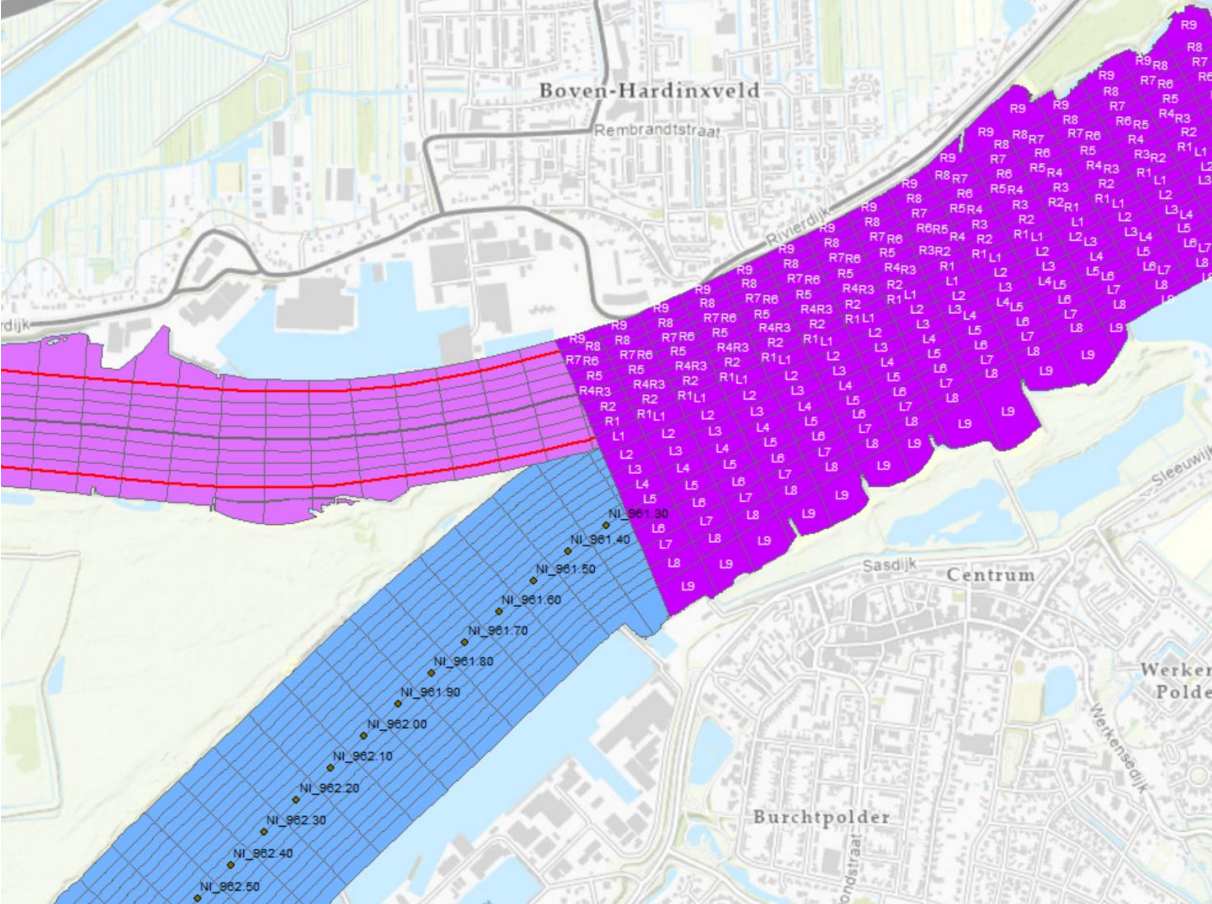


Vakkenbestanden voor bodemparameters RMM



17 september 2025

Opdrachtgever: Deltares

Colofon

Opdracht: Vakkenbestanden RMM
Opdrachtgever: Deltares
Opdrachtnemer: Anneke de Joode Rivierkundig Advies
Auteur: Anneke de Joode
Datum: 17 september 2025
Projectcode: A201
Status: definitief
Document: 20250917_Rapportage_vakkenbestanden_RMM_def

Inhoud

1	Inleiding.....	4
2	Gebiedsbeschrijving.....	5
3	Algemene uitgangspunten	6
4	Methodiek.....	10
4.1	Maken van individuele vakkenbestanden	10
4.2	Overgangsgebieden van individuele vakkenbestanden.....	17
5	Keuzes per riviertak.....	18
6	Conclusies en aanbevelingen.....	24
7	Referenties	25
	Bijlagen:	26
	Bijlage 1: Rooster definitie.....	27
	Bijlage 2: Verslag startoverleg.....	29

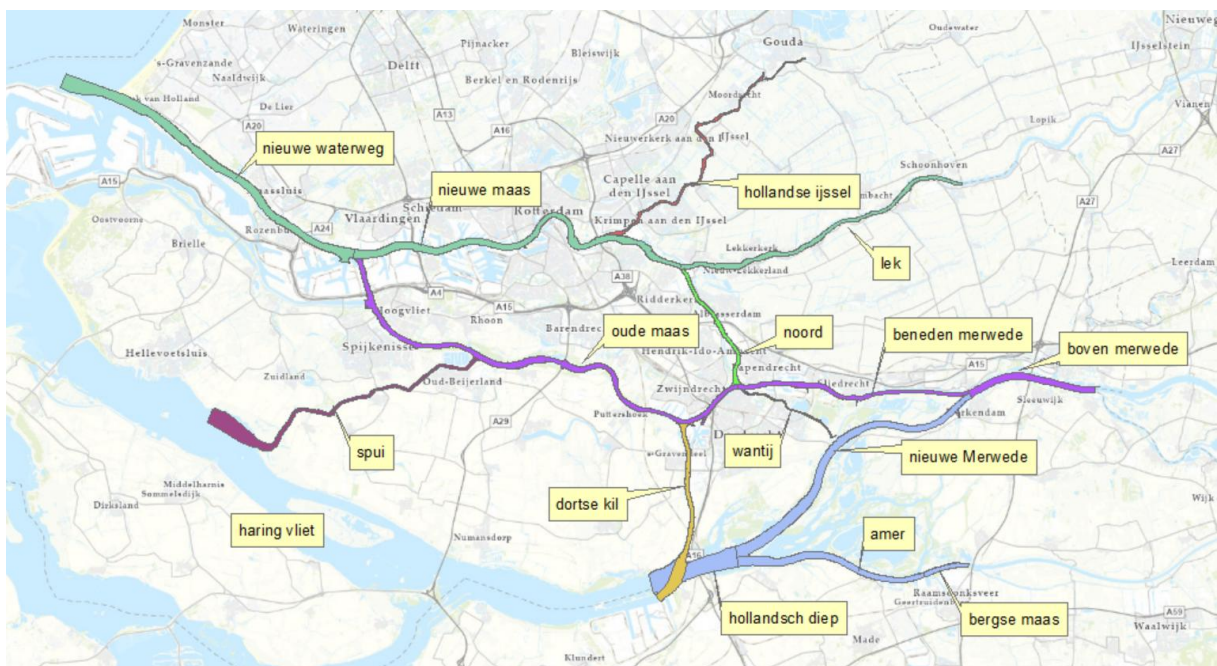
1 Inleiding

Voor de kalibratie van modellen voor de morfodynamiek van de Rijn-Maasmonding (RMM) worden morfologische kentallen gebruikt. Ten behoeve van de nieuwe modellen voor ruimtelijke morfodynamiek is het nodig nieuwe bodemparameters met actuele data af te leiden.

Om dit te kunnen doen is een vakkenbestand van de RMM nodig. Een gebied dekkend raster waarmee, op basis van beschikbare peilingen over de jaren heen, statistische analyses kunnen worden uitgevoerd. Met behulp van deze statistische berekeningen en resulterende kentallen (bodemparameters) kan iets gezegd worden over de morfologische veranderingen in ruimte en tijd.

Het vakkenbestand is feitelijk niet één bestand, maar bestaat uit meerdere delen omdat de RMM uit meerdere takken bestaat. De cellen van de vakkenbestanden hebben geen vaste of standaard afmetingen, maar kunnen variëren afhankelijk van de vormgeving van het rivierbed en de te verwachte morfodynamiek en daarmee samenhangende bodemvormen binnen een riviertak. Zodoende wordt er per riviertak een apart vakkenbestand gemaakt wat kenmerkend is voor die riviertak.

Het voorliggende rapport betreft een beschrijving van de totstandkoming van de vakkenbestanden van de RMM welke gebruikt zullen worden om de bodemparameters te bepalen. Behalve de werkwijze is ook beschreven en onderbouwd welke keuzes hierbij zijn gemaakt om te komen tot de definitieve vakkenbestanden. Naast algemene uitgangspunten worden er ook per riviertak bijzonderheden besproken.



Figuur 1 Overzicht van de te analyseren riviertakken in het Rijn Maasmonding gebied.

2 Gebiedsbeschrijving

De Rijn-Maasmonding is het gebied waar de Rijn(takken) en de Maas uitmonden in de Noordzee. Het is een complex gebied van verschillende riviervertakkingen. In Figuur 1 zijn de verschillende vertakkingen weergegeven. Voor alle gekleurde takken wordt een nieuw vakkenbestand gemaakt.

Eerder zijn voor zowel de Maas (Meijer, 2020) als voor de Rijntakken (de Joode, 2022) al actuele vakkenbestanden gemaakt om morfologische kentallen te kunnen afleiden. De nieuwe vakkenbestanden voor de RMM sluiten hier op aan. Daarbij zal er een overlap zijn tussen de Rijntakken en de Maas met de aansluitende takken van de RMM. Aan benedenstroomse zijde komen de takken van de RMM uit in de Noordzee. Ook hier is een grens gekozen tot waar de vakkenbestanden lopen.

Van Noord naar zuid en van boven- naar benedenstrooms gaat het om de volgende takken:

- Hollandsche IJssel
- Lek, Nieuwe Maas en Nieuwe Waterweg
- Noord
- Boven Merwede, Beneden Merwede en Oude Maas
- Nieuwe Merwede
- (Wantij¹)
- Dortsche Kil
- Spui
- Bergse Maas, Amer, Hollandsch Diep, (Haringvliet¹)

Het vakkenbestand van de Lek begint bij rkm 970 (Schoonhoven). Het vakkenbestand van de Nieuwe Waterweg eindigt bij rkm 1035 bij de lichttorens Noorderhoofd en Zuiderhoofd. De Boven Merwede start bij rkm 953 (Gorinchem). De Bergse Maas begint bij rkm 248 en het Hollandsch Diep is alleen tot rkm 986, de haven van Moerdijk, meegenomen.

De grenzen tussen de riviertakken/vakkenbestanden van de RMM zijn gebaseerd op de rivierkilometers zoals deze zijn opgenomen in de hydraulische modellen.

Behalve voor de Nieuwe Maas en Nieuwe Waterweg die samen één vakkenbestand vormen, is er voor alle andere takken gekozen om een apart vakkenbestand te maken. Waarbij afhankelijk van de situatie boven- en/of benedenstrooms, al dan niet een overlap is met een andere tak. Dit speelt bijvoorbeeld bij splitsingspunten en confluentiepunten en soms ook waar verschillen plaats vinden in de dichtheid van het aantal cellen van de ene tak bij de overgang naar een andere tak.

In totaal gaat het om 13 vakkenbestanden.

¹ Er is uiteindelijk voor gekozen om voor het Wantij en het Haringvliet geen vakkenbestanden te maken omdat deze respectievelijk te smal en te breed zijn en er vrijwel geen metingen beschikbaar zijn, waardoor morfologische parameters niet goed bepaald kunnen worden.

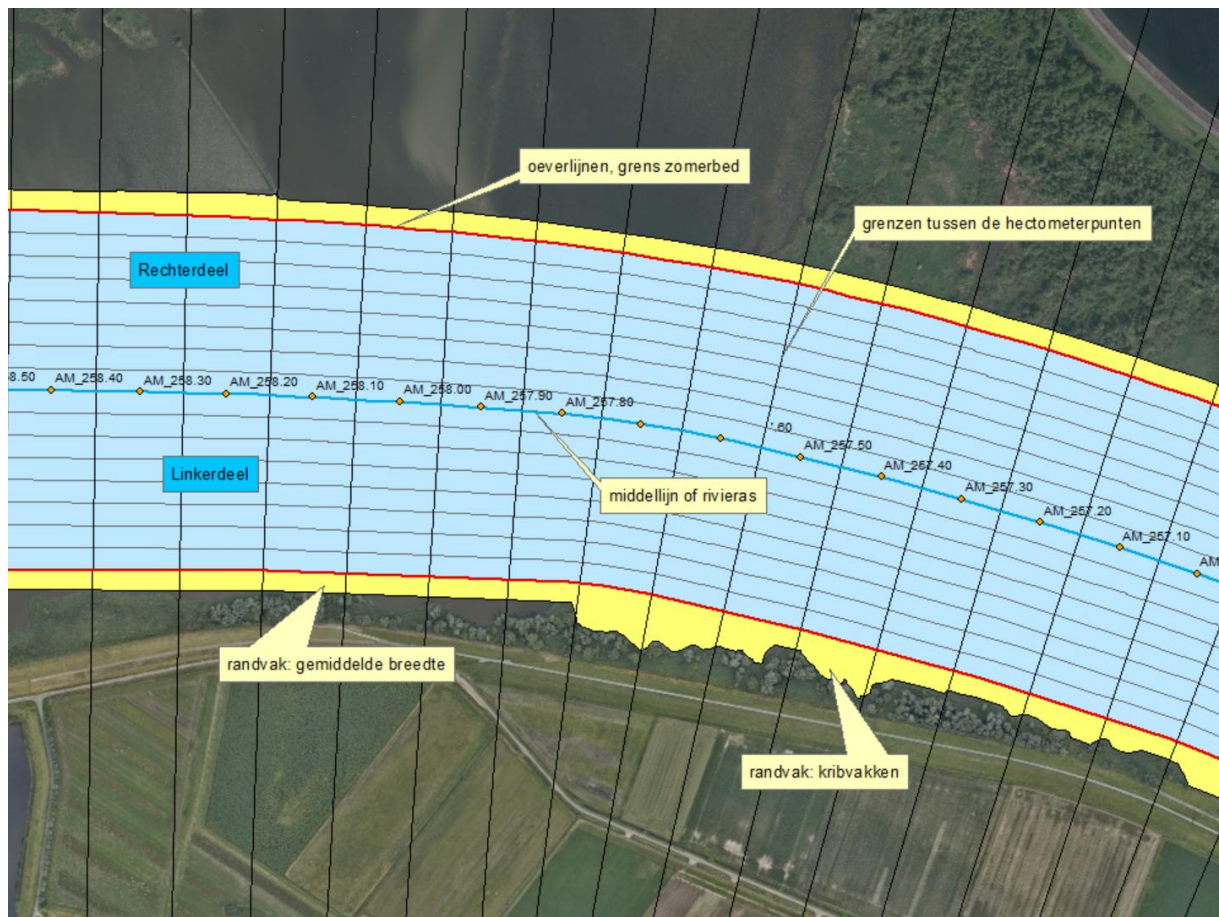
3 Algemene uitgangspunten

Zoals aangegeven hebben de vakken of cellen van de vakkenbestanden geen standaard afmetingen.

De vakkenbestanden zelf betreffen in principe het zomerbed en aan beide zijden een randzone met onder andere kribvakken.

In de breedte is het zomerbed opgedeeld in een linker- en rechterdeel door middel van een middellijn die beschouwd kan worden als rivieras. Beide zijden worden verdeeld in een zelfde aantal gelijke banen. Het aantal banen verschilt per riviertak (zie tabel 1 en bijlage 1). De randzones of randvakken links en rechts betreffen de kribvakken aangevuld met een zone die gemiddeld ongeveer even breed is als de andere banen van een riviertak (zie tabel 1). De banen worden in langsrichting opgedeeld in cellen van ongeveer 100 meter. De grenzen van deze cellen liggen precies tussen de hectometerpunten in.

In onderstaande figuur is een deel van het vakkenbestand van de Amer weergegeven en zijn de verschillende onderdelen zoals hierboven genoemd getoond.



Figuur 2 Voorbeeld van de onderdelen van het vakkenbestand van de Amer.

Algemene kenmerken vakkenbestand:

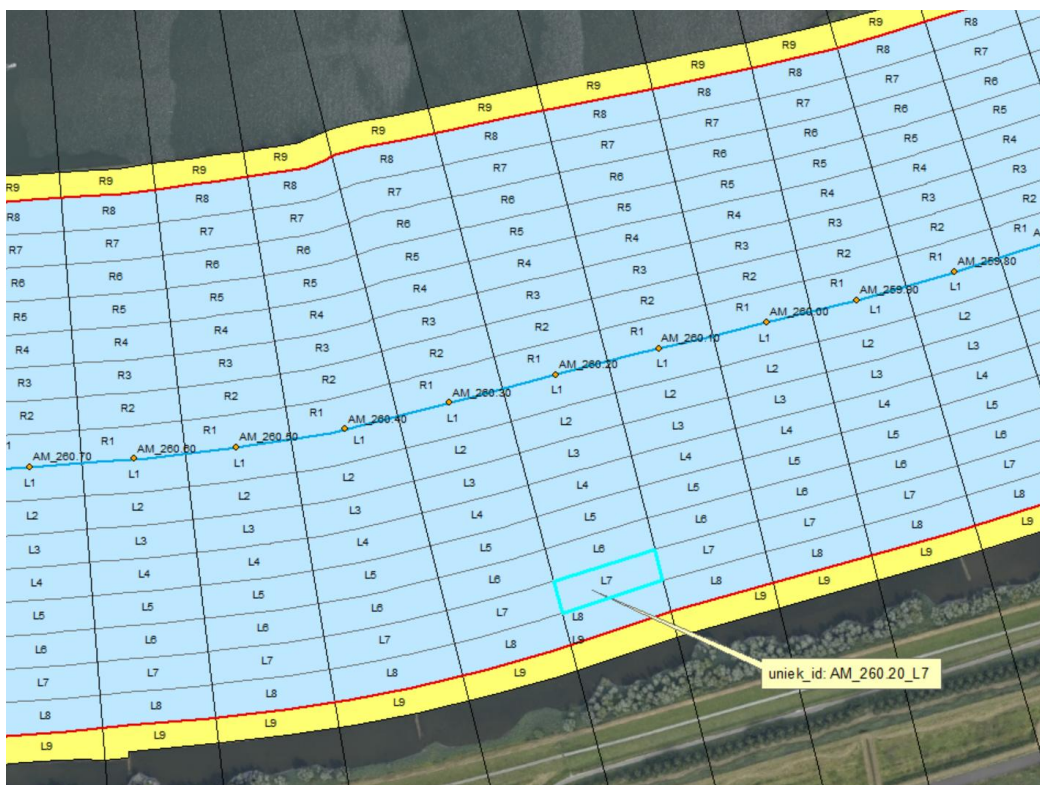
1. Zoals bij de gebiedsbeschrijving is aangegeven zijn de vakken aan boven- en benedenstroomse zijde begrensd door vooraf gedefinieerde rivierkilometers. De zijden van een vak worden begrensd door zogenaamde oeverlijnen. Deze zijn niet als zodanig beschikbaar in bijvoorbeeld de Baseline gebiedschematisatie van de RMM² en zijn dan ook geconstrueerd op basis van een aantal beschikbare bronbestanden. De gekozen lijnen zijn mede bepaald door rekening te houden met het verwachte het stromingsgedrag in het rivierbed en de daarbij relevante, te verwachten morfologische effecten.
2. De oeverlijnen zijn geconstrueerd op basis van roosterlijnen (uit D-HYDRO), bestaande normaal- of oeverlijnen en hoogtelijnen uit de Baseline schematisatie en gegevens uit de luchtfoto. Het uitgangspunt is dat de geconstrueerde oeverlijnen zo recht of vloeiend mogelijk lopen en zo min mogelijk (scherpe) hoeken of bochten bevatten en de rand van het dynamische rivierbed goed beschrijven. Met als doel geen grote vervormingen van cellen te krijgen.
3. Naast de oeverlijnen is er een rivieras nodig om de vakkenbestanden te kunnen maken. De rivieras die beschikbaar is in de Baseline schematisatie van de RMM loopt niet door het midden van de rivier. Ter vervanging is daarom een lijn gebruikt die in het midden tussen de 2 oeverlijnen van een riviertak ligt. Ook voor deze middellijn geldt dat deze zo recht en vloeiend mogelijk loopt. Als dat betekent dat daardoor het linker- en rechterdeel van het zomerbed niet meer exact even breed zijn, dan is dat niet erg.
4. De breedte van een individuele cel hangt af van de breedte van de riviertak (gebaseerd op de ligging van de geconstrueerde oeverlijnen) en het aantal gewenste cellen (zie bijlage 2). Door de gebruikte methodiek kon er gekozen worden tussen 4, 8, 16 of 32 cellen. Er is gekozen voor dat aantal wat het dichtst bij het gewenste aantal cellen van de betreffende riviertak lag (derde kolom van Tabel 1).

Riviertak	Code	Definitief aantal banen zomerbed	Gemiddelde breedte randvak (m)
Lek	LE	16	20
Nieuwe Maas	NM	16	40
Nieuwe Waterweg	NW	16	40
Boven-Merwede	BO	16	25
Beneden Merwede	BE	8	25
Oude Maas	OM	16	20
Hollandsche IJssel	HY	8	20
Noord	NO	8	30
Dordtsche Kil	DK	8	40
Spui	SP	8	25
Nieuwe Merwede	NI	16	30
Bergse Maas	BM	16	25
Amer	AM	16	25
Hollandsch Diep	HD	32	30

Tabel 1 Overzicht van de kenmerken van de verschillende riviertakken, onderverdeeld naar vakkenbestand.

² De Baseline-schematisatie bevat wel de grens tussen sectie 1 (zomerbed) en sectie 3 (winterbed) of 2 (kribvakken), maar deze lijn verloopt te grillig om te gebruiken voor het afleiden van vakkenbestanden.

5. Het aantal banen is gelijk verdeeld over het linker- als rechterdeel van het zomerbed. Het aantal banen is per riviertak in Tabel 1 gedefinieerd. Het genoemde getal is exclusief de randvakken. In geval van de Amer zijn er dus 8 banen links en 8 banen rechts. Hoewel het linker- en rechterdeel tussen de oeverlijnen niet altijd even breed is (als gevolg van uitgangspunt 3), zijn alle banen van het linkerdeel wel exact even breed, net als alle banen binnen het rechterdeel.
6. Naast de banen tussen de oeverlijnen van het zomerbed, heeft het vakkenbestand nog een randvak aan de landzijde van de oeverlijnen. Deze randvakken hebben een (gemiddelde) breedte die gelijk is aan de breedte van de banen op de betreffende riviertak (zie laatste kolom van Tabel 1), aangevuld met kribvakken en overige onregelmatigheden in de oever. Zie een voorbeeld in Figuur 2.
7. In lengterichting van de riviertak ligt de grens van een cel precies tussen 2 hectometerpunten in. Omdat de nautische hectometerpunten niet altijd precies op 100 meter afstand liggen zijn de cellen niet altijd exact 100 meter lang. Hoe deze '100m-grenzen' bepaald zijn wordt verder toegelicht in hoofdstuk 4.
8. In het geval van splitsingspunten is er een overlap van de ene tak naar de andere tak zodat alle metingen in het rivierbed altijd door in ieder geval 1 van de vakkenbestanden meegenomen worden in de analyses.
9. Elke cel heeft een unieke code. De vaknummering telt op vanaf de middellijn en krijgt aan de linkerkant van de rivieras een L mee en aan de rechterkant van de rivieras een R. Daarnaast wordt het unieke ID aangevuld met de code van de riviertak en de hectometer. Bijvoorbeeld: AM_260.20_L7 (7^{de} cel aan de linkerkant van de middellijn op de Amer ter plekke van hectometer 260.20, Figuur 3).



Figuur 3 Voorbeeld samenstelling uniek-id van een cel op de Amer.

Gebruikte software voor het samenstellen van het vakkenbestand:

- ArcMap 10.4
- XTools Pro 21.1 (extensie voor ArcMap)

Gebruikte bronbestanden:

- Baseline-maatregel: rm_uitpun_100m_a1. Bevat de hectometerpunten die niet standaard in de Baseline schematisatie zitten
- Baseline schematisatie: baseline-rmm_vzm-beno19_6-v1:
 - o T.b.v. het construeren van oeverlijnen: section_polygons, terrain_edge_3d_lines, terrain_jump_3d_routes, elevated_line_routes en elevation_model_terrain
 - o T.b.v. de randvakken: section_polygons (section 1 en 2)
- Curvilineaire grids (Anke Becker, Deltares)³:
 - o rmm_alleen_BeMa_Amer_net.grd
 - o rmm_alleen_BoMe_BeMe_net.grd
 - o rmm_alleen_HoIIJssel_net.grd
 - o rmm_alleen_Lek_net.grd
 - o rmm_alleen_NiMe_net.grd
 - o rmm_alleen_Noord_DoKi_net.grd
 - o rmm_alleen_NW_NM_small_v03.grd
 - o rmm_alleen_OuMa_net.grd
 - o rmm_alleen_Spui_net.grd
- Luchtfoto: ortho luchtfoto van 2024 met een resolutie van 8 cm.

³ Deze zijn uitsneden van het rooster uit de Baseline-schematisatie rmm-j24_6-v1a, die alleen de curvilineaire delen van het zomerbed bevatten. Dit was nodig omdat de roosters voor praktische redenen vertaald moesten worden naar het formaat van een structureel rooster (zoals gebruikt door WAQUA en Delft3D 4).

4 Methodiek

In dit hoofdstuk wordt de werkwijze beschreven die is toegepast om te komen tot de definitieve vakkenbestanden voor de Rijn-Maasmonding. Ook worden gemaakte keuzes toegelicht. Uitzonderingen hierop worden in hoofdstuk 5 per tak beschreven.

4.1 Maken van individuele vakkenbestanden

A. Construeren van de oeverlijnen en de middellijn

Voor de Maas en de Rijntakken zijn de grenzen van de vakkenbestanden gedefinieerd door de normaallijnen uit de Baseline schematisatie. Voor de RMM zijn er geen standaard normaallijnen beschikbaar en zodoende zijn de oeverlijnen geconstrueerd op basis van beschikbare data. Dit betreft:

- De roosterlijnen beschikbaar in het D-HYDRO model van de RMM (rmm_vzm-j24_6-v1a). Waarbij een bestaande roosterlijn gebruikt kan worden of bijvoorbeeld een kopie die een paar meter parallel op een logische plek van de oeverlijn ligt.
- De rand van sectie 1 (zomerbed) van het Baseline bestand section_polygons.
- Bestaande hoogtelijnen in de Baseline schematisatie (terrain_edge_3d_lines, terrain_jump_3d_routes, elevated_line_routes) die de ligging van een oeverlijn goed weergeven.

Per riviertak is gekeken welke bronbestanden het beste bruikbaar zijn om goede oeverlijnen te construeren. In veel gevallen bleek een combinatie van bronbestanden het beste te werken. Hierbij zijn de volgende uitgangspunten afgesproken (bijlage 2):

1. In geval van kribben lopen de oeverlijnen (ongeveer) over de kribkoppen.
2. De oeverlijnen moeten zo geleidelijk/vloeiend mogelijk lopen om onregelmatige vervormingen van individuele cellen te voorkomen.
3. Wanneer er, voor het zo vloeiend mogelijk laten verlopen van de normaallijnen, een stukje 'land' in een cel terecht komt is dat niet erg.
4. Er moet zoveel mogelijk data uit de peilingen vallen binnen de oeverlijnen.

Rekening houdend met bovenstaande punten zijn oeverlijnen geconstrueerd. Omdat de oevers van de RMM nogal onregelmatige vormen hebben en sommige takken ook veel bochten bevatten, was het niet overal mogelijk om mooie strakke oeverlijnen te maken. Het gevolg was dat de middellijn die exact tussen 2 oeverlijnen lag, soms ook wat vervormingen vertoonde. Vervormingen op bijvoorbeeld de linkeroever konden daardoor sterk doorwerken in cellen in het rechterdeel van de rivier.

Om dit te voorkomen is de volgende werkwijze gehanteerd:

Stap 1: Construeren van oeverlijnen die zo geleidelijk en vloeiend mogelijk verlopen, zonder de karakteristieken van onregelmatige oevers en bochten volledig te negeren.

Stap 2: Op basis van deze oeverlijnen een middellijn maken (functie in XTools Pro). Deze middellijn vervolgens waar nodig wat rechter trekken om de ergste vervormingen er uit te halen.

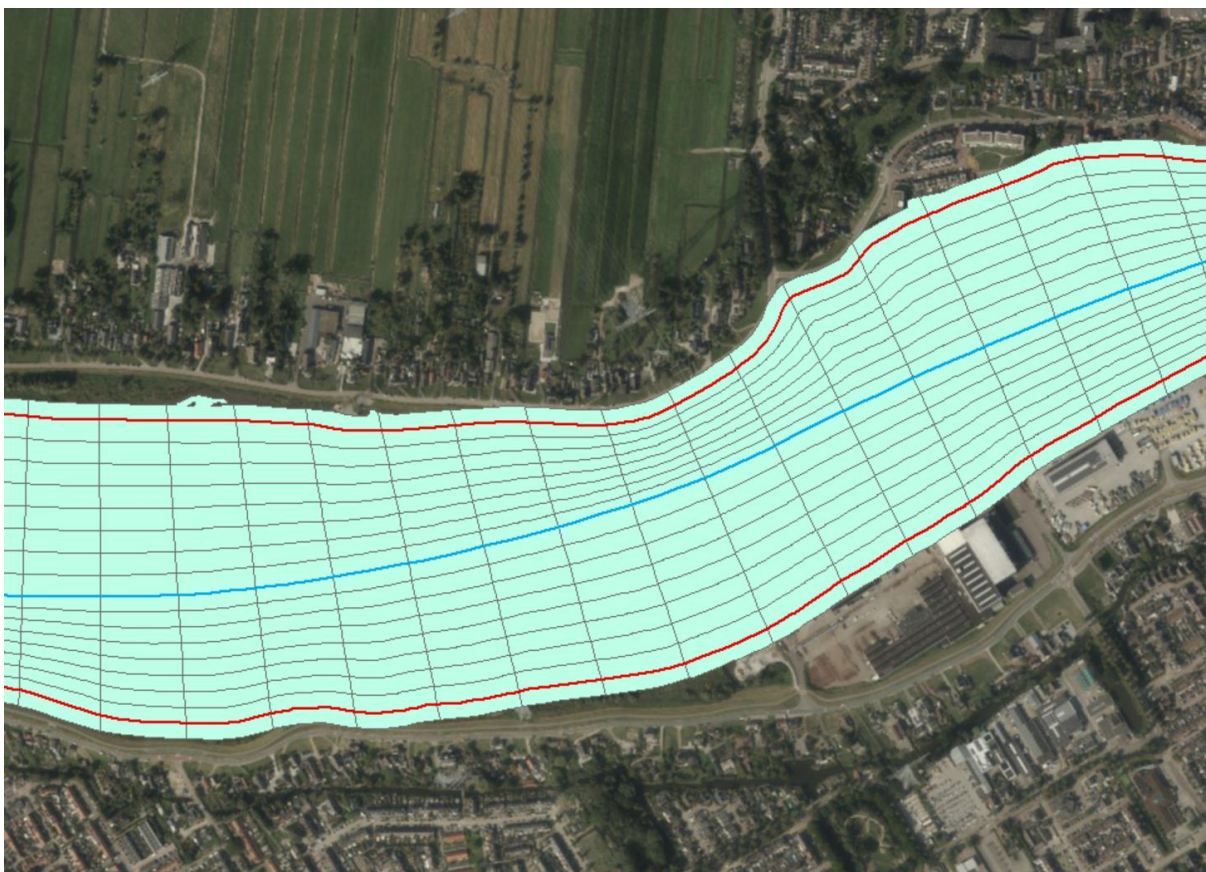
Stap 3: De oeverlijnen uit Stap 1 waar nodig nog wat verder detailleren, met name met als doel om zoveel mogelijk meetdata te kunnen mee nemen in de analyses.

Stap 4: Eventueel aanpassen van de boven- of benedenstroomse ligging van de middellijn om ook daar logische cellen te kunnen maken. Daar waar takken aansluiten op andere takken is vaak sprake van een verbreding van de rivier om zoveel mogelijk meetdata op te kunnen nemen. Op deze locaties ontstaat een soort van 'trompet'-vorm. Om ervoor te zorgen dat de individuele eindcellen geen hele vreemde vormen en hoeken kregen en allemaal ongeveer even lang werden, was het in sommige gevallen nodig om de middellijn anders te leggen en niet precies in het midden, dusdanig dat de middellijn loodrecht op de benedengrens van een vakkenbestand aansloot. Een voorbeeld is gegeven in onderstaande figuur. Door de middellijn (paarse lijn door de blauwe hm-punten) iets te verleggen naar de groene lijn, zullen ook op het uiteinde van het vakkenbestand recht afgesneden cellen ontstaan. Dit soort aanpassingen zijn achteraf, handmatig gedaan en zorgen lokaal voor een verschil in cel-breedte tussen het linkerdeel en het rechterdeel.



Figuur 4 Voorbeeld van een 'trompet'-vorm en een logische ligging van de middellijn voor het creëren van mooie cellen.

Figuur 5 geeft een voorbeeld van de Lek waarbij ervoor gekozen is om de middellijn of rivieras niet precies in het midden van de 2 oeverlijnen te leggen om te voorkomen dat vervormingen van de ene oever doorwerken in cellen van de andere oever. Het gevolg is dat op dit soort plekken de breedte van het linkerdeel niet gelijk is aan de breedte van het rechterdeel. Cellen links hebben dus een andere afmeting dan cellen rechts van de middellijn. Wel is het aantal cellen links en rechts gelijk (in dit voorbeeld, 8 cellen links en 8 cellen rechts). Ook zijn de cellen op een bepaalde locatie in het linkerdeel allemaal exact even breed en dat geldt ook voor de cellen in het rechterdeel.



Figuur 5 Voorbeeld van de Lek waarbij de middellijn of rivieras (blauwe lijn) niet precies in het midden van de oeverlijnen (rood) loopt om te voorkomen dat vervormingen van de ene oever sterk doorwerken op cellen van de andere oever.

De definitieve oeverlijnen en middellijn zijn in de vervolgstappen als basisbestanden gebruikt om de uiteindelijke vakkenbestanden te kunnen maken.

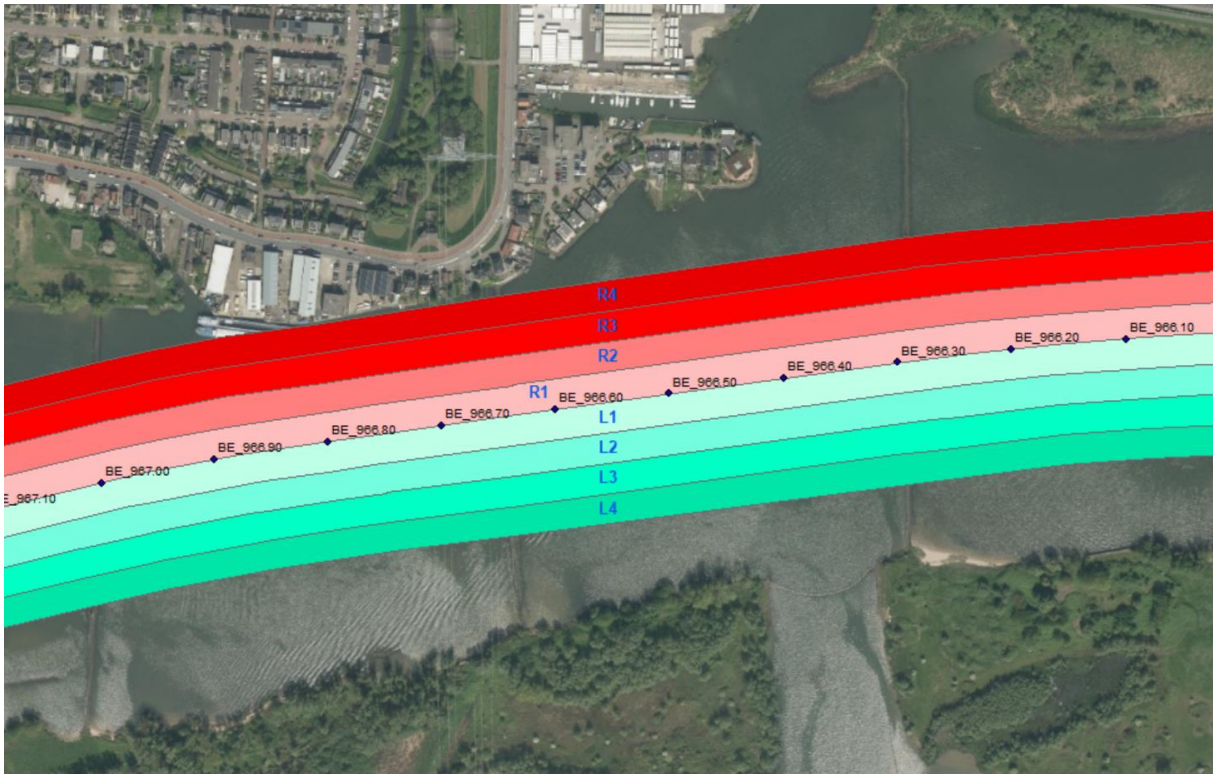
B. Maken van banen

Door de oeverlijnen uit A aan boven en benedenstroomse zijde te verbinden ontstaat een vak wat de contour van het vakkenbestand (zonder randzone) weergeeft. De in stap A geconstrueerde middellijn deelt dit vak in een linker- en een rechterdeel.

Dit linker- en rechterdeel is vervolgens weer verdeeld in het gewenste aantal banen.

Met behulp van de functies in XTools Pro, 'Center lines' en 'split polygons', zijn de banen gemaakt. Hierbij is stap voor stap zowel voor het linker- als het rechterdeel eerst een middellijn bepaald (met 'Center lines') en met de resulterende middellijn het vak gesplitst ('Split polygons'). Dit is net zo vaak toegepast tot het aantal gewenste banen was bereikt.

Hierdoor ontstaat een zomerbed wat verdeeld is in bijvoorbeeld 8 banen: zones L1 t/m L4 en R1 t/m R4 (zie Figuur 6), waarbij de banen (links en rechts) optellen vanuit de rivieras richting de oeverlijn.



Figuur 6 Banen L1 t/m L4 en R1 t/m R4 op de Beneden Merwede

C. Maken van randvakken

Aan landzijde van de oeverlijnen is een randvak toegevoegd aan zowel de rechter- als de linkerzijde. Dit randvak bestaat uit een baan wat ongeveer⁴ even breed is als de andere banen binnen een riviertak. In Tabel 1 zijn voor elke riviertak de gedefinieerde standaard breedtes opgenomen.

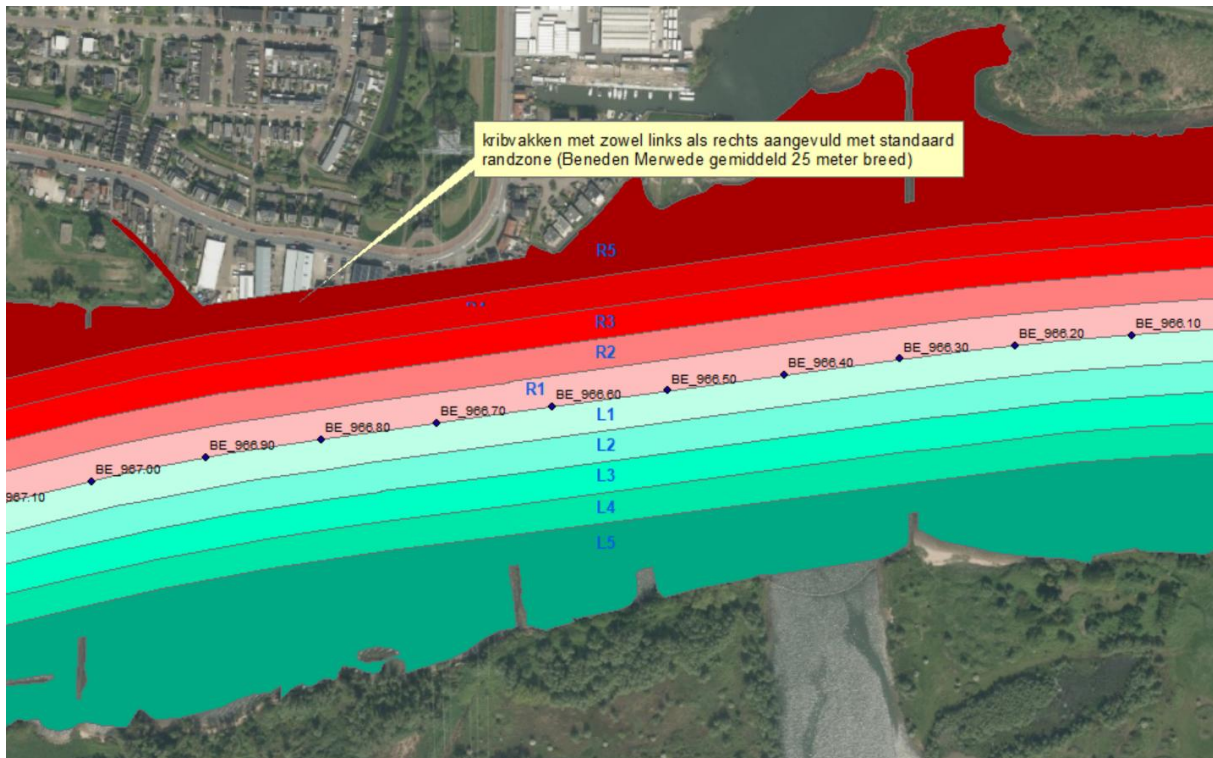
Behalve een baan met standaardbreedte zijn aan deze randvakken de kribvakken toegevoegd (zie Figuur 7). De volgende keuzes zijn gemaakt (zie bijlage 2):

- Randvakken krijgen een vaste breedte (gelijk aan de gemiddelde breedte van de banen van de corresponderende riviertak)
- Aan de randvakken zijn (resterende stukken van) sectie 1 en 2 opgenomen uit de Baseline schematisatie. Dit betreft met name kribvakken.
- Ter plekke van havens is de vaste breedte aangehouden (havens zijn niet opgenomen in de randvakken).

Op deze manier is er op elke locatie langs de rivier een gelijk aantal banen/cellen inclusief de cellen van de randvakken.

Het randvak links en rechts is vervolgens toegevoegd aan het bestand met banen tussen de oeverlijnen. Dit totale bestand is daarna onderverdeeld in cellen.

⁴ Ongeveer, omdat de vakken niet overal even breed zijn in de langsrichting van een riviertak. Er is per riviertak een representatieve (gemiddelde of meest voorkomende) breedte gekozen voor het randvak.



Figuur 7 Totaal bestand met alle banen en randvak

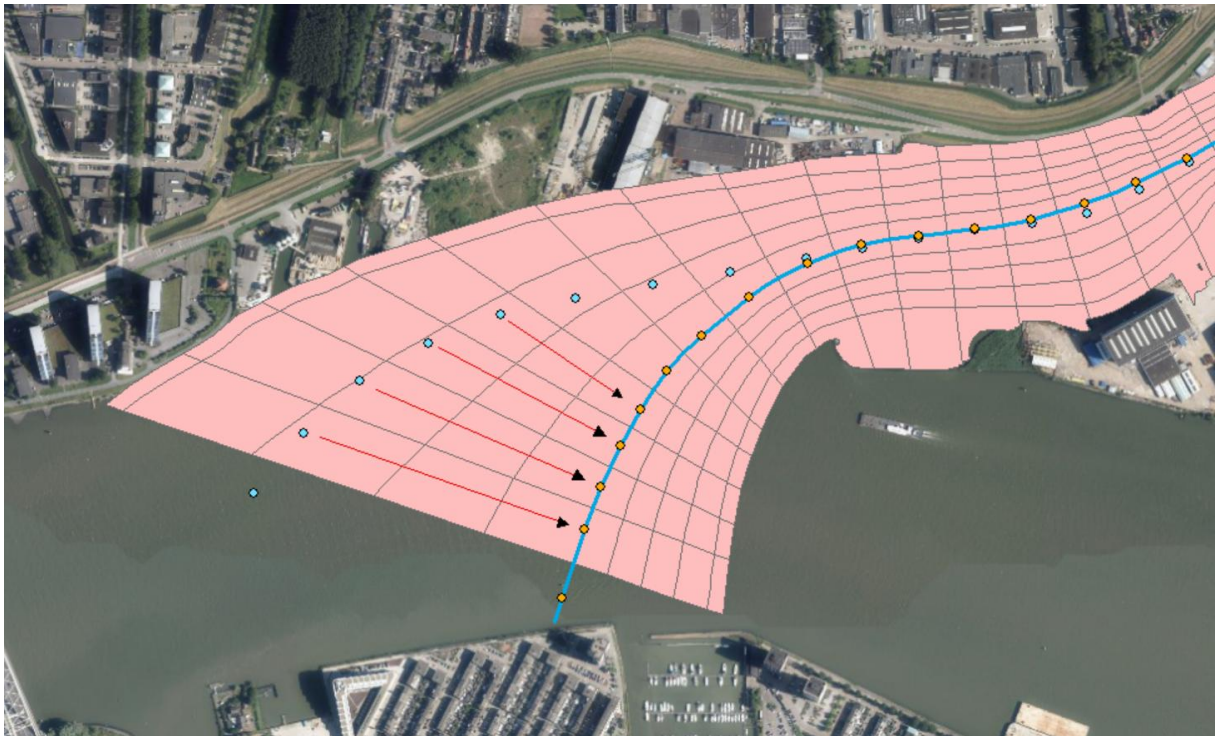
D. Maken van definitieve vakkenbestanden m.b.v. Thiessenpolygonen

Om de uiteindelijke vakkenbestanden te maken worden de banen en randvakken in lengterichting opgedeeld in delen van 100m. De grenzen tussen de vakken liggen precies tussen 2 hectometerpunten in.

Omdat er in de Baseline schematisatie van de RMM geen geschikte rivierassen zijn opgenomen en ook de hectometerpunten niet altijd aanwezig zijn, was het nodig eerst nog een goed hectometerbestand te maken. Hiervoor is gebruik gemaakt van de hectometer bestanden in de Baseline schematisaties van Rijntakken, Maas en RMM (DK, BO, LE, HY en SP). De nog ontbrekende hectometers van de RMM zijn opgenomen in de Baseline-maatregel `rm_uitpun_100m_a1`.

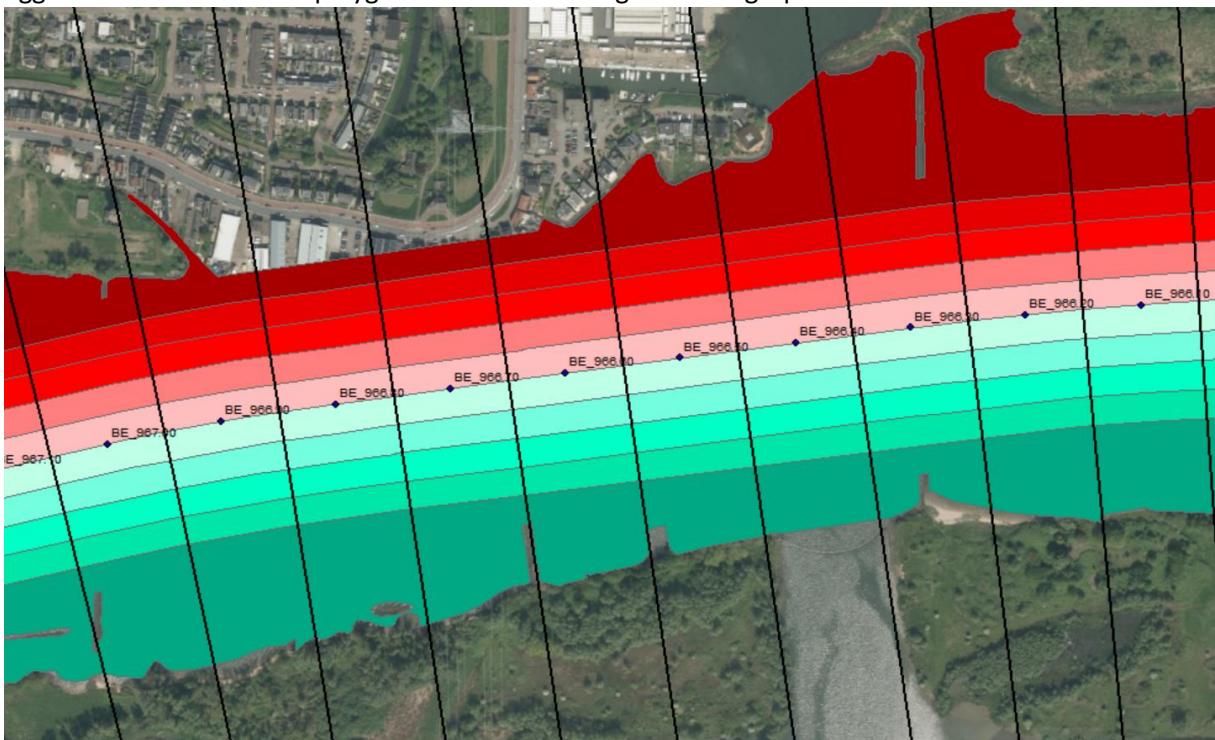
Per vakkenbestand is vervolgens een selectie gemaakt van de hectometerpunten die liggen binnen het betreffende vakkenbestand. Omdat deze in de meeste gevallen niet op de geconstrueerde middellijn (rivieras) lagen, is eerst een projectie gemaakt van de hectometerpunten op de middellijn. Dit is gedaan met behulp van de `near`-functie (ArcMap). Daarbij zijn de originele hectometerpunten op de kortste afstand tot de lijn geprojecteerd (zie pijlen in Figuur 8). Het gevolg is wel dat op plekken waar de hectometer-punten veel afwijken van de as (zoals in de trompetten aan het begin en uiteinde van een riviertak) de afstanden tussen de (geprojecteerde) hectometerpunten korter worden en daarmee dus ook de uiteindelijke vaklengte. Overigens geldt ook voor de originele hectometerpunten, zoals eerder al is aangegeven, dat de afstand tussen opeenvolgende punten lang niet altijd exact 100m is. Dit kan gerust een aantal meter afwijken.

Op sommige trajecten, zoals bijvoorbeeld op de Hollandse IJssel (Figuur 8) is door het flink aanpassen van de middellijn de lengte tussen de hectometer-punten en daarmee ook de lengte van de vakken duidelijk korter geworden, tot ongeveer 70m.



Figuur 8 Projectie van originele hectometerpunten (blauw) op de Hollandsche IJssel naar hectometerpunten op de nieuwe middellijn (oranje)

Met deze aangepaste hectometerpunten zijn met behulp van de tool ‘Thiessen polygon’ in XTools Pro polygonen gemaakt, waarvan de grenzen steeds precies tussen twee hectometerpunten in liggen. Met deze Thiessenpolygonen kunnen de lengtevakken gesplitst worden in hectometervakken.



Figuur 9 Thiessenpolygonen o.b.v. hectometerpunten geprojecteerd over de banen en randvakken

Na het splitsen van de banen (zone L1 t/m Lx en R1 t/m Rx) met de Thiessen polygonen (m.b.v. de ArcMap functie 'Intersect') ontstaat voor elke riviertak een totaal bestand: vakken_RMM_xx.shp⁵. Waarbij xx staat voor de betreffende riviertak.

Aan het begin en eind van de vakkenbestanden is gekozen om geen kleine vakjes over te houden, maar vakken die qua orde grootte redelijk vergelijkbaar zijn met aangrenzende vakken, dus orde 100m lang. Daardoor heeft elk vakkenbestand over de hele breedte steeds hetzelfde aantal vakken (dus niet bijvoorbeeld links meer dan rechts).

E. Codering cellen met een uniek ID

Voor het bepalen van de morfologische kentallen worden op basis van beschikbare peilingen met deze definitieve vakkenbestanden statistische analyses uitgevoerd. Daarvoor is het handig dat elke cel een unieke code heeft. In deze code is ook de afkorting van de riviertak opgenomen. Mocht het voor analyses handig zijn vakkenbestanden te combineren tot een groter vakkenbestand dan heeft ook binnen dit samengestelde vakkenbestand elke cel een unieke code.

De unieke code is als volgt opgebouwd⁶: [Riviertak]_[hm-nummer]_[Locatie].

Bijvoorbeeld: AM_260.20_L7 (7^{de} vak aan de linkerkant van de rivieras op de Amer ter plekke van rkm 260.20).

Behalve de unieke code zijn in de attribuuttabel van de shapefile per cel nog een aantal andere kenmerken opgenomen. Dit betreft de locatie (code baan), het hm-nummer, de riviertak, de oppervlakte van een cel en de x en y coördinaat van het middelpunt van een cel (zie Figuur 10).

FID	Shape *	locatie	hm nummer	riviertak	uniek id	oppervlak	CENTROID X	CENTROID Y
0	Polygon	L4	BE 960.20	BE	BE_960.20_L4	2728,65	121190,579539	426004,030101
1	Polygon	L4	BE 960.30	BE	BE_960.30_L4	2648,59	121100,564071	425962,351653
2	Polygon	L4	BE 960.40	BE	BE_960.40_L4	2563,86	121009,988826	425921,487627
3	Polygon	L4	BE 960.50	BE	BE_960.50_L4	2480,95	120919,214632	425880,857096
4	Polygon	L4	BE 960.60	BE	BE_960.60_L4	2399,87	120828,219938	425840,150445
5	Polygon	L4	BE 960.70	BE	BE_960.70_L4	2344,47	120736,990019	425799,435623
6	Polygon	L4	BE 960.80	BE	BE_960.80_L4	2296,75	120645,647306	425758,837699
7	Polygon	L4	BE 960.90	BE	BE_960.90_L4	2289,63	120554,221947	425718,238944
8	Polygon	L4	BE 961.00	BE	BE_961.00_L4	2249,87	120463,005793	425677,836504
9	Polygon	L4	BE 961.10	BE	BE_961.10_L4	2306,81	120371,552141	425636,907384
10	Polygon	L4	BE 961.20	BE	BE_961.20_L4	2589,47	120277,622973	425595,508412
11	Polygon	L4	BE 961.30	BE	BE_961.30_L4	2548,23	120181,194289	425563,49314
12	Polygon	L4	BE 961.40	BE	BE_961.40_L4	2511,72	120083,057809	425540,728173
13	Polygon	L4	BE 961.50	BE	BE_961.50_L4	2464,84	119984,092196	425521,058831
14	Polygon	L4	BE 961.60	BE	BE_961.60_L4	2461,18	119884,623122	425504,883055
15	Polygon	L4	BE 961.70	BE	BE_961.70_L4	2432,45	119785,070216	425491,276485
16	Polygon	L4	BE 961.80	BE	BE_961.80_L4	2626,97	119683,676739	425478,547638

Figuur 10 Voorbeeld van de attribuut tabel van het totale vakkenbestand vakken_RMM_xx. Shp (xx staat voor de afkorting van de betreffende tak)

⁵ Alle tussenbestanden en definitieve bestanden zijn meegeleverd bij de definitieve oplevering van dit project. Verwijzingen naar andere bestanden zijn ook te vinden in deze oplevering.

⁶ Formule voor samenstellen uniek-id in attribuuttabel obv andere attributen in arc map: ([hm_nummer]&"_"&[locatie])

4.2 Overgangsgebieden van individuele vakkenbestanden

Doordat de Rijn-Maasmonding uit zoveel vertakkingen bestaat is het vrijwel onmogelijk om banen en cellen van de ene tak exact aan te laten sluiten bij een aansluitende tak.

Toch is geprobeerd, daar waar dat kon, banen zoveel mogelijk in de lengterichting door te laten lopen van de ene tak naar de andere tak. Een voorbeeld hiervan is het splitsingspunt van Boven Merwede naar Beneden en Nieuwe Merwede (zie Figuur 12). Ondanks dat er een verschil in cel-dichtheid (aantal banen) is, lopen vakken/banen toch door. Dat de banen doorlopen betekent niet automatisch dat overlappende cellen exact gelijk zijn.

Bij vakkenbestanden die recht op elkaar aansluiten, zoals bij de Nieuwe Maas naar de Nieuwe Waterweg en de Bergse Maas naar de Amer, sluiten banen en cellen exact op elkaar aan. Hier lopen de oeverlijnen en middellijnen door waardoor bij een gelijk aantal banen de cellen precies op elkaar kunnen aansluiten.

De banen van vakken die dwars aansluiten op een andere tak lopen in geen geval door. Wel is er gezorgd voor voldoende overlap zodat peildata altijd volledig in minstens een van de twee vakken geanalyseerd kan worden. Dit geldt ook voor kruispunten zoals Dortse Kil en Hollands diep en het kruispunt Beneden Merwede, Oude Maas en Noord. Op deze plekken is gezorgd dat het volledige kruispunt gedekt is en peildata altijd in een van de takken geanalyseerd kunnen worden.

In hoofdstuk 5 wordt verder ingegaan op de keuzes per vakkenbestand ook wat betreft de overgangsgebieden.

5 Keuzes per riviertak

Bijzonderheden Lek:

- Voor de Lek zijn voor de oeverlijnen als basis de normaallijnen uit de Baseline schematisatie van de Rijntakken gebruikt. Omdat deze normaallijnen hier en daar nog wel wat scherpe hoeken en onregelmatigheden vertoonden, zijn op enkele plekken de geconstrueerde oeverlijnen wat rechter getrokken. De rivieras is ongewijzigd overgenomen als middellijn. Alleen op het meest benedenstroomse deel na. Hier is de rivieras aangepast/verlengd op basis van extra hectometerpunten.
- De hectometerpunten zijn niet verplaatst omdat de hectometerpunten al op de originele rivieras lagen die gebruikt is als basis voor de vakkenbestanden.

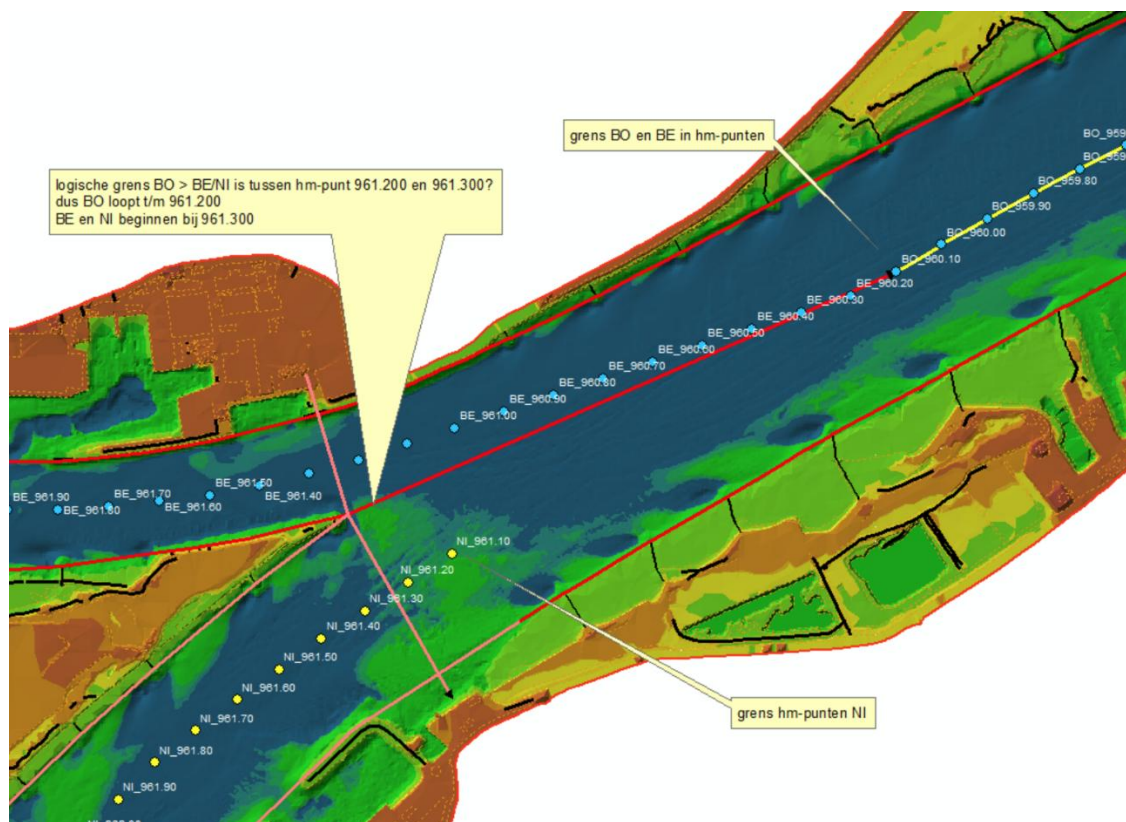
Bijzonderheden Nieuwe Maas en Nieuwe Waterweg:

- In de basis is gebruik gemaakt van de beschikbare roosterlijnen, al dan niet parallel verplaatst om op een logischer ligging van de uiteindelijke oeverlijn te komen. Bij verschillende gestrekte oevers is er voor gekozen om de oeverlijn (terrain_edge_3d_lines) uit Baseline te volgen (i.p.v. de roosterlijn) omdat die ook mooi geleidelijk verlopen en de juiste ligging weergeven. Op basis van deze lijnen is m.b.v. XTools een middellijn afgeleid. Deze is op enkele plekken wat rechter gemaakt. Deze aangepaste middellijn dient als basisbestand voor het definitieve vakkenbestand.
- De oeverlijnen zijn vervolgens verder aangepast met als doel om nog meer bodemdata met de vakken te kunnen analyseren. Daarbij is gestreefd de oeverlijnen zo geleidelijk mogelijk te laten verlopen.
- Op plekken waar sprake is van een smalle, steile oever is het uitgangspunt geweest dat de oever hier waarschijnlijk beschermd is en daardoor niet mobiel en dus voor de morfologische analyses minder relevant. Zodoende is er op dit soort locaties voor gekozen om de oeverlijn wat rechter te trekken
- Langs de Nieuwe Waterweg liggen ter hoogte van rkm 1024 een aantal onderwaterkribben. Door de diepere ligging treden hier nog morfologische effecten op. Daarnaast zijn er op deze locaties ook peildata beschikbaar. Om die reden worden deze kribben, in tegenstelling tot kribben op andere takken, wel onderdeel van het basis vakkenbestand en komen ze tussen de oeverlijnen te liggen (en niet in het randvak).
- Ter hoogte van rkm 1016 ligt de Blankenburgtunnel. De luchtfoto toont de bouwtoestand van deze tunnel. Omdat de nieuwe toestand nog niet beschikbaar is bij RWS-WNZ en de peildata tot nu toe van de oude situatie zijn, is de oeverlijn hier gebaseerd op de oude toestand.
- Aan bovenstroomse zijde is de middellijn van de Nieuwe Maas iets aangepast zodat deze mooi aansluit op de rivieras van de Lek.

Bijzonderheden Boven Merwede, Beneden Merwede en Nieuwe Merwede:

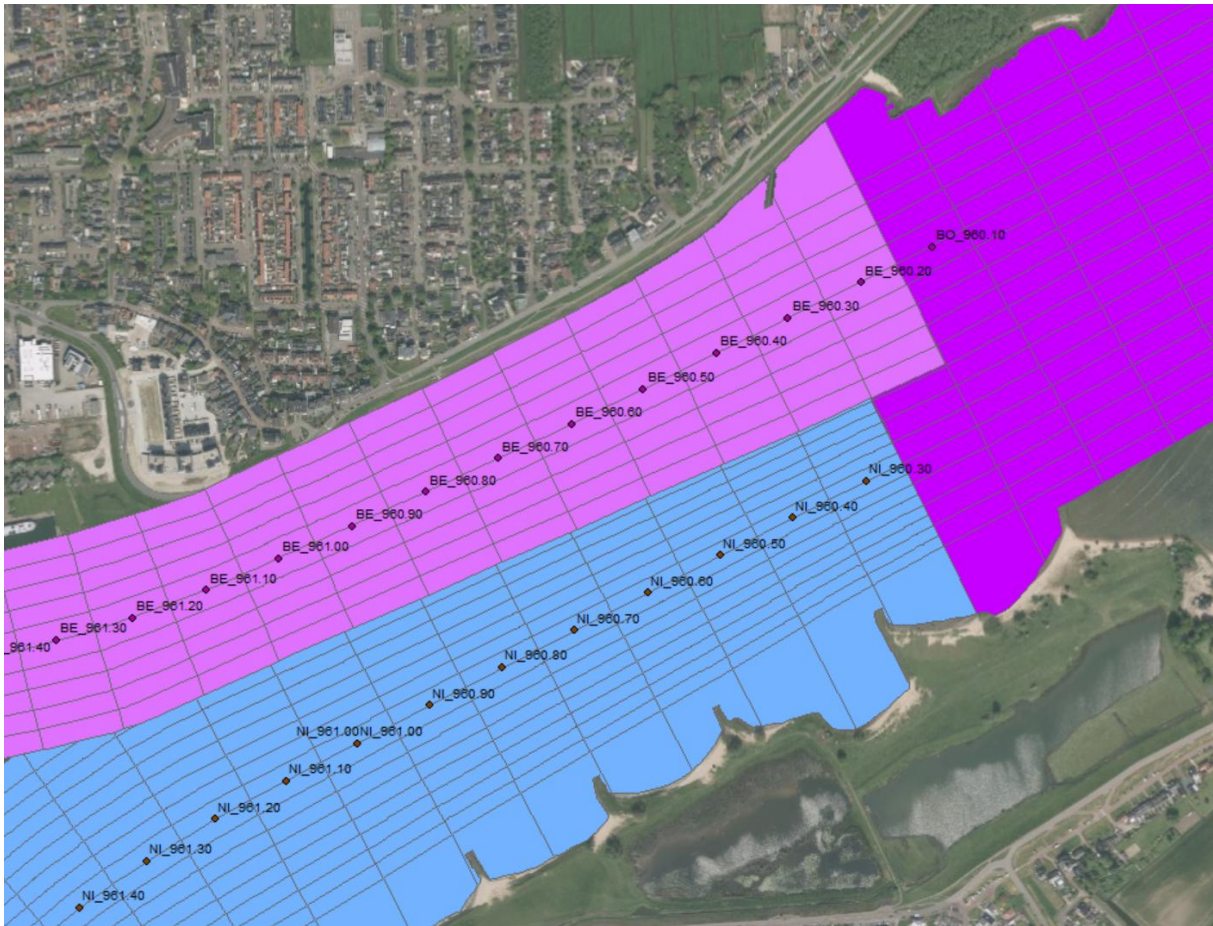
- De oeverlijnen van de Boven Merwede zijn gebaseerd op het vakkenbestand van de Rijntakken. Hier en daar zijn de lijnen wat vereenvoudigd om rechtere lijnen te krijgen.
- Voor de Beneden Merwede en de Nieuwe Merwede zijn de oeverlijnen gebaseerd op de oeverlijnen (terrain_edge_3d_lines) en kribkoppen (elevated_line_routes) uit Baseline omdat de roosterlijnen niet goed bruikbaar waren.

- Op het splitsingspunt van Boven Merwede naar Beneden en Nieuwe Merwede is op basis van de geometrie de benedengrens van de Boven Merwede precies op het splitsingspunt gelegd (Figuur 11).



Figuur 11 Beneden grens vakkenbestand Boven Merwede gekozen op het geometrische splitsingspunt

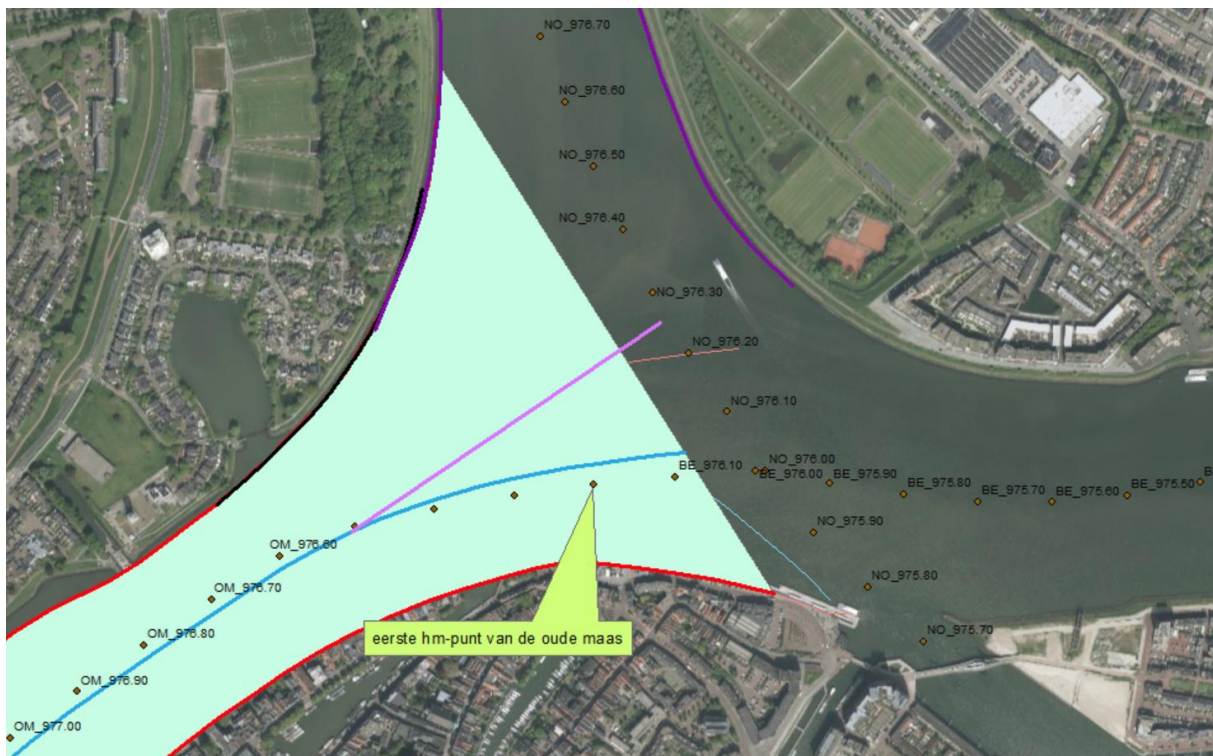
- De vakkenbestanden van de Beneden Merwede en Nieuwe Merwede overlappen aan bovenstroomse zijde ongeveer 1 km met de Boven Merwede. Voor de Beneden Merwede loopt de bovengrens door tot hectometer 960.20. De Nieuwe Merwede begint vanaf hectometer 960.30. Zie Figuur 12
- Op het splitsingspunt van de Merwedens moest, vanwege de overgang van Boven naar Nieuwe en Beneden Merwede, een keuze gemaakt worden welke tak-code te gebruiken bij welk hectometerpunt. Op de Nieuwe Merwede hebben alle hectometernummers de codering NI gekregen. Dit geldt ook voor de hectometernummers van de Beneden Merwede, die hebben de codering BE. Voor de Boven Merwede geldt dat de codering vanaf hectometernummer 960.20 over gaat naar NI, bovenstrooms hiervan is het BO.



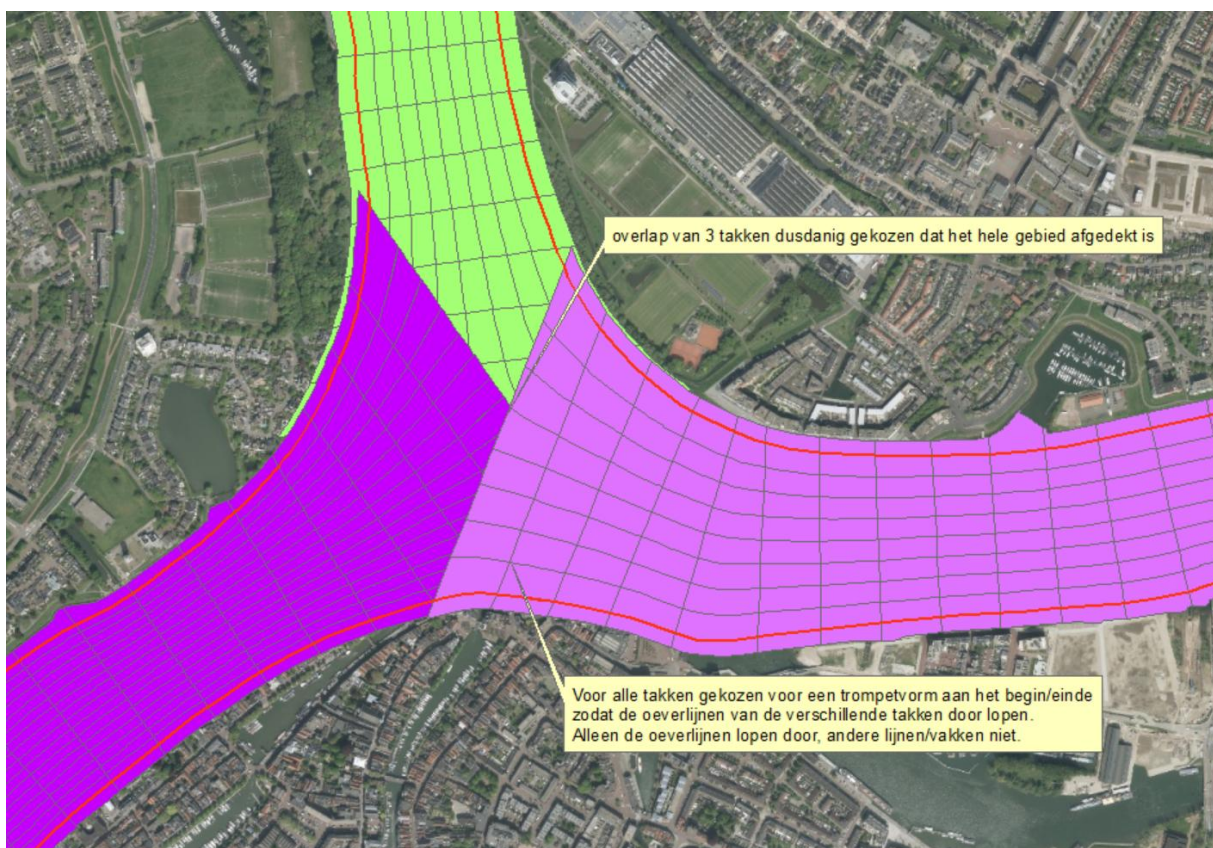
Figuur 12 Overlap van de vakken van de Beneden Merwede en Nieuwe Merwede met de Boven Merwede

Bijzonderheden Oude Maas:

- De oeverlijnen van de Oude Maas volgen deels de roosterlijnen (soms een copy parallel) en zijn handmatig aangepast op plekken waar van de ene roosterlijn naar de andere overgestapt moest worden. Op trajecten met kribben lopen de oeverlijnen over de kribkoppen. Op trajecten waar langsdammen liggen zijn deze langsdammen gebruikt als basis voor de oeverlijnen.
- Zowel aan boven- als benedenstroomse zijde begint/eindigt het vakkenbestand met een trompetvorm. Hierdoor zijn de middellijnen handmatig aangepast om de juiste eindvakken/cellen te kunnen genereren (zie Figuur 13). De bovenstroomse trompetvorm is zo gekozen dat samen met de andere twee takken (Beneden Merwede en Noord) het hele gebied gedekt is en peilingen altijd in een (of meer) van de 3 riviertakken opgenomen worden voor analyses. De oeverlijnen van de verschillende takken lopen in elkaar over. Andere lijnen en vakken niet (zie Figuur 14).
- Het eerste vak heeft een hectometercodering die valt onder de Beneden Merwede. De andere hectometernummers vallen gewoon onder de Oude Maas.



Figuur 13 Trompetvorm aan de bovenstroomse zijde van de Oude Maas. De middellijn is aangepast ~~aan~~ naar de paarse lijn.



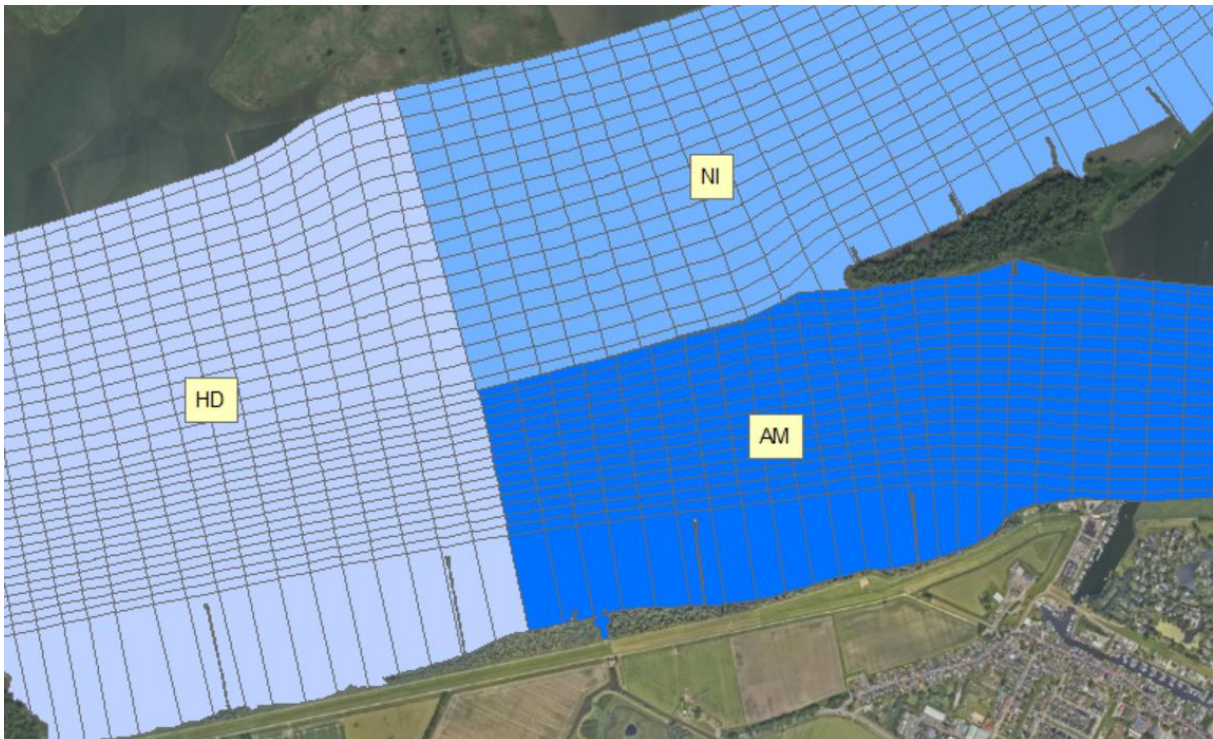
Figuur 14 Overlap van de vakken van de Beneden Merwede, Noord en Oude Maas. Het hele gebied is gedekt. De oeverlijnen lopen in elkaar over.

Bijzonderheden Spui:

- De oeverlijnen van het Spui zijn niet gebaseerd op de N-lijnen van het rooster maar op de oeverlijn uit Baseline (terrain_edge_3d_lines). Ter plekke van kleine, korte bochten en uitstulpingen zijn de oeverlijnen recht getrokken.
- Aan bovenstroomse zijde overlapt het Spui met de Oude Maas en is de grens dusdanig gekozen dat over de hele breedte het vakkenbestand steeds hetzelfde aantal cellen in lengterichting bevat met een lengte van ongeveer 100m.
- Omdat de breedte van het Spui nogal varieert moest een keuze gemaakt worden tussen 8 of 16 banen in totaal voor het standaardvak tussen de oeverlijnen. Omdat het grootste deel smaller is, is ervoor gekozen om van 8 banen uit te gaan. Dit betekent dat in het meest benedenstroomse deel vrij brede cellen voorkomen.

Bijzonderheden Bergse Maas, Amer, Hollandsch Diep en Dortse Kil (en Nieuwe Merwede):

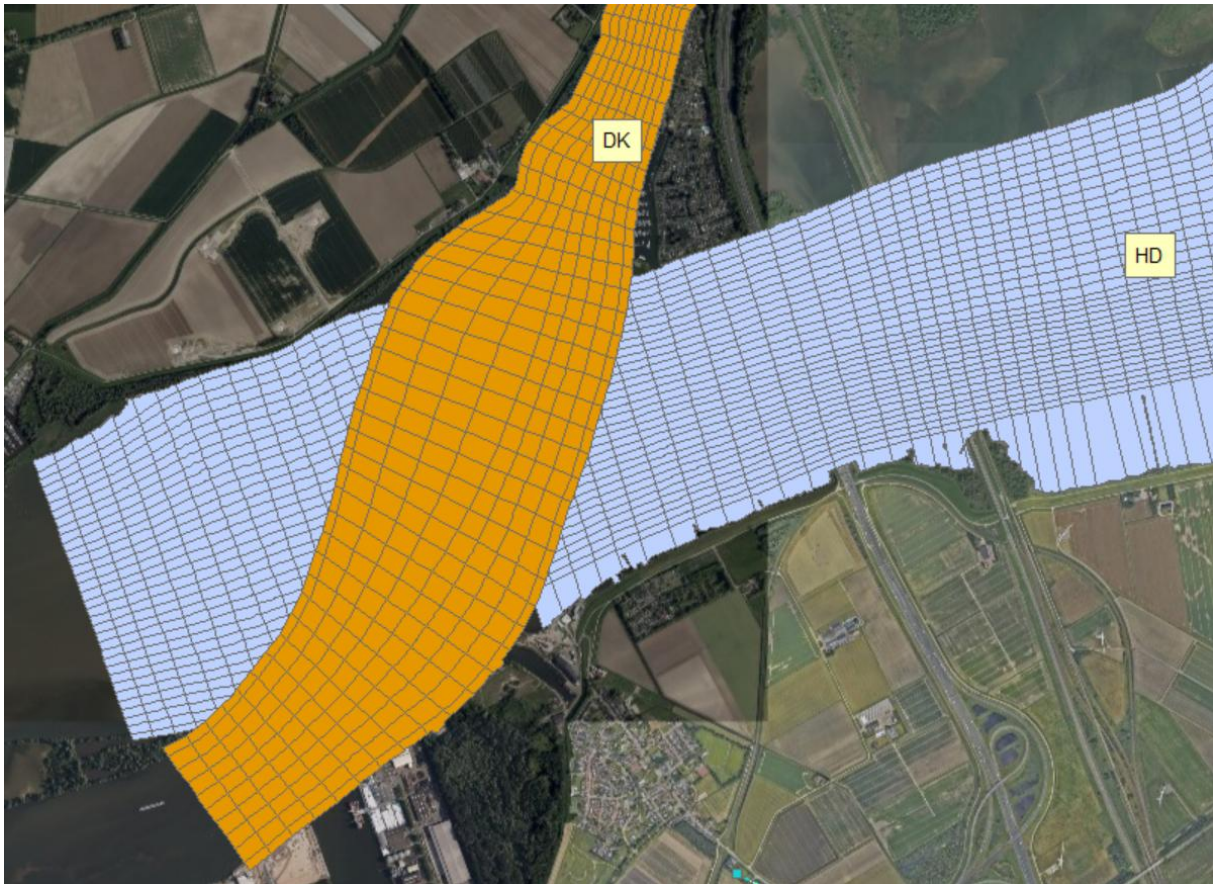
- Voor de vakken van de Bergse Maas en de Amer zijn de oeverlijnen grotendeels gebaseerd op oeverlijnen (terrain_edge_3d_lines) en kribben(koppen) uit Baseline. Waar het kon of geen data beschikbaar was zijn de roosterlijnen gevolgd.
- Voor het Hollandsch Diep zijn vooral de oeverlijnen en kribben uit Baseline gevolgd.
- Aan bovenstroomse zijde van de Bergse Maas is er een kleine overlap met het vakkenbestand van de Maas. De lijnen/banen lopen hier in elkaar door.
- De vakkenbestanden van de Bergse Maas en de Amer sluiten exact op elkaar aan. Er is dus geen overlap.



Figuur 15 Splitsingspunt Amer, Nieuwe Merwede met Hollandsch Diep.

- Bij het splitsingspunt van Nieuwe Merwede, Amer en het Hollandsch Diep is een overlap tussen de verschillende vakkenbestanden. Er is een kleine zijwaartse overlap tussen de vakkenbestanden van Nieuwe Merwede en Amer. In langsrichting overlappen de

vakkenbestanden van de Amer en Nieuwe Merwede ongeveer 1 km. Het Hollandsch Diep begint bij het geometrische splitsingspunt. De middellijn van het Hollandsch Diep sluit aan op lijnen van de bovenstroomse vakkenbestanden. De vakken in het overgangsgebied zijn niet exact hetzelfde.



Figuur 16 Kruising Dortse Kil en Hollandsch Diep

- Ter plekke van de kruising van de Dortse Kil en het Hollandsch Diep zijn de oeverlijnen van het vakkenbestand van de Dortse Kil wat 'boller' gemaakt zodat er meer dekking is en meer peildata meegenomen kunnen worden in de analyses. Omdat de middellijn niet gewijzigd is, is hierdoor het verschil in celbreedte tussen links en rechts wat groter.
- Aan de zuidzijde van het vakkenbestand van het Hollandsch Diep gaat het randvak ter plekke van de kruising met de Dortse Kil over van kribvakken naar de standaard gemiddelde breedte.
- De vakken overlappen elkaar ter plekke van de kruising waardoor peildata in dit gebied in de analyses van beide vakkenbestanden opgenomen wordt.

6 Conclusies en aanbevelingen

- Er zijn 13 vakkenbestanden geconstrueerd die gebruikt kunnen worden voor het bepalen van bodemparameters voor de Rijn-Maasmonding.
- Omdat er geen geschikte oeverlijnen in de Baseline schematisatie van de Rijn-Maasmonding zijn opgenomen is er een andere aanpak gekozen dan die is toegepast bij het maken van de vakkenbestanden van de Rijntakken en de Maas.
- Op basis van verschillende bronbestanden zijn oeverlijnen geconstrueerd die vervolgens zijn omgezet naar vakkenbestanden. Er bleek geen enkel bronbestand de exacte juiste oeverlijnen te bevatten waardoor verschillende keuzes gemaakt zijn bij het bepalen van de ligging van de oeverlijnen. Op trajecten waar geen geschikte bronbestanden waren, bijvoorbeeld om verbindende lijnen te maken, bleek de lijnkeuze erg subjectief. De ligging is dan erg afhankelijk van de keuzes van de maker. Dit is deels ondervangen door de lijnen door iemand anders te laten beoordelen en indien wenselijk aanpassingen te doen.
- Aanbeveling: lijnen maken op basis van een (gemiddeld) waterstandsvlak? Maar welke situatie kies je dan? Of een set van stroomsnelheden (o.b.v. verschillende condities) waarbij een bepaalde (minimale) stroomsnelheid als grenswaarde dient?

7 Referenties

Meijer D.G., 2020: Kennis- en data-inventarisatie voor bodemhoogteanalyses Maas, systeemrapportage morfologie Maas: Overzichtsrapport (fase1), Opdrachtgever: Rijkswaterstaat Water, Verkeer en Leefomgeving, 23 december 2020, project 117.01-02, RiQuest

De Joode A., 2022: Bodemparameters voorbereiding 2D model Rijntakken, Opdrachtgever: Rijkswaterstaat Water, Verkeer en Leefomgeving, 20 december 2022, project A181, Anneke de Joode Rivierkundig Advies

Bijlagen:

Bijlage 1: Rooster definitie

Door Arjan Sieben, 7 april 2025

Cel afmeting hoofdgeul in stromingsrichting

Het doel is om de dynamiek van de "bodenvorm-gemiddelde" bodem te karakteriseren. Dat betekent dat cellengten groot genoeg moeten zijn om fluctuaties in bodemligging uit te middelen en klein genoeg om relevante morfodynamiek goed na te bootsen. Het eerste betekent roostercellen met lengten van minstens vijf uit te middelen bodenvormen, het tweede roostercellengten maximaal een derde van de relevante dynamiek.

In de vergride bodempeilingen van de Rijn-Maasmonding zijn op de plekken met dynamiek twee typen bodenvormen te onderscheiden; kleinere vormen van circa 5-15 m lang en, in enkele rivierstukken grotere bodenvormen met lengten van 25-60 m (Tabel 1).

	grootte-orde lengte [m] alluviale bodenvormen	
	klein	middel
Lek	10	18
Boven-Merwede	4	60
Nieuwe Merwede	5	12
Beneden Merwede	4	20
Noord	6	14
Dordtsche Kil	5	60
Spui	5	19
Oude Maas	5	32
Wantij	9	11
Nieuwe Maas	4	30
Nieuwe Waterweg&Scheur	5	25
Hollandsch Diep	12	12
Haringvliet	14	18
Hollandsche IJssel	5	
Amer	10	10

Tabel 1 Indicatie bodenvormlengten afgeleid uit interpretatie van bodempeilingen.

Roostercellen van 100 m middelen de meeste van de bodenvormen in Tabel 1 voldoende uit, slechts voor de rivierstukken met grotere bodenvormen (geel gemarkeerd in Tabel 1) is dit niet voldoende. Voor die stukken zijn cellen van minimaal 250 m lengte nodig om te voorkomen dat kleinschalige variaties op het rooster terecht komen. Omdat integreren van cellen tot een grotere lengte schaal achteraf goed mogelijk is, wordt voorsnog 100 m als uitgangspunt aangehouden.

Celafmeting hoofdgeul dwars op de stroomrichting

De vaargeulen van de Rijn-Maasmonding zijn het meest frequent bepeild. Om die data goed te kunnen karakteriseren moeten er voldoende roostercellen in de vaargeul passen.

Riviertak	afkorting	grootte-orde breedten [m]		breedte [m] met 8 cellen in geul [m]	grootte-orde totaal aantal cellen in het profiel [-]	voorkeur aantal cellen	Definitief aantal cellen	Breedte randvak
		Geul	vaarwater					
Lek	LE	130	238-320	16	20	20	16	20
Nieuwe Maas	NM	150-225	440	19-28	24	20	16	40
Nieuwe Waterweg	NW	200-300	450-530	25-38	18	20	16	40
Boven-Merwede	BO	360	360	45	8	20	16	25

Beneden Merwede	BE	165-210	230	21-26	12	10	8	25
Oude Maas	OM	100-225	240-400	13-28	20	20	16	20
Hollandsche IJssel	HY	55	70	7	10	10	8	20
Noord	NO	150-175	260	19-22	14	10	8	30
Wantij		30	90	4	24	10		
Dordtsche Kil	DK	100-190	200	13-24	16	10	8	40
Spui	SP	65	150	8	18	10	8	25
Nieuwe Merwede	NI	210-300	450	26-38	18	20	16	30
Bergse Maas	BM						16	25
Amer	AM	180	450	23	20	20	16	25
Hollandsch Diep	HD	200-470	1600	25-59	64	40	32	30
Haringvliet		126	2000	16	128	40		

Bijlage 2: Verslag startoverleg

Datum: 15 mei 2025

Aanwezig: Arjan Sieben, Anke Becker en Anneke de Joode

Dag Anke en Arjan,

Hierbij de punten die ik heb opgeschreven zoals besproken tijdens het overleg van zojuist:

1. Om te komen tot goede normaallijnen als basis voor de vakkenbestanden zijn de belangrijkste punten om rekening mee te houden:

- De roosterlijnen dienen als basis van de normaallijnen
- In geval van kribben lopen de lijnen (ongeveer) over de kribkoppen
- De lijnen moeten zo geleidelijk/vloeiend mogelijk lopen
- Er moet zoveel mogelijk data uit de peilingen vallen binnen de lijnen
- Wanneer er, voor het zo vloeiend mogelijk laten verlopen van de normaallijnen, een stukje 'land' in een cel terecht komt is dat niet erg

2. Randvakken:

- Deze krijgen een vaste breedte (gelijk aan de breedte van de cellen van de corresponderende riviertak)
- Verder worden in de randvakken (resterende stukken van) sectie 1 en 2 opgenomen uit de Baseline schematisatie (sectie 3 niet)
- Ter plekke van havens wordt de vaste breedte aangehouden (havens worden verder niet opgenomen in de randvakken)

3. De middellijn tussen 2 normaallijnen wordt de (nieuwe) rivieras

4. We gaan uit van 14 losse vakkenbestanden (Wantij valt af). Daar waar vakkenbestanden elkaar overlappen hoeven de vakken/cellen niet exact gelijk te zijn.

Aanvullend: Bij de splitsingspunten van de Nieuwe Merwede, Amer en Hollands diep en de Boven Merwede, Beneden Merwede en Nieuwe Merwede zullen de vakken op elkaar aansluiten en doorlopen (net als bij de splitsingspunten van de Rijntakken). Ook op andere plekken (bv overgang Nieuwe Maas naar Nieuwe Waterweg) zullen de vakken door kunnen lopen omdat de normaallijnen van de vakkenbestanden waarschijnlijk ook doorlopen/op elkaar aansluiten.

5. Rapportage: Het rapport kan vergelijkbaar zijn met dat van de Rijntakken, zonder de uitgebreide toelichting van de werkwijze om te komen tot de vakkenbestanden. Wel moet aan de hand van een aantal voorbeelden duidelijk gemaakt worden waarom bepaalde keuzes gemaakt zijn voor de ligging van de normaallijnen in geval van uitzonderingen.

6. In de oplevering zal ook een mxd (arcmap project) opgenomen worden waarin een aantal bronbestanden (bodemplugging, kribben, secties, rooster) zijn opgenomen en de definitieve vakkenbestanden met labels. Dit kan als naslagwerk dienen wanneer bij het analyseren van de bodeparameters vreemde waarden naar boven komen.

7. Planning: Oude Maas als eerste, Spui als laatste. We zullen parallel werken, zodat zo snel mogelijk peilingen met vakkenbestanden getest kunnen worden. De Oude Maas kan dan ook getest (en besproken) worden als het gaat om hellingen van erosiegaten.

Mochten jullie nog aanvullingen of aanpassingen hebben dan hoor ik het graag.

Groet,

Anneke

