

3Di model HLT-samen

Uitgangspuntennotitie

Gemeentes Hillegom,
Lisse en Teylingen

Nelen & Schuurmans

17-6-2019

3Di model HLT-samen

Uitgangspuntennotitie

Voor
HLTsamen
Postbus 32
2180 AA Hillegom

Nelen & Schuurmans
Zakkendragershof 34-44
3511 AE Utrecht

www.nelen-schuurmans.nl

Projectgegevens

Dossier : T0270
Datum : 17-6-2019

Niets uit deze rapportage mag worden verveelvoudigd of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook zonder voorafgaande toestemming van de opdrachtgever. Noch mag het zonder dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd.

Inhoudsopgave

1 Inleiding 2
1.1 Aanleiding 2
1.2 Leeswijzer 2
2 Integraal 3Di model 3
2.1 Inleiding 3
2.2 Inloopcomponent 3
2.2.1 Hybride 3
2.2.2 NWRW-inloopmodel 4
2.2.3 Droogweerafvoer ..... **Error! Bookmark not defined.**
2.3 Rioleringscomponent 5
2.4 Maaiveldcomponent 5
2.5 Oppervlaktewatercomponent 5
2.6 Koppeling 0D-1D-2D 5
3 Modelkeuzes en -gegevens 6
3.1 Modelkeuzes 6
3.1.1 Deelgebieden 6
3.2 Modelgegevens 7
3.2.1 Riolering 7
3.2.2 Terreinmodel 8
3.2.3 Oppervlaktewater 12
4 Modelcontrole 14
4.1.1 Geen belasting 14
4.1.2 Droogweersituatie 14
4.1.3 Lichte bui 14
4.1.4 Ontwerpbui (21,6 mm in een uur) 15
Bijlage I. Conversietabellen 16

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

Om invulling te geven aan het Deltaprogramma Ruimtelijke Adaptatie (DPRA) willen de samenwerkende gemeentes Hillegom, Lisse en Teylingen (HLT Samen) een stresstest klimaatbestendigheid laten uitvoeren voor het stedelijke gebied van de drie gemeenten voor de vier thema's benoemd in het DPRA. Hiermee wil HLT Samen op hoofdlijnen inzicht krijgen in de effecten van klimaatverandering ten aanzien van wateroverlast door hevige neerslag, droogte, hitte en waterveiligheid. Het landelijke gebied wordt momenteel in een parallel traject met Provincie Zuid-Holland en Hoogheemraadschap van Rijnland uitgevoerd en is naar verwacht 1 juni 2019 gereed.

Het opzetten van een integraal watermodel in 3Di en het samenbrengen van de in dit project vergaarde informatie in een Klimaatatlas, stelt HLT Samen in staat om de waterstromen binnen de gemeente gedetailleerd in kaart te brengen en te optimaliseren, en te anticiperen op de effecten van klimaatverandering.

Voorafgaand aan de daadwerkelijke modelbouw worden de uitgangspunten met de gemeente afgesproken. Voorliggend document is een beschrijving van deze uitgangspunten.

1.2 Leeswijzer

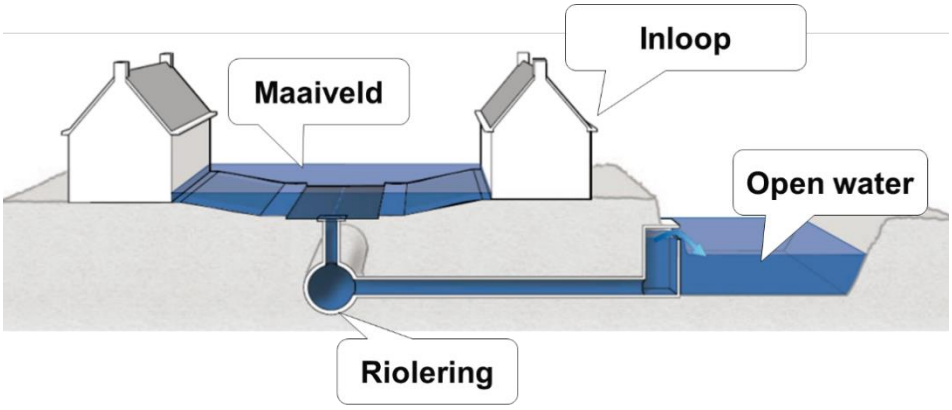
In Hoofdstuk 2 wordt een beschrijving gegeven van een integraal 3Di rekenmodel. In Hoofdstuk 3 staat een overzicht van modelkeuzes en -gegevens. Tot slot staan in Hoofdstuk 4 de modelcontroles beschreven.

2 Integraal 3Di model

2.1 Inleiding

Een integraal 3Di model rekent in één tijdstap verschillende type waterstromingen door. Het integrale 3Di-model van HLT Samen zal uit de volgende componenten bestaan (Figuur 2-1):

Inloopcomponent (0D)
Rioleringscomponent (1D)
Oppervlaktewatercomponent (1D/2D)
Maaiveldcomponent (2D)



Figuur 2-1 Het integrale 3Di model voor gemeente Goeree-Overflakkee bestaat uit een inloopcomponent, rioleringscomponent, oppervlaktewatercomponent en maaiveldcomponent

In de volgende paragrafen staan de componenten nader beschreven.

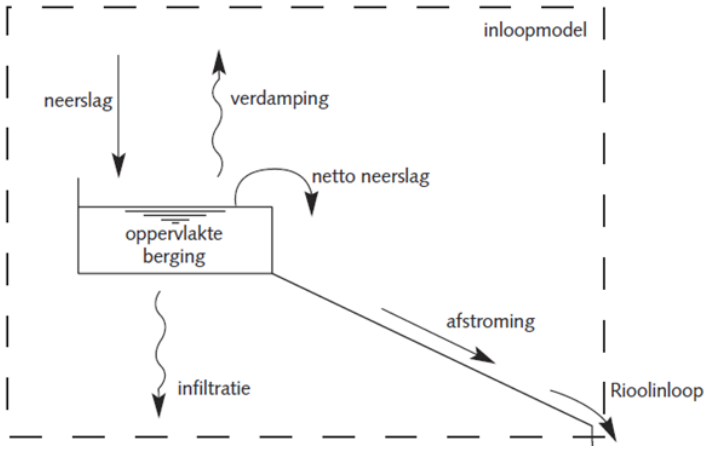
2.2 Inloopcomponent

2.2.1 Hybride

De inloop van hemelwater wordt 'hybride' toegepast. Hybride inloop van hemelwater is een combinatie tussen inloop in de riolering via de regenpijpen van daken en via oppervlakkige afstroming over maaiveld. De neerslag die op gerioleerde daken valt, stroomt geforceerd in conform het NWRW-inloopmodel (0D inloopcomponent - Paragraaf 2.2.2). De neerslag die op het overige oppervlak valt stroomt via het terreinmodel (2D maaiveldcomponent – Paragraaf 2.4) af, en komt (mogelijk) in de riolering terecht of stroomt (mogelijk) af naar het oppervlaktewater.

2.2.2 *NWRW-inloopmodel*

De inloopcomponent maakt gebruik van het neerslag-afvoer verloop volgens het NWRW-inloopmodel (Figuur 2-2).



Figuur 2-2 Het uitgangspunt voor de inloopcomponent is het NWRW inloopmodel

Het model vertaalt neerslag naar rioolinloop, waarbij het rekening houdt met oppervlakteberging, verdamping, infiltratie en afstroming. Hierbij gelden de volgende uitgangspunten:

- Verdamping wordt berekend aan de hand van KNMI gemiddelden, zowel tijdens de bui als tijdens droge perioden.
- De verhard oppervlakken zijn geclassificeerd volgens de huidige 12 typeringen van het NWRW model (Tabel 2-1).

Voor het gebiedsmodel van HLT Samen wordt enkel gebruik van het NWRW-inloopmodel voor het type 'Dak'. Het overige terrein loopt via het 2D maaiveldmodel af.

Tabel 2-1 De 12 typeringen uit het NWRW model

Type oppervlak	Type afstroming	Afstromings-vertraging (min^{-1})	Oppervlakte berging (mm)	Infiltratie ja/nee
Gesloten verhard	Hellend	0.5	0.0	nee
Gesloten verhard	Vlak	0.2	0.5	nee
Gesloten verhard	Vlak uitgestrekt	0.1	1.0	nee
Open verhard	Hellend	0.5	0.0	ja
Open verhard	Vlak	0.2	0.5	ja
Open verhard	Vlak uitgestrekt	0.1	1.0	ja
Dak	Hellend	0.5	0.0	nee
Dak	Vlak	0.2	2.0	nee
Dak	Vlak uitgestrekt	0.1	4.0	nee
Onverhard	Hellend	0.5	0.0	ja
Onverhard	Vlak	0.2	2.0	ja
Onverhard	Vlak uitgestrekt	0.1	4.0	ja

2.2.3 *Droogweerafvoer*

Voor het DWA verloop van huishoudelijk afvalwater geldt:

› DWA verloop is constant tijdens de stresstest met 120 l per inwoner equivalent per 10 uur

2.3 Rioleringscomponent

De rioleringscomponent (1D) berekent het hydraulisch functioneren van het stelsel. Het berekent waterstanden, debieten en stroomsnelheden van kunstwerken, leidingen en putten. Verschillende type leidingen worden onderscheiden zoals DWA, RWA en gemengde leidingen. Ook worden de kunstwerken in de riolering meegenomen in de schematisatie, zoals overstorten, gemalen, doorlaten en uitlaten.

2.4 Maaiveldcomponent

De 2D maaiveldcomponent beschrijft het neerslag-afvoer proces. De stroming van water over het maaiveld volgt de bekende continuïteits- en momentum vergelijkingen. Het water wisselt in beide richtingen uit met de oppervlaktewater- en rioleringscomponent. Op basis van gegevens over hoogte, bodem en landgebruik wordt infiltratie en (weerstand in) stroming maaiveld berekend.

2.5 Oppervlaktewatercomponent

De oppervlaktewatercomponent wordt meegenomen in het 2D terreinmodel. Kunstwerken die bepalend zijn voor de afvoer van water (zoals duikers) worden expliciet als 1D elementen opgenomen in de schematisatie.

2.6 Koppeling 0D-1D-2D

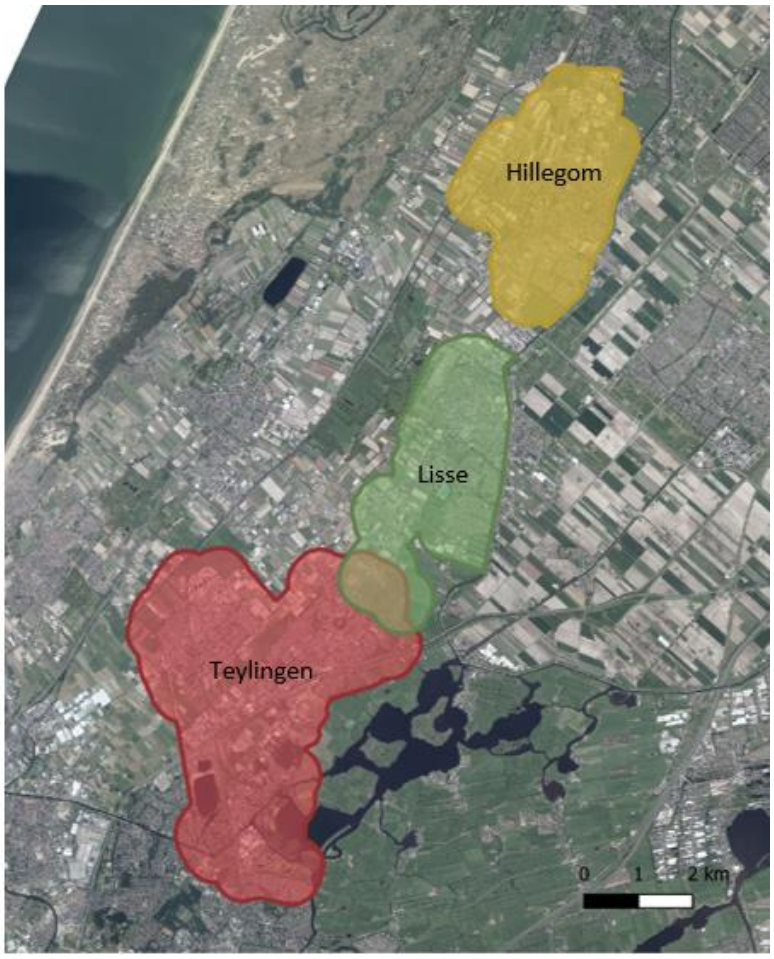
Alle componenten kunnen volledig uitwisselen. Het rioleringsmodel wordt belast met 0D-inloop (RWA en DWA) en met 2D-inloop (RWA). Als het stelsel overbelast is dan ontstaan er overstorten naar het oppervlaktewater en treedt er mogelijk water-op-straat op. Het water kan ook op maaiveld komen te staan doordat het niet de riolering of het oppervlaktewater in kan stromen. Ook kan het water op de ene locatie uit de riolering of het oppervlaktewater treden, afstromen via maaiveld en op een andere locatie weer in de riolering of in het oppervlaktewater lopen.

3 Modelkeuzes en -gegevens

3.1 Modelkeuzes

3.1.1 Deelgebieden

Het gebiedsmodel wordt opgesteld voor de bebouwde kommen (**Error! Reference source not found.**) van HLT Samen. Om het rekenmodel voldoende snel te laten rekenen in de 3Di livesite, wordt het gebiedsmodel van HLT Samen opgedeeld per gemeente, Figuur 3-1.



Figuur 3-1 Deelgebieden in het gebiedsmodel van HLT Samen

De deelgebieden bestaan uit de volgende kernen:

- Gemeente Hillegom:
  - Hillegom
- Gemeente Lisse:
  - Lisse
  - De Engel
- Gemeente Teylingen:
  - Sassenheim

- Voorhout
- Warmond

3.2 Modelgegevens

3.2.1 Riolering

De 1D-rioleringscomponent wordt door ons opgebouwd op basis van de door de gemeente Teylingen, Lisse en Hillegom aangeleverde sufhyd en shapefile bestanden:

- 2019_03_27_V1_Teylingen_Stresstest.hyd.hyd (gemeente Teylingen, 3 april 2019)
- Conduit.shp, Pump.shp, Weir.shp en Node.shp (gemeente Hillegom, 16 april 2019)
- Lisse_model2019.hyd (gemeente Lisse, 15 april 2019)
- Lisse huidige situatie 2019_pump.csv en Lisse huidige situatie 2019_weir.csv (gemeente Lisse, 13 juni 2019)

De volgende aannames worden aangenomen als rioleringsgegevens niet is aangeleverd:

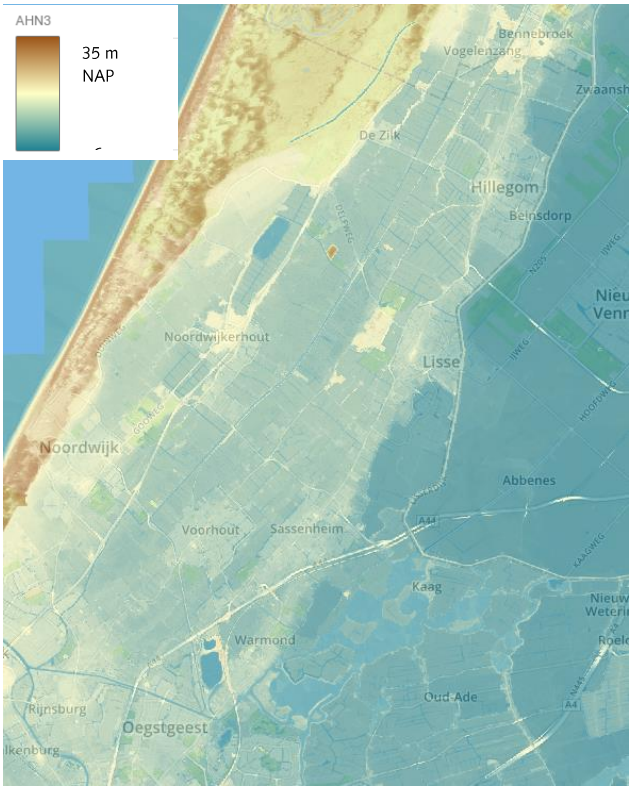
		Als niet aangeleverd
Putten	Locatie putten	
	Hoogte maaiveld	Aanname AHN-3
	Materiaal	Aanname pvc
	Breedte/diameter putbodem	Aanname 0,8 m x 0,8 m
	Vorm put	Aanname rond
	Niveau onderkant put	Aanname laagste BOB
Leidingen	Locatie leiding	
	Hoogte aansluiting 1&2	Aanname o.b.v. BOK of expert judgement
	Lengte leiding	Aanname putafstand
	Leiding type	Aanname expert judgement
	Leiding materiaal	Aanname beton i.c.m. expert judgement
	Diameter	Aanname 300 mm i.c.m. expert judgement
	Vorm profiel	Aanname rond
Gemalen	Aanslagpeil	Aanname 50 cm boven putbodem
	Afslagpeil	Aanname 10 cm boven putbodem
	Capaciteit gemengd	DWA (obv i.e. en v.e.b) + poc 0,7 mm/uur
	Capaciteit DWA	obv i.e. en v.e.b
	Capaciteit HWA (bij VGS)	poc 0,4 mm/uur
	Capaciteit BBB/BBL	In 10 uur leeg
Overstort	Drempelhoogte	Aanname expert judgement
	Overstortbreedte	Aanname expert judgement

3.2.2 *Terreinmodel*

Het 2D-maaiveldmodel wordt als volgt opgebouwd uit de meerdere bronbestanden:

Hoogtekaart

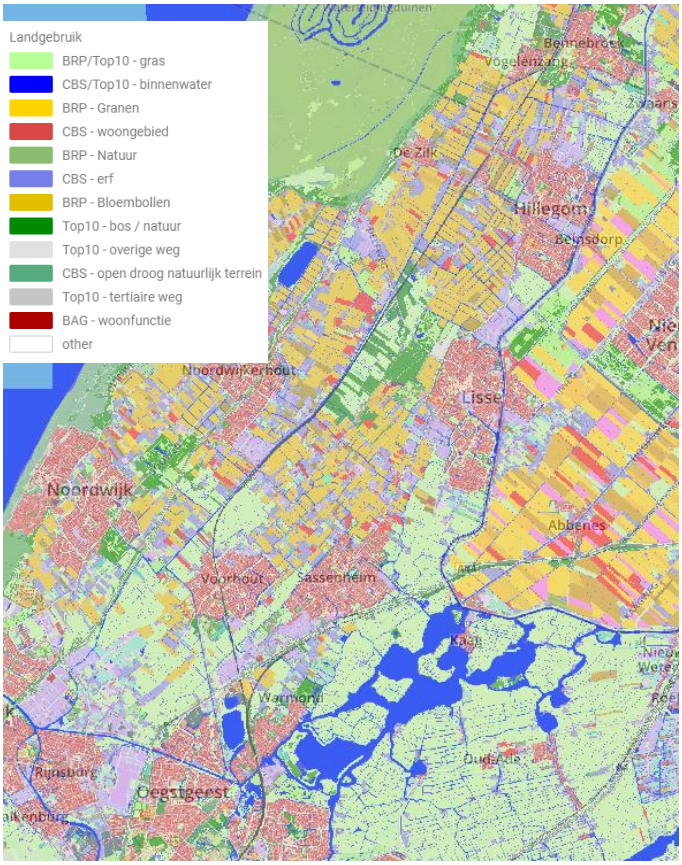
Voor het genereren van de hoogtekaart wordt de AHN3 (Actueel Hoogtebestand Nederland, versie 3) gebruikt, Figuur 3-2. Met laserapparatuur is het aardoppervlak afgetast om de hoogte te bepalen. Gemiddeld zijn acht hoogtemetingen per vierkante meter uitgevoerd. Deze zijn vertaald naar een maaiveldhoogte per 0,25 vierkante meter. Uit deze ruwe gegevens zijn bomen, auto's en huizen gefilterd en geïnterpoleerd.



Figuur 3-2 Gedetailleerde hoogtekaart

Landgebruik

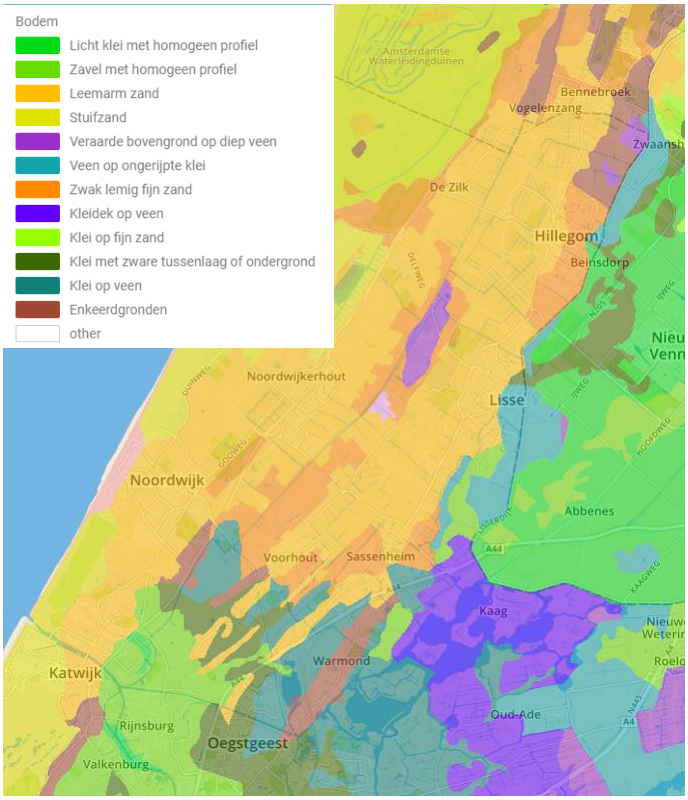
De door Nelen & Schuurmans samengestelde landgebruikskaart wordt gemaakt op basis van de BAG, de Top10NL, het CBS Bodemgebruik, Basisregistratie Gewaspercelen en OpenStreetMap. Door deze te combineren ontstaat een kaartlaag met een resolutie van 0,5 x 0,5 meter (Figuur 3-3). Deze kaart wordt gebruikt voor het bepalen van de maaiveldparameters weerstand en het percentage onverhard terrein. Het percentage onverhard terrein wordt gebruikt voor het bepalen van de infiltratie.



Figuur 3-3 Gedetailleerde landgebruikskaart

Bodem

De bodemkaart is gebaseerd op de BOFEK2012. Deze kaart bevat informatie over de bodemkenmerken in landelijk gebied. Voor stedelijk gebied is deze kaart dicht geïnterpoleerd. Na interpolatie ontstaat er een kaartlaag met een resolutie van 0,5 x 0,5 meter die nodig is voor bepaling van de maaiveldparameter infiltratie (Figuur 3-4).



Figuur 3-4 Gedetailleerde bodemkaart

Deze bronbestanden worden door ons vertaald naar de volgende modelinvoerbestanden:

Weerstandsraster

Het weerstandraster (Figuur 3-5) beschrijft per pixel de hydraulische ruwheid, die wordt gebruikt bij het oplossen van de 'De Saint-Venant' vergelijkingen. Binnen deze vergelijkingen wordt één term gewijd aan de momentum verliezen als gevolg van wrijving. De Manning ruwheid coëfficiënten zijn de kalibratieparameters welke het effect van de ruwheid bepalen op de berekening. Hoe hoger de parameter, des te hoger het effect van deze ruwheid.

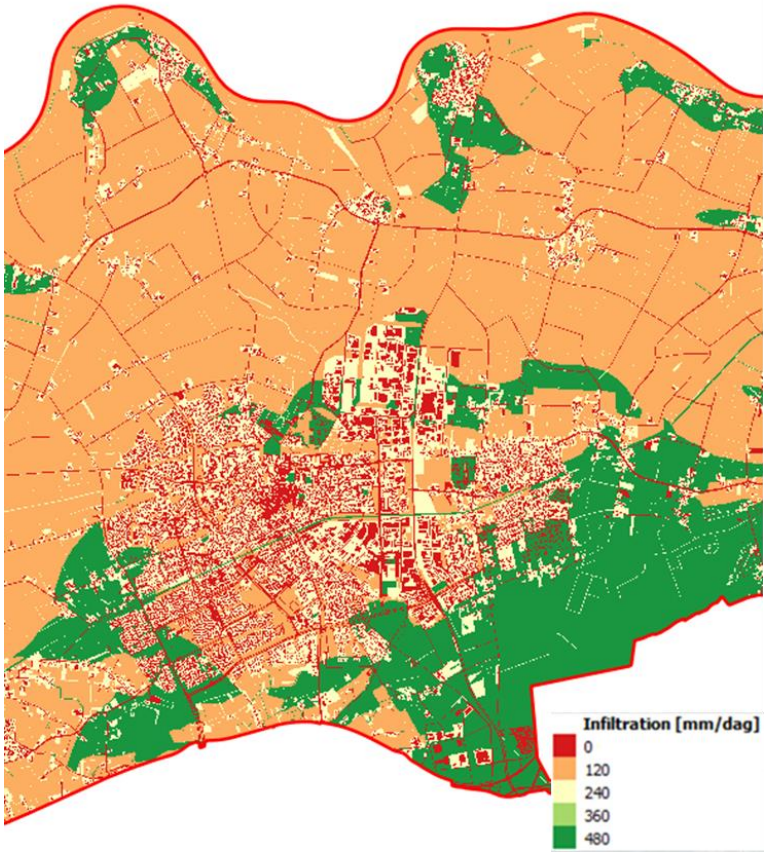
De conversietabel voor het bepalen van de ruwheidsparameter staat in 0.



Figuur 3-5 Weerstandsraster voor 3Di model

Infiltratieraster

De infiltratiesnelheid is een constante snelheid waarmee oppervlaktewater in de bodem infiltreert, dit water 'verdwijnt' uit het model, aangezien de bodem-/grondwaterprocessen niet worden meegenomen. Deze infiltratiesnelheid is per pixel opgegeven in het infiltratieraster (Figuur 3-6). Als het regent, infiltreert al het water over de hele rekencel. Als het stopt met regenen infiltreert er alleen nog water in de pixels waarin het water kan infiltreren. Voor het water dat op het maaiveld staat wordt de infiltratie per subgridpixel uitgerekend.



Figuur 3-6 Infiltratieraster voor 3Di model

Het infiltratieraster wordt automatisch gegenereerd met behulp van landgebruik en bodemsoort van het gebied. De waardes zijn bepaald door het bodemgebruik te converteren naar een maximale infiltratiesnelheid en deze te vermenigvuldigen met de doorlatendheid op basis van de landgebruikskaart. De conversietabel voor het bepalen van de infiltratieparameter staat in Bijlage I.

Rekenrooster

De resolutie van het rekenrooster wordt bepaald op basis van het optimum in nauwkeurigheid en rekensnelheid. Voor het model van HLT Samen wordt gekozen voor de kleinste resolutie van 10 m in stedelijk gebied en rond alle 1D-elementen, met een vergroving naar maximaal 40 m.

Uitwisseling

Het maaiveld wisselt water uit met de riolering en vice versa. De uitwisseling vindt alleen plaats bij gemengde en regenwaterleidingen, aangezien hier kolken aanwezig zijn die zorgen voor de uitwisseling. In het model vindt uitwisseling plaats wanneer de waterstand boven de kolkhoogte is. We nemen aan dat deze 15 cm onder de opgegeven puthoogte is. Bij uitlaten vindt er uitwisseling plaats tussen het riool en oppervlaktewater. Hier vindt de uitwisseling plaats op bob-hoogte.

3.2.3 *Oppervlaktewater*

De ligging van watergangen wordt uit de BGT gehaald. Water wordt in het hoogteraster 80 cm onder het streefpeil gelegd.

Met het initieel waterstandsraster wordt het water op streefpeil gezet. Binnen HLT Samen zijn er peilgebieden met vast en zomer/winter peil. Het waterpeil dat we gebruiken in het initieel waterstandsraster is als volgt:

- Bij peilgebieden met vast peil: het vaste peil
- Bij peilgebieden met zomer/winterpeil: het zomerpeil

Bij het buitenwater gaan we uit van een waterpeil van 0 m NAP.

Duikers, stuwen en gemalen worden als 1D-elementen aan het model toegevoegd. Hiervoor maken we gebruik van data die is aangeleverd door Hoogheemraadschap van Rijnland. De eigenschappen van de duikers, stuwen en gemalen zijn niet allemaal bekend. In dat geval worden de volgende aannames gedaan:

Duikers

Bij het ontbreken van duiker gegevens worden uitgegaan van een ronde duiker met een diameter van 600 mm, waarvan tweederde onderwater ligt. Als afvoer-coëfficiënt wordt 0,8 aangehouden.

Stuwen

Stuwen zijn bij Rijnland bekend als punt-gegevens. Voor 3Di moeten deze punten worden verlijnd. We nemen alleen de stuwen mee aan de grens van een peilgebied.

Indien er een stuw ontbreekt op de grens van een peilgebied wordt er een stuw toegevoegd.

Bij het ontbreken van gegevens worden uitgegaan van een stuw met een kruinbreedte van 2 m. Voor de kruinhoogte wordt het hoogste peilgebied aangehouden. Als afvoer-coëfficiënt wordt 0,8 aangehouden.

Gemalen

Gemalen zijn bij Rijnland bekend als punt-gegevens, ook deze punten worden verlijnd zodat 3Di hiermee kan rekenen. Waterschapsgemalen die relevant zijn voor het model, bijvoorbeeld een poldergemaal, worden meegenomen in de schematisatie.

Het aanslagpeil nemen we aan op 5 cm boven het streefpeil, het afslagpeil is 5 cm onder het streefpeil. De gemaalcapaciteit nemen we aan op basis van 14,4 mm/dag.

Randvoorwaarden

Aan de modelgrenzen nemen we 1D-randvoorwaarden op bij de peilgrenzen. Deze zetten we op de hoogte van het betreffende (benedenstroomse) peil.

4 Modelcontrole

Bij Nelen & Schuurmans wordt een model standaard gecontroleerd aan de hand van een aantal testsommen. De volgende controleberekeningen worden uitgevoerd:

4.1.1 Geen belasting

Bij deze berekening is er geen belasting van afvalwater en neerslag. Hierbij wordt gecontroleerd op de volgende zaken:

- Geen stroming aan einde van berekening door regenwaterleidingen
- Geen water op straat
- Geen gemalen actief
- Geen overstorten actief

4.1.2 Droogweersituatie

Bij deze berekening is er geen belasting van neerslag. Hierbij wordt gecontroleerd of er geen water op straat optreedt en geen overstorten plaatsvinden. Hiermee worden bijvoorbeeld losliggende stelsels, onjuiste drempelhoogtes of foutieve pompcapaciteiten opgespoord:

- Geen water op straat
- Geen overstorten actief
- Geen stroming door regenwaterleidingen

4.1.3 Lichte bui

Bij deze berekening wordt het stelsel getest volgens een referentiestelsel. Er wordt een bui van 0,5 mm/uur opgedrukt. Gemalen worden vaak ontworpen om een bui van 0,7 mm/uur weg te kunnen pompen. Losliggende stelsels, verkeerde pompcapaciteiten of foutief ingevulde maaiveldhoogtes worden zo opgespoord. Hierbij wordt gecontroleerd op de volgende zaken:

- Geen water op straat
- Geen overstorten actief

4.1.4 *Ontwerpbui (21,6 mm in een uur)*

Bij een ontwerpbui mag in geringe mate water op straat optreden. Alle overstorten moeten actief zijn en alle pompen moeten draaien. De locaties waar water op straat optreedt, zijn vaak de locaties die bij de gemeente al bekend staan als gevoelig voor wateroverlast. Foutief ingevulde overstorthoogtes worden zo opgespoord.

Hierbij wordt gecontroleerd op de volgende zaken:

- Water op straat mag beperkt optreden
- Overstorten zijn actief
- Gemalen draaien op volle capaciteit

Bijlage I. Conversietabellen

Tabel B-2 Conversietabel van landgebruik naar weerstand en percentage onverhard

Landgebruik	Weerstand [Manning – $s/m^{1/3}$]	Onverhard [%]
Erf	0.03	25
Gesloten verharding	0.013	0
Open verharding	0.016	2,5
Bos, bomen en struiken	0.058	100
Groen	0.03	100
Water	0.026	100

Tabel B-1 Conversietabel voor bodemsoort naar infiltratiecapaciteit.

Bodemsoort	**Infiltratiecapaciteit (mm/dag)**
Veengrond met veraarde bovengrond	480
Veengrond met veraarde bovengrond, zand	480
Veengrond met kleidek	120
Veengrond met kleidek op zand	480
Veengrond met zanddek op zand	480
Veengrond op ongerijpte klei	120
Stuifzand	480
Podzol (Leemarm, fijn zand)	480
Podzol (zwak lemig, fijn zand)	480
Podzol (zwak lemig, fijn zand op grof zand)	480
Podzol (lemig keileem)	120
Enkeerd (zwak lemig, fijn zand)	120
Beekeerd (lemig fijn zand)	120
Podzol (grof zand)	480
Zavel	480
Lichte klei	120
Zware klei	120
Klei op veen	120
Klei op zand	120
Klei op grof zand	120
Leem	120