

Aan	Hans Hooijer, Marten Smits (K3Delta)
Van	Ron Agtersloot
Kopie	-
Datum	26 augustus 2019
Project	P0119.2, Herinrichting Gendtse Waard
Betreft	Beschrijving morfologische effecten 'Voorkeursvariant Doorontwikkeld Natuur Plus'

Beschrijving morfologische effecten 'Voorkeursvariant Doorontwikkeld Natuur Plus'

Aanvulling op de beoordeling van 'Voorkeursvariant Doorontwikkeld Natuur Plus'

In het kader van het MER Gendtse Waard is de 'Voorkeursvariant Doorontwikkeld Natuur Plus' (VkvDNP) onderwerp geweest van een uitgebreide hydraulische en morfologische beoordeling. Tijdens een overleg over de rivierkundige effecten van de VkvDNP met RWS-ON (rivierbeheerder) werd het verzoek geuit om de morfologische beoordeling uit te breiden en ook het effect op de vaarwegdiepte in beeld te brengen. De hiervoor benodigde gegevens zijn door RWS-ON beschikbaar gesteld en de gevraagde analyses zijn uitgevoerd. Voorliggende notitie bevat de analyses en de resultaten. Deze notitie is ook opgenomen in de hydraulische beoordeling van de Gendtse Waard die is gemaakt voor de aanvraag van de Waterwetvergunning.



Figuur 1 Voorkeursvariant Doorontwikkeld Natuur Plus (BWZ, 2019)

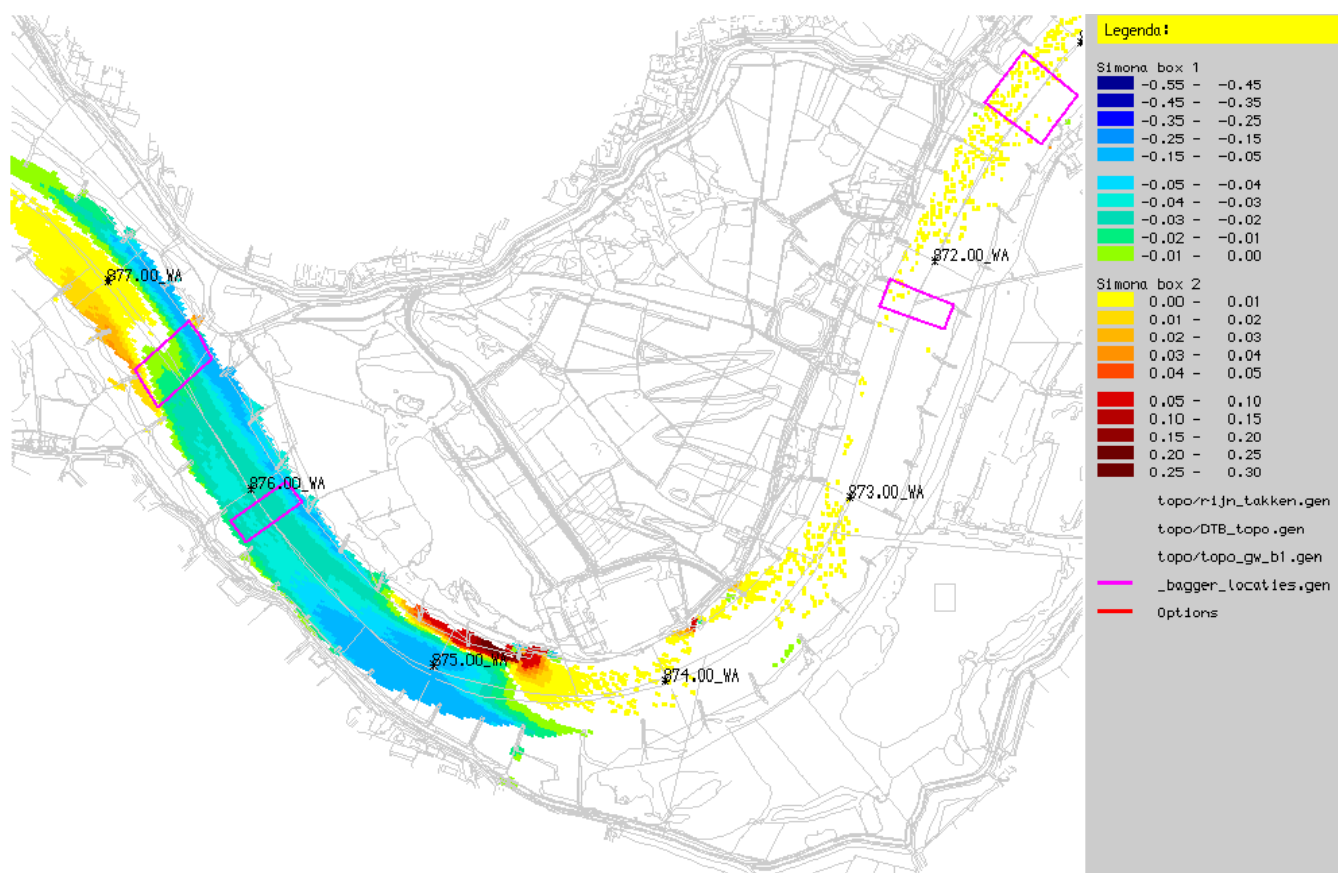
1 Gendt_b1, beoordeling conform RBK 4.0

1.1 Morfologische effecten

1.1.1 Sedimentatie en erosie van het zomerbed

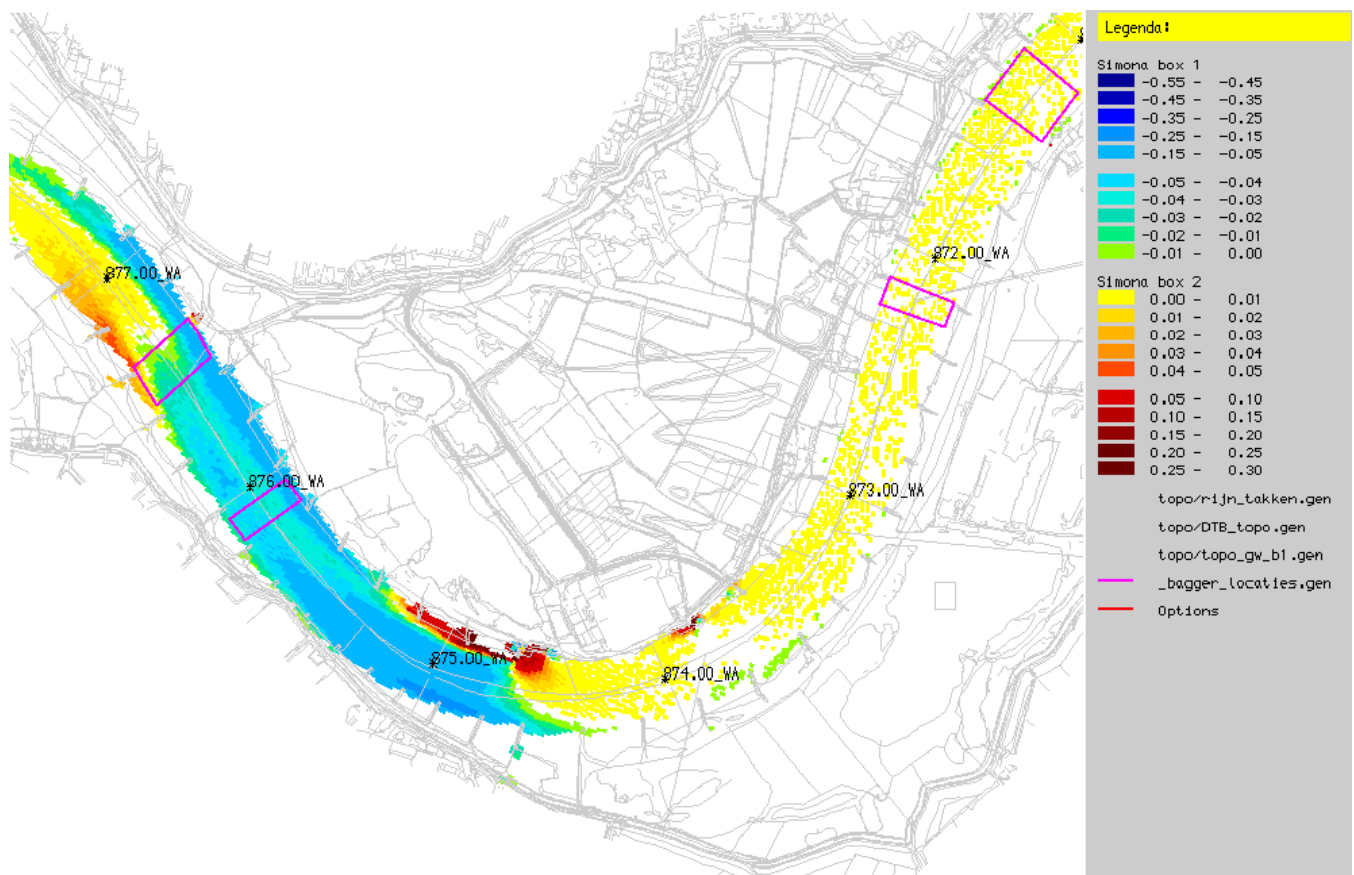
Voor de morfologische effecten is gebruik gemaakt van WAQmorf. De resultaten worden getoond in de volgende drie figuren. De sedimentatie in de vaargeul bedraagt respectievelijk 800, 2.100 en 8.800 m³ voor de minimale, jaargemiddelde en maximale morfologische effecten. Daarnaast is er ook sprake van erosie als gevolg van de oeverwallen en hierdoor valt de netto balans van morfologische effecten negatief uit, d.w.z. dat er meer erosie dan sedimentatie optreedt. De aanzandingslengte bedraagt circa 650 meter.

De mate van aanzanding ligt in de orde van cm's, zowel jaargemiddeld als na een hoogwater periode. In hoeverre aanzanding op dit traject past binnen de sedimentatieruimte is ter beoordeling van de rivierbeheerder. In het ontwerp is nog ruimte aanwezig m.b.t. de hoogte van de oeverwallen en/of het vergraven in uiterwaard om te sturen naar mogelijk gewenste effecten.

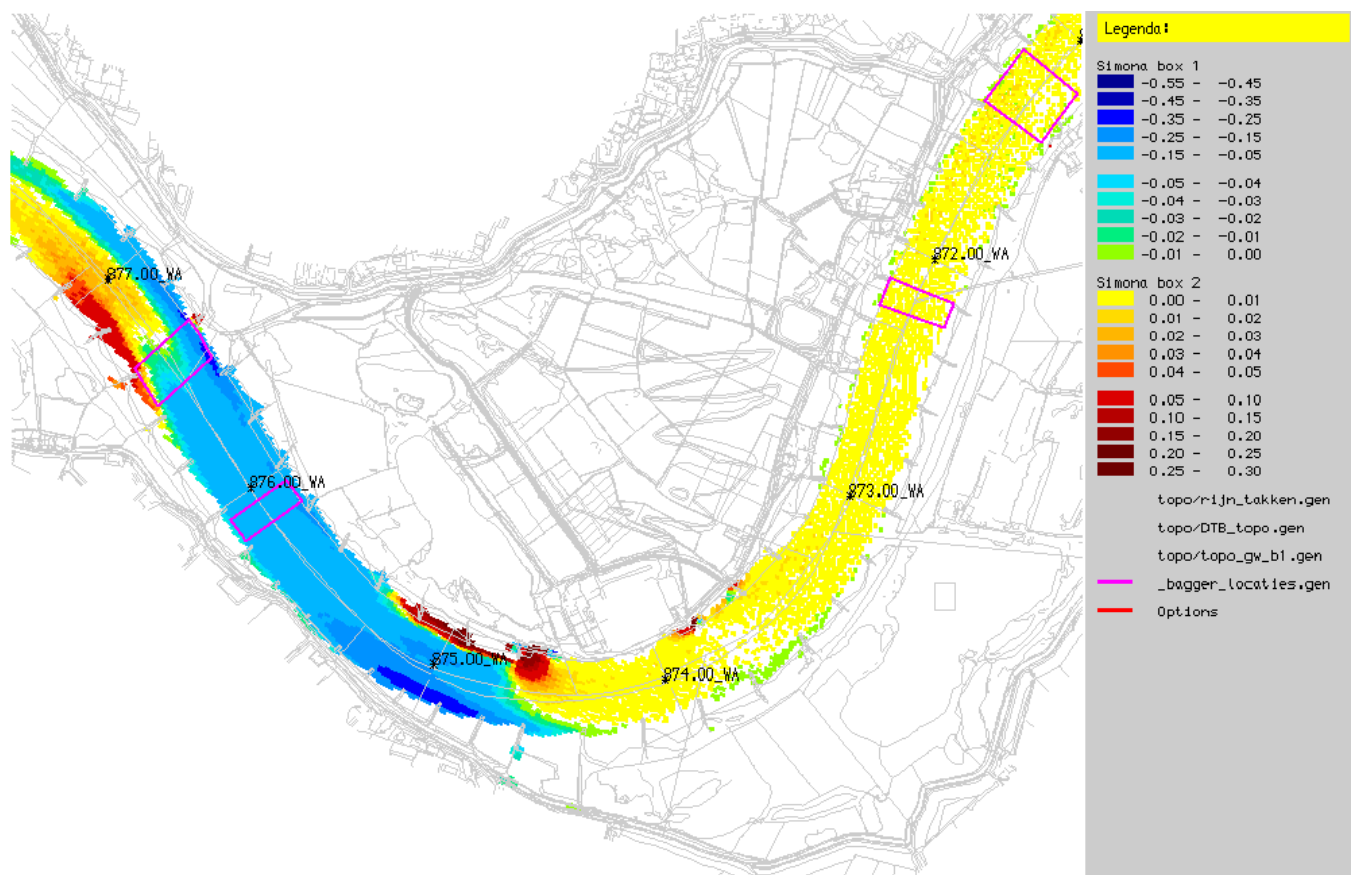


Figuur 1-1 Morfologische effecten gendt_b1, veranderingen (m) na laagwater periode

In dit deel van de Waal zijn vier gebieden aangegeven waar baggeren niet mogelijk is als gevolg van ligging van leidingen. Dit zijn de zogenaamd 'niet-bagger' gebieden en deze gebieden zijn in Figuur 1-1 zichtbaar met paarse belijning (rkm 871.3, 872.2, 875.9 en 876.6). Omdat in deze gebieden niet gebaggerd kan worden wordt bijzondere aandacht gegeven aan de sedimentatie ter plekke van deze gebieden.



Figuur 1-2 Morfologische effecten *gendt_b1*, jaargemiddelde veranderingen (m)



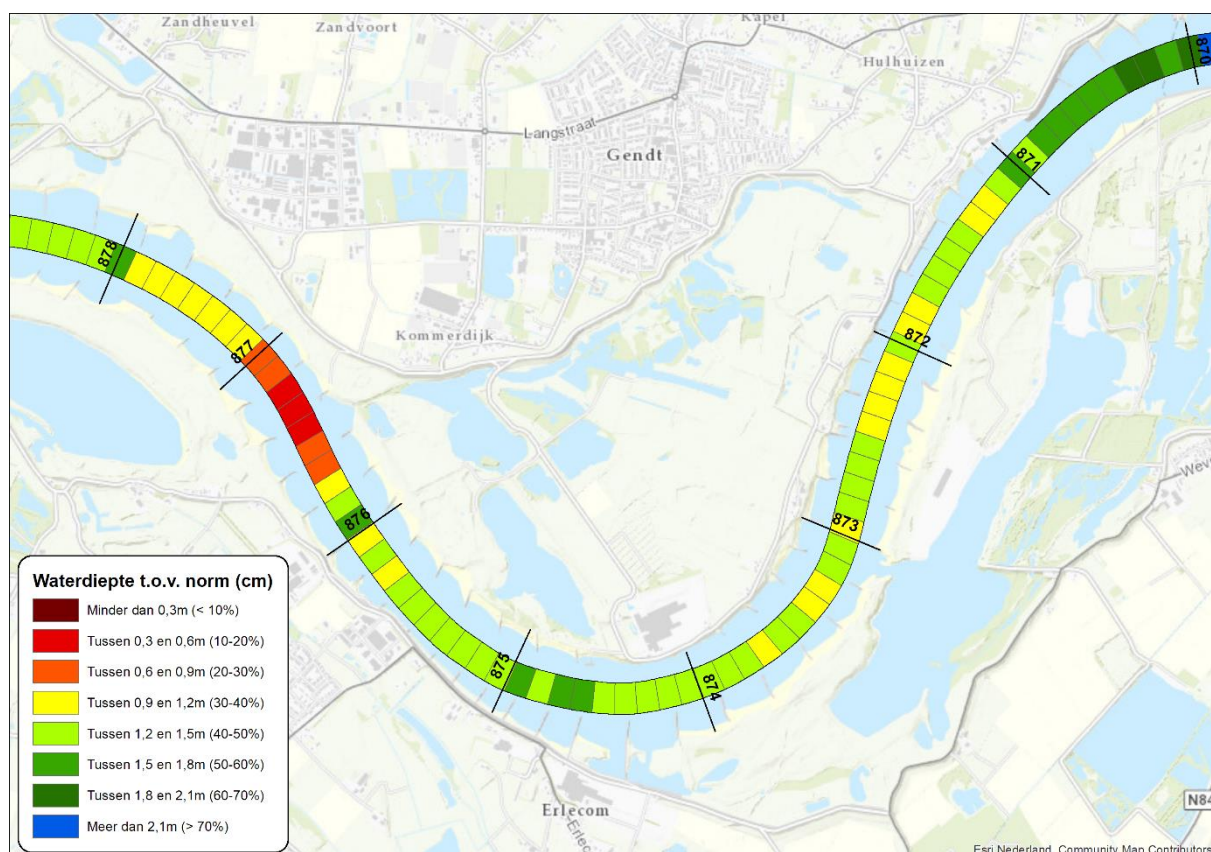
Figuur 1-3 Morfologische effecten *gendt_b1*, veranderingen (m) na hoogwater periode

1.1.2 Effect van morfologie op waterdiepte van de vaargeul, hectometervakken

Het WAQmorf resultaat van het jaargemiddelde effect wordt nog verder gebruikt voor GIS-analyses ten behoeve van de vaarweg. Daartoe is het WAQmorf-resultaat (een puntenbestand) omgezet naar een TIN. Vervolgens is dit TIN weer omgezet in een 1m raster dat geografisch overeenkomt met het raster van de waterdieptekaarten (zie paragraaf 1.1.2). Het WAQmorf-raster is vermenigvuldigd met 100 om de oorspronkelijke eenheid (in m's) in overeenstemming te brengen met de eenheid van de waterdieptekaarten (in cm's).

In overleg met RWS-ON is een beoordeling gemaakt van de morfologische effecten in relatie tot de waterdiepte bij laagwater. Hiervoor is gebruik gemaakt de waterdieptekaarten Rijntakken 2018.1 zoals deze door RWS-ON beschikbaar zijn gesteld. Deze kaarten beschrijven niet de feitelijke situatie maar zijn een samenstelling van diverse peilingen en aannames over duin- en ribbelvorming. Basis voor alle beoordelingen is de 'waterdiepte ten opzichte van de norm'. Voor de Rijntakken is als norm gesteld dat de waterdiepte minimaal 2,8 meter moet zijn ten opzichte van maatgevend laagwater (MLW).

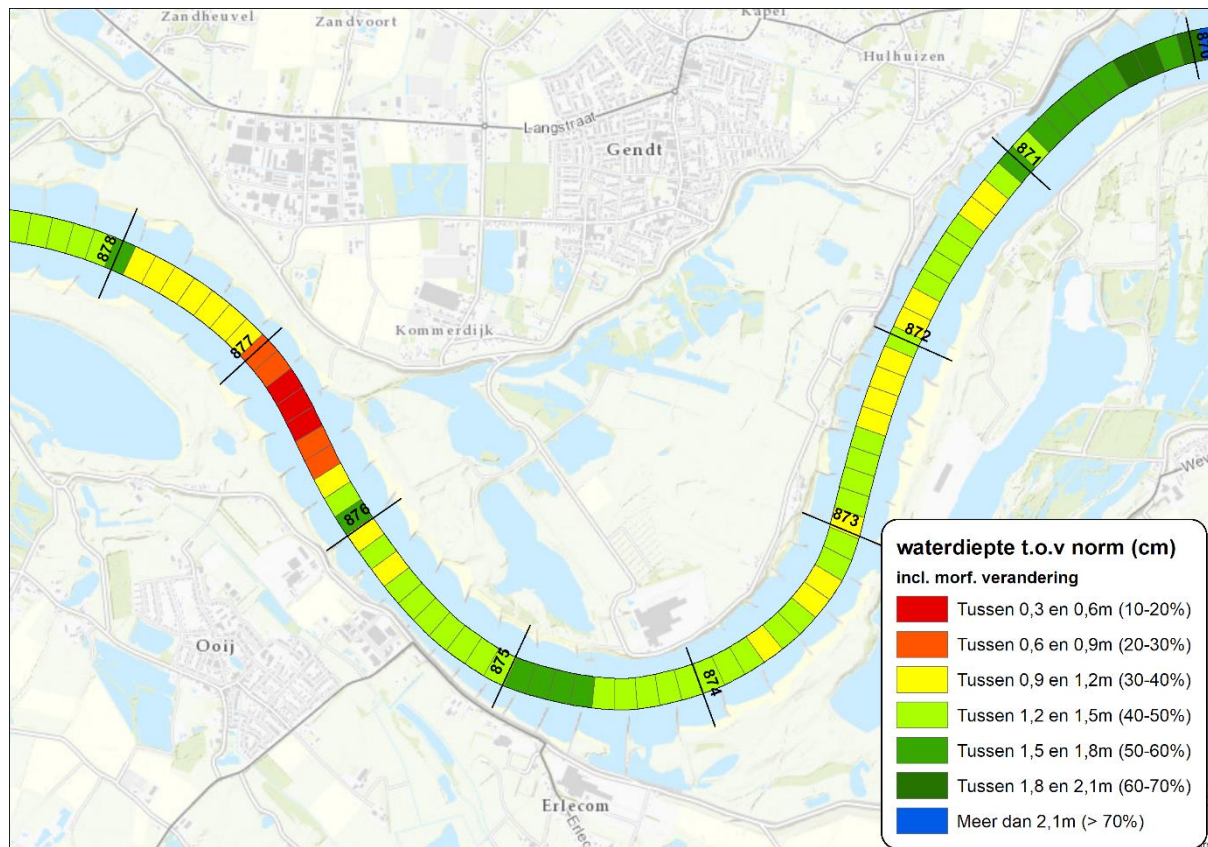
In Figuur 1-4 wordt de gemiddelde waterdiepte per hectometervak ten opzichte van de norm getoond voor de referentiesituatie, dus zonder ingrepen Gendt.



Figuur 1-4 Gemiddelde waterdiepte per hectometervak t.o.v. de norm, referentiesituatie

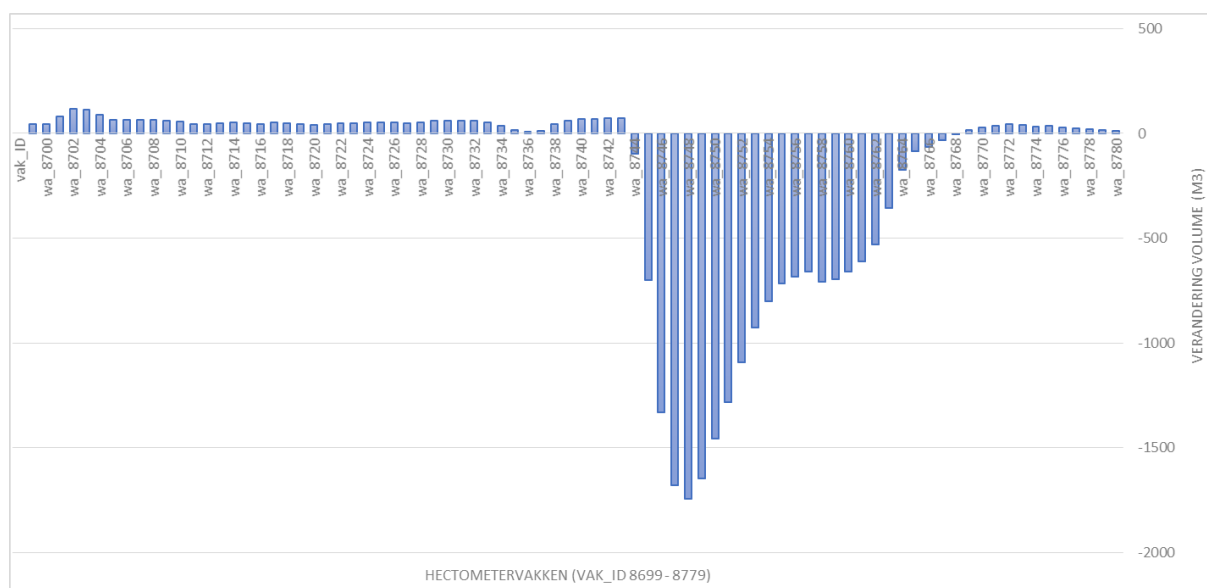
Op basis van het WAQmorf-raster van de jaargemiddelde effecten (zie paragraaf 1.1.1) is de gemiddelde erosie en sedimentatie in de hectometervakken bepaald.). Sedimentatie in WAQmorf is positief maar heeft een negatief effect op de waterdiepte. Voor erosie geldt het juist het omgekeerde; de erosie heeft een negatieve waarde maar werkt waterdiepte verhogend. Daarom is de morfologische verandering afgetrokken van de waterdiepte in de hectometervakken.

Het resultaat is de gemiddelde waterdiepte per hectometervak ten opzichte van de norm voor de ontwerpsituatie *gendt_b1*, zie Figuur 1-5. Bij het vergelijken van Figuur 1-4 met Figuur 1-5 is slechts in één vak een verandering zichtbaar. Tussen 874 en 875 is de waterdiepte in één vak toegenomen van [1,2 en 1,5m] (kleur lichtgroen) naar [1,5 en 1,8m] (kleur donkergroen). In alle andere hectometervakken zijn de veranderingen dusdanig klein dat er geen verschuiving naar een andere klasse optreedt.



Figuur 1-5 Gemiddelde waterdiepte per hectometervak t.o.v. de norm, ontwerp *gendt_b1*

De afbeelding in Figuur 1-6 toont de volumeverandering per hectometervak ten gevolge van de morfologische effecten. In totaal is er sprake van 18.739 m³ aan erosie terwijl tegelijkertijd, in andere hectometer vakken, 2.871 m³ aan sedimentatie optreedt. Het netto volumeverschil is 15.868 m³.



Figuur 1-6 Volumeverandering ten gevolge van morfologische effecten (m³) per hectometer vak

Tabel 1-1 Relatie tussen morfologische vakken en rivierkilometers op de Waal

vak_ID	Waal (rkm)	vak_ID	Waal (rkm)	vak_ID	Waal (rkm)	vak_ID	Waal (rkm)
wa_8699	870,0	wa_8720	872,1	wa_8741	874,2	wa_8762	876,4
wa_8700	870,1	wa_8721	872,2	wa_8742	874,3	wa_8763	876,6
wa_8701	870,2	wa_8722	872,3	wa_8743	874,4	wa_8764	876,7
wa_8702	870,3	wa_8723	872,4	wa_8744	874,6	wa_8765	876,8
wa_8703	870,4	wa_8724	872,6	wa_8745	874,7	wa_8766	876,9
wa_8704	870,5	wa_8725	872,7	wa_8746	874,8	wa_8767	877,0
wa_8705	870,6	wa_8726	872,8	wa_8747	874,9	wa_8768	877,1
wa_8706	870,7	wa_8727	872,9	wa_8748	875,0	wa_8769	877,3
wa_8707	870,8	wa_8728	873,0	wa_8749	875,1	wa_8770	877,4
wa_8708	870,9	wa_8729	873,1	wa_8750	875,2	wa_8771	877,5
wa_8709	871,0	wa_8730	873,2	wa_8751	875,3	wa_8772	877,6
wa_8710	871,1	wa_8731	873,3	wa_8752	875,4	wa_8773	877,8
wa_8711	871,2	wa_8732	873,4	wa_8753	875,5	wa_8774	877,9
wa_8712	871,3	wa_8733	873,5	wa_8754	875,6	wa_8775	878,0
wa_8713	871,4	wa_8734	873,5	wa_8755	875,7	wa_8776	878,1
wa_8714	871,5	wa_8735	873,6	wa_8756	875,8	wa_8777	878,2
wa_8715	871,6	wa_8736	873,7	wa_8757	875,9	wa_8778	878,3
wa_8716	871,7	wa_8737	873,8	wa_8758	876,0	wa_8779	878,4
wa_8717	871,8	wa_8738	873,9	wa_8759	876,1	wa_8780	878,5
wa_8718	871,9	wa_8739	874,0	wa_8760	876,2		
wa_8719	872,0	wa_8740	874,1	wa_8761	876,3		

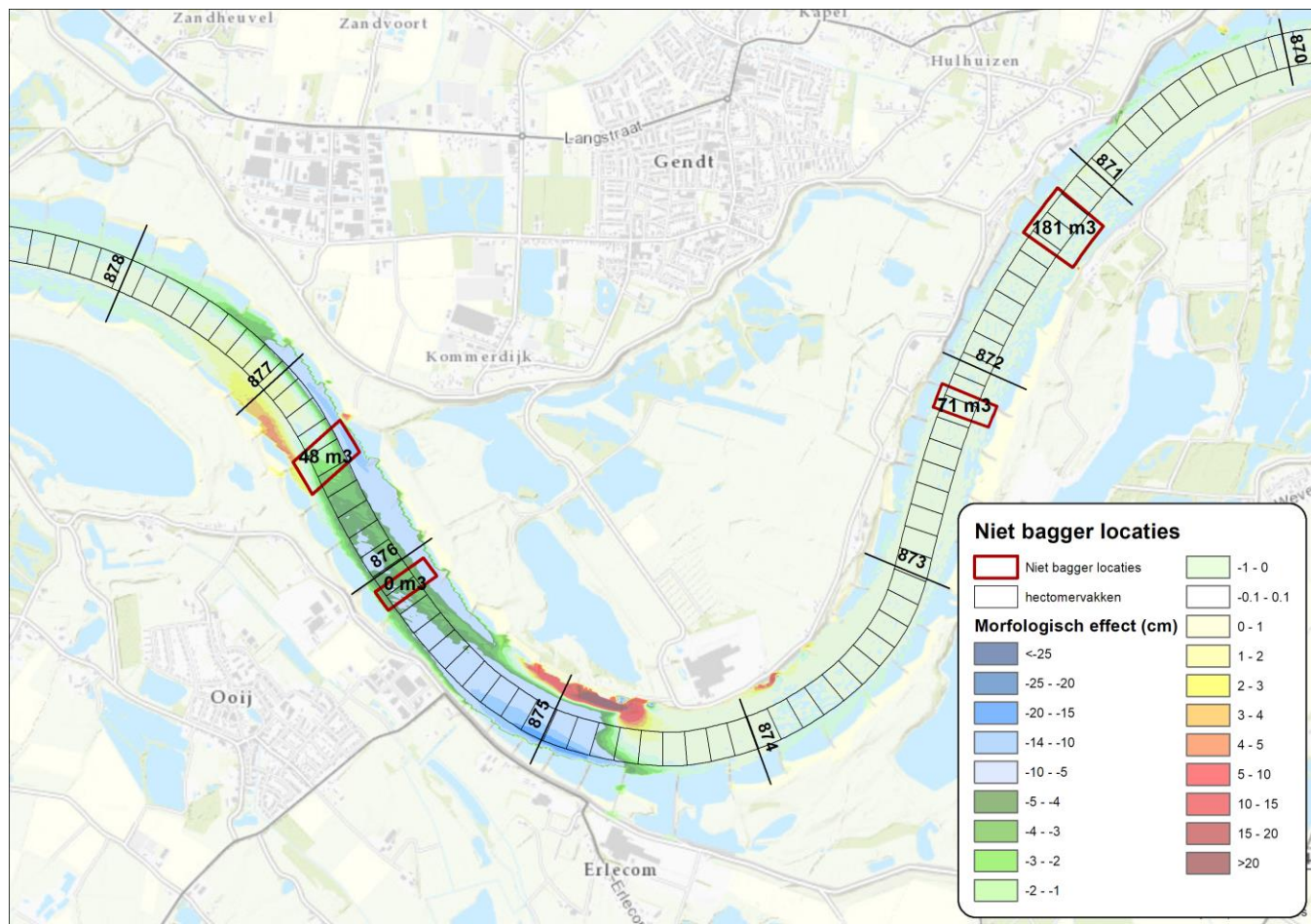
1.1.3 Effect van morfologie op waterdiepte van de vaargeul, niet-bagger gebieden

Zichtbaar in Figuur 1-1, Figuur 1-2 en Figuur 1-3 zijn de vier 'niet-bagger gebieden'. Op verzoek van Rijkswaterstaat is voor de jaargemiddelde situatie bepaald wat het volume sedimentatie in deze gebieden is. De vier gebieden zijn (in de stroomrichting) genummerd van 1 t/m 4.

Tabel 1-2 Sedimentatie in niet-bagger gebieden.

Niet-bagger gebied	Waal (rkm)	Sedimentatie volume (m³)	Toelichting
1	871,3	181	Enkel sedimentatie tussen 0 en 1 cm. Geen significante invloed op waterdiepte (90 – 120 cm boven norm)
2	872,2	71	Enkel sedimentatie tussen 0 en 1 cm. Geen significante invloed op waterdiepte (90 – 120 cm boven norm)
3	875,9	0	In dit gebied is enkel sprake van erosie
4	876,6	48	In het westelijke deel van het gebied is sprake van beperkte sedimentatie. Dit deel van het gebied ligt buiten de vaargeul

Strikt genomen mag in niet-bagger gebied 4 geen sedimentatie optreden, met name omdat dit gebied ook in een deel van de Waal ligt waar er sprake is van minimale overruimte t.o.v. de waterdiepte norm (zie Figuur 1-5). Voor het deel van dit gebied wat binnen de vaargeul valt is enkel sprake van erosie en hiermee een (beperkte) toename van de waterdiepte. De vaarwegbeheerder moet de afweging maken of toename van waterdiepte in de vaarweg opweegt tegen sedimentatie buiten de vaarweg.

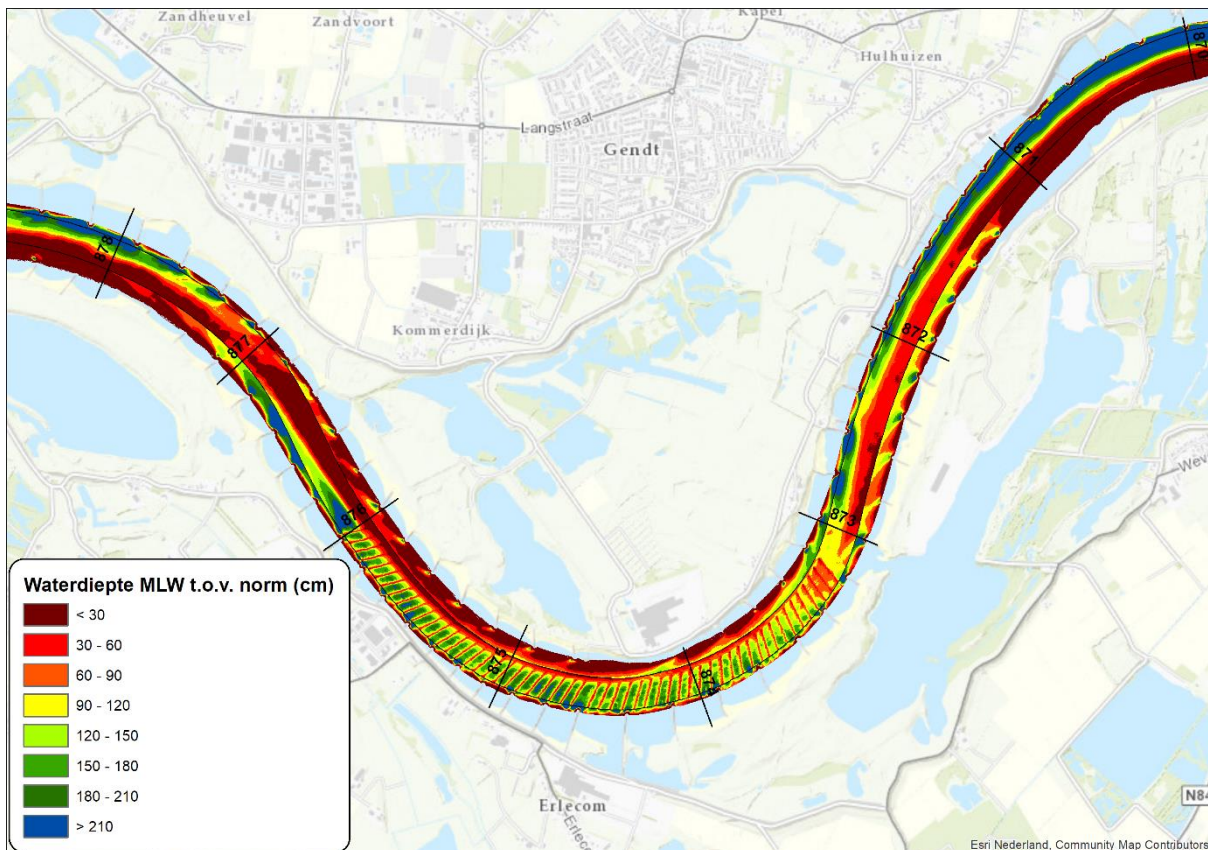


Figuur 1-7 Sedimentatie in de niet-bagger gebieden

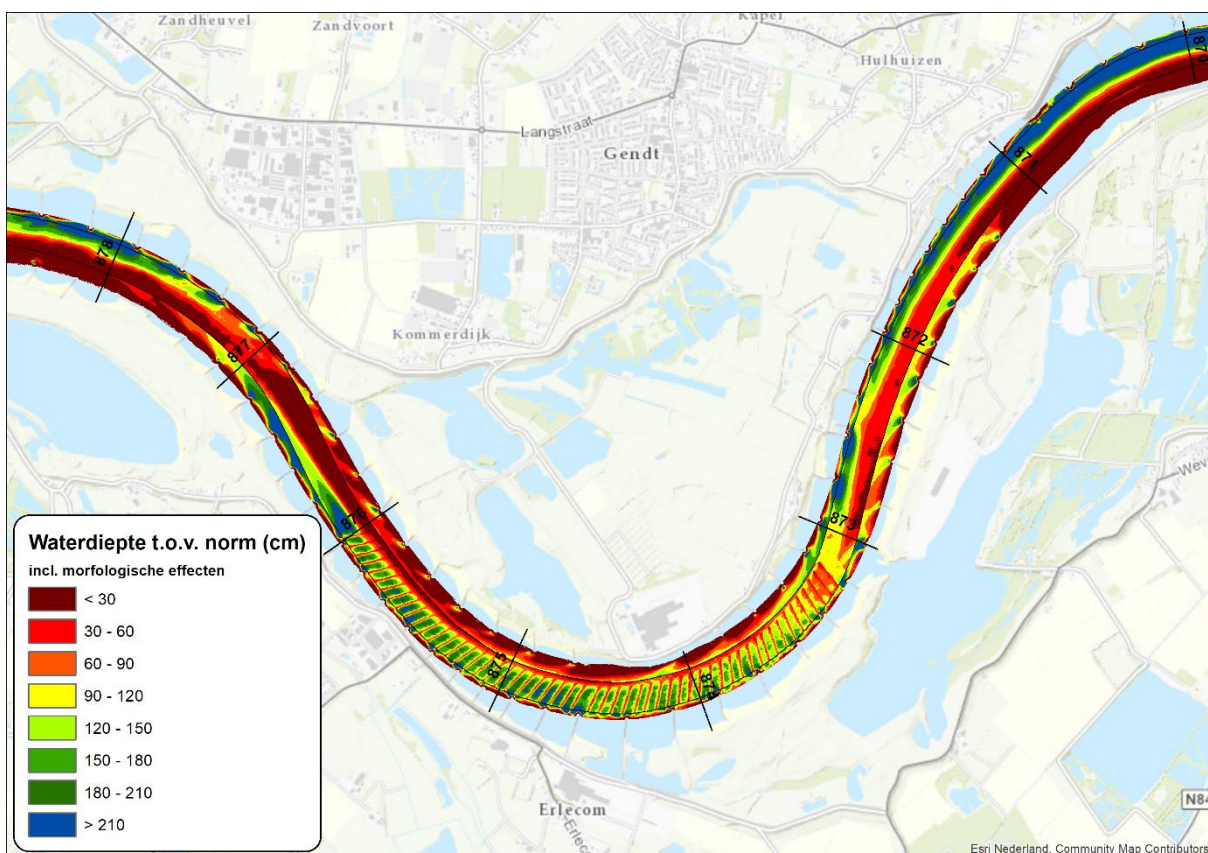
1.1.4 Effect van morfologie op waterdiepte van de vaargeul, rasterwaarden

In Figuur 1-8 wordt op basis van rasterwaarden (1 x 1 meter) de waterdiepte ten opzichte van de norm getoond voor de referentiesituatie, dus zonder ingrepen Gendt. Figuur 1-8 laat goed zien dat er sprake kan zijn van een groot verschil in waterdiepte (t.o.v. de norm) tussen binnen- en buitenbochten. In binnenbochten zijn de stroomsnelheden relatief laag en ligt de bodem als gevolg van sedimentatie relatief hoog. Dit vertaalt zich in een lage waterdiepte in de vaargeul (oranje/rode gebieden in Figuur 1-8). Voor buitenbochten geldt juist dat de stroomsnelheden relatief hoog zijn en de bodemhoogte als gevolg van erosie juist laag. Dit resulteert dan in een hoge waterdiepte in de vaargeul (groen/blauwe gebieden in de vaargeul).

Om de waterdiepte te bepalen van de ontwerpsituatie is gebruik gemaakt van het WAQmorf-raster van de jaargemiddelde effecten (zie paragraaf 1.1.1 Dit resultaat is afgetrokken van de waterdiepte in de referentiesituatie. Het resultaat is de waterdiepte in rasterwaarden ten opzichte van de norm voor de ontwerpsituatie *gendt_b1*, zie Figuur 1-9. De overeenkomst tussen Figuur 1-8 en Figuur 1-9 is groot, in overeenstemming met de (relatief) lage waarden van erosie en sedimentatie. Op deze schaal zijn er enkel kleine lokale verschillen zichtbaar in veranderingen in waterdiepte.



Figuur 1-8 Waterdiepte t.o.v. de norm in 1x1 raster, referentiesituatie



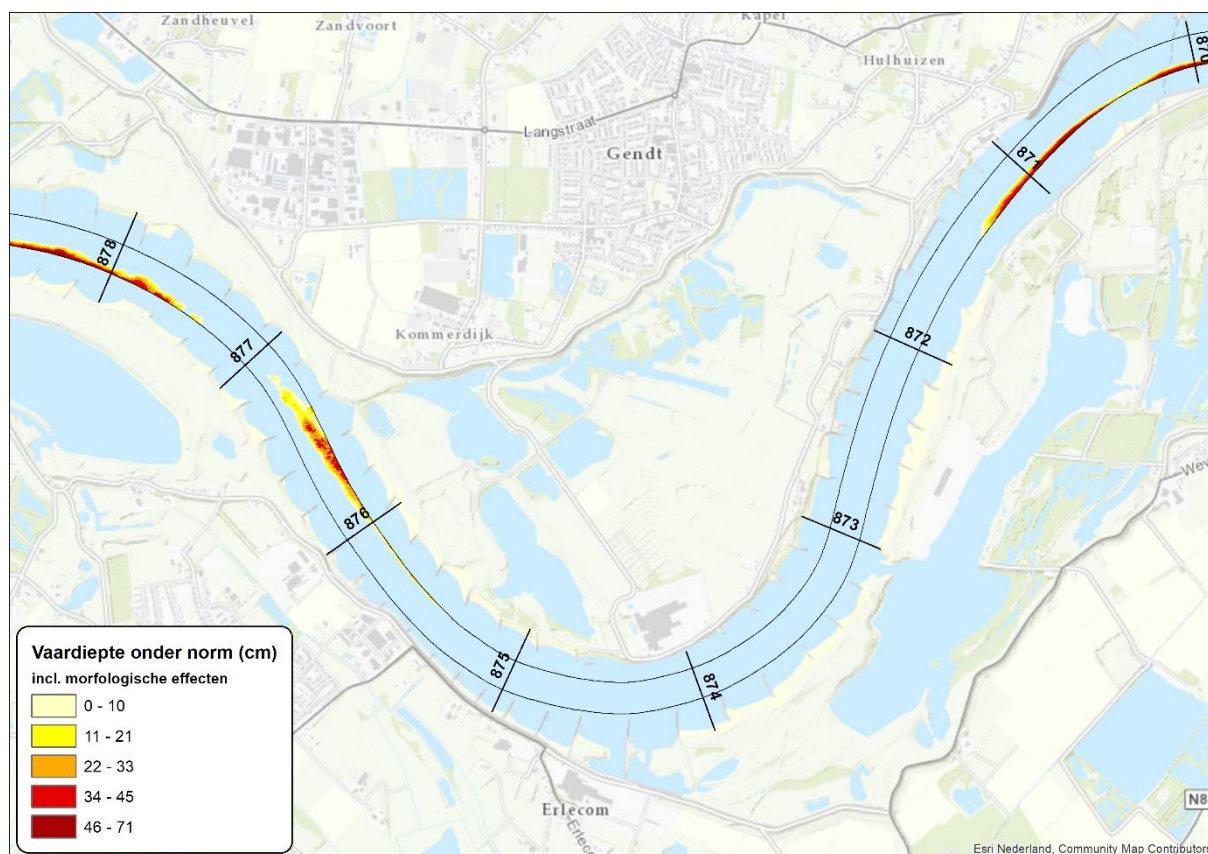
Figuur 1-9 Waterdiepte t.o.v. de norm in 1x1 raster, gendt_b1

1.1.5 Effect van morfologie op waterdiepte van de vaargeul, overschrijding norm

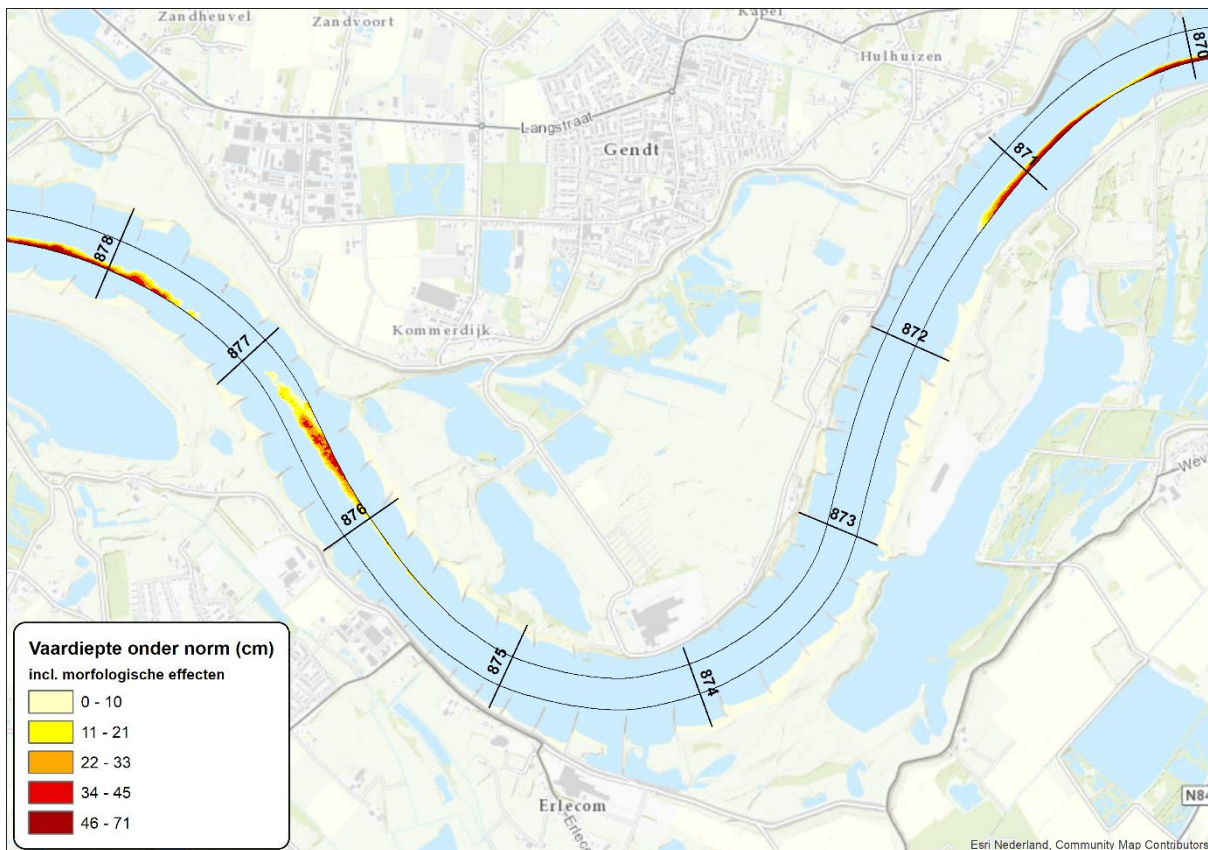
De laatste beoordeling betreft de gebieden (en het volume van deze gebieden) waar de waterdiepte niet meer aan de norm voldoet. Deze gebieden kunnen relatief eenvoudig worden bepaald op basis van de raster informatie; het betreft hier namelijk die gebieden waar de rasterwaarden negatief zijn. Figuur 1-10 toont deze gebieden voor de referentiesituatie.

Om de gebieden waar niet wordt voldaan aan de norm te bepalen in de ontwerpsituatie is gebruik gemaakt van de waterdiepte in rasterwaarden ten opzichte van de norm voor de ontwerpsituatie *gendt_b1* zoals beschreven in de vorige paragraaf. Uit dit resultaat zijn vervolgens de gebieden bepaald waar de waterdiepte negatief is. Het resultaat wordt getoond in Figuur 1-11. Er is een verschil zichtbaar tussen rkm 876 en 877; hier neemt het tekort aan waterdiepte iets af. Dit is in overeenstemming met de berekende erosie zoals zichtbaar in Figuur 1-2.

Het totale volume boven de norm in de referentiesituatie is 30.589 m³. De morfologische effecten maken de situatie gunstiger met een totaal volume van 29.331 m³ boven de norm. De afname in volume boven de norm bedraagt circa 1.250 m³.



Figuur 1-10 Gebieden in vaargeul waar de waterdiepte niet voldoet aan de norm, referentiesituatie

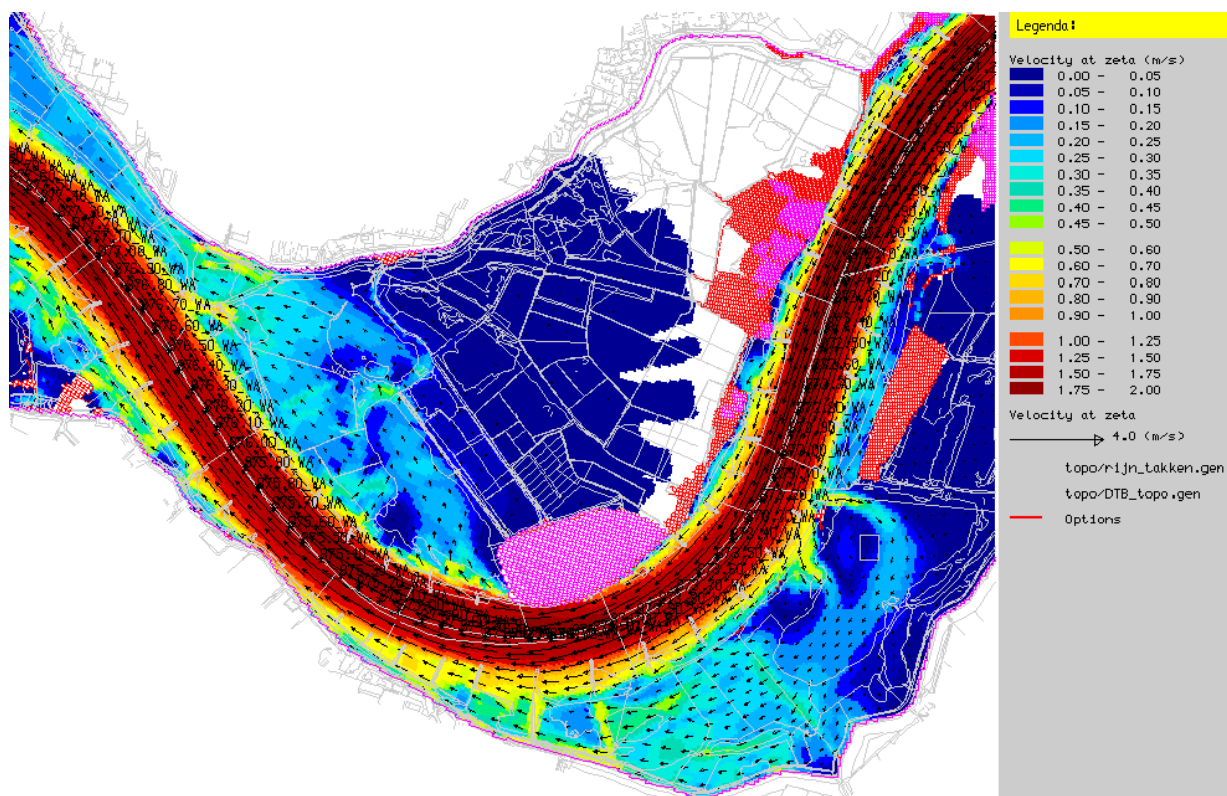


In Figuur 1-12 is de vaste laag zichtbaar als contour in het zomerbed tussen rkm 873,2 en 876 en ligt in de buitenbocht bij Erlecom. In het veld is de vaste laag aangelegd als een reeks van bodemkribben.

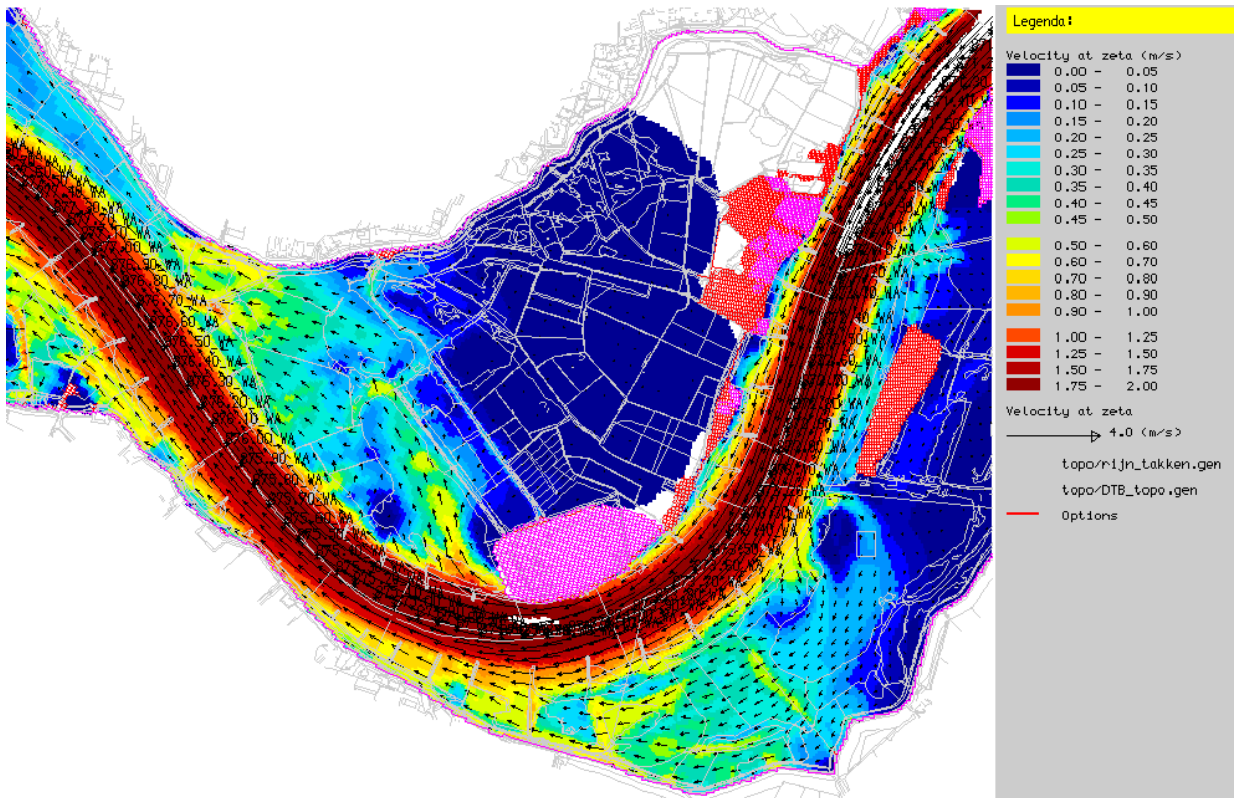
In Figuur 1-8 is zichtbaar dat direct benedenstrooms van de vaste laag sprake is van een grote waterdiepte, mogelijk het gevolg van erosie. Uit de jaargemiddelde morfologische effecten (zie Figuur 1-12) is zichtbaar dat over het eerste deel van de vaste laag geen significante morfologische veranderingen worden berekend. Over het tweede deel van de vaste laag is sprake van erosie. Omdat er ter plekke van de vaste laag geen erosie mogelijk is, is het mogelijk dat er benedenstrooms van de vaste laag een extra toename van de erosie ontstaat. Dit is echter niet waarschijnlijk gezien het beperkte effect van het gehele project en met de beschikbare modellen kan dit ook niet berekend worden. Benedenstrooms van de vaste laag is sprake is van een gebied met verminderde vaarwegdiepte (zie Figuur 1-5 tussen rkm 876 – 877). Als in dit gebied sprake is van erosie leidt dat tot een toename van de vaarwegdiepte en dus een verbetering voor de scheepvaart.

1.1.7 Sedimentatie en erosie van de uiterwaard en nevengeulen

Zoals al eerder is beschreven zijn de veranderingen van de stroomsnelheden in de uiterwaard relatief beperkt. Ook in absolute zin zijn de stroomsnelheden beperkt, zie Figuur 1-13 en Figuur 1-14. In het oostelijke deel van de Gendtse waard staat het water bijna stil (stroomsnelheid minder dan 0,05 m/s), in het westelijke deel van de uiterwaard zijn de stroomsnelheden lager dan 0,8 m/s. Bij deze lage stroomsnelheden is het risico op erosie van de uiterwaard beperkt. Sedimentatie zou kunnen optreden in de nieuw gegraven plas in het oostelijke deel. Vanwege de diepte van de plas is dit geen probleem.



Figuur 1-13 Stroomsnelheid (m/s) *gendt_b1*, afvoer 8.000 m³/s (Lobith)



Figuur 1-14 Stroomsnelheid (m/s) *gendt_b1*, afvoer 10.000 m³/s (Lobith)

De sedimentatie en erosie van de uiterwaard voldoet aan de eisen van het RBK4.0.