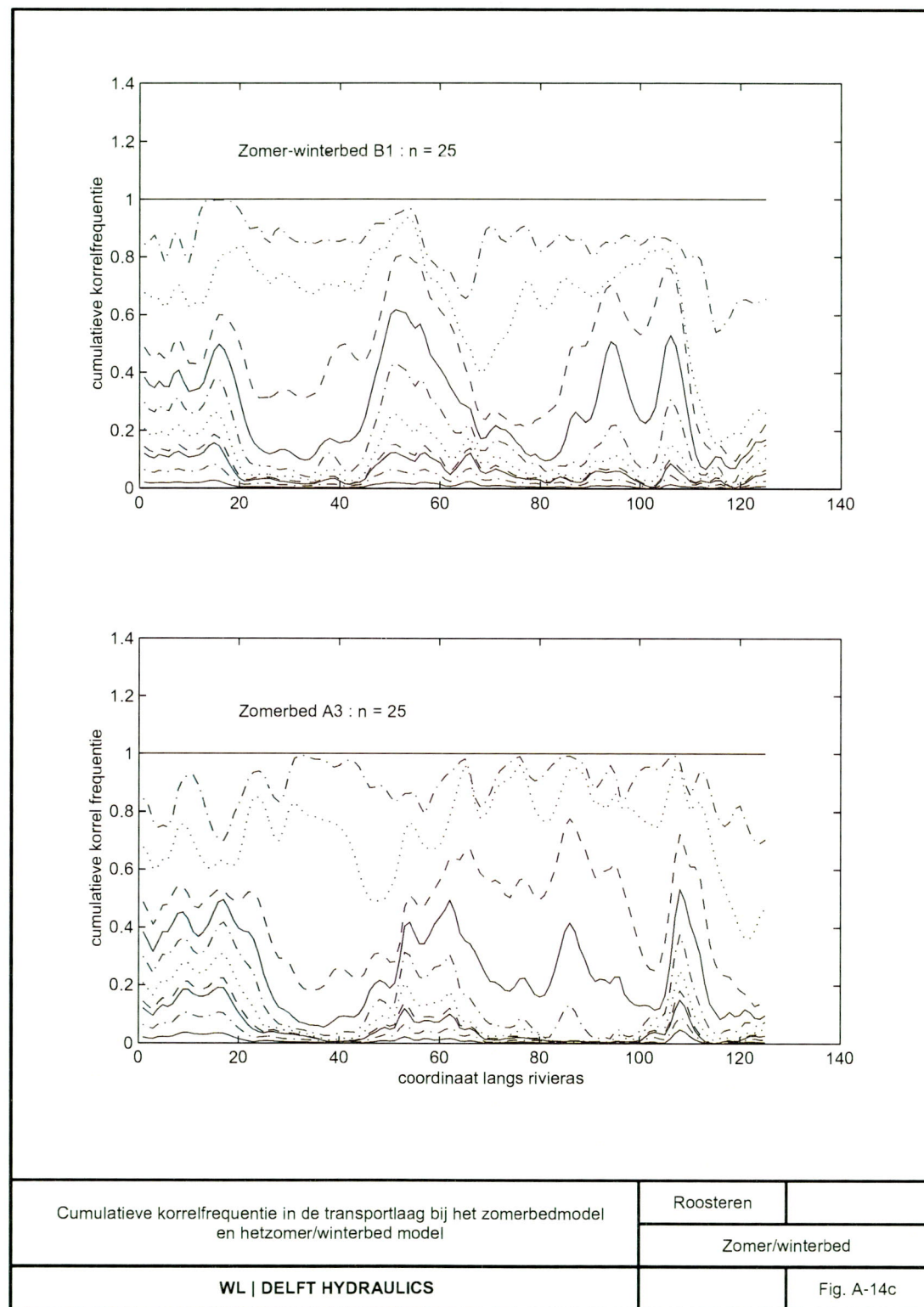
N.B.: n = 21: langsgaai langs rechter oever in zomerbed

N.B.: de verschillende lijnen geven de opeenvolgende fracties weer in het sedimentmengsel (volgens Tabel 3.1): onderste lijnen horen bij fijn materiaal, bovenste lijnen bij grofste materiaal



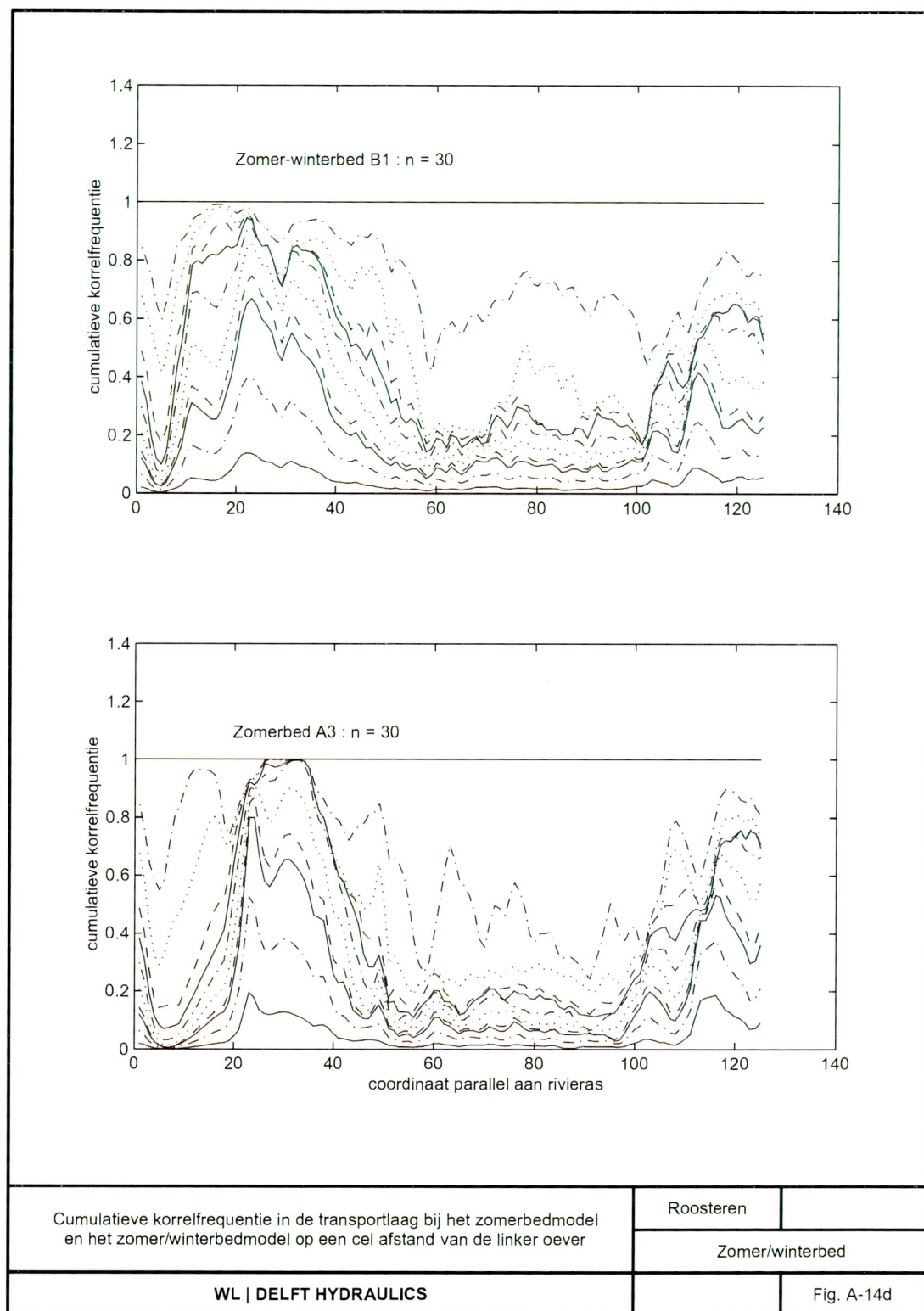
N.B.: n = 22: langsgaai één cel links van rechter oever in zomerbed

N.B.: de verschillende lijnen geven de opeenvolgende fracties weer in het sedimentmengsel (volgens Tabel 3.1): onderste lijnen horen bij fijn materiaal, bovenste lijnen bij grofste materiaal



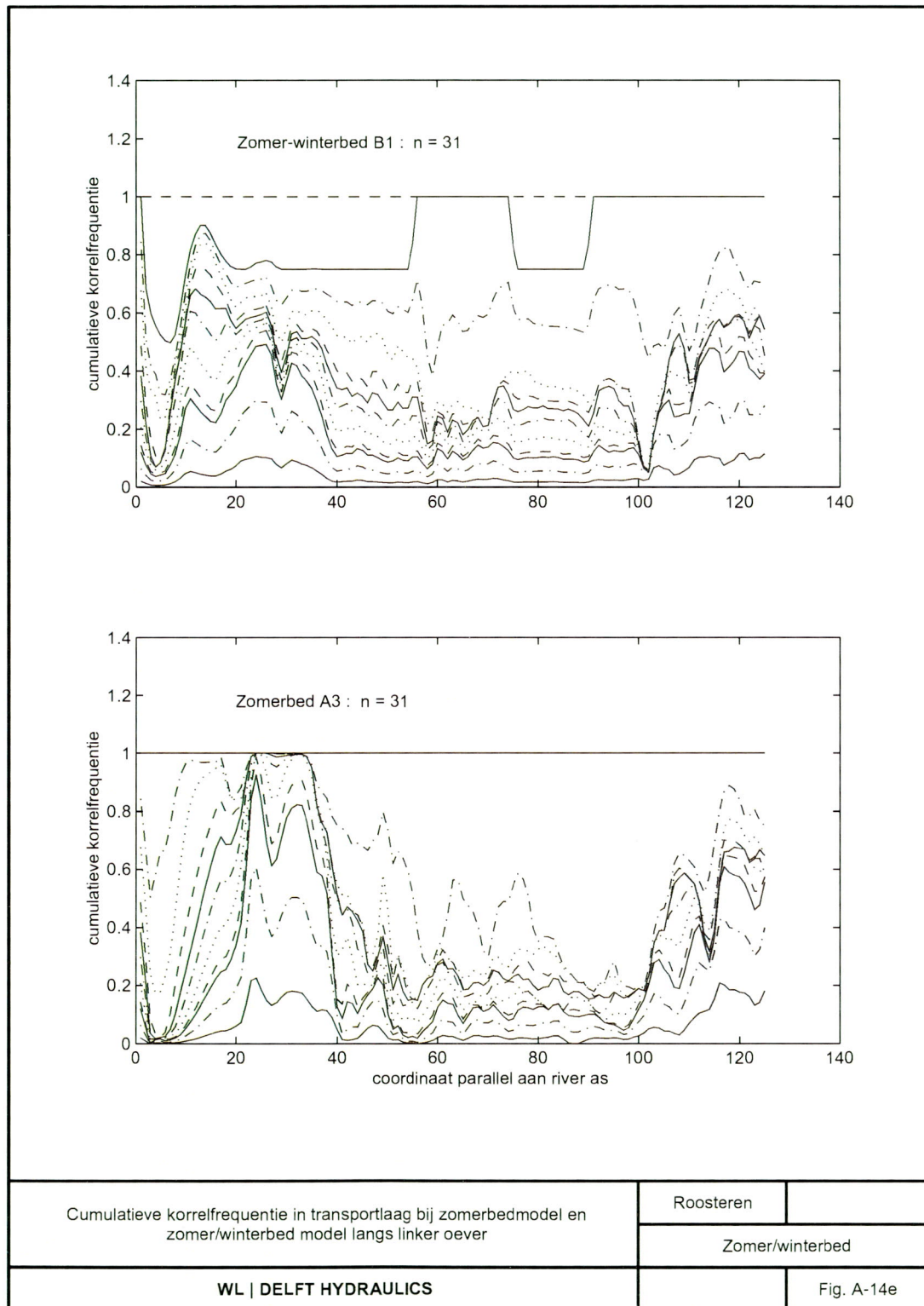
N.B.: n = 25: langdraai één cel rechts van rivieras in zomerbed

N.B.: de verschillende lijnen geven de opeenvolgende fracties weer in het sedimentmengsel (volgens Tabel 3.1): onderste lijnen horen bij fijn materiaal, bovenste lijnen bij grofste materiaal



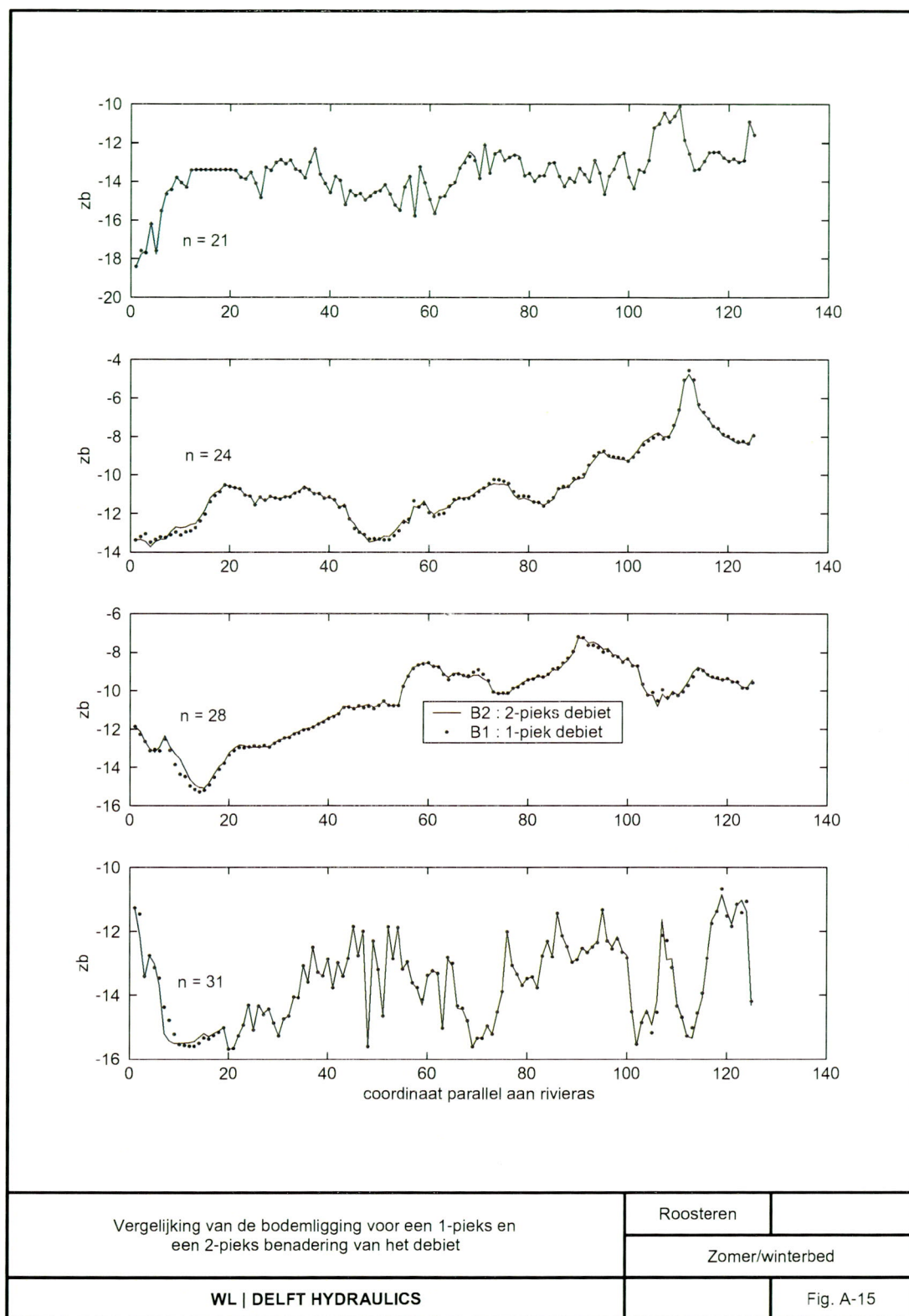
N.B.: n = 30: langsraai één cel rechts van linker oever in zomerbed

N.B.: de verschillende lijnen geven de opeenvolgende fracties weer in het sedimentmengsel (volgens Tabel 3.1): onderste lijnen horen bij fijn materiaal, bovenste lijnen bij grofste materiaal

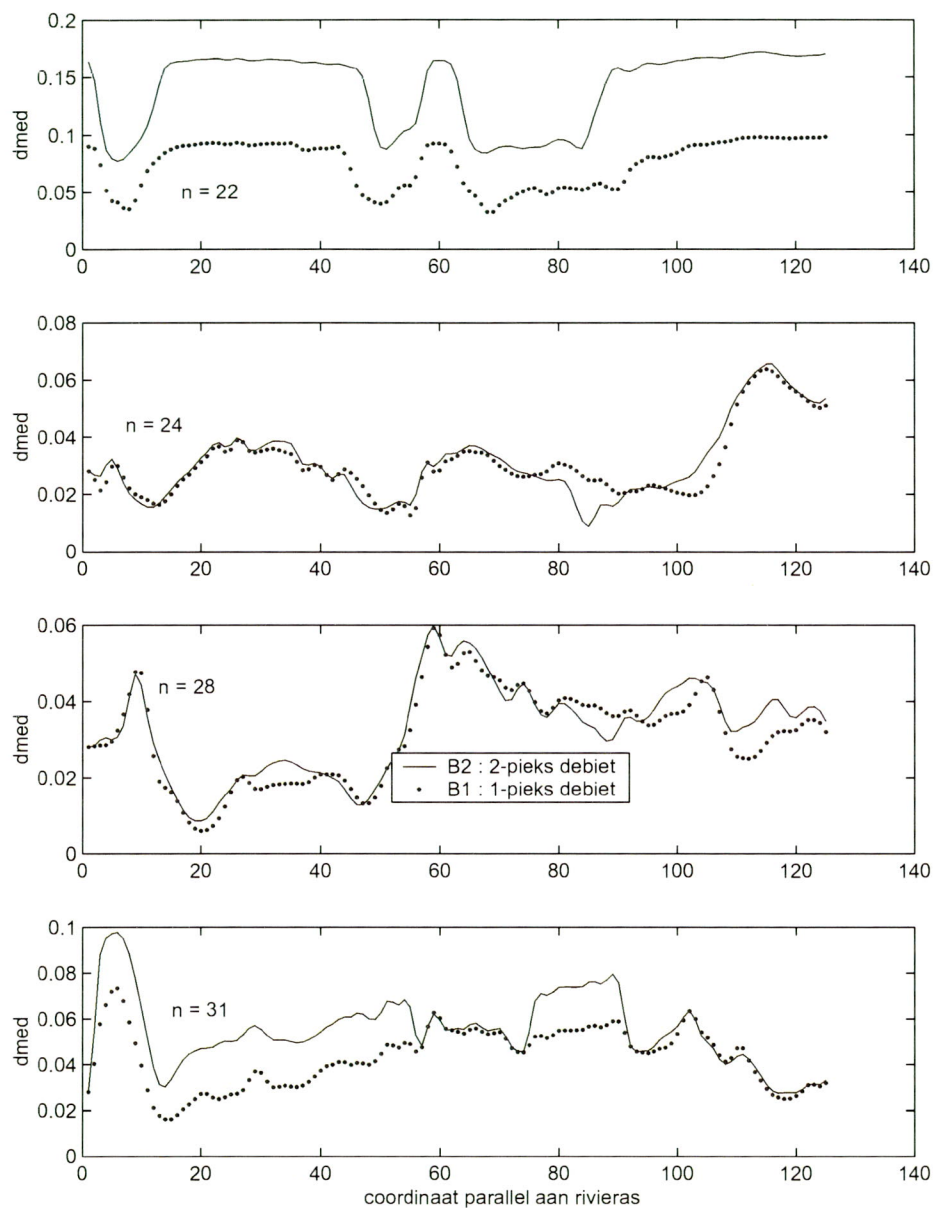


N.B.: n = 31: langsgaai langs linker oever in zomerbed

N.B.: de verschillende lijnen geven de opeenvolgende fracties weer in het sedimentmengsel (volgens Tabel 3.1): onderste lijnen horen bij fijn materiaal, bovenste lijnen bij grofste materiaal

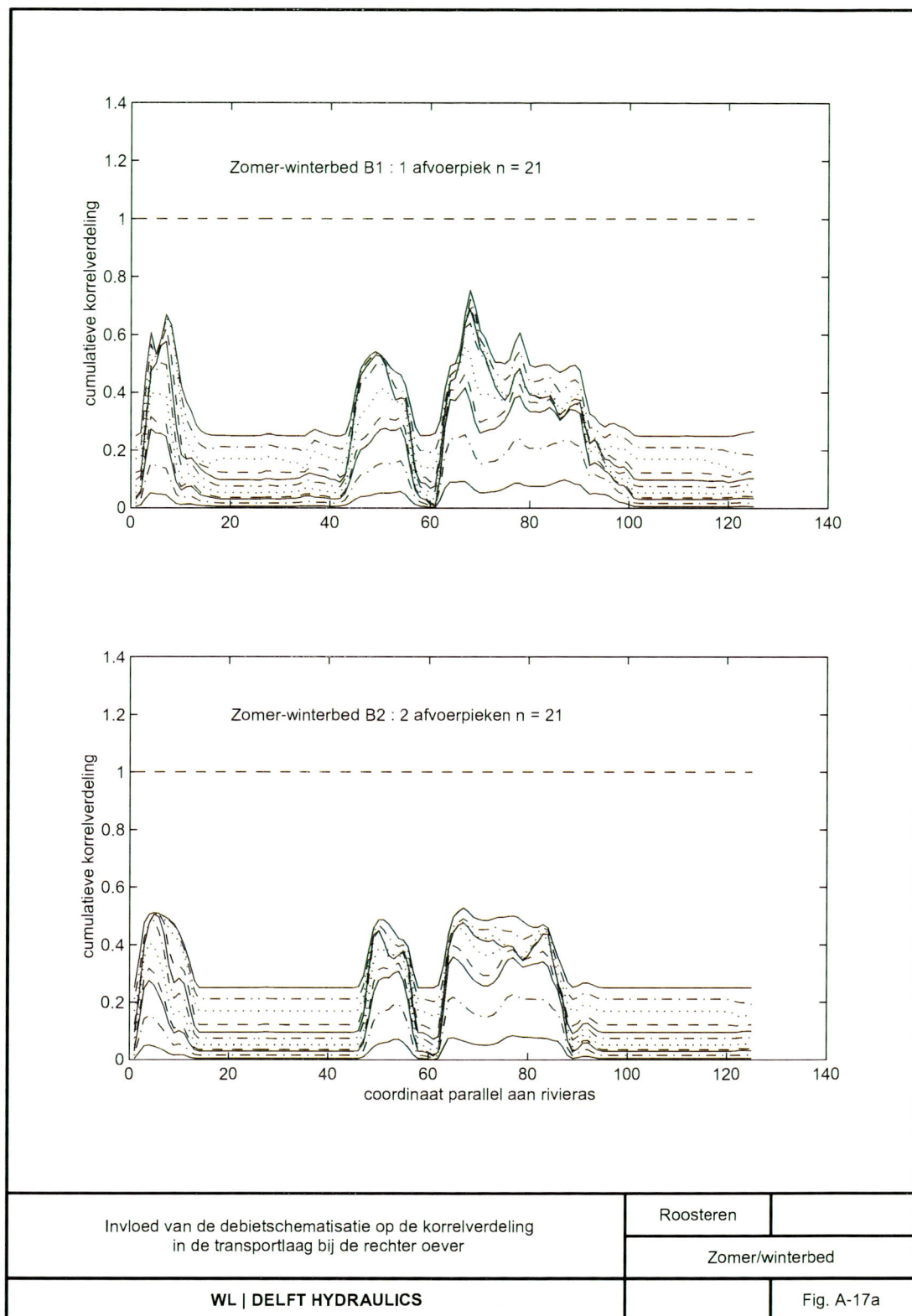


N.B.:
n = 21: langsraai langs rechter oever in zomerbed
n = 24: langsraai rechts van as (n=26) in zomerbed
n = 28: langsraai links van as in zomerbed
n = 31: langsraai langs linker oever in zomerbed



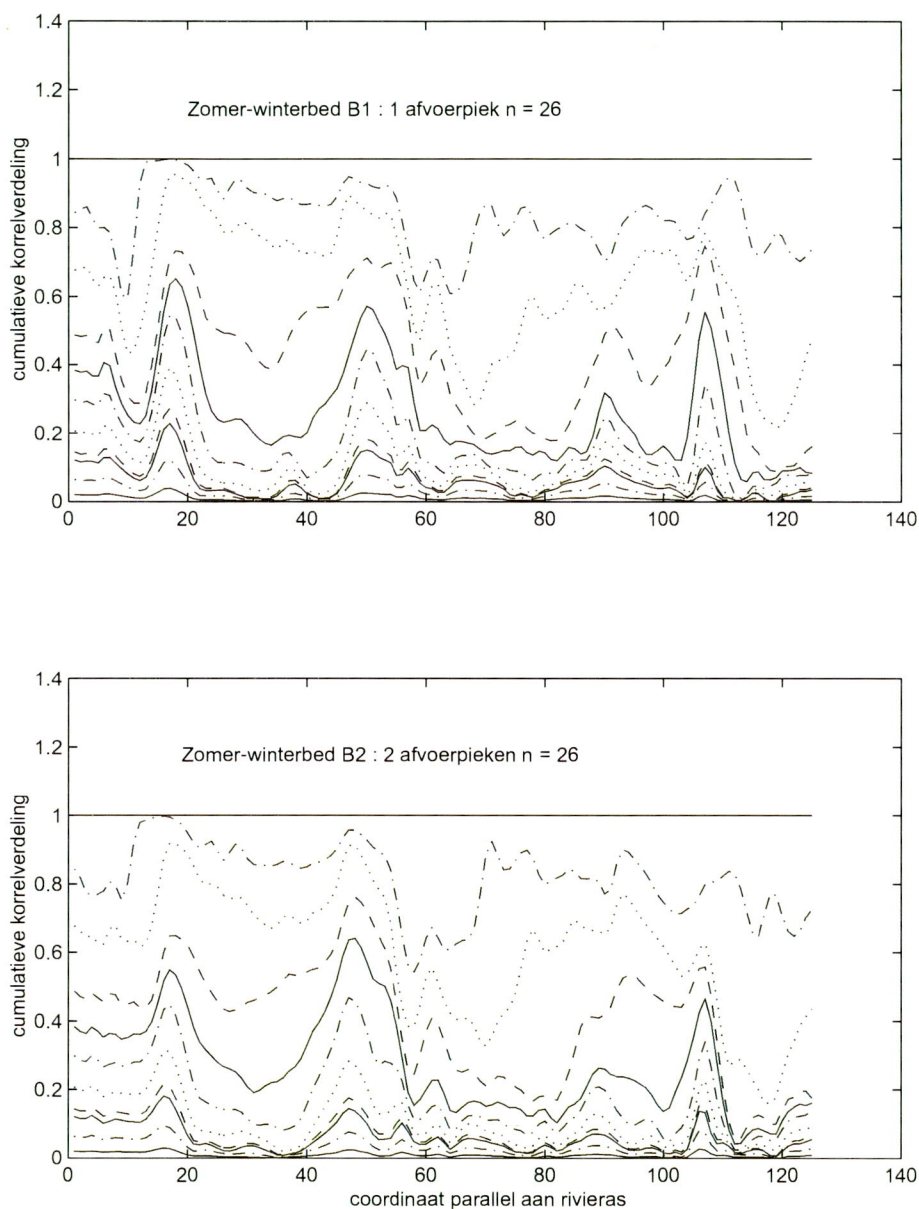
Vergelijking van dmed-verdeling voor 1-pieks debiet en 2-pieks debiet	Roosteren	
	Zomer/winterbed	
WL DELFT HYDRAULICS		Fig. A-16

N.B.:
 n = 21: langsraai langs rechter oever in zomerbed
 n = 24: langsraai rechts van as (n=26) in zomerbed
 n = 28: langsraai links van as in zomerbed
 n = 31: langsraai langs linker oever in zomerbed



N.B.: n = 21: langsraai langs rechter oever in zomerbed

N.B.: de verschillende lijnen geven de opeenvolgende fracties weer in het sedimentmengsel (volgens Tabel 3.1): onderste lijnen horen bij fijn materiaal, bovenste lijnen bij grofste materiaal



Invloed van de debietschematisatie op de korrelverdeling
in de transportlaag langs de rivieras

Roosteren

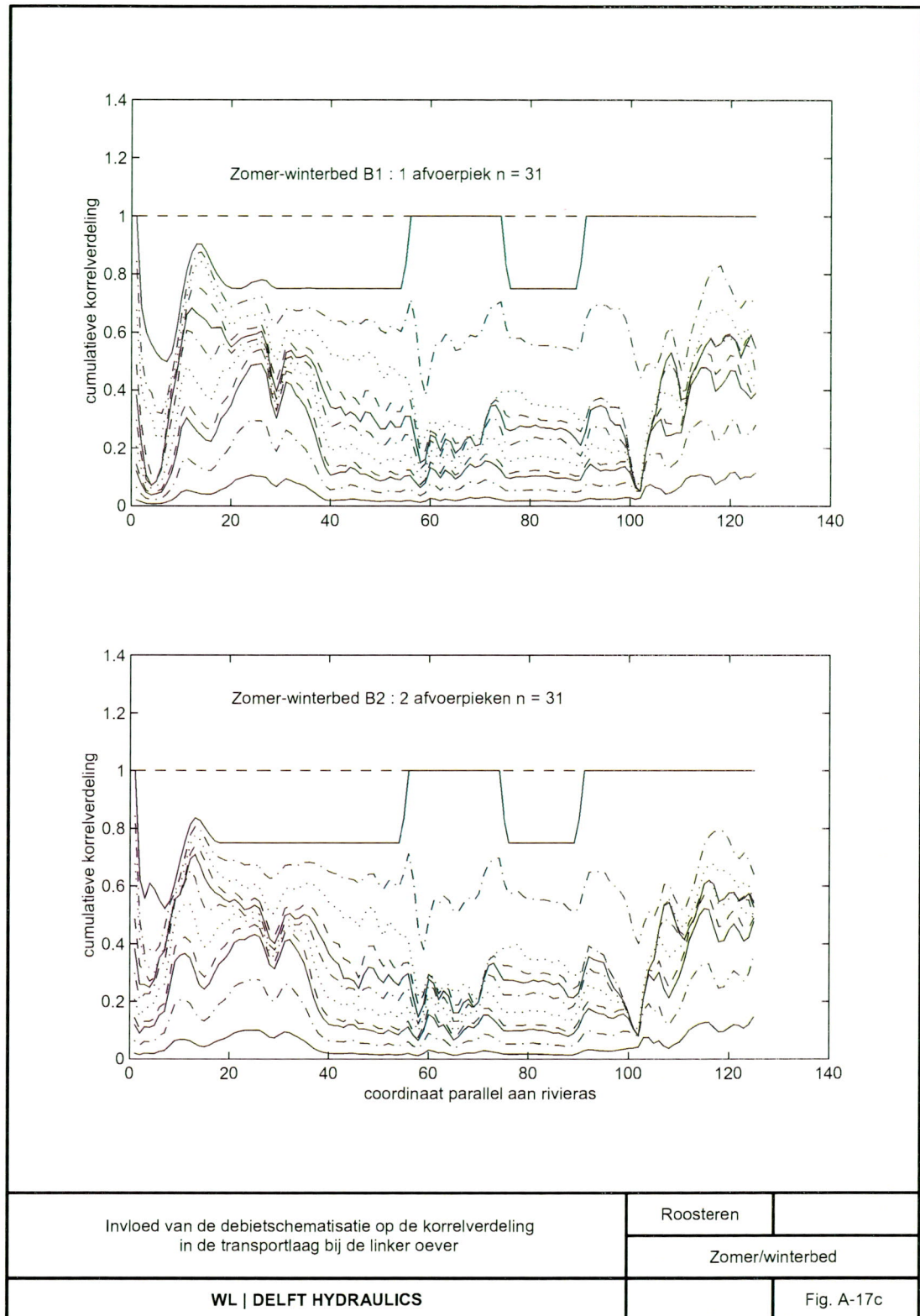
Zomer/winterbed

WL | DELFT HYDRAULICS

Fig. A-17b

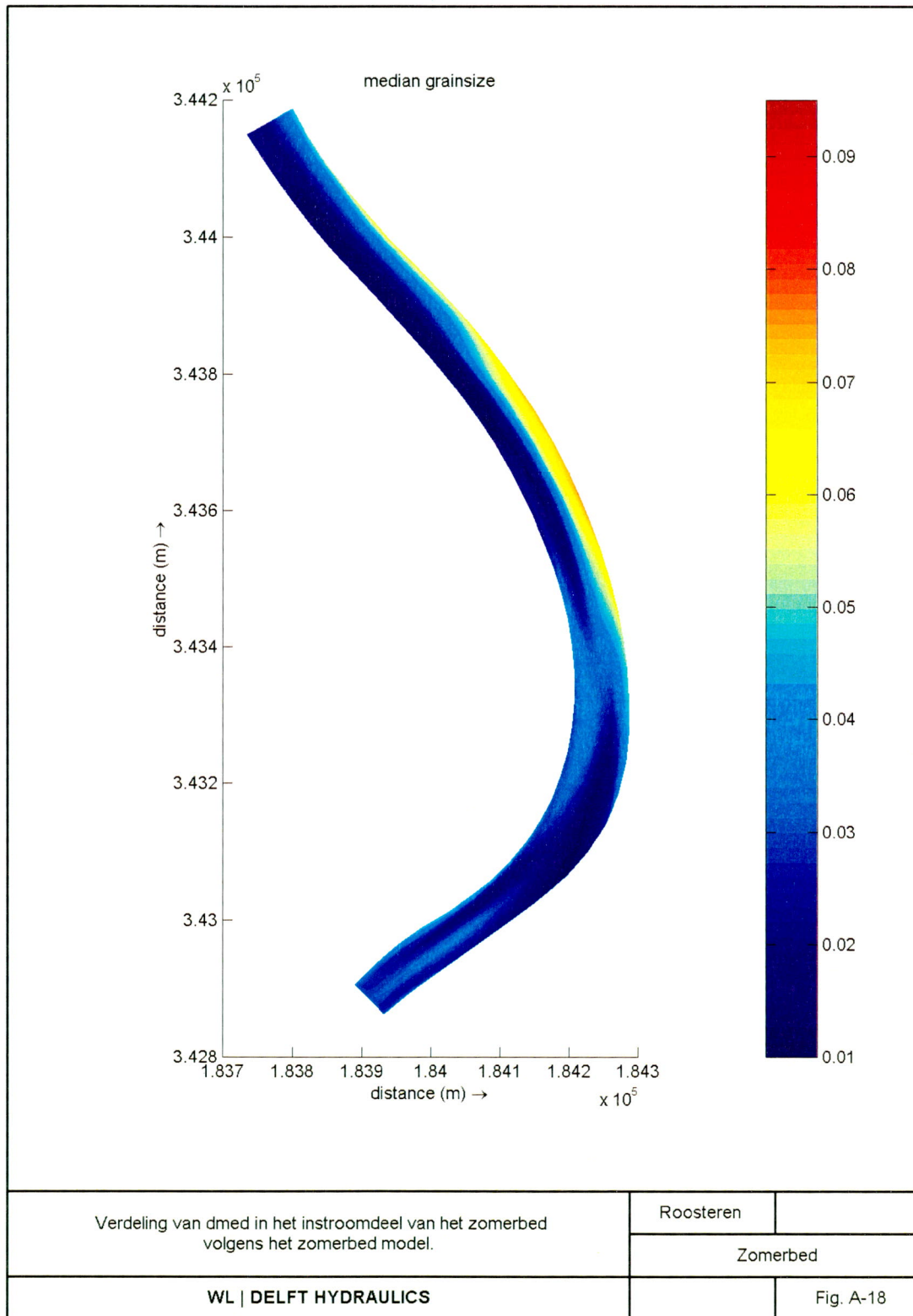
N.B.: n = 26: langdraai rivieras in zomerbed

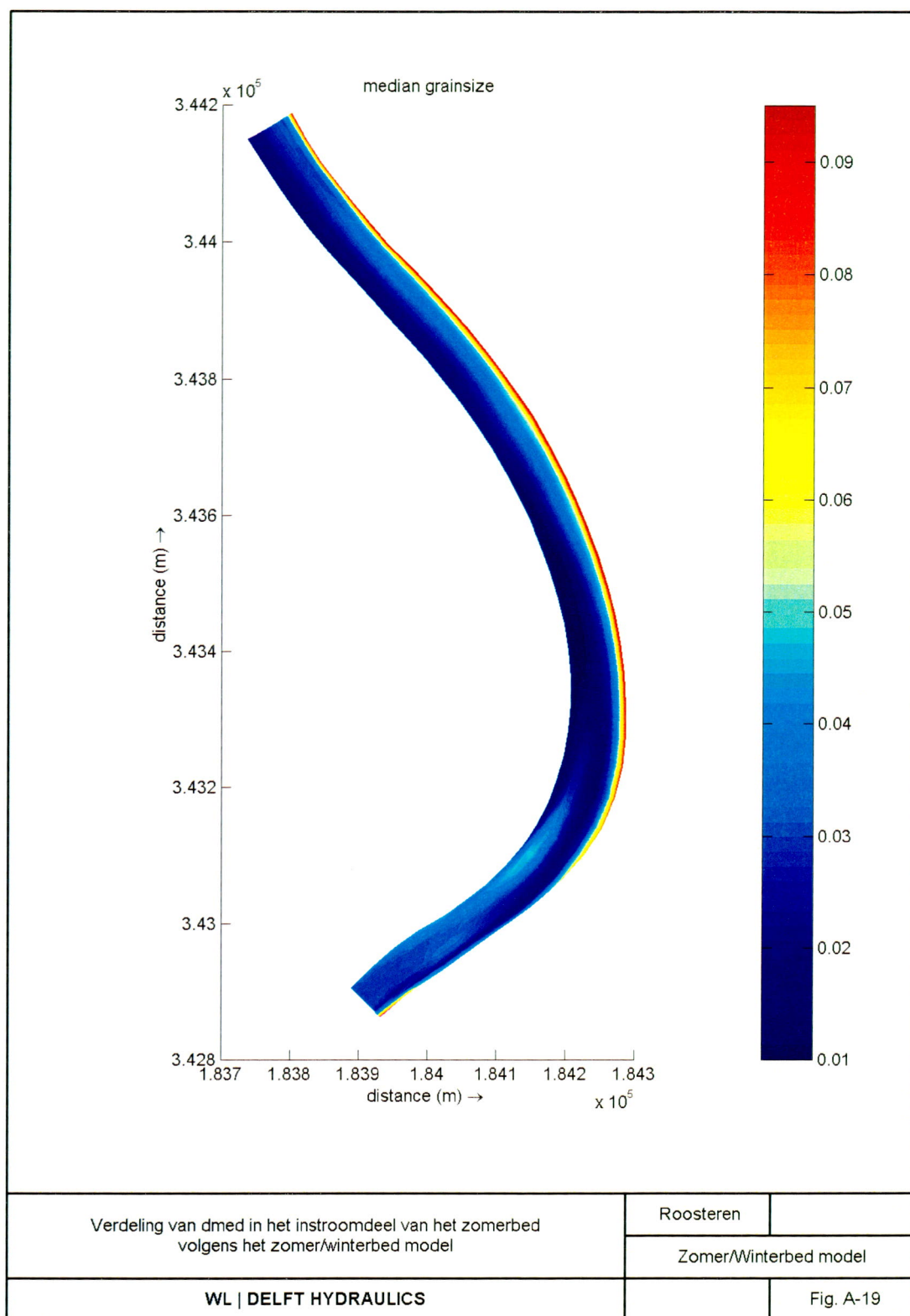
N.B.: de verschillende lijnen geven de opeenvolgende fracties weer in het sedimentmengsel (volgens Tabel 3.1): onderste lijnen horen bij fijn materiaal, bovenste lijnen bij grofste materiaal

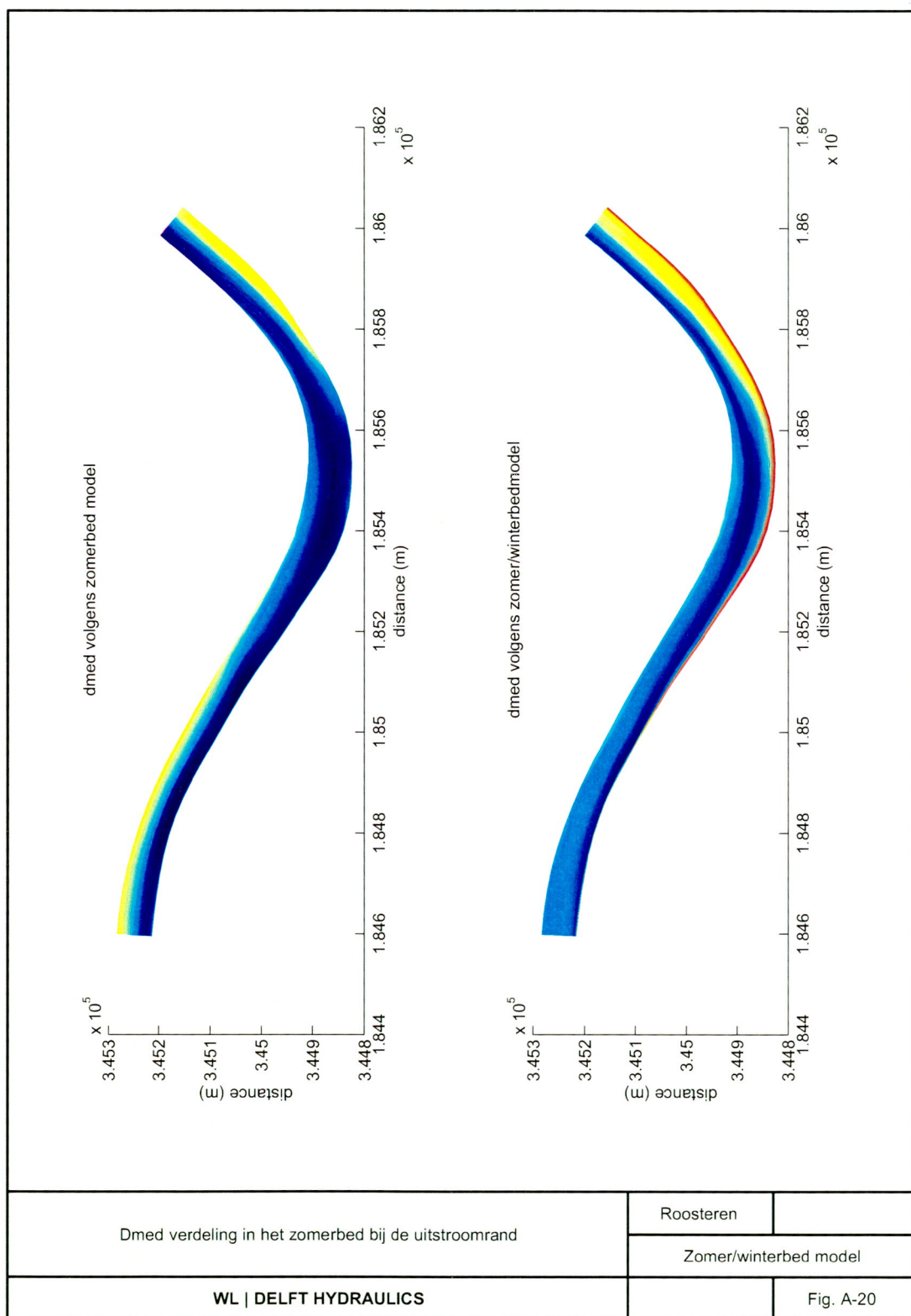


N.B.: n = 31: langsgaai langs linker oever in zomerbed

N.B.: de verschillende lijnen geven de opeenvolgende fracties weer in het sedimentmengsel (volgens Tabel 3.1): onderste lijnen horen bij fijn materiaal, bovenste lijnen bij grofste materiaal







B Alluviale ruwheidsvoorspellers

B.1 Ruwheid van vegetatie

Ruwheidsformulering volgens Barneveld, H.J. *et al*, HKV, pr051.

Overstroomde vegetatie (waterdiepte h groter dan vegetatiehoogte k_v):

$$C = \chi \frac{1}{h^{\frac{3}{2}}} \left\{ \begin{aligned} & \frac{2}{\sqrt{2A}} \left(\sqrt{C_3 e^{k_v \sqrt{2A}} + u_{v0}^2} - \sqrt{C_3 + u_{v0}^2} \right) \\ & + \frac{u_{v0}}{\sqrt{2A}} \ln \left(\frac{\left(\sqrt{C_3 e^{k_v \sqrt{2A}} + u_{v0}^2} - u_{v0} \right) \left(\sqrt{C_3 + u_{v0}^2} + u_{v0} \right)}{\left(\sqrt{C_3 e^{k_v \sqrt{2A}} + u_{v0}^2} + u_{v0} \right) \left(\sqrt{C_3 + u_{v0}^2} - u_{v0} \right)} \right) \\ & + \frac{\sqrt{g(h - (k_v - a))}}{\kappa} \left((h - (k_v - a)) \ln \left(\frac{h - (k_v - a)}{z_0} \right) - a \ln \left(\frac{a}{z_0} \right) - (h - k_v) \right) \end{aligned} \right\}$$

Niet overstroomde vegetatie:

$$C = \chi \sqrt{\frac{2g}{C_D m D h}}$$

waarbij

$$A = \frac{m D C_D}{2\alpha} \quad : \text{constante}$$

$$a = \frac{1 + \sqrt{1 + \frac{4E_1^2 \kappa^2 (h - k_v)}{g}}}{2E_1^2 \kappa^2} \quad : \text{afstand grenslaag tot oppervlak (m)}$$

$$\alpha = \max(0.01 \sqrt{h k_v}, 0.001) \quad : \text{karakteristieke lengte van grote wervels (m)}$$

$$C_3 = \frac{2g(h - k_v)}{\alpha \sqrt{2A} (e^{k_v \sqrt{2A}} + e^{-k_v \sqrt{2A}})} \quad : \text{constante}$$

$$E_1 = \frac{\sqrt{2A} C_3 e^{k_v \sqrt{2A}}}{2 \sqrt{C_3 e^{k_v \sqrt{2A}} + u_{v0}^2}} \quad : \text{constante}$$

$$F = \frac{\kappa \sqrt{C_3 e^{k_v \sqrt{2A}} + u_{v0}^2}}{\sqrt{g(h - (k_v - a))}} \quad : \text{constante}$$

$$C \quad : \text{Chézy ruwheidscoëfficiënt}$$

$$C_D = 1.65 \quad : \text{drag coëfficiënt}$$

$\chi = 1$: kalibratie constante
g	: zwaartekrachtversnelling (m/s ²)
κ	: Von Kármán constante
$u_{v0} = \sqrt{\frac{2g}{C_D m D}}$: tussenconstante
z	: afstand in verticale richting (m)
$z_0 = ae^{-F}$: effectieve bodemruwheid van de top laag (m)

De door gebruiker op te geven parameters zijn de equivalente vegetatiehoogte k_v in m, en $B=mD$ het aantal stammen per m² keer de gemiddelde stamdiameter (m).

Deze Chézy waarde wordt omgerekend in een Nikuradse k -waarde:

$$k = \max\left(\frac{12h}{10^{C/18}}, 0,5\right).$$

Merk op dat hierbij nog een harde minimumwaarde van 0,5 meter wordt opgelegd!

B.2 Ruwheid van heggen en houtwallen

Overstroomd:

$$\mu_{\text{pass}} = 1 + 0.175n\left(\frac{h}{k_v} - 2\right)$$

Niet overstroomd:

$$\mu_{\text{pass}} = 1 - 0.175n\left(\frac{k_v}{h}\right)$$

waarbij μ_{pass} begrensd wordt tot waarden tussen 0,001 en 0,999:

$$C = \sqrt{\frac{2gl_{\text{grid}}\mu_{\text{pass}}^2}{r_{\text{proj}}h(1-\mu_{\text{pass}}^2)}}$$

waarbij

- h : waterdiepte (m)
- k_v : hoogte heg/houtwal (m)
- l_{grid} : gridafstand tussen naastliggende bodempunten (m)
- n : aantal stammen per m lengte van de heg
- r_{proj} : geprojecteerde lengte van de heg op het grid (m)
- μ_{pass} : doorlaatfactor

B.3 Alluviale ruwheidsvoorspeller Van Rijn

De relatieve dichtheid van sediment

$$\Delta = \frac{\rho_s - \rho_w}{\rho_w}$$

Karakteristieke korreldiameter

$$D_* = D_{50} \left(\frac{g\Delta}{v^2} \right)^{1/3}$$

Kritische bewegingsparameter volgens Shields

$$\theta_c = 0.24 D_*^{-1} \quad \text{als } D_* \leq 4$$

$$\theta_c = 0.14 D_*^{-0.64} \quad \text{als } 4 < D_* \leq 10$$

$$\theta_c = 0.04 D_*^{-0.1} \quad \text{als } 10 < D_* \leq 20$$

$$\theta_c = 0.013 D_*^{0.29} \quad \text{als } 20 < D_* \leq 150$$

$$\theta_c = 0.055 \quad \text{als } D_* > 150$$

Gekwadraterde kritische bodemschuifspanningssnelheid

$$u_{*,c}^2 = g \Delta D_{50} \theta_c$$

Equivalente Nikuradse ruwheidshoogte voor de korrels

$$k'_s = 3 D_{90}$$

Chézy coëfficiënt gerelateerd aan de korrels

$$C' = 18^{10} \log \left(\frac{12h}{k'_s} \right)$$

Gekwadraterde bodemschuifsneldheid voor de korrels

$$(u'_*)^2 = \frac{g}{(C')^2} \bar{u}^2$$

Transport parameter

$$T = \frac{(u'_*)^2 - u_{*,c}^2}{u_{*,c}^2}$$

Geschatte hoogte van de beddingvormen

$$H = 0.11 h \left(\frac{D_{50}}{h} \right)^{0.3} (1 - e^{-0.5T}) (25 - T) \quad \text{als } 0 < T < 25$$

$$H = 0 \quad \text{anders}$$

Geschatte lengte van de beddingvormen

$$L = 7.3h$$

Totale equivalente Nikuradse ruwheidshoogte

$$k_s = k'_s + 1.1H(1 - e^{-25H/L})$$

waarbij

D_{50} : mediane korreldiameter (m)

D_{90} : diameter overschreden door 10% van de korrels (m)

g : zwaartekrachtsversnelling (m/s^2)

h : waterdiepte (m)

\bar{u} : effectieve dieptegemiddelde snelheid (m/s)

ν : kinematische viscositeit water (m^2/s)

ρ_s : dichtheid sediment (kg/m^3)

ρ_w : dichtheid water (kg/m^3)

B.4 Alluviale ruwheidsvoorspeller Struiksma

De relatieve dichtheid van sediment

$$\Delta = \frac{\rho_s - \rho_w}{\rho_w}$$

Chézy coëfficiënt gerelateerd aan de korrels

$$C' = A_1 {}^{10}\log\left(\frac{A_2 h}{D_{90}}\right)$$

Shields parameter gerelateerd aan de korrels

$$\theta' = \frac{\bar{u}^2}{(C')^2 \Delta D_{50}}$$

Dimensieloze ruwheidsfunctie

$$M = 1 - \frac{\theta_c}{\theta'} \frac{\theta' - \theta_c}{(\theta_m - \theta_c)^2} \left(\theta' - \frac{\theta_m^2}{\theta_c} \right) \left(\left(\frac{C'}{C_m} \right)^2 - 1 \right)$$

Chézy coëfficiënt voor de totale ruwheid (als $\theta' < 1$)

$$C = C' \quad \text{als} \quad \theta' \leq \theta_c$$

$$C = \frac{C'}{\sqrt{M}} \quad \text{anders}$$

waarbij

D_{50} : mediane korreldiameter (m)

D_{90} : diameter overschreden door 10% van de korrels (m)

h : waterdiepte (m)

\bar{u} : effectieve dieptegemiddelde snelheid (m/s)

ρ_s : dichtheid sediment (kg/m³)

ρ_w : dichtheid water (kg/m³)

en

A_1 : eerste kalibratiefactor in relatie korreldiameter en Chézy waarde (m^{1/2}/s)

A_2 : tweede kalibratiefactor in relatie korreldiameter en Chézy waarde (-)

θ_c : kritische Shields parameter (-)

θ_m : Shields parameter bij minimale Chézy waarde (-)

C_m : Minimale Chézy waarde (m^{1/2}/s)

C Oevererosie

C.1 Memo implementatie Miandras functionaliteit

Aan	:	Erik Mosselman
Van	:	Bert Jagers
Betreft	:	Implementatie Miandras functionaliteit in Delft3D
Datum	:	14 augustus 2000
Kopie	:	Q2685
Afhandeling:	:	Ter informatie

Overwegingen ten aanzien van de implementatie van MIANDRAS functionaliteit in Delft2D-Rivers.

- 1) Gezien de huidige opzet van Delft3D zijn er een aantal knelpunten te verwachten bij de implementatie van generieke MIANDRAS functionaliteit. Tijdens een MIANDRAS simulatie verandert de lengte van de rivier langzaam (in het algemeen neemt de lengte toe); dit wordt opgevangen door het verwijderen/toevoegen van punten waar nodig. In Delft3D zou dit neerkomen op het verwijderen/toevoegen van roosterlijnen. Alle datastructuren in Delft3D zijn echter gebaseerd op arrays met constante dimensies (vaste MMAX en NMAX). Dit geldt niet alleen voor alle arrays in het geheugen, welke eventueel door middel van dynamische allocatie gewijzigd zouden kunnen worden⁵, maar ook voor de NEFIS datafiles. De datavelden die naar de verschillende datafiles worden geschreven mogen niet in de loop van de berekening van afmeting veranderen. Dit zou opgelost kunnen worden door voldoende grote MMAX en NMAX te kiezen en slechts een deel van de gereserveerde ruimte te gebruiken. Echter, niet alleen het grid zal veranderen, maar ook de data op het grid en de kenmerken zoals de ligging van open randen zal aangepast moeten worden. Om het gedrag van het model te kunnen monitoren zal het wenselijk zijn om observatiepunten (punten en dwarsdoorsneden) te kunnen definiëren zoals momenteel gebruikelijk in Delft3D. Bij het toevoegen van extra gridlijnen zal de positie van de observatiepunten uitgedrukt in M,N coördinaten veranderen. Bij het verwijderen van gridlijnen is het niet direct duidelijk wat er met een observatiepunt op de betreffende gridlijn moet gebeuren (verwijderen of verschuiven naar bovenstrooms/benedenstrooms). Voorgesteld wordt daarom in eerste instantie uit te gaan van een model waarbij het aantal roosterpunten niet verandert.
- 2) Het rooster en de geometrie kenmerken (GUU, GUV, GSQS, etc) worden nu bepaald tijdens de initialisatiefase in de subroutine INIGEO in de FLOW module. Deze routine wordt aangeroepen door INCHKI en CHKMD. De laatstgenoemde routine wordt binnen FLOW nergens aangeroepen. INCHKI wordt aangeroepen door TRICOM als initi = 1 of 2

⁵ Hoewel dit theoretisch gezien mogelijk is, zijn er duidelijke problemen. Het is voor een extra routine niet duidelijk welke velden (actief) gebruikt worden. De bodemtransport arrays worden bijvoorbeeld altijd gebruikt, maar de arrays voor zwevend transport niet (niet eens gealloceerd). Evenzo wat moet er met de stoffenarrays (incl. spiraalstroming) gebeuren? Het is ook niet wenselijk om alle modules zelf de transformatie uit te laten voeren.

(initiële FLOW run in MORSYS of standalone resp. initiële FLOW run in een MORSYS simulatie doorgestart van de communicatie file?). Aan TRICOM en INCHKI moet een nieuwe vlag meegegeven worden: comgrd. Wanneer comgrd waar is, hoeft INIGEO niet aangeroepen te worden. Voor alle INITI zal nu indien comgrd waar is het rooster ingelezen moeten worden vanaf de communicatie file. Let op: voor INITI=1 en not waves wordt nu de communicatie file verwijderd; dit mag nu niet gebeuren als comgrd waar is! Als dummy invoer voor het rooster in de FLOW invoer dient een (rechthoekig) rooster met dezelfde MMAX, NMAX afmetingen te worden genomen. Wanneer het grid op de communicatie file andere afmetingen heeft, dan dient het programma een duidelijke foutmelding te geven en te stoppen. Indien FLOW standalone gebruikt wordt dan zal comgrd false zijn.

- 3) Aangezien de FLOW module het rooster niet meer van een externe file inleest, moet dit op een andere manier gebeuren. Hiertoe dient een nieuwe module aan MORSYS toegevoegd te worden, in ons geval MIANDRAS. Het toevoegen van de extra module is niet triviaal, op vele plaatsen binnen de MAIN module zal gecheckt moeten worden of de arrays voldoende ruimte bieden en op de juiste plaatsen moeten extra aanroepen toegevoegd worden (o.a. de array initpr moet uitgebreid worden, mogelijk ook nproc (en subroutine DEFSUB van FLOW).
- 4) Indien MIANDRAS in de proces boom voorkomt zal comgrd op waar gezet moeten worden (default waarde: false). Als MIANDRAS voorkomt in de process boom dient deze (bij een initiële run) als enige in het eerste elementaire subproces te staan (in verband met het beschikbaar maken van het rooster). Bij de initiële run van de MIANDRAS module zal deze de externe invoerfile lezen en het grid bepalen en naar de GRID groep op de communicatie file schrijven. Indien herstart wordt van de communicatie file, dan moet het grid worden gelezen vanaf de communicatie file (geen rooster aanpassingen). Wanneer MIANDRAS verder in de boom ook voorkomt, zal op basis van morfologische en flow condities (snelheid, waterdiepte) een nieuw rooster bepaald worden. Het rooster zal het bestaande rooster op de communicatie file overschrijven evenals de geometrie kenmerk arrays. Voor een analyse achteraf is het wenselijk om de grids ook te kunnen bewaren. Dit kan op een nieuw te maken datafile.
- 5) Het genereren van het rooster zal gebeuren op basis van de middellijn van de rivier en een opgegeven breedte. Hierbij zal de afstand tussen de roosterlijnen welke dwars op de middellijn van de rivier staan initieel equidistant gekozen worden langs de middellijn. Voor bochten met een constante kromtestraal geeft dit een orthogonaal rooster, terwijl de roosterstap variatie langs de middellijn nul is en gemiddeld langs de beide oevers minimaal is. Op basis van de FLOW/TRANSP/BOTTOM resultaten wordt — uitgaande van de op dat moment geldende verdeling van de punten langs de middellijn — een verschuiving uitgerekend, welke vertaald wordt in een nieuw grid. Hierbij zal in de loop van de simulatie de afstand tussen opeenvolgende dwarsraaien veranderen. Dit kan enerzijds tot gevolg hebben dat in bepaalde gebieden de rooster afstand groter (en wellicht te groot) wordt. Anderzijds kan een verdichting van de roosterlijnen leiden tot problemen met de Courant getallen. Hoe snel dit tot problemen leidt, dient op basis van wat testberekeningen bepaald te worden. Het is waarschijnlijk verstandig om altijd een aantal kenmerkende rooster grootheden zoals minimale en maximale gridafstand, maximale afwijking van orthogonaliteit en roosterstap variatie naar de mor-diag file te schrijven voor controle.
- 6) De bron van sediment ten gevolge van erosie van de buitenbocht mag niet meegenomen worden in de transport berekeningen tenzij de sediment put ten gevolge van aanzanding van de binnenbocht ook expliciet meegenomen wordt. Het eenzijdig meenemen van

alleen de erosieprodukten kan anders een verstorende invloed hebben op de sediment balans.

- 7) Er moet nog een beslissing genomen worden ten aanzien van de exacte formulering voor de erosie/verschuiving. Dit zou analoog aan Miandras kunnen of wellicht op basis van een nieuwe formulering. De erodeerbaar zou nog gespecificeerd kunnen worden met de patches zoals gebruikelijk in Miandras.
- 8) Constructies (kades & overlaten, vaste lagen, bruggen, dunne dammen) verschuiven met de rivier mee. Aangezien dit niet logisch is, dient de gebruiker ervoor te zorgen dat deze elementen alleen gebruikt worden op plaatsen waar de oevererodeerbaarheid nihil is. Dit geldt ook voor ruimtelijke variaties in ruwheid, korrelgrootte, eddy viscositeit; het meeverschuiven van variaties is niet altijd logisch. Wanneer laterale debiet en lozingspunten gebruikt worden voor zijrivieren, kan meeverschuiven acceptabel zijn.

C.2 Memo

Aan	: Kees Sloff, Bert Jagers, Cor Flokstra, Rob de Jong
Van	: Erik Mosselman
Betreft	: oevererosie in Delft3D
Datum	: 27 november 2000
Kopie	: Dano Roelvink, Johan Dijkzeul
Afhandeling:	ter kennisname ten behoeve van onderzoeksprogrammering + graag commentaar indien nodig

Onderstaande tabel geeft een overzicht van mogelijke activiteiten voor het inbouwen van oevererosie in Delft3D. De bijbehorende totale begroting bedraagt $70 + 20 + 70 = 160$ kf.

Naast de ontwikkeling van deze functionaliteit is er ook nog een behoefte aan onderzoek naar het gedrag van geulranden die in Delft3D als een onderdeel van de bodemtopografie worden opgegeven. Nadere informatie over dat laatste vindt men in Annex 2 van het Brainstormrapport Oevererosie van Verheij (1999).

Onderdeel	Uitwerking voor 2 basisconcepten ten aanzien van de locatie van oevers	
	Oevers vallen samen met modelranden	Oevers bevinden zich binnen het modelgebied
Identificatie van oevers	Gereed (triviaal) Geen inspanningen nodig	Nog uit te voeren. Begroting van inspanningen hangt af van: 1. datastructuur 2. vraag of informatie naar FLOW moet worden teruggekoppeld of beperkt kan blijven tot MOR Eerste schatting van begroting: Definitiestudie en bedenken: 10 kf Technisch ontwerp: 30 kf Programmeren en testen: 30 kf
Toekenning van oevereigenschappen (erodeerbaarheid, korrelgrootte, etc)	Gereed (Cor Flokstra, 2000). Oevereigenschappen worden opgenomen in veldarrays voor het volledige rekendomein. Geen inspanningen nodig	
Submodel voor mechanismen van oevererosie, met als uitvoer: 1. afstand waarover oever terugschrijdt 2. volume aan geërodeerd	Basisidee is dat Delft3D moet kunnen communiceren met elders ontwikkelde rekenroutines voor mechanismen van oevererosie. Ideaalbeeld: open modelstructuur. Technisch lijkt het echter het beste om dergelijke rekenroutines als subroutine van Delft3D mee te compileren. In het lopende project (doelfinanciering 2000) rapporteert Cor Flokstra hiervoor de relevante overwegingen. Momenteel valt te denken aan de	

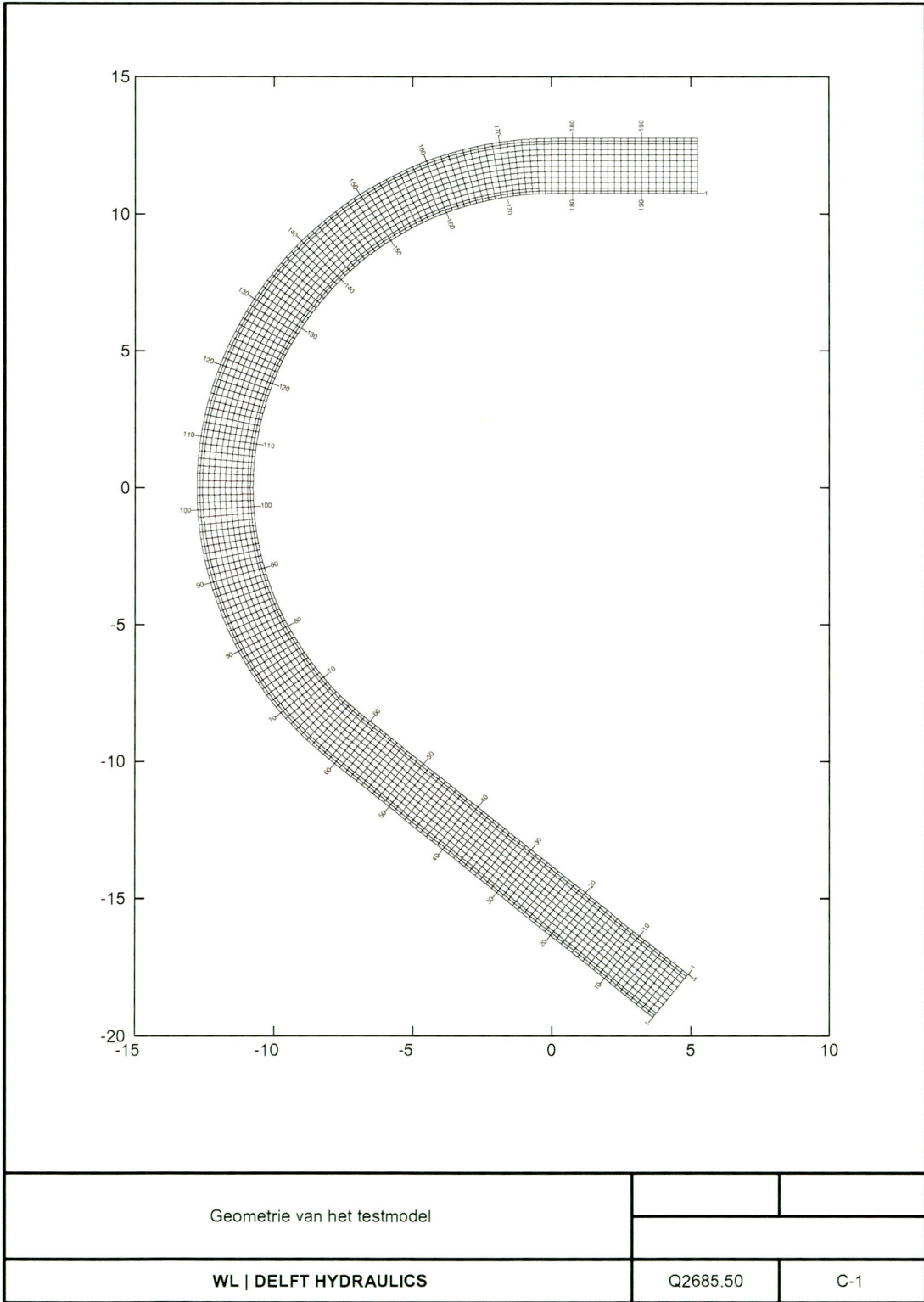
Onderdeel	Uitwerking voor 2 basisconcepten ten aanzien van de locatie van oevers	
	Oevers vallen samen met modelranden	Oevers bevinden zich binnen het modelgebied
oevermateriaal 3. samenstelling van geërodeerd oevermateriaal	volgende rekenroutines: 1. Eenvoudige oevererosiemechanismen analoog aan MIANDRAS en RIPA, reeds door Cor Flokstra geprogrammeerd. In het lopende project (doelfinanciering 2000) wordt de desbetreffende code in een afzonderlijke subroutine gezet, die verwisseld kan worden met andere subroutines. 2. Oevererosiemodel van Universiteit van Southampton (samenwerking onder projectnummer Q2585). 3. Model voor afslagoevers van Frans van der Knaap en Henk Verheij (BEM). Vooralsnog kan oevererosie alleen op de modelranden optreden. In lopende project wordt gezorgd voor (1) motivering van methode van communicatie en (2) afzondering van oevererosie in aparte subroutine. Voor de rest zijn vooralsnog geen inspanningen nodig.	
Koppeling met gegradeerd sediment	Pas op langere termijn. Er zijn namelijk twee ontwikkelingslijnen voor rivieren (researchversies Delft3D bij ZWS-RIV): (1) gegradeerd sediment en alluviale ruwheid (op korte termijn in centrale Delft3D), (2) oevererosie en schermen (op lange termijn in centrale Delft3D). Geen bijzondere inspanningen nodig	
Verwerking van volume aan geërodeerd oevermateriaal in sedimentbalans	Gereed (Cor Flokstra, 2000). Het geërodeerde oevermateriaal wordt in de aangrenzende cel gedeponeerd. Geen inspanningen nodig	Aangegeven moet worden aan welke kant van de oeverlijn het materiaal uit de oever gedeponeerd moet worden. Aan de andere kant van de oeverlijn moet hetzelfde volume aan materiaal verwijderd worden. Begroting: 20 kf, mits uitgevoerd als onderdeel van meer aanpassingen
Verschuiving van oeverlijnen	Off-line gereed (Cor Flokstra, 2000). De code houdt cumulatief de afstand bij waarover de oever terugschrijdt. In een off-line programma worden hieruit nieuwe oeverlijnen (modelranden) gegenereerd, samen met invoerfiles om een nieuw rooster te genereren. Een on-line versie zou nodig zijn wanneer men binnen Delft3D adaptieve roosters zou willen gebruiken. Die weg wordt echter vooralsnog afgeraden (zie hieronder). Vooralsnog geen verdere inspanningen nodig	De code houdt nu cumulatief de afstand bij waarover de oever terugschrijdt. Een vertaling naar een nieuwe ligging bestaat echter alleen off-line. Voorbeelden van mogelijke complicaties bij on-line verschuiving van oeverlijnen: (1) oeverlijn verschuift naar andere roosterpunten, (2) oevererosie aan weerszijden van een eiland, die ertoe leidt dat oeverlijnen elkaar ontmoeten en kruisen. <i>De ontwikkeling van on-line verschuiving van oeverlijnen lijkt echter haalbaar en zeer gewenst.</i> Eerste schatting van begroting: Definitiestudie en bedenken: 10 kf Technisch ontwerp: 30 kf Programmeren en testen: 30 kf
Roosteraanpassing	Adaptieve roosters vragen omvangrijk, langjarig onderzoek. Problemen zijn onder meer: 1. Kades en overlaten, vaste lagen, bruggen, dunne dammen, ruwheden, korrelgrootten, etc zijn gekoppeld aan het rooster. Bij roosteradaptatie verschuiven al deze zaken in de ruimte. 2. Bij adaptieve roosters is het van belang om de roostereigenschappen onder controle te houden (celafmetingen, orthogonaliteit, gladheid). Eerder dit jaar is voorgesteld om alleen de MIANDRAS-functionaliteit ten aanzien van adaptieve roosters te implementeren (1-D roosteraanpassing). Zelfs hier worden de	Niet nodig bij dit basisconcept. Geen inspanningen nodig

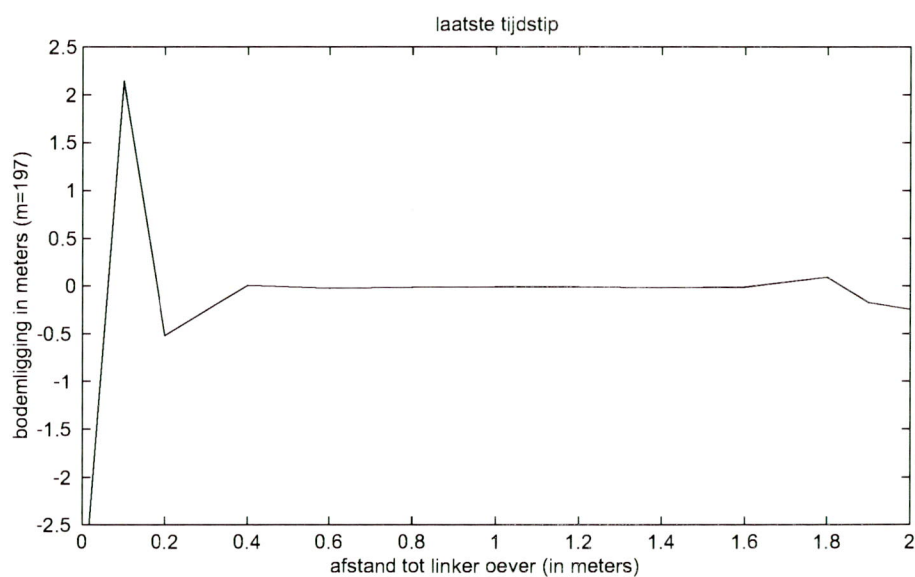
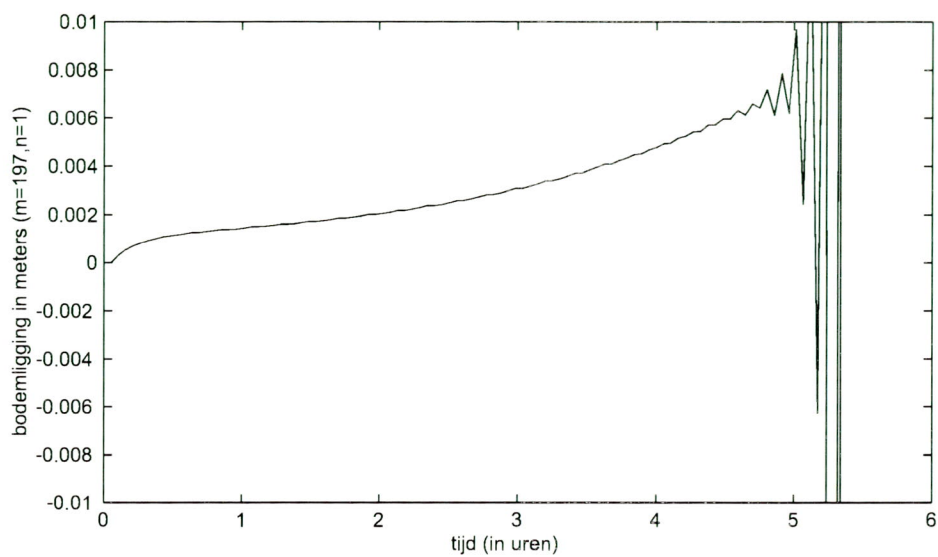
Onderdeel	Uitwerking voor 2 basisconcepten ten aanzien van de locatie van oevers	
	Oevers vallen samen met modelranden	Oevers bevinden zich binnen het modelgebied
	<p>mogelijkheden door complicerende factoren beperkt, omdat in MIANDRAS roosterlijnen bij aanpassing worden toegevoegd of weggehaald:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. alle datastructuren in Delft3D zijn juist gebaseerd op constante rooster-afmetingen 2. door het toevoegen of weghalen verschuift de locatie van observatiepunten waarvoor uitvoer gepresenteerd wordt <p>Verdere inspanningen langs deze weg worden vooralsnog afgeraden. Advies om kaarten te zetten op het basisconcept waarbij de oevers zich binnen het modelgebied bevinden</p>	

Literatuurverwijzingen

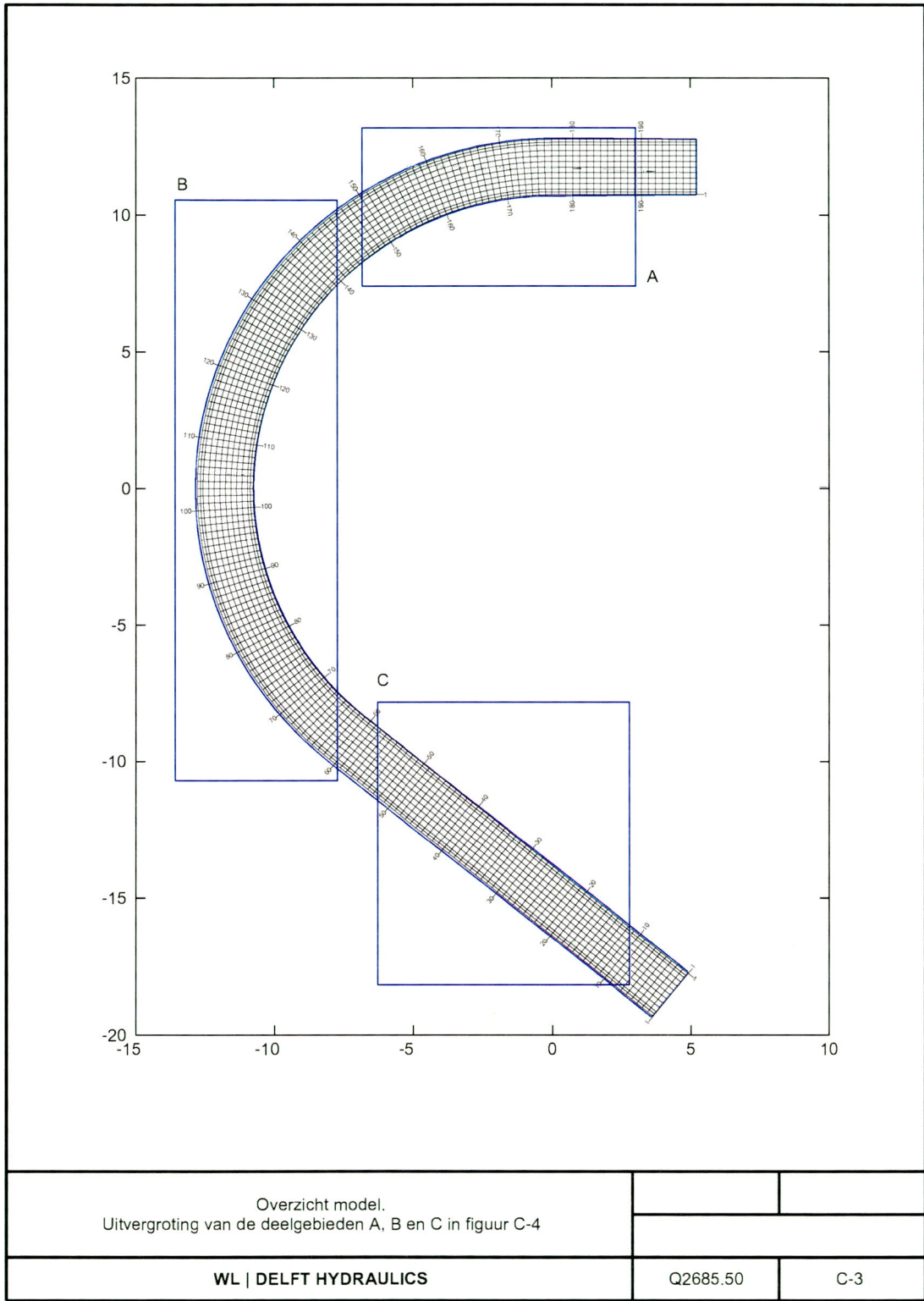
Verheij, H.J. (redactie, 1999), Report brainstorm on erosion of river banks. Report Q2529, WL | Delft Hydraulics.

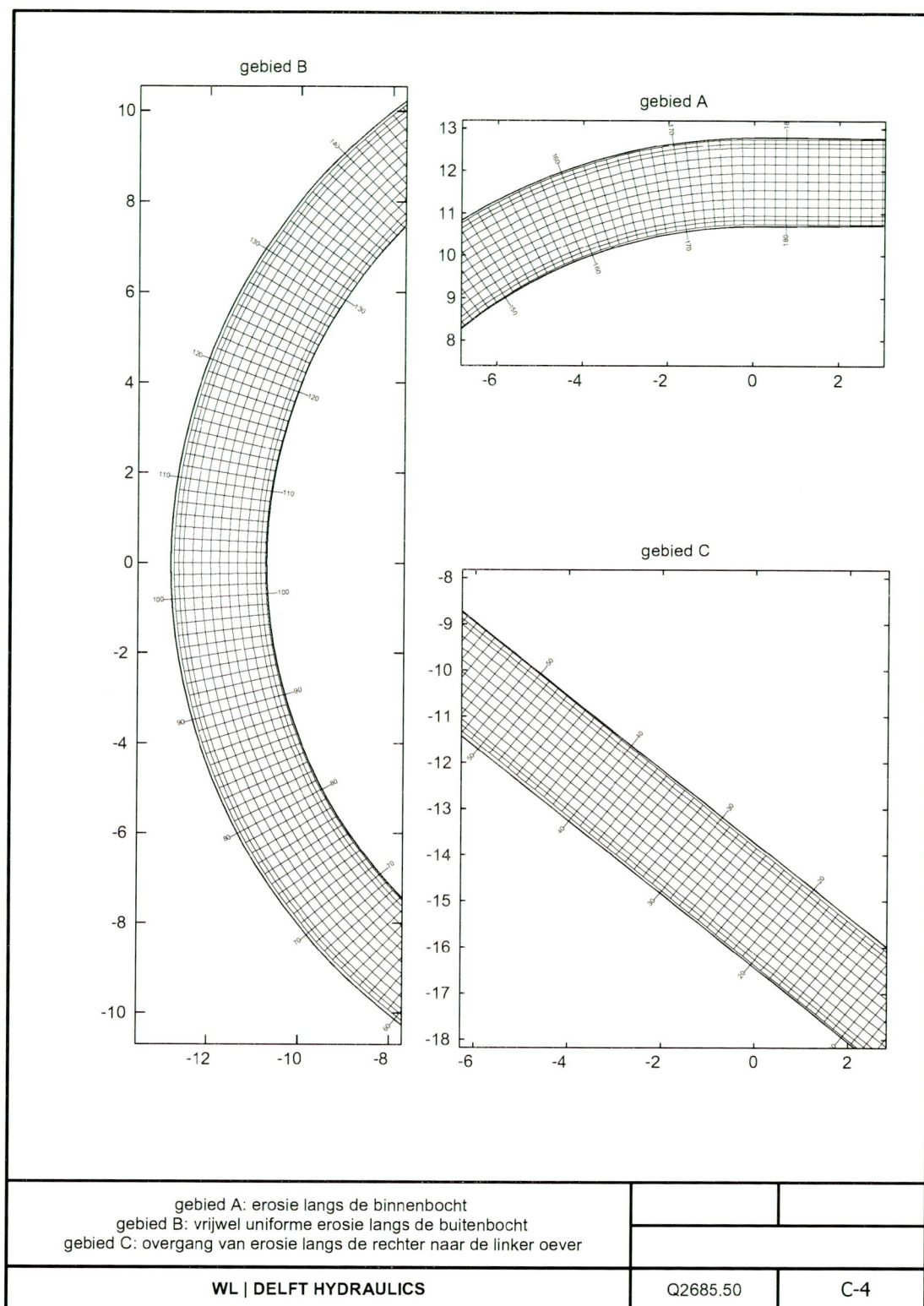
C.3 Figuren

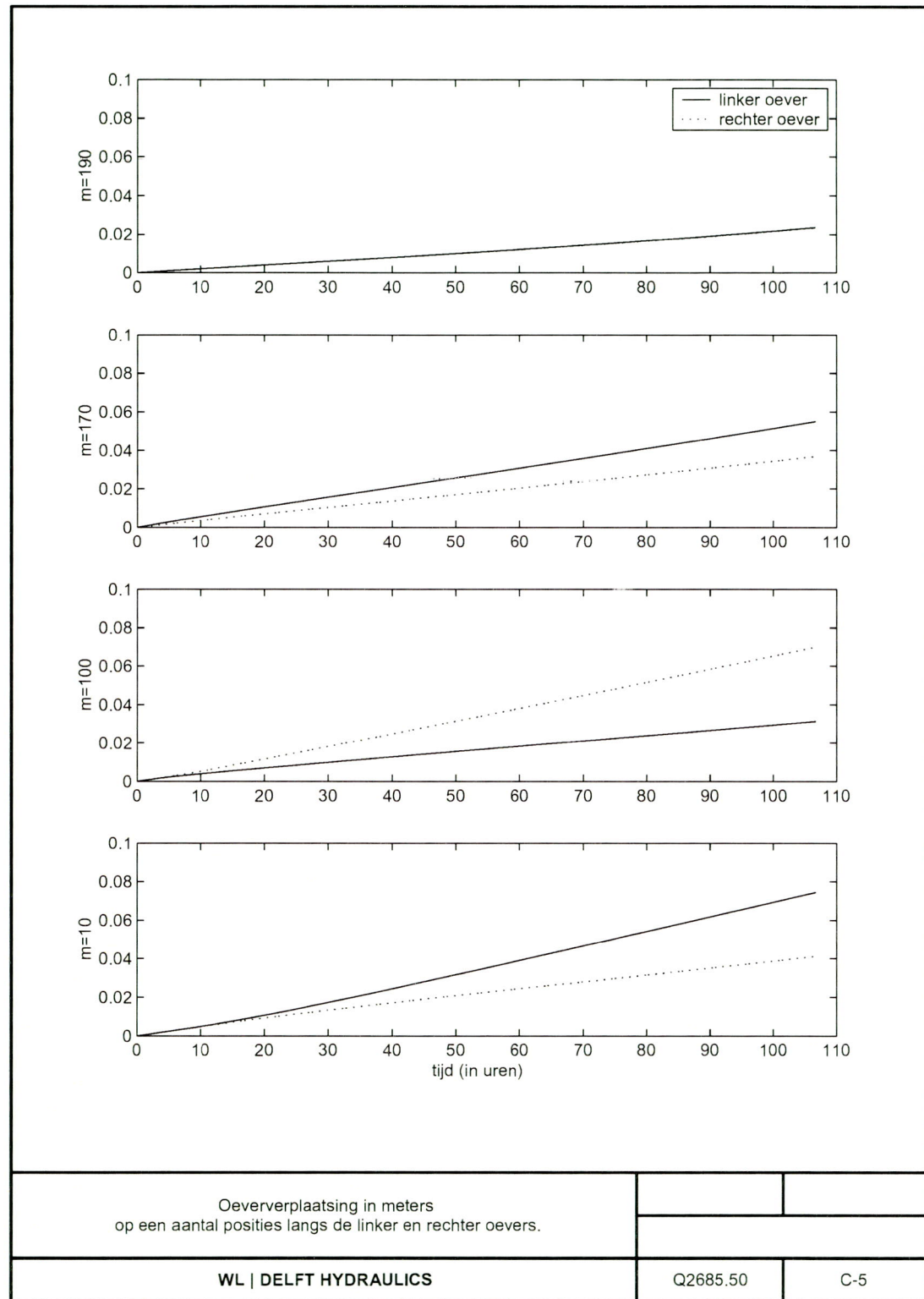




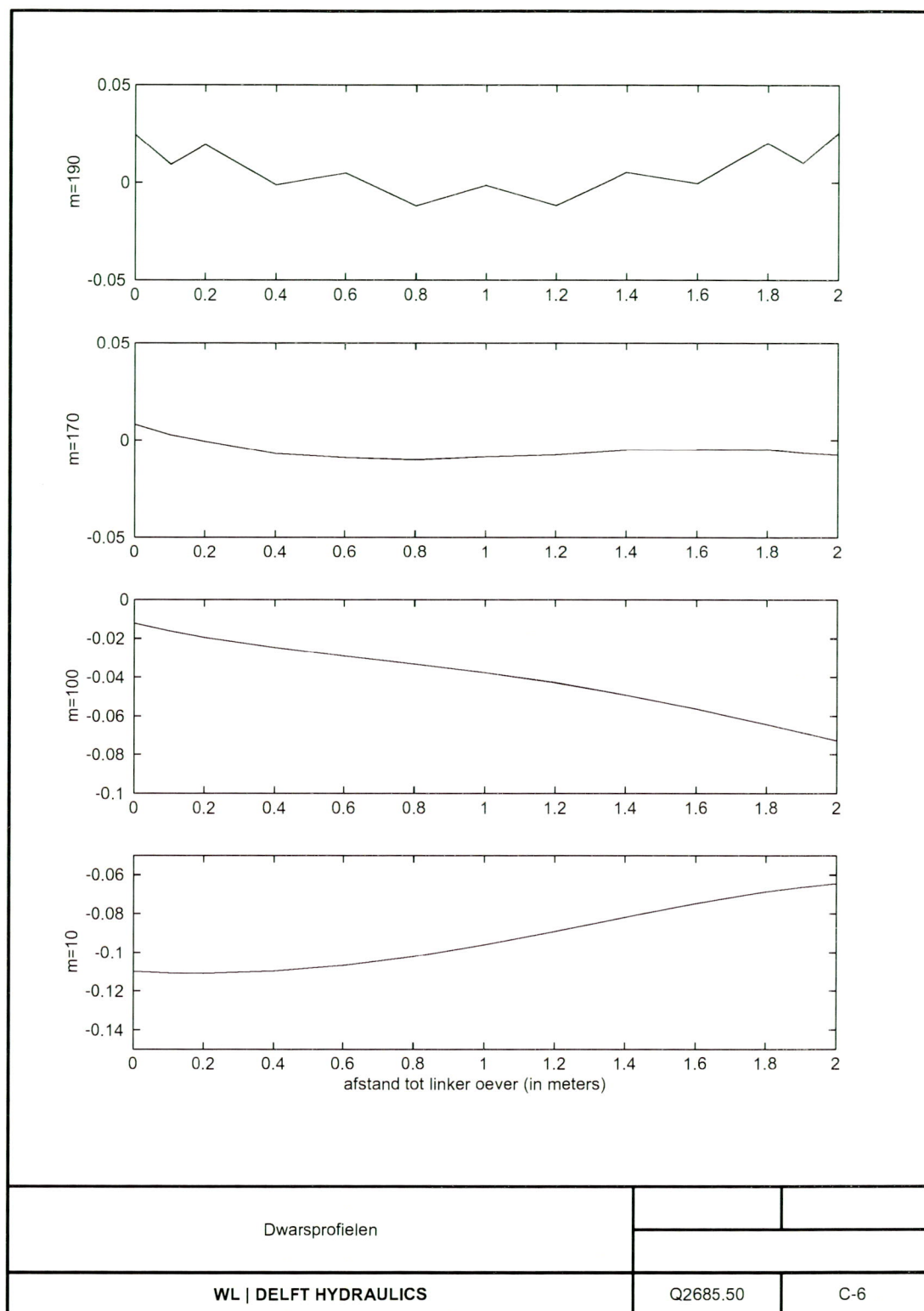
Instabiliteit bodemontwikkeling op instroomrand bij uniforme erodeerbaarheid		
WL DELFT HYDRAULICS	Q2685.50	C-2





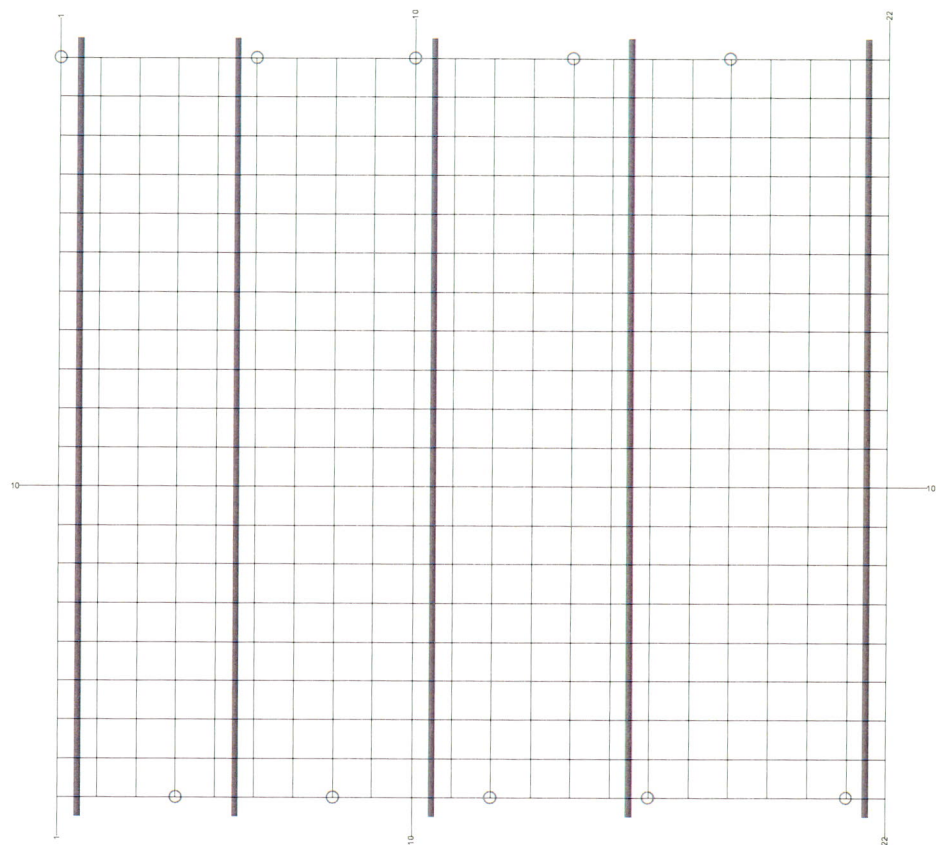


N.B. dwarsraainummering m is positief in langsrichting



N.B. dwarsraainummering m is positief in langsrichting

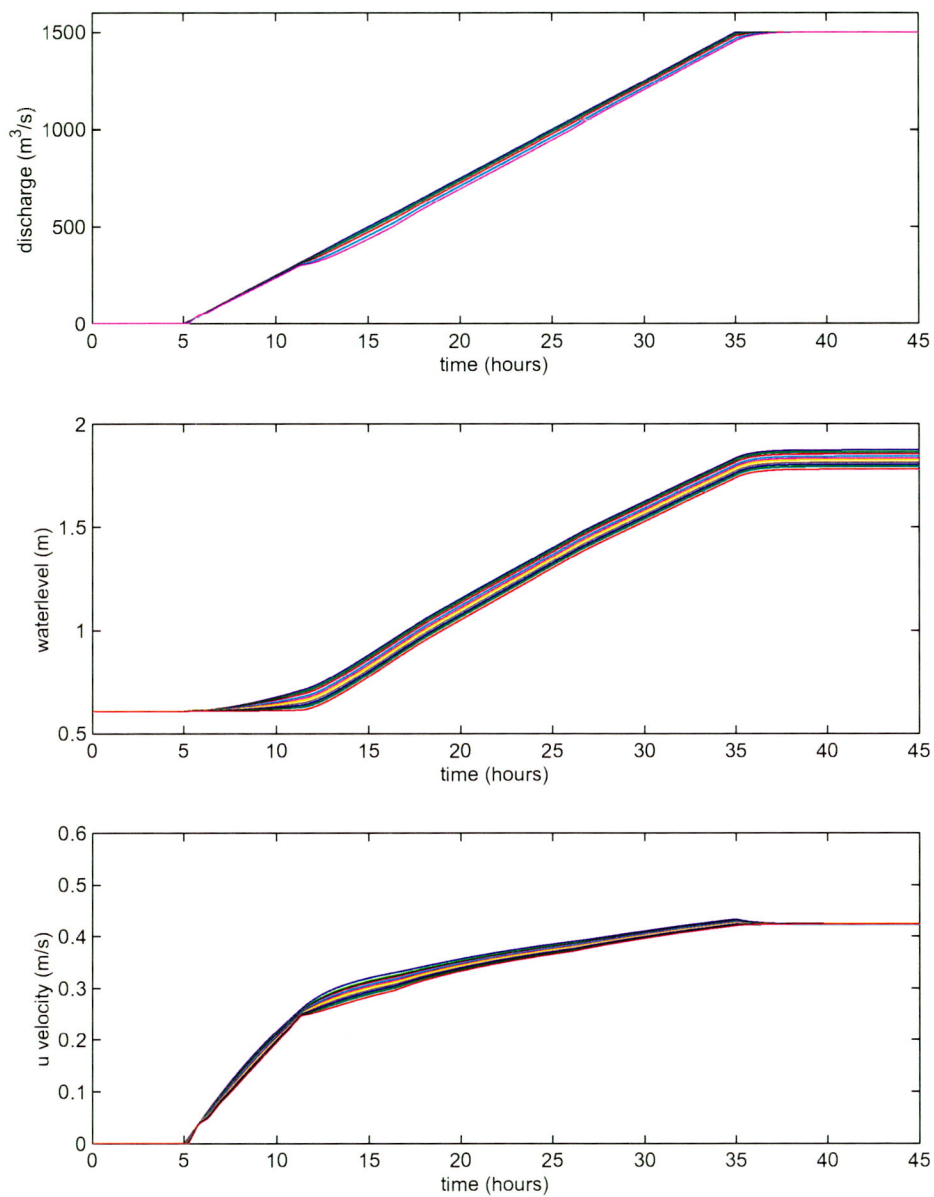
D QH en Qtotaal randen



Positie waterstand observatie punten en debiet doorsnedes.
voor stroming in positieve U/M richting
(horizontaal van links naar rechts)

WL | DELFT HYDRAULICS

D - 1



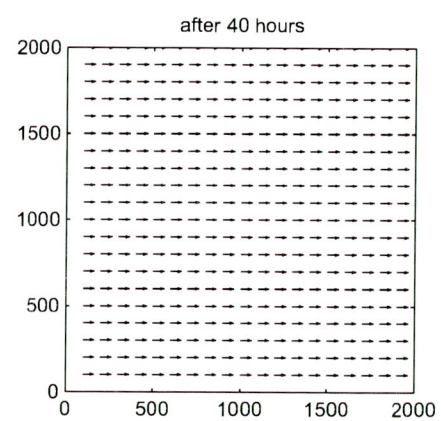
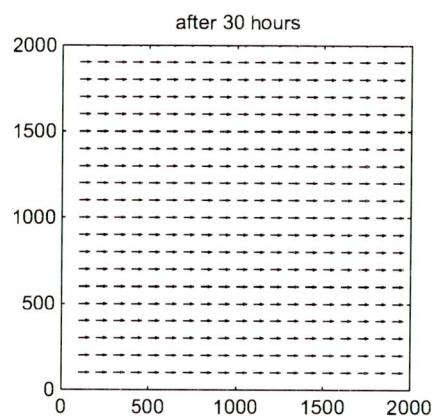
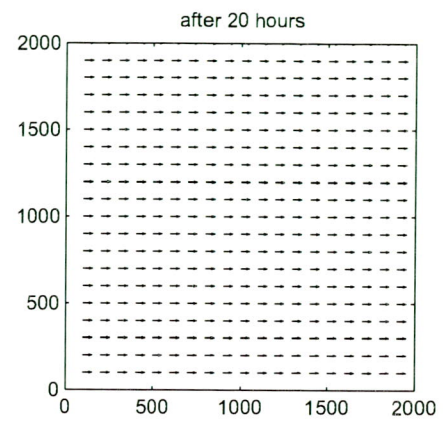
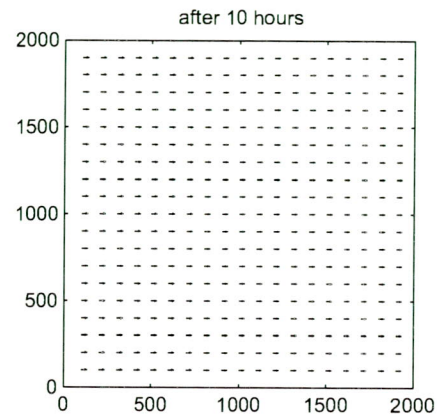
uniforme celgrootte, uniforme bodemligging, uniforme ruwheid
stroming in positieve U/M richting

q01

Q2685.60

WL | DELFT HYDRAULICS

D - 2



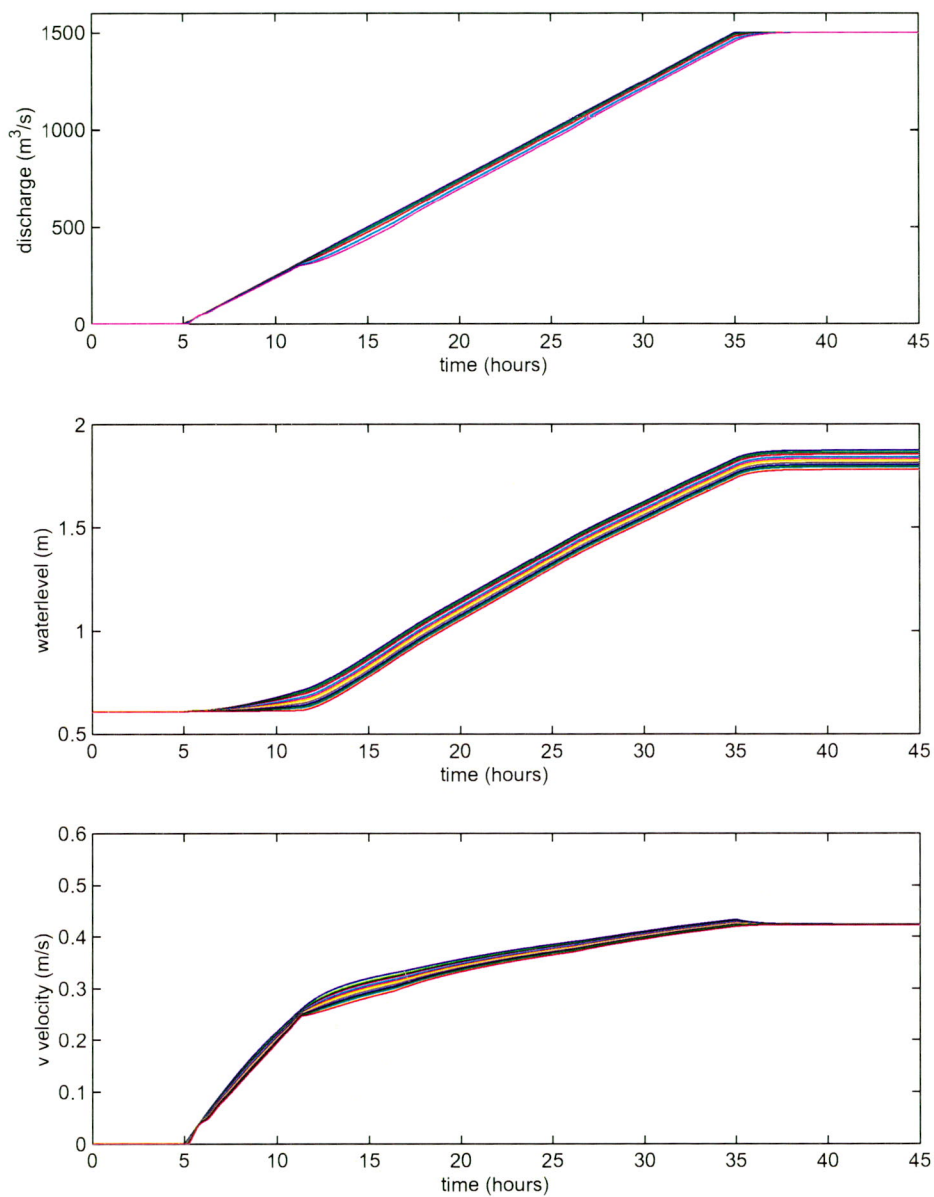
uniforme celgrootte, uniforme bodemligging, uniforme ruwheid
stroming in positieve U/M richting

q01

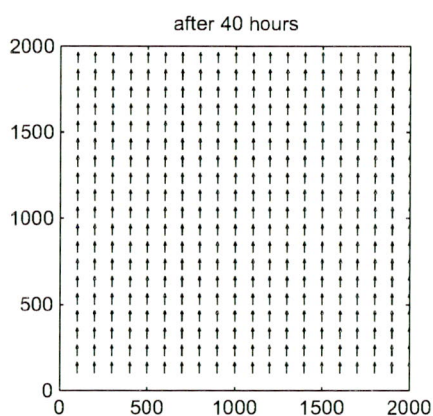
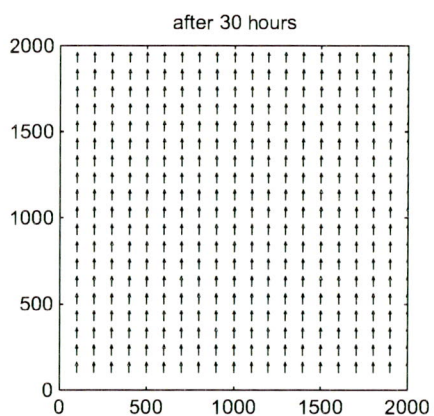
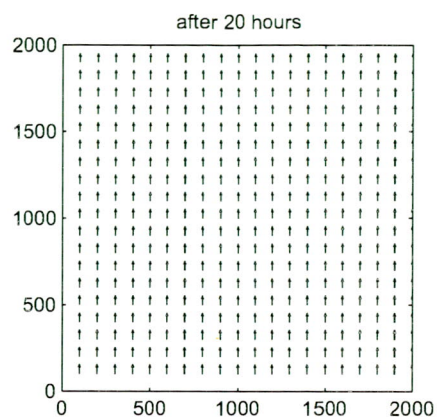
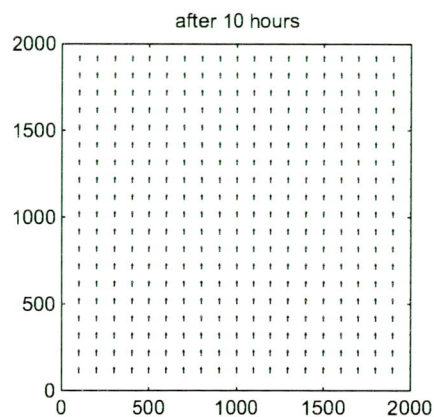
Q2685.60

WL | DELFT HYDRAULICS

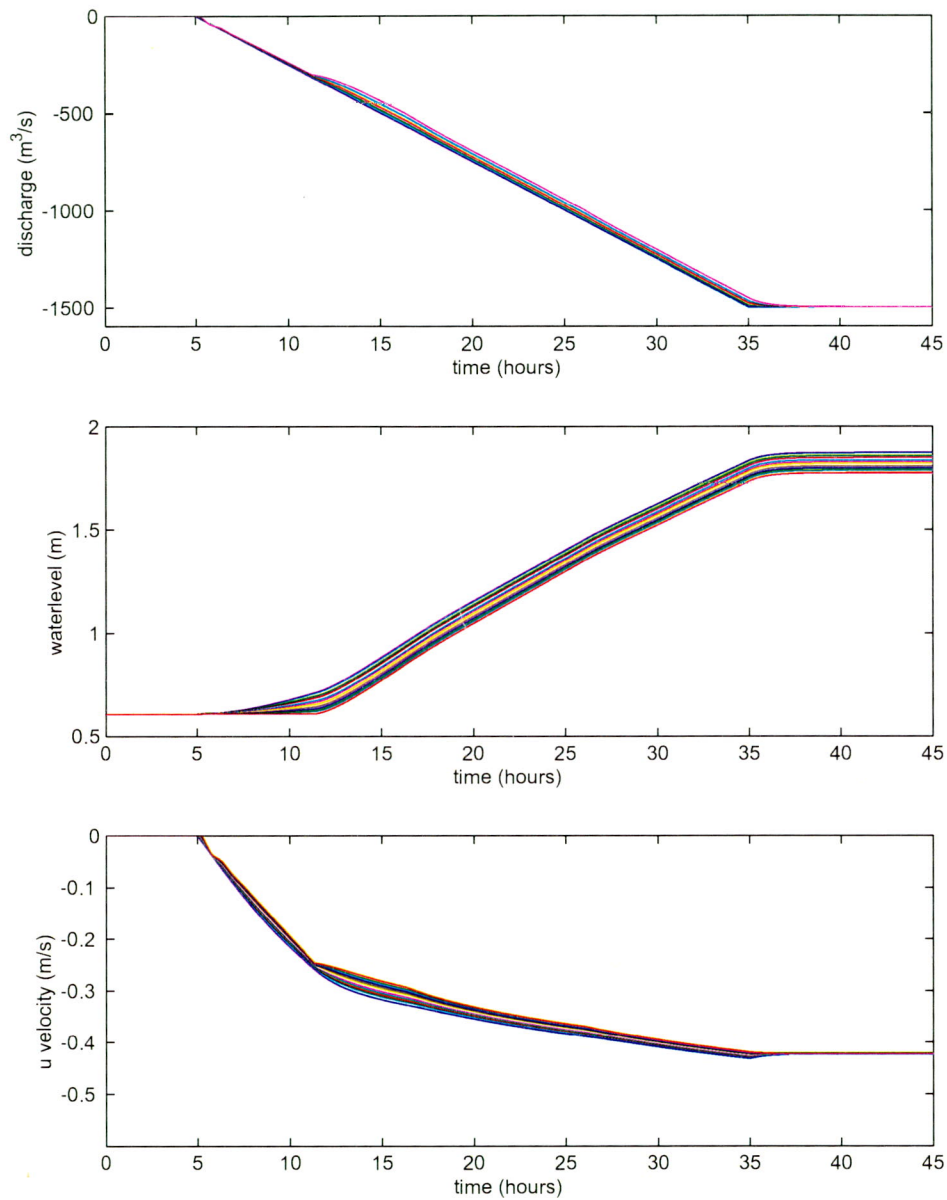
D - 3



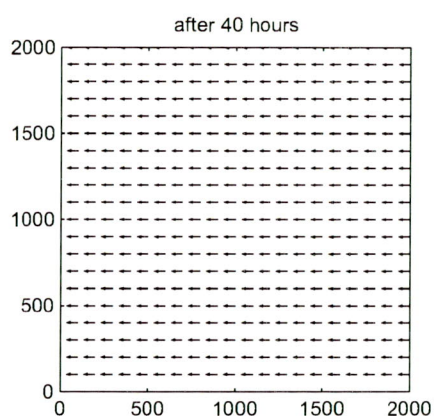
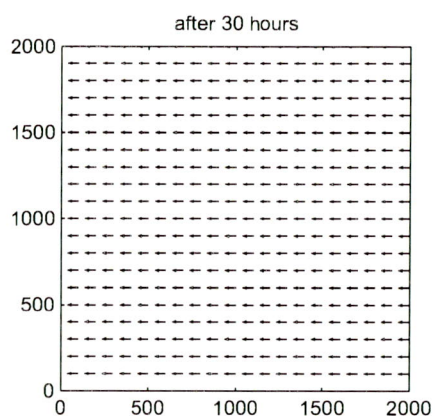
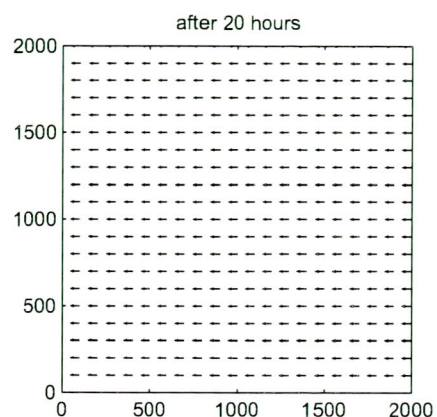
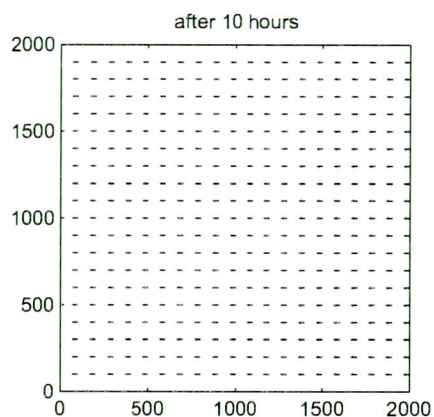
uniforme celgrootte, uniforme bodemligging, uniforme ruwheid stroming in positieve V/N richting	q02	Q2685.60
WL DELFT HYDRAULICS		D - 4



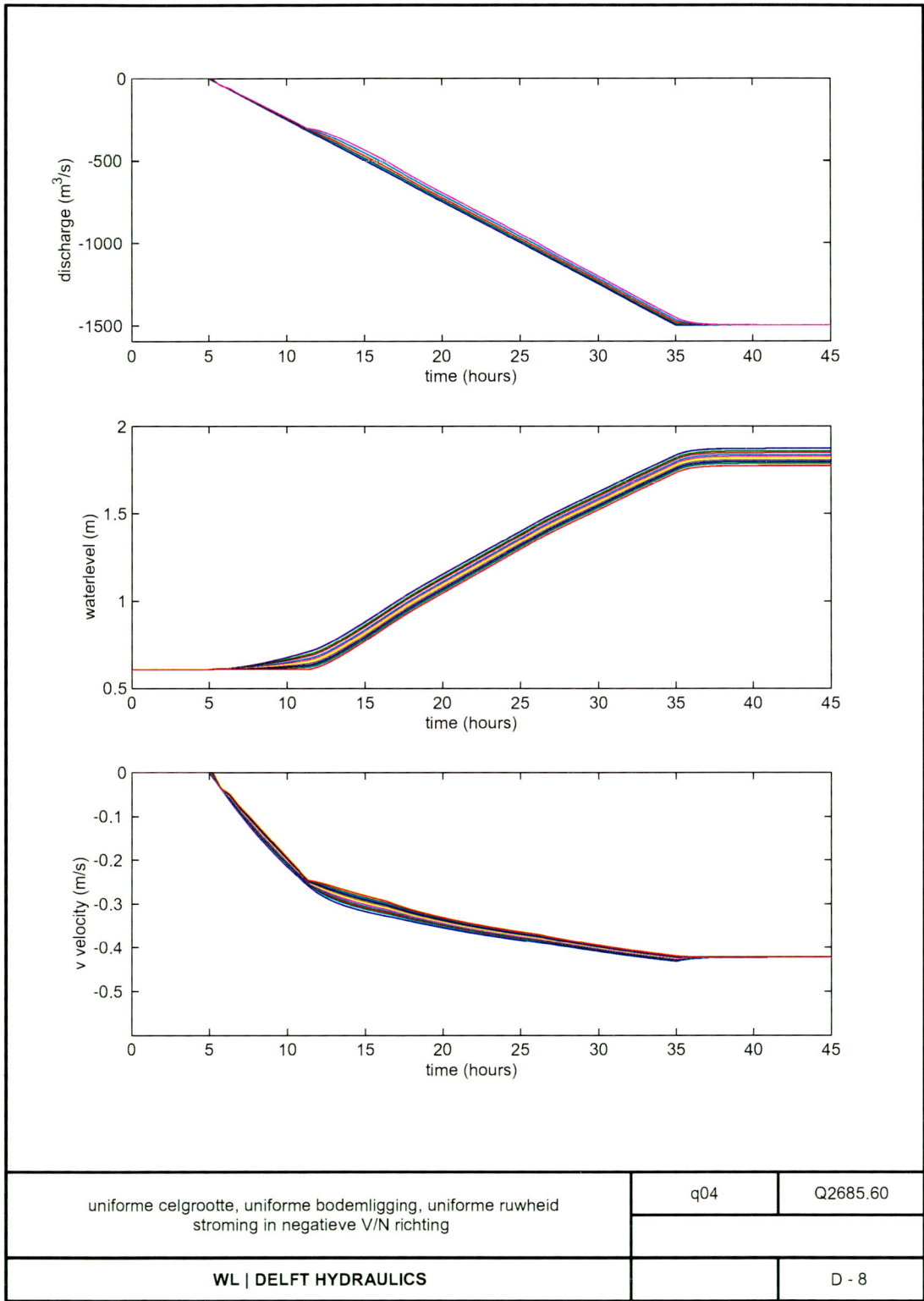
uniforme celgrootte, uniforme bodemligging, uniforme ruwheid stroming in positieve V/N richting	q02	Q2685.60
WL DELFT HYDRAULICS		D - 5

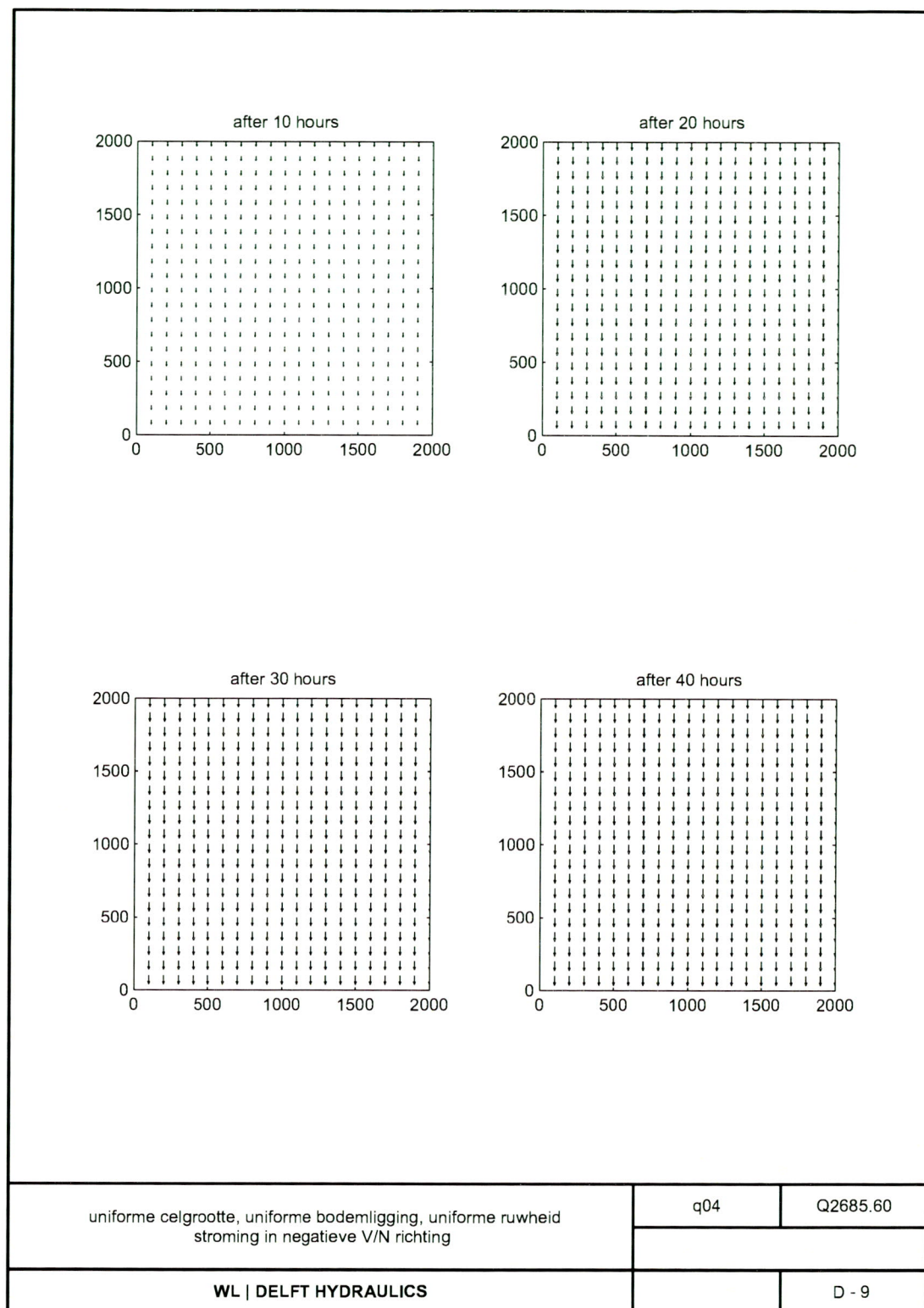


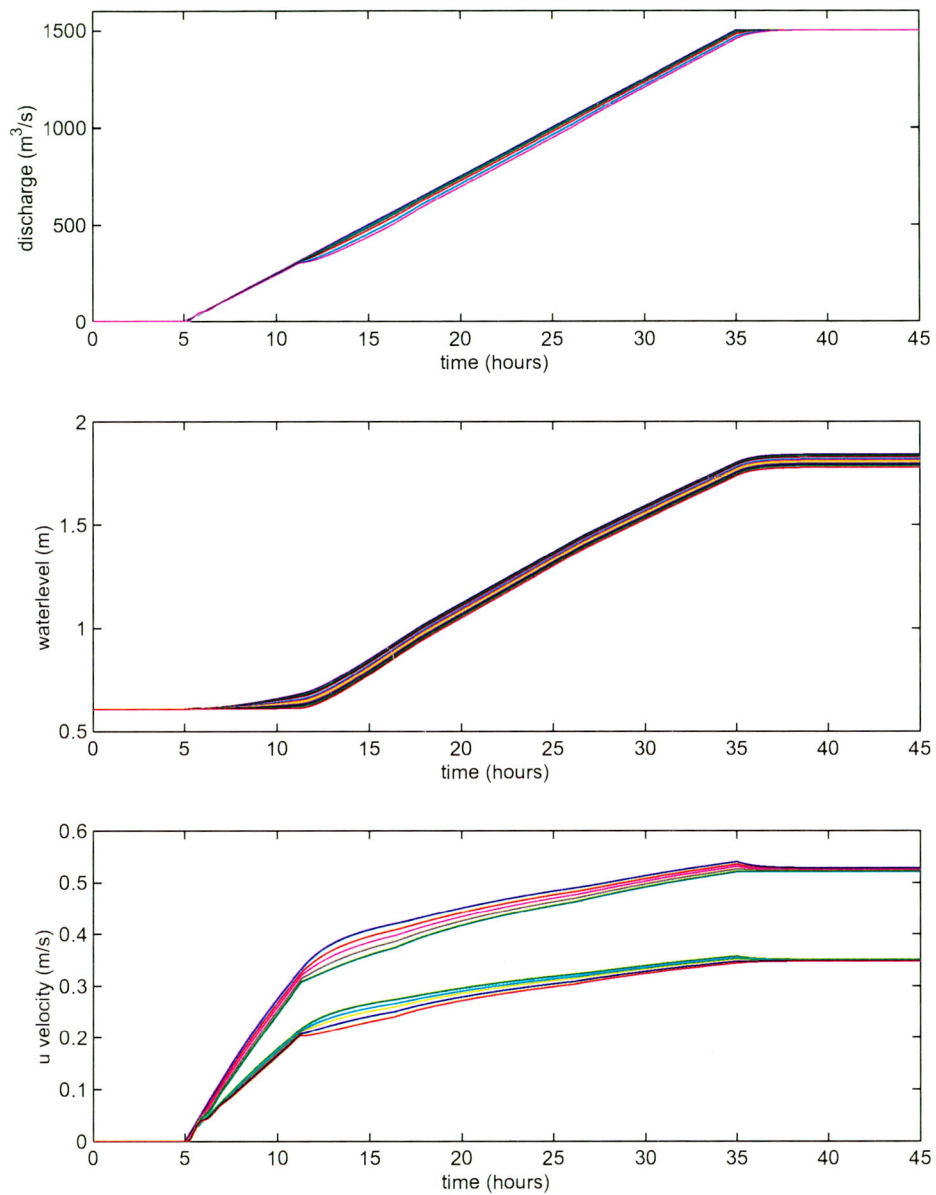
uniforme celgrootte, uniforme bodemligging, uniforme ruwheid stroming in negatieve U/M richting	q03	Q2685.60
WL DELFT HYDRAULICS		D - 6



uniforme celgrootte, uniforme bodemligging, uniforme ruwheid stroming in negatieve U/M richting	q03	Q2685.60
WL DELFT HYDRAULICS		D - 7







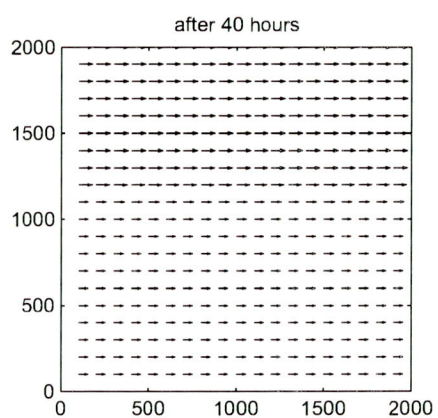
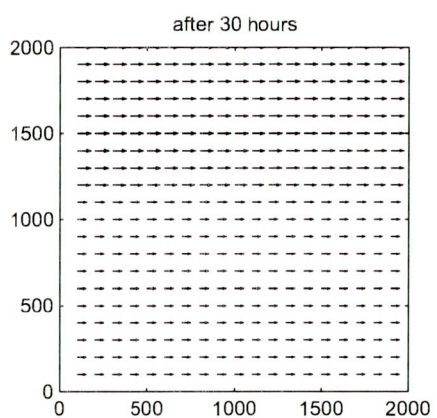
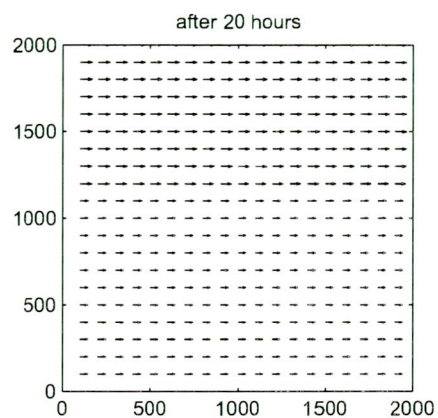
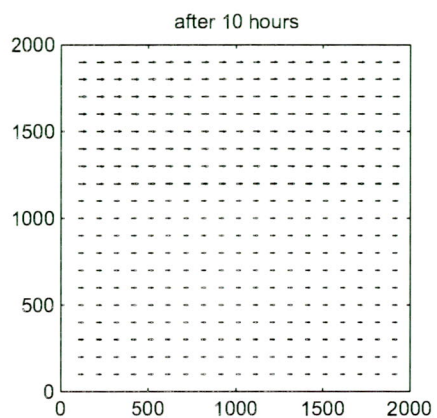
uniforme celgrootte, uniforme bodemligging
niet-uniforme ruwheid
stroming in positieve U/M richting

q05

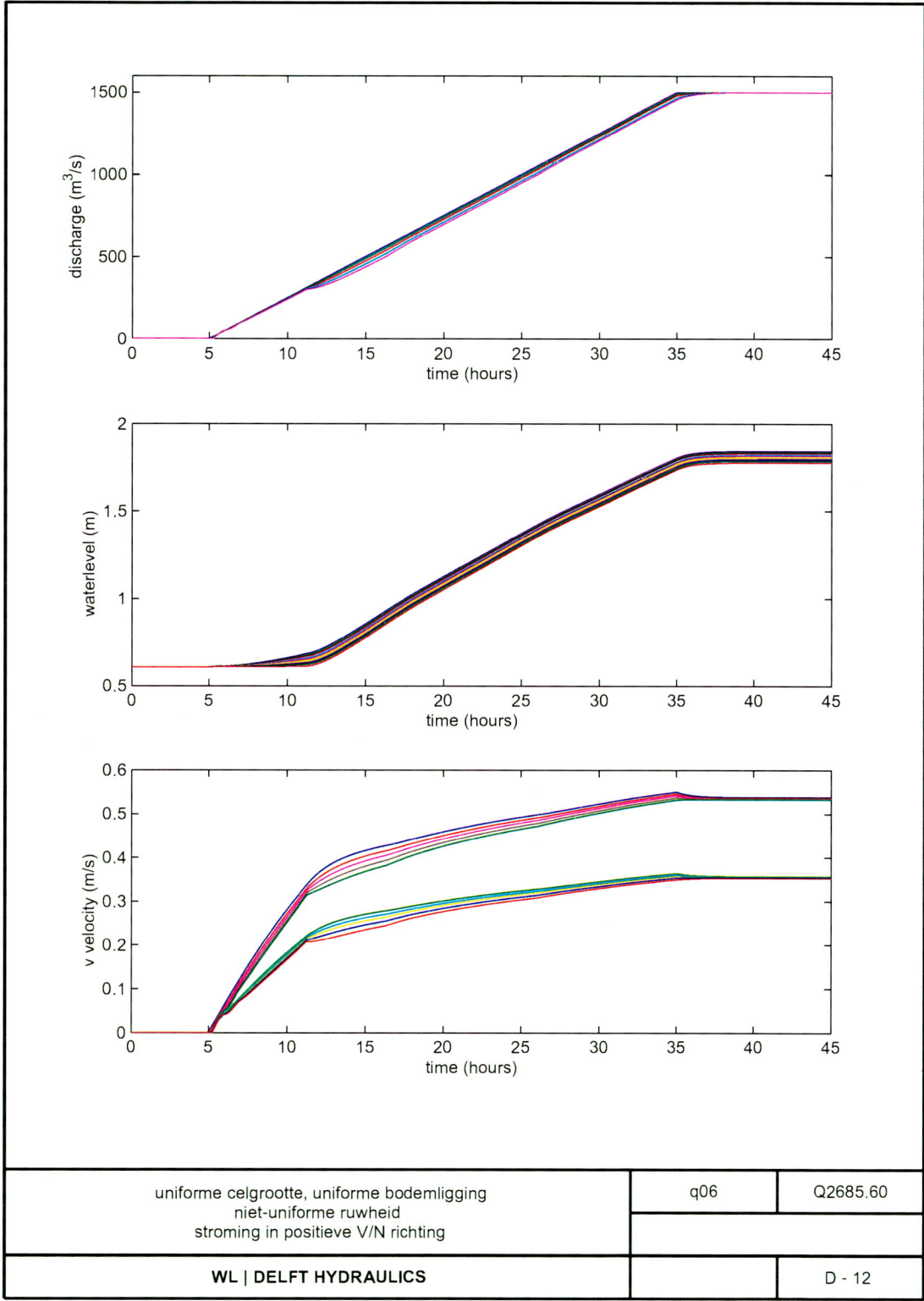
Q2685.60

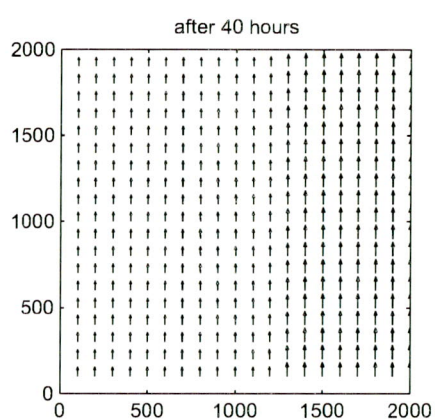
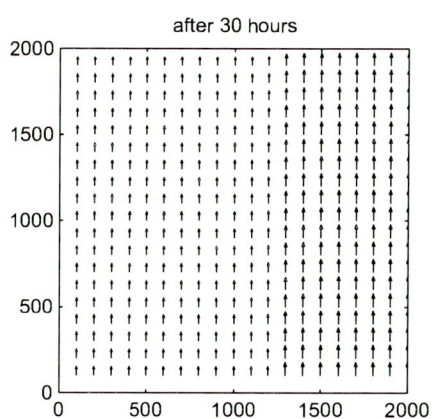
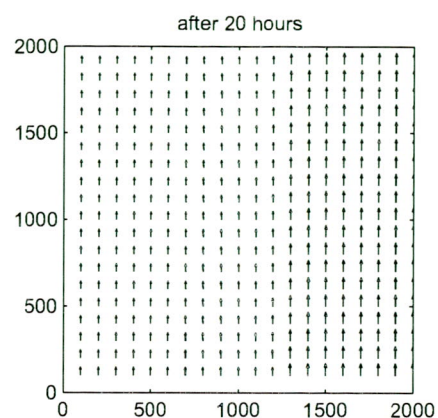
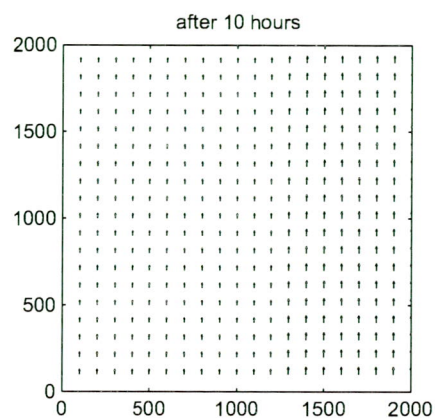
WL | DELFT HYDRAULICS

D - 10

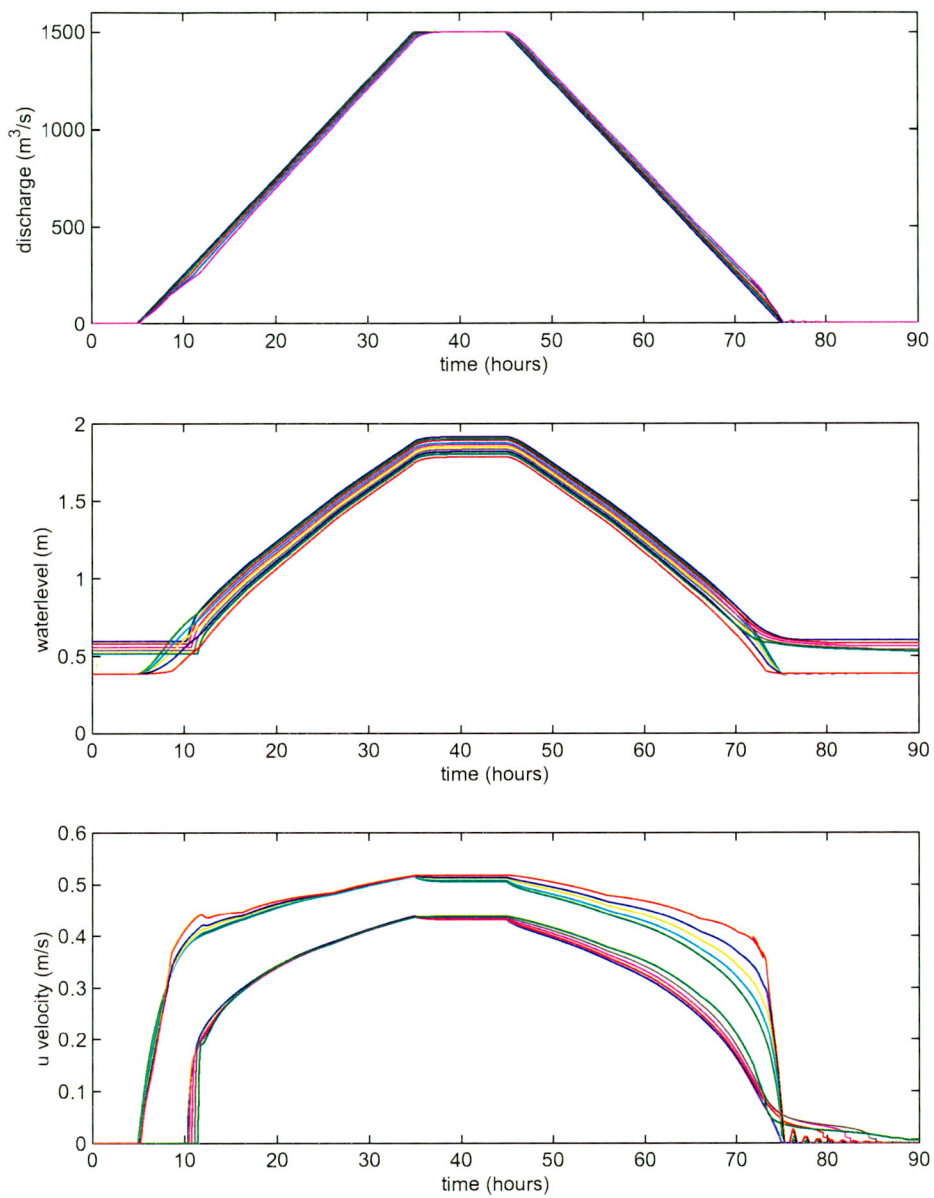


uniforme celgrootte, uniforme bodemligging niet-uniforme ruwheid stroming in positieve U/M richting	q05	Q2685.60
WL DELFT HYDRAULICS		D - 11





uniforme celgrootte, uniforme bodemligging niet-uniforme ruwheid stroming in positieve V/N richting	q06	Q2685.60
WL DELFT HYDRAULICS		D - 13



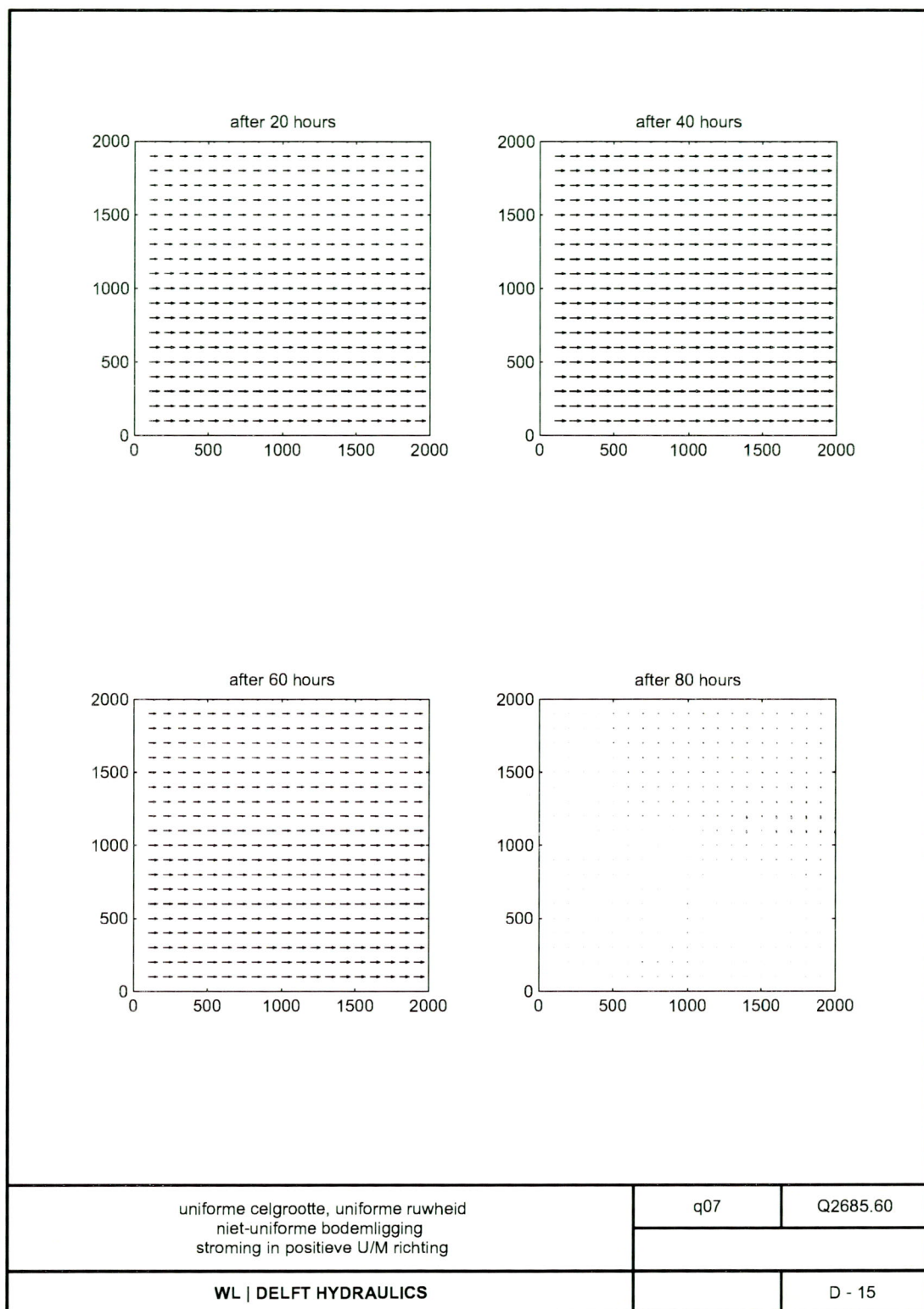
uniforme celgrootte, uniforme ruwheid
niet-uniforme bodemligging
stroming in positieve U/M richting

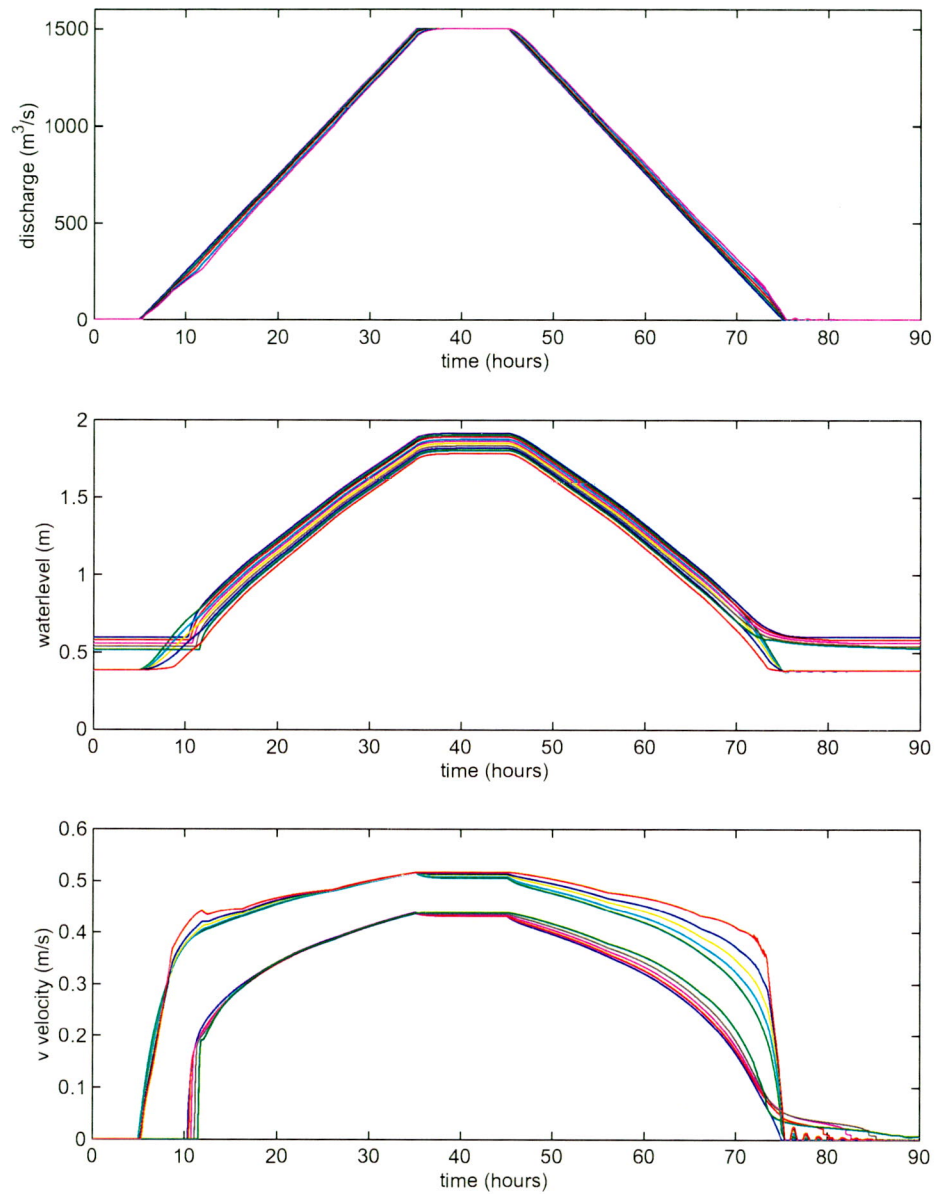
q07

Q2685.60

WL | DELFT HYDRAULICS

D - 14





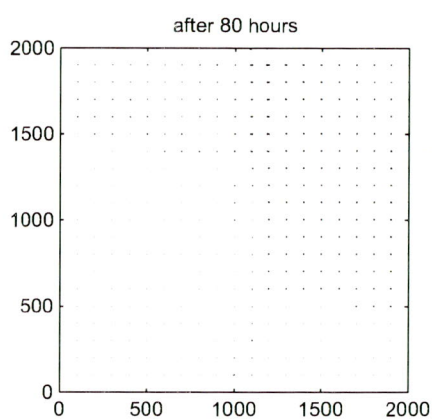
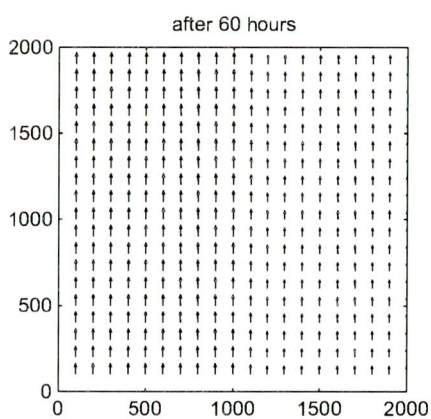
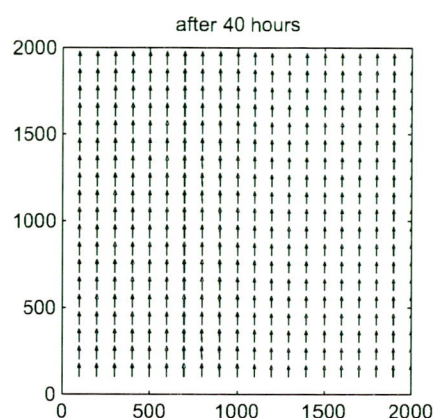
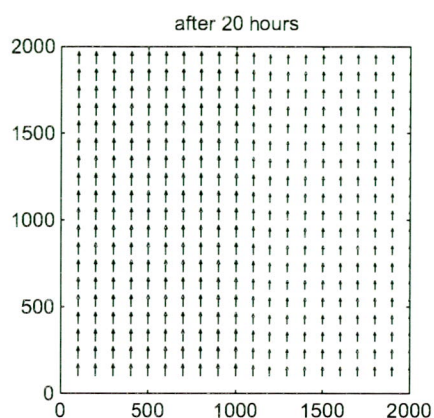
uniforme celgrootte, uniforme ruwheid
niet-uniforme bodemligging
stroming in positieve V/N richting

q08

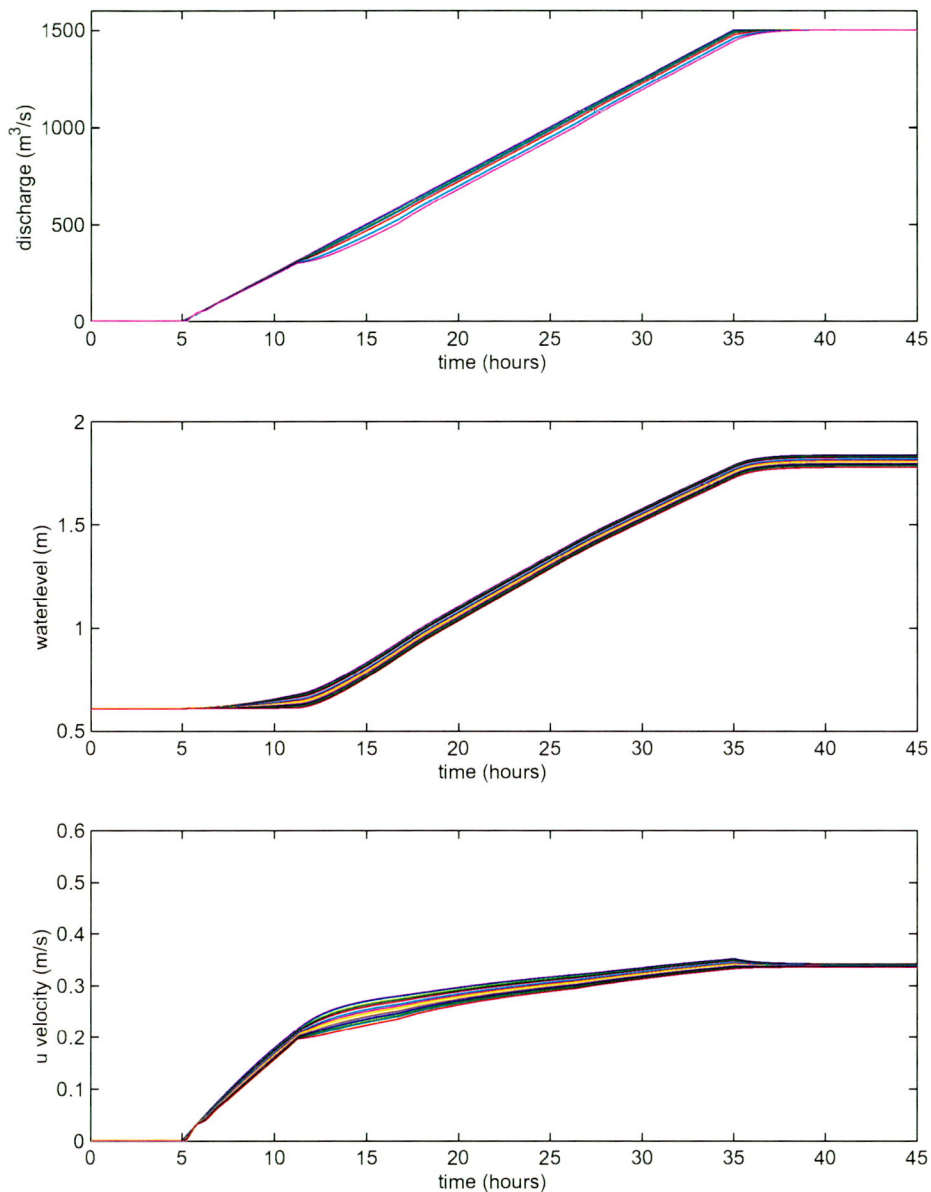
Q2685.60

WL | DELFT HYDRAULICS

D - 16



uniforme celgrootte, uniforme ruwheid niet-uniforme bodemligging stroming in positieve V/N richting	q08	Q2685.60
WL DELFT HYDRAULICS		D - 17



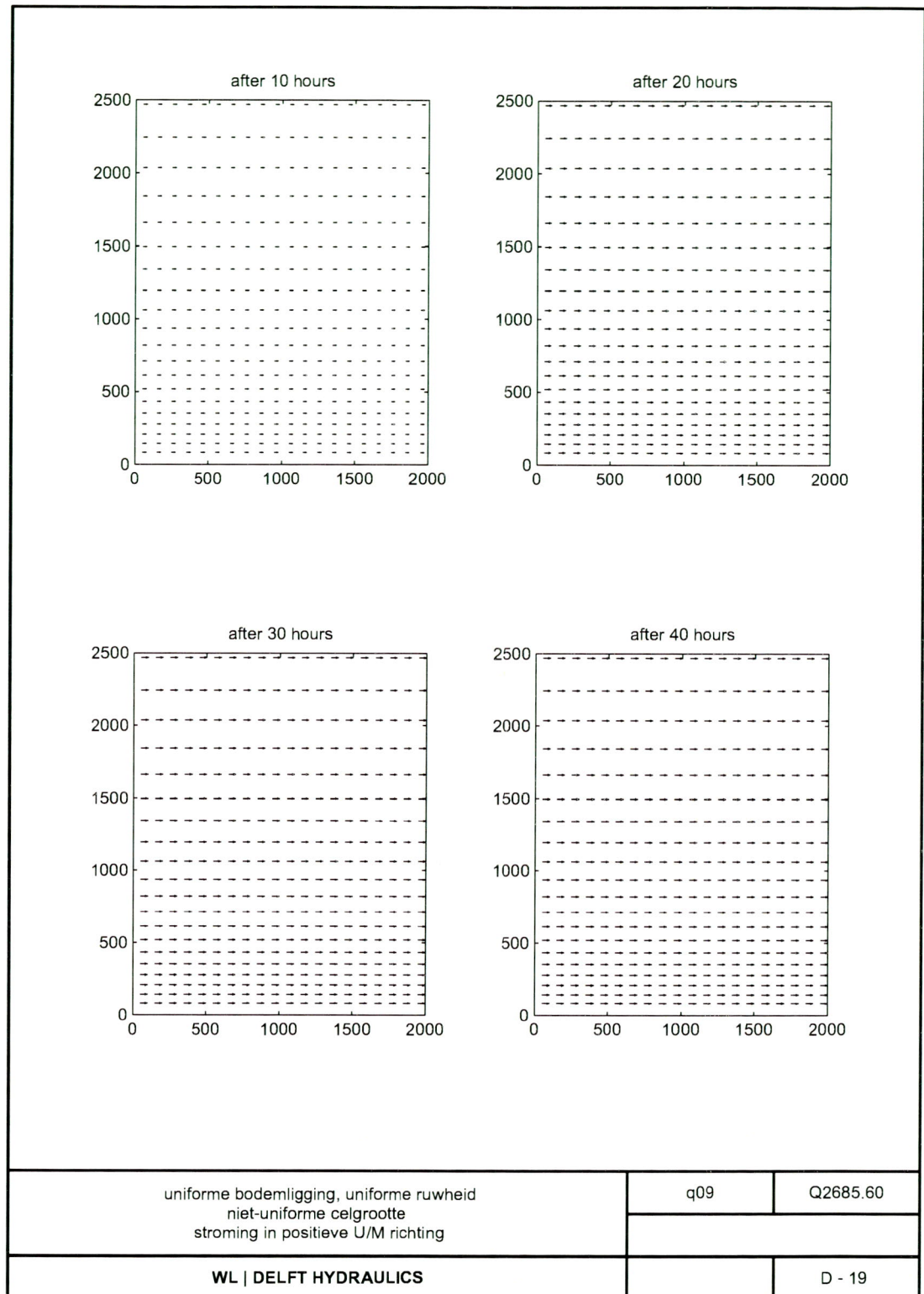
uniforme bodemligging, uniforme ruwheid
niet-uniforme celgrootte
stroming in positieve U/M richting

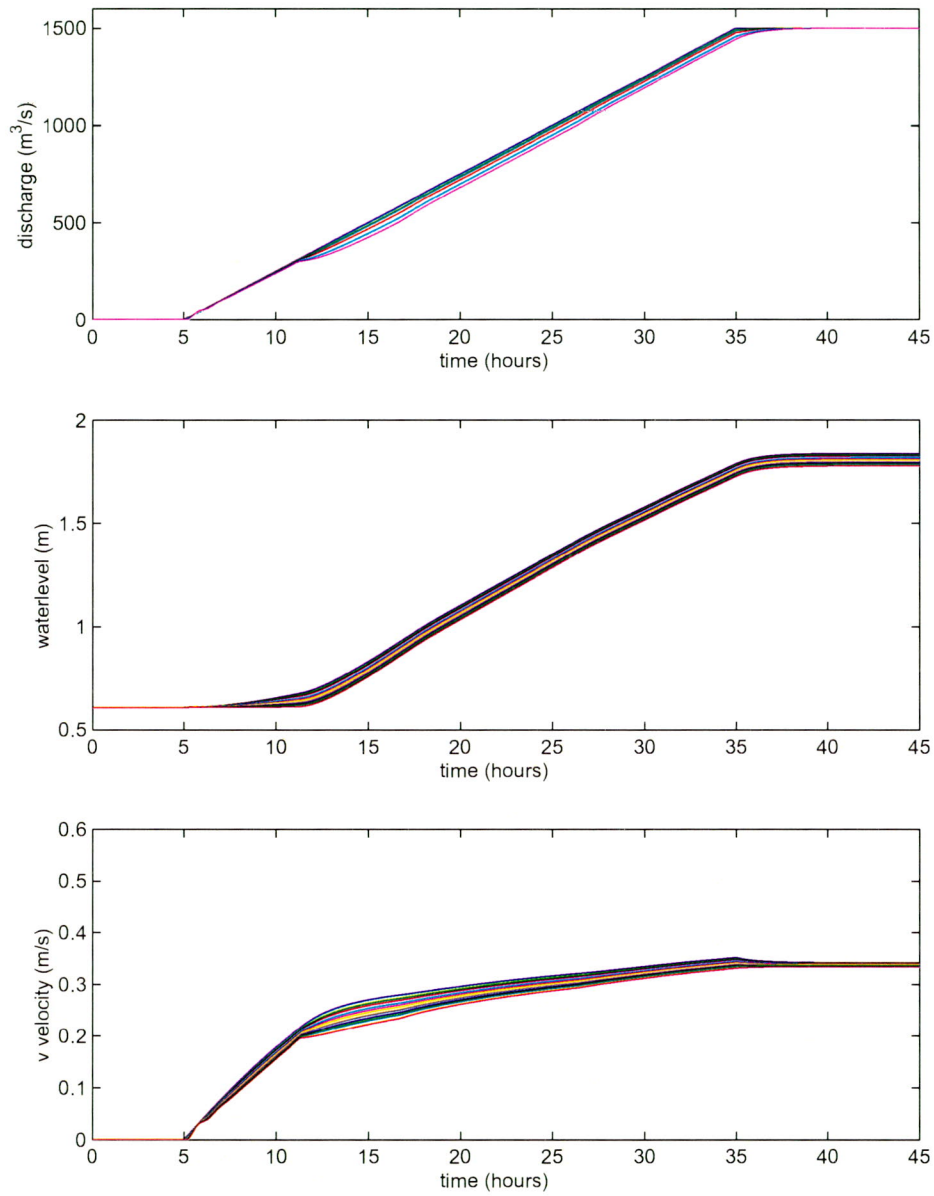
q09

Q2685.60

WL | DELFT HYDRAULICS

D - 18





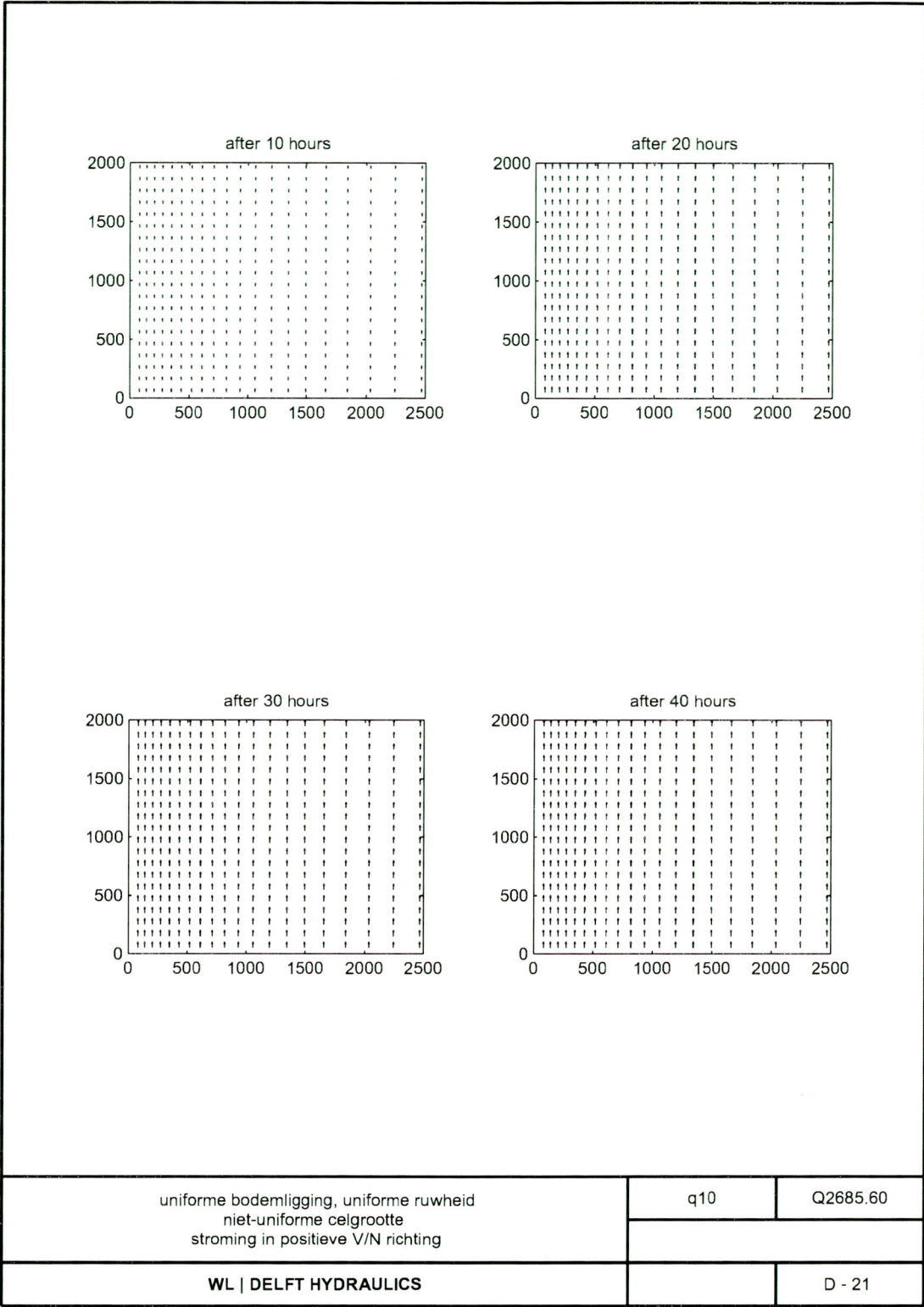
uniforme bodemligging, uniforme ruwheid
niet-uniforme celgrootte
stroming in positieve V/N richting

q10

Q2685.60

WL | DELFT HYDRAULICS

D - 20



E Ecotopen en ruwheden

Tabel E.1 RES

Hoofdklasse		Onderklasse		Ecotootype		Ruwheidstype	Ruw
code	Beschrijving	code	beschrijving	code	beschrijving	beschrijving	code wint.
Z	Relatief laag gelegen terrein, permanent tot periodiek met water overstroomd	Zd	Diep water	Zd-1	Met waterplanten	⁻⁶	-
		Zo	Ondiep water	Zd-2	Zonder waterplanten	-	-
				Zo-1	Grind met waterplanten	-	-
				Zo-2	Grind zonder waterplanten	-	-
				Zo-3	Zand met waterplanten	-	-
				Zo-4	Zand zonder waterplanten	-	-
				Zo-5	Slib met waterplanten	-	-
				Zo-6	Slib zonder waterplanten	-	-
				Zo-7	Veen met waterplanten	-	-
Z,W	Relatief laag gelegen, permanent tot incidenteel met water overspoeld terrein	Zs	Stranden/ Platen/ Banken/ (kreek) Oevers	Zo-8	Veen zonder waterplanten	-	-
				Zs-1	Grind	Default/standaard	-
				Zs-2	Zand	Default/standaard	-
				Zs-3	Slik	Default/standaard	-
				Zs-4	Biezenoever	Dichte ruigte	41
				Zs-5	Afslag-/steiloever	⁻⁷	-
				Zs-6	Krib/strekd./steenoever	⁻⁸	-
				Zs-7	Schelpen	Default/standaard	-
				Zs-8	Oeverrand	Default/standaard	-
				Zs-9	Graslandoever	Normaal grasland	26
		Wn	Wn Geulen	Zs-10	Verruigde oever	Open-Ruigte	36
				Wn-1	Zand	Default/standaard	-
				Wn-2	Klei	Default/standaard	-
				Wn-3	(getijde) Kreek	Default/standaard	-
U	Relatief laag gelegen vlak terrein; periodiek tot incidenteel met water overspoeld	Ub	Houtachtige situaties	Ub-1	Hardhoutbos	Normaal bos	706
				Ub-2	Doornstruweel	Struweel	716
				Ub-3	Zachthoutbos	Dicht bos ⁹	711
				Ub-4	Zachthout struweel	Struweel	716
				Ub-5	Productiebos	Open bos	701
				Ub-6	Productiebos/Griend	Open bos	701
		Ur	Ruigten	Ur-1	Structuurrijk	Open ruigte	36
				Ur-2	Soortenarme structuur	Ruigte	36 ¹¹
				Ur-3	Akker	Akkers	27
				Ur-4	Bebouwd-verhard	⁻¹⁰	-
				Ur-5	Cultuurriet	Riet	736
		Ug	Grasachtige situaties	Ug-1	Structuurrijk grasland	Ruw grasland	31
				Ug-2	Hooiland	Normaal grasland	26
				Ug-3	Productiegrasland	Glad grasland	21
				Ug-4	Kwelder relictvegetatie	Normaal grasland	26
		Uk	Onbegroeid	Uk-1	Onbegroeide uiterwaard	Default/standaard	-

⁶ Bodemsoorten worden voorlopig niet als speciale ruwheid meegenomen. Alle bodemsoorten krijgen een standaard ruwheid (default). We houden er rekening mee dat de bodemsoort in de toekomst mogelijk wel in de betrekkingen wordt meegenomen. Plassen komen uit dtb & vergunningen

⁷ De begrenzingen van plassen en terreinsprongen worden ontleend aan de digitale rivierkaart. Terreinsprongen als bijzondere lijnvormige ruwheidsvorm worden afgehandeld als overlaat.

⁸ Kribben en strekdammen zijn bijzondere lijnvormige ruwheden welke worden afgehandeld als overlaten. De benodigde gegevens worden van de digitale rivierkaart gehaald en niet van de ecotopenkaart.

⁹ Onderverdeling in oud en jong wilgenbos is vanuit ruwheidsoptiek wenselijk maar in ecotopenkartering nog niet voorzien.

¹⁰ Gebouwen en verhardingen worden aan de digitale rivierkaart ontleend, hoogwatervrije terreinen aan vergunningen.

¹¹ Als dauwbraam dominant > 10% code = 726. Deze bedekkings-informatie wordt echter voorlopig niet gegeven in de ecotopenkartering zodat we voorlopig alle ruigten excl biezten als open ruigte 36 interpreteren.

Tabel E.1 (vervolg)

Hoofdklasse		Onderklasse		Ecotooptype		Ruwheidstype	Ruw
code	Beschrijving	code	beschrijving	code	beschrijving	beschrijving	code wint
M	Relatief laag gelegen vlak tot komachtig Terrein, periodiek tot incidenteel met water overspoeld en of stagnant water	Mb	Moerassige, houtachtige situaties	Mb-1	Hardhoutbos	Normaal bos	706
				Mb-2	Zachthoutbos	Dicht bos	711
				Mb-3	Zachthoutstruweel	Struweel	716
				Mb-4	Broekbos/struweel	Struweel	716
		Mr	Moerassige ruigtenachtige vegetaties	Mr-1	Moerasruigte	Open ruigte	36
				Mr-2	Rietmoeras	Riet	736
				Mr-3	Kwelmoeras	Open ruigte	36
				Mr-4	Zeggemoeras	Open ruigte	36
		Mg	Moerassige grasachtige situaties	Mg-1	Structuurrijk grasland	Ruw grasland	31
				Mg-2	Productiegrasland	Glad grasland	21
				Mg-3	Kwelgrasland	Normaal grasland	26
				Mg-4	Kwelder-relictvegetatie	Normaal grasland	26
W	Relatief laag gelegen terrein met stagnant water	Wp	Plas	Wp-1	Aangekoppeld z/gr.gat	Plassen ¹²	-
				Wp-2	Afgesl.zand/grindgat	Plassen	-
				Wp-3	Klein diep water/kolk	Plassen	-
				Wp-4	Haven	Default/Standaard	-
		Ws	Strang	Ws-1	Aangekoppelde strang	Default/Standaard	-
				Ws-2	Afgesloten/stagn. Strang	Default/Standaard	-
				Ws-3	Beekstrang	Default/Standaard	-
O	Relatief hoog gelegen vlak tot oeverwal-achtig terrein, incidenteel overspoeld.	Ob	Houtachtige situaties	Ob-1	Hardhoutbos	Normaal bos	706
				Ob-2	Doornstruweel	Struweel	716
				Ob-3	Zachthoutbos	Dicht bos	711
				Ob-4	Zachthoutstruweel	Struweel	716
				Ob-5	Productiebos	Open bos	701
				Ob-6	Haag	- ¹³	-
		Or	Ruigteachtige situaties	Or-1	Rivierduinvorming	Default/standaard	-
				Or-2 r	Structuurrijke ruigte	Open Ruigte	36
				Or-2 a	Soortenarme ruigte	Open Ruigte	36
				Or-3	Akker	Akkers	27
				Or-4	Zoute ruigte	Open ruigte	-
				Or-5	Bebouwd/verhard	-	-
		Og	Grasachtige situaties	Og-1	Stroomdalgrasland	Ruw grasland	26
				Og-2	Hooiland	Normaal grasland	26
				Og-3	Productiegrasland	Glad grasland	21
				Og-4	Schor Relictvegetatie	Ruw grasland	31
				Og-5	Structuurrijk grasland	Ruw grasland	31
		Ok	Onbegroeid	Ok-1	Onbegroeide oeverwal	Default/standaard	
H	Relatief hoog gelegen terrein zeer incidenteel overspoeld	Hb	Houtachtige situaties	Hb-1	Bos	Normaal bos	706
				Hb-2	Struweel	Struweel	716
				Hb-3	Productiebos	Open bos	701
		Hr	Ruigteachtige situaties	Hr-1	Ruigte	Open ruigte	36
				Hr-2	Akker	Akkers	27
				Hr-3	Bebouwd/verhard	-	-
		Hg	Grasachtige situaties	Hg-1	Schraalgrasland	Normaal grasland	26
				Hg-2	Hooiland	Normaal grasland	26
				Hg-3	Productiegrasland	Glad grasland	21
		Hh	Heggenland- schappen	Hh-1	Schraalgrasland + heggen	Normaal grasland	226
				Hh-2	Productiegrasl. + heggen	Normaal grasland	226
				Hh-3	akker + heggen	Akkers + heggen	227
		Hk	Onbegroeid	Hk-1	Onbegroeid	Default/standaard	-

¹² Plassen worden met voorrang aan de digitale rivierkaart ontleend¹³ Heggen worden van de digitale rivierkaart gehaald niet van de ecotopenkaart.

Tabel E.2 BES

Ecotooptype		ruwheidstype	ruw
Code	beschrijving	beschrijving	code wint.
Zoete getijdewateren			
Bz-2	Zeer diepe zoete getijdewateren met een zandbedding		-
Bz-3	Zeer diepe zoete getijdewateren met een slibbedding		-
Bd-2	Diepe zoete getijdewateren met een zandbedding		-
Bd-3	Diepe zoete getijdewateren met een slibbedding		-
Bo-2	Ondiepe zoete getijdewateren met een zandbedding		-
Bo-3	Ondiepe zoete getijdewateren met een slibbedding		-
Platen en slikken			
Bs-2	Zandplaten		-
Bs-3	Slikken		-
Kommen, getijoeverwallen en lage gorzen			
Kr	Ruige kommen, getijoeverwallen en lage gorzen	Dichte ruigte	41/731
Kb	Beboste kommen, getijoeverwallen en lage gorzen	Dicht bos	711
Kg	Overstromingsgrasland	Ruw grasland	31
Gorzen			
Gr	Ruige gorzen	Normale ruigte	726
Gb	Beboste gorzen	Dicht bos	711
Gg	Grazige gorzen	Normaal grasland	26
Oeverwallen			
Or	Oeverwallen met rivierduinvorming		-
Hoogwatervrije terreinen			
Hr-1	Ruigte op hoogwatervrij terrein	Open ruigte	36
Hr-2	Hoogwatervrije akker	Akker	27
Hr-3	Bebouwd hoogwatervrij terrein	Bebouwd	1/2, -
Hb-1/2	Hoogwatervrij bos/struweel	Normaal bos	706/716
Hb-3	Hoogwatervrij produktiebos	Open bos	701
Hg-1/2	Hoogwatervrij schraalgrasland/hooiland	Normaal grasland	26
Hg-3	Hoogwatervrij produktiegrasland	Glad grasland	21

Tabel E.3 VEZD

Ecotooptype		ruwheidstype	ruw
Code	beschrijving	beschrijving	code winter
Zoute en brakke getijdewateren			
Ez-2	Zeer diepe zoute en brakke getijdewateren met een zandbedding		-
Ez-3	Zeer diepe zoute en brakke getijdewateren met een slibbedding		-
Ed-2	Diepe zoute en brakke getijdewateren met een zandbedding		-
Ed-3	Diepe zoute en brakke getijdewateren met een zandbedding		-
Eo-2	Ondiepe zoute en brakke getijdewateren met een zandbedding		-
Eo-3	Ondiepe zoute en brakke getijdewateren met een slibbedding		-
Stranden, zandplaten en slikken			
Es-2	Stranden en zandplaten		-
Es-3	Slikken		-
Ruige zilte en brakke gorzen			
Rr	Ruige zilte en brakke gorzen	Normale ruigte	726
Schorren en groenstranden			
Sr/Dr	Onbeweide schorren en groenstranden en ruige open duinen	Open ruigte	36/721
Sg	Beweide schorren en groenstranden	Normaal grasland	26
Duinen			
Db	Beboste duinen/struweel	Normaal bos	706/716
Dg	Soortenrijk duingrasland	Normaal grasland	26

Tabel E.4 Relaties tussen Rivier-Ecotopen-Stelsel, Benedenrivier-Ecotopen-Stelsel en Voorlopige Ecotopenindeling voor de Zoute Delta

Rivier-ecotopen-stelsel	Benedenrivier-ecotopen-stelsel	Zoute delta; voorlopige ecotopen indeling
	Bz zeer diepe zoete getijdewateren Bz-2 zandbedding Bz-2b zandbedding met schelpdierbank Bz-3 slibbedding Bz-3b slibbedding met schelpdierbank Bz-6 hard substraat (glooiing, bestorting)	Ez zeer diepe zoute en brakke getijdewateren Ez-2 zandbedding Ez-2b zandbedding met schelpdierbank Ez-3 slibbedding Ez-3b slibbedding met schelpdierbank Ez-6 hard substraat (glooiing, bestorting)
Zd diep zomerbed Zd-1 diepe bedding	Bd diepe zoete getijdewateren Bd-2 zandbedding Bd-2b zandbedding met schelpdierbank Bd-3 slibbedding Bd-3b slibbedding met schelpdierbank Bd-6 hard substraat (glooiing, bestorting)	Ed diepe zoute en brakke getijdewateren Ed-2 zandbedding Ed-2b zandbedding met schelpdierbank Ed-3 slibbedding Ed-3b slibbedding met schelpdierbank Ed-6 hard substraat (glooiing, bestorting)
Zo ondiep zomerbed Zo-1 ondiepe grindbedding Zo-2 ondiepe zandbedding Zo-3 ondiepe Getijdebedding	Bo ondiepe zoete getijdewateren Bo-2 zandbedding Bo-2a zandbedding met vegetatie Bo-2b zandbedding met schelpdierbank Bo-3 slibbedding Bo-3a zandbedding met vegetatie Bo-3b slibbedding met schelpdierbank Bo-6 hard substraat (glooiing, bestorting)	Eo ondiepe zoute en brakke getijdewateren Eo-2 zandbedding Eo-2a zandbedding met vegetatie Eo-2b zandbedding met schelpdierbank Eo-3 slibbedding Eo-3a zandbedding met vegetatie Eo-3b slibbedding met schelpdierbank Eo-6 hard substraat (glooiing, bestorting)
Zs plaat/strand/oever Zs-1 grindbank Zs-2 zandplaat/zandstrand Zs-3 slikplaten/slikkige Oever Zs-4 biezenoever Zs-5 afslagoever/steiloever Zs-6 krib, strekdam, stenen Oever	Bs platen, slikken Bs-2 zandplaat Bs-2a zandplaat met pioniervegetatie/biezen Bs-3 slikken Bs-3a slikken met pioniervegetatie/biezen (zi e ecotoop Kr) Bs-5 afslagoever/steiloever Bs-6 hard substraat (glooiing, bestorting)	Es stranden, platen en slikken Es-2 strand en zandplaat Es-2a strand en zandplaat met pioniervegetatie Es-2b strand en zandplaat met schelpdierbank Es-3 slikken Es-3a slikken met pioniervegetatie Es-3b slikken met schelpdierbanken Es-5 afslagoever/steiloever Es-6 hard substraat (glooiing, bestorting)
Mr ruige/open Moerassige uiterwaard Mr-1 moerasruigte Mr-2 rietmoeras Mr-3 kwelmoeras	Kr ruige kommen, getij-oeverwallen en lage gorzen Kr-0 biezenhors Kr-1 structuurrijke gorsruigte Kr-2 rietgors Kr-2a soortenarm rietgors Kr-2b soortenrijk rietgors	Rr ruige zilte en brakke gorzen Rr-1 biezenhors Rr-2 rietgors Rr-2a soortenarm rietgors
Mb beboste moerassige Uiterwaard Mb-1 moerassig Hardhoutoibos Mb-2 moerassig Zachthoutoibos Mb-3 moerassig Zachthoutstruweel Mb-4 broekbos/struweel	Kb beboste kommen, getij-oeverwallen en lage gorzen Kb-2 vloedbos Kb-6 griend	

Tabel E.4 (vervolg)

Mg grazige moerassige Uiterwaard Mg-1 moerassig Uiterwaardgrasland Mg-2 moerassig Productiegrasland Mg-3 kwelgrasland	Kg grazige kommen, getij-oeverwallen en lage gorzen Kg-1 overstromingsgrasland	
Ur-1 ruige/open Uiterwaard Ur-1 structuurrijke Uiterwaardruigte Ur-2 soortenarme Uiterwaardruigte Ur-3 uiterwaard-akker Ur-4 bebouwde/verharde Uiterwaard	Gr ruige/open gorzen Gr-1 gorsruigte	Sr ruige (onbeweide) schorren en Groenstranden Sr-1 schor (onbeweid) Sr-2 groenstrand (onbeweid)
Ub beboste uiterwaard Ub-1 hardhoutooibos Ub-2 doornstruweel Ub-3 zachthoutooibos Ub-4 zachthoutstruweel Ub-5 hardhout-Productiebos Ub-6 zachthout-Productiebos/griend	Gb grazige gorzen Gb-3 overstromingsarm vloedbos Gb-6 productiebos/griend	
Ug grazige uiterwaarden Ug-1 structuurrijk Uiterwaardgrasland Ug-2 uiterwaard-hooiland Ug-3 uiterwaard-Productiegrasland	Gg grazige gorzen Gg-0 moerassig grasgors Gg-1 structuurrijk grasgors Gg-2 grasgors-hooiland Gg-3 productiegrasland	Sg grazige (beweide) schorren en groen stranden Sg-1 beweide schor Sg-2 beweide groenstrand
Or ruige/open oeverwal Or-1 oeverwal met Rivierduinvorming Or-2 oeverwalruigte Or-3 oeverwalakker Or-4 bebouwde/verharde Oeverwal	Or ruige/open oeverwal Or-1 oeverwal met rivierduinvorming	Dr ruige/open duinen en hoge platen Dr-0 schelpenrijk kaal zand Dr-1 zand met (open) pioniervegetatie Dr-2 duinruigte
Ob beboste oeverwal Ob-1 oeverwal Hardhoutooibos Ob-2 oeverwal Doornstruweel Ob-3 oeverwal Zachthoutooibos Ob-4 oeverwal Zachthoutstruweel Ob-5 oeverwal-productiebos		Db beboste duinen/struweel Db-1 duinbos Db-2 duin-doomstruweel
Og grazige oeverwal Og-1 oeverwal Stroomdalgrasland Og-2 oeverwal-hooiland Og-3 oeverwal-Productiegrasland		Dg grazige duinen Dg-1 soortenrijk duingrasland

Tabel E.4 (vervolg)

Hb bebost hoogwatervrij Terrein Hb-1 hoogwatervrij bos Hb-2 hoogwatervrij Struweel Hb-3 hoogwatervrij Productiebos	Hb bebost hoogwatervrij terrein Hb-1 hoogwatervrij bos Hb-2 hoogwatervrij struweel Hb-3 hoogwatervrij productiebos	
Hr ruig/open Hoogwatervrij Terrein Hr-1 ruigte op Hoogwatervrij Terrein Hr-2 hoogwatervrije akker Hr-3 bebouwd Hoogwatervrij terrein	Hr Hoogwatervrij terrein Hr-1 ruigte op hoogwatervrij terrein Hr-2 hoogwatervrije akker Hr-3 bebouwd hoogwatervrij terrein	
Hg grazig hoogwatervrij Terrein Hg-1 hoogwatervrij Schraalgrasland Hg-2 hoogwatervrije Hooiland Hg-3 hoogwatervrij Productiegrasland	Hg grazig hoogwatervrij terrein Hg-1 hoogwatervrij schraalgrasland Hg-2 hoogwatervrije hooiland Hg-3 hoogwatervrij productiegrasland	
Wn Nevengeul Wn-1 zandige nevengeul Wn-2 kleiige nevengeul Wn-3 getijde kreek	(zie ecotoop Bo)	
Ws strang/kleiput Ws-1 aangekoppelde strang Ws-2 afgesloten strang Ws-3 stagnante strang Ws-4 kwelgeul Ws-5 beekstrang		
Wp plas Wp-1 aangekoppeld Zand/grindgat Wp-2 afgesloten Zand/grindgat Wp-3 klein diep water/kolk		

Tabel E.5 Beschrijving van de klassen in het LGN3+-bestand

Code 1: Agrarisch gras; Veenweidegebieden
Grasland binnen het stratum agrarisch gebied. Dit betreft voor het overgrote deel grasland dat gebruikt wordt voor agrarische productie, maar voor een deel betreft het ook erven van boerderijen en bedrijven, gras op dijken, wegbermen en andere met gras bedekte oppervlakken.
Verder zijn in Noord-Holland een aantal veenweidegebieden die als natuurgebied beheerd worden naar code 44 gehercodeerd. Het is belangrijk om te realiseren dat dus niet alle veenweidegebieden als zodanig in LGN3plus aanwezig zijn. Veel gebieden in het Groene Hart komen in aanmerking voor de term 'veenweidegebied'. In dit geval is het dus de beheersinformatie die bepaald of een gebied als veenweidegebied in LGN3plus aanwezig is.
Code 2: Maïs
Agrarische percelen met het gewas maïs.
Code 3: Aardappelen
Agrarische percelen met het gewas aardappelen. Hierbinnen wordt geen onderscheid gemaakt tussen pootaardappelen, consumptieaardappelen en fabrieksaardappelen.
Code 4: Bieten
Agrarische percelen met het gewas suikerbieten. Deze klasse bevat zowel suikerbieten als voederbieten, maar geen 'rode bieten' die als tuinbouwgewas in de klasse 'overige landbouwgewassen' vallen.
Code 5: Granen
Agrarische percelen met het gewas graan. Een verzamelklasse voor alle graangewassen: tarwe, gerst, haver, rogge, enz. waarbij geen onderscheid is gemaakt naar zomergranen of wintergranen.
Code 6: Bloembollen
Percelen met bloembollen. Hierbij is geen onderscheid gemaakt naar het type bloembol en ook geen onderscheid tussen voorjaars- of najaarsbollen.
Code 7: Overige landbouwgewassen
Bevat alle landbouwgewassen die niet binnen de voorgaande klassen vallen en niet tot de klasse 'bloembollen' behoren: Tuinbouwgewassen, boomkwekerijen, koolgewassen, hennep, koolzaad, enz.
Code 8: Glastuinbouw
Code 9: Boomgaarden
Boomgaarden, zonder onderscheid naar hoogstam of laagstam en het type vrucht.
Code 10: Loofbos
Loofbos buiten het stratum stedelijk gebied. Deze klasse kan een natuurfunctie hebben, maar dit zal in veel gevallen niet het geval zijn.
Code 11: Naaldbos
Naaldbos buiten het stratum stedelijk gebied. Deze klasse kan een natuurfunctie hebben, maar dat zal in veel gevallen niet het geval zijn.

Code 12: Zoet water en Zoutwater
Code 13: Stedelijk bebouwd gebied
Continue stedelijke bebouwing, inclusief straten, pleinen, kleine plantsoenen, smalle kanalen en tuinen. Een duidelijk voorbeeld is het centrum van Amsterdam waarbinnen geen kanalen of wegen te onderscheiden zijn. De grote parken (Vondelpark, Sarphatipark) zijn wel als park in LGN3 aanwezig, kleine plantsoenen (Marnixplantsoen) niet.
Code 14: Bebouwing in buitengebied
Bebouwing buiten het stedelijk gebied die geen agrarische functie heeft. Hierbij moet worden gedacht aan: Gebouwen en landingsbanen van vliegvelden, Bungalowparken en campings, gebouwen in militaire terreinen, gebouwen van de elektriciteitsvoorziening, waterzuiveringsinstallaties, gebouwen in natuurgebieden, maar ook woningen in bossen.
Code 15: Loofbos in bebouwd gebied
Loofbos binnen het stratum stedelijk gebied, dit betreft o.a. parken, recreatieterreinen en stroken bos langs wegen binnen stedelijk gebied.
Code 16: Naaldbos in bebouwd gebied
Naaldbos binnen het stratum stedelijk gebied, dit betreft o.a. parken, recreatieterreinen en stroken bos langs wegen binnen stedelijk gebied.
Code 17: Bos met dichte bebouwing
Dit is een stedelijke klasse waarbij de huizen in een dusdanig dicht bebost gebied geplaatst zijn, dat het gebied op een satellietbeeld niet is te onderscheiden van een gewoon bos. Een goed voorbeeld van deze klasse is Wageningen-Hoog (tussen Wageningen en Bennekom).
Code 18: Gras in bebouwd gebied
Met gras bedekte gebieden met een stedelijke functie. Dit betreft parken, sportterreinen, recreatiegebieden, golfterreinen, maar bijvoorbeeld ook gras rond vliegvelden. Bij het vervaardigen van LGN3 is er bovendien voor gekozen om woonwijken in aanbouw (waar dus nog geen huizen staan, maar wel graafwerkzaamheden zijn begonnen) als 'gras in bebouwd gebied' te classificeren. Bij de volgende revisie van het LGN-bestand zullen deze woonwijken als 'stedelijk gebied' worden geclassificeerd.
Code 19: Kale grond in natuurgebied en in bebouwd buitengebied
Gebieden met een natuurfunctie zonder begroeiing: stranden, open duinvalleien en stuifzanden. Kale grond in bebouwd buitengebied is een kleine subklasse die slechts in beperkte mate voorkomt, in de meeste gevallen betreft dit bouwputten en bijvoorbeeld de kalkgroeves in Zuid-Limburg.
Code 20: Hoofdwegen en spoorwegen
De wegen in het LGN3-bestand zijn de snelwegen (A-wegen) en de overige 'doorgaande' wegen (N-wegen). Wegen en straten binnen woonwijken zijn niet als zodanig geklassificeerd en behoren bij de klasse 'Stedelijk bebouwd gebied'. Alle spoorlijnen in Nederland bevinden zich in het LGN3-bestand.

Code 21: Bebouwing in agrarisch gebied
Bebouwing binnen het stratum agrarisch gebied. Soms is de scheiding tussen ‘bebouwing in agrarisch gebied’ en ‘stedelijk bebouwd gebied’ nogal arbitrair. Dit is duidelijk te zien aan de lintbebouwing in het Groene Hart, waarbij sommige delen van het lint als ‘bebouwing in agrarisch gebied’ en andere delen als ‘stedelijk bebouwd gebied’ zijn geclassificeerd. Dit is ontstaan door de opdeling van strata in het oorspronkelijke BARS bestand (Basis Bestand Ruimtelijke Structuren) van de Rijksplanologische Dienst.
Code 22: Open zand in kustgebied; Open stuifzand
Gebieden langs de kust zonder vegetatie: stranden en open duinvaleien.
Code 23: Droge heide; Duinheide; Heide
Deze code bevat droge heide overgenomen uit het HEIMON bestand van 1989. Duingebieden met een vegetatiedek van droge heide. Heidegebieden met een vergrassing van minder dan 25%.
Code 24: Matig vergraste heide
Gebieden met een vergrassing tussen de 25% en 75%.
Code 25: Sterk vergraste heide
Gebieden met een vergrassing groter dan 75%.
Code 26: Hoogveen
Levend, onvergraven hoogveen. Enkele kleine, sterk verdroogde veenrestanten zijn niet als zodanig geclassificeerd.
Code 27: Bos in hoogveengebied
De bossen die zich binnen de hoogveengebieden bevinden zijn naar een code 40 gehecodeerd om te voorkomen dat er ‘gaten’ vallen in de hoogvenen. Door het samenvoegen van klassen 39 en 40 is het dus mogelijk om alle hoogveengebieden in Nederland te selecteren. Er is geen onderscheid gemaakt tussen naaldbos en loofbos.
Code 28: Overige moerasvegetatie; Kwelders
Vegetatie in moerasgebieden die niet tot de klassen 42 en 43 behoren.
Code 29: Rietvegetatie
Gebieden binnen moerassen die met riet begroeid zijn.
Code 30: Bos in moerasgebied
De bossen die zich binnen de moerasgebieden bevinden zijn naar een code 43 gehecodeerd om te voorkomen dat er ‘gaten’ vallen in de moerasgebieden. Door het samenvoegen van klassen 41,42 en 43 is het dus mogelijk om alle moerasgebieden in Nederland te selecteren. Er is geen onderscheid gemaakt tussen naaldbos en loofbos, maar naaldbos komt vrijwel niet voor binnen moerasgebieden..
Code 31: Open en gesloten duinvegetatie; Overig open begroeid natuurgebied; Kale grond in natuurgebied
Duingebieden met een open of gesloten vegetatiedek. Verder alle natuurterreinen die geen heidegebied vormen en niet behoren ‘kale grond in natuurgebied’. In veel gevallen zijn dit extensief beheerde graslanden of voormalige kweldergebieden (o.a. Lauwersmeer). Dit is een restklasse waarin delen van natuurgebieden vallen die niet of spaarzaam begroeid zijn.



WL | Delft Hydraulics

Rotterdamseweg 185
postbus 177
2600 MH Delft
telefoon 015 285 85 85
telefax 015 285 85 82
e-mail info@wldelft.nl
internet www.wldelft.nl

Rotterdamseweg 185
p.o. box 177
2600 MH Delft
The Netherlands
telephone +31 15 285 85 85
telefax +31 15 285 85 82
e-mail info@wldelft.nl
internet www.wldelft.nl

