

WERKBOEK

Modelleren van gestuwd gebied

Inhoud

1. Inleiding	3
2. Gebiedsbeschrijving	4
3. SOBEK achter de schermen	5
3.1 Projecten en Cases	5
3.2 De WORK-directory	6
3.3 Gegevensbestanden	7
4. De hydrodynamische component	9
4.1 Inleiding	9
4.2 Modelbouw	9
5. De modeltest	15
5.1 Inleiding	15
5.2 Implementatie	15
5.3 De modeltest uitvoeren	16
6. De hydrologische component	17
6.1 Inleiding	17
6.2 Bouw topologie	18
6.3 Modelbouw attribuuatdata	20
Bijlage A Stappenplan modelbouw	22
A.1. Inleiding	22
A.2. Hydraulische component	22
A.3. Hydrologische component	22
Bijlage B Gegevensbewerking	23
B.1. Inleiding	23
B.2. GIS-bewerkingen	23
B.3. Gegevensconversies	24

1

1. Inleiding

In deze oefening ga je aan de slag met het model van de Leijgraaf, een riviertje dat stroomt tussen 's-Hertogenbosch en Veghel en dat onder vrij verval (zwaartekracht) uitmondt in de Aa en uiteindelijk in de Maas. Het stroomgebied valt onder het beheer van waterschap Aa en Maas.

De leerdoelen van deze oefening zijn:

1. Het zelfstandig kunnen bouwen van een Sobek model (0D-1D, dus neerslag-afvoer en hydrodynamica), op basis van gegevens uit GIS;
2. Ervaring opdoen met een relatief omvangrijk model;
3. Een gevoeligheidsanalyse uitvoeren op zaken als begroeiing en bagger.

Welke gegevens en tools krijg je tot je beschikking:

1. GIS-bestanden van waterlopen, dwarsprofielen en kunstwerken om het hydraulische model te bouwen;
2. GIS-kaarten om zelf het neerslag-afvoermodel te bouwen (afwaterende eenheden, bodemkaart, landgebruikskaart, AHN);
3. Excel2Sobek om op snelle en efficiënte wijze de modelschematisatie te vullen;
4. Neerslaggegevens per afwaterende eenheid (meteobase).
5. Diverse op maat gemaakte functies voor Excel.

Wat moet je opleveren aan de docent:

1. Een werkend en gekalibreerd SOBEK-model van de Leijgraaf;
2. Een logboek met de stappen die je gezet hebt om hiertoe te komen;
3. In grafieken een gevoeligheidsanalyse van het model voor de verschillende invoerparameter.

In de volgende paragrafen leggen we in detail uit hoe de gegevensconversies in hun werk gaan; in bijlage A staan alle stappen nog eens overzichtelijk geordend zodat je een goede taakverdeling binnen je team kunt maken. Bijlage B geeft een overzicht van de tools en technieken die je tot je beschikking hebt om alle gegevens te bewerken.

Een aantal van de stappen wordt voorgedaan in youtube-video's:

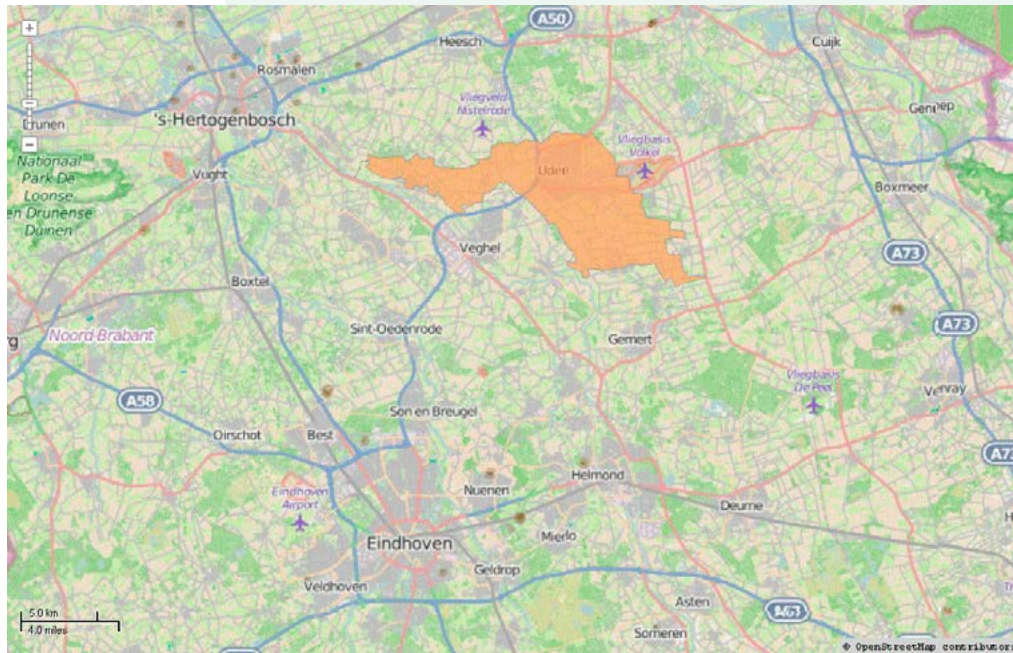
- bouw hydrodynamische modelschematisatie: <http://youtu.be/m4h5OPsxA8I>

Een totaaloverzicht dat alle modellerstappen laat zien, vind je in de Prezi:

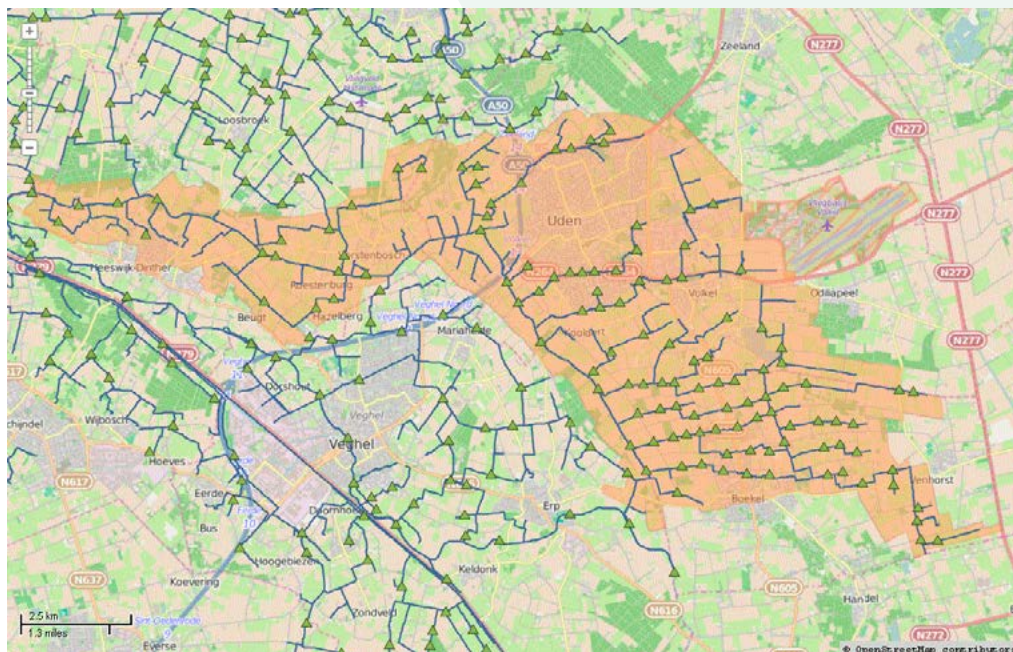
- <http://bit.ly/1MKhwgC>

2. Gebiedsbeschrijving

Het stroomgebied van de Leijgraaf ligt in het beheersgebied van waterschap Aa en Maas, zo'n 6 km ten zuidoosten van 's-Hertogenbosch en heeft een oppervlak van ca. 64.2 km².



FIGUUR 1 Hettroomgebied van de Leijgraaf.



FIGUUR 2 De belangrijkste watergangen en kunstwerken in het stroomgebied

3

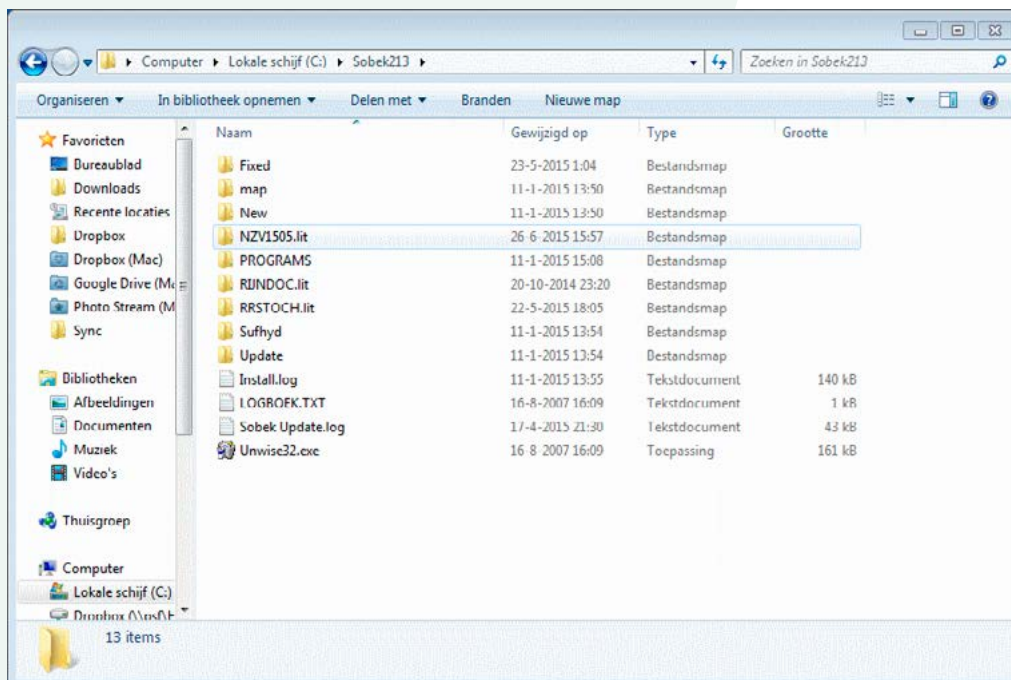
3. SOBEK achter de schermen

In deze opdracht gaan we grote hoeveelheden data invoeren. Helaas is SOBEK 2 niet bijzonder goed toegerust om dit snel via het gebruikersinterface te doen. Sommige bestanden kunnen beter rechtstreeks achter de schermen in de modelschematisatie worden gekopieerd.

Daarom leren we je in dit hoofdstuk eerst iets over de bestandsstructuur van SOBEK en hoe je die achter de schermen kunt benaderen.

3.1 Projecten en Cases

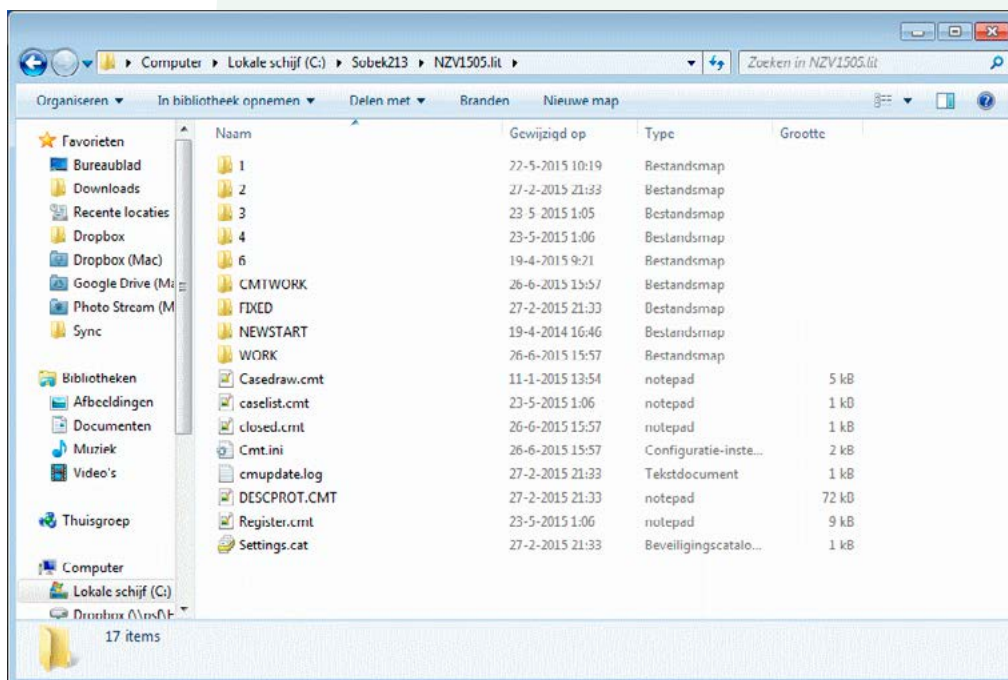
Een SOBEK-project is op de harde schijf te herkennen aan de directory met extensie ".LIT".



FIGUUR 3 Op deze computer staan diverse SOBEK-projecten, waaronder NZV1505.LIT.

Ieder project kan meerdere cases bevatten. Dit zijn doorgaans varianten van hetzelfde model. Iedere case heeft zijn eigen, genummerde, submap in de .LIT-map. Als je wilt zien welke case zich in welke directory bevindt, kun je het bestand caselist.cmt openen met een teksteditor zoals Notepad.

Onderstaand volgt een voorbeeld.



FIGUUR 4 Het project NZV1505.LIT bevat vijf cases; te herkennen aan de genummerde mappen.

```

2 '20140418_SCRef'
6 '20150301_BACKBONE'
1 '20150511_BOEZEM'
3 '20150522_BOEZEM'
4 '20150522_BOEZEM_LEKSTROOM'

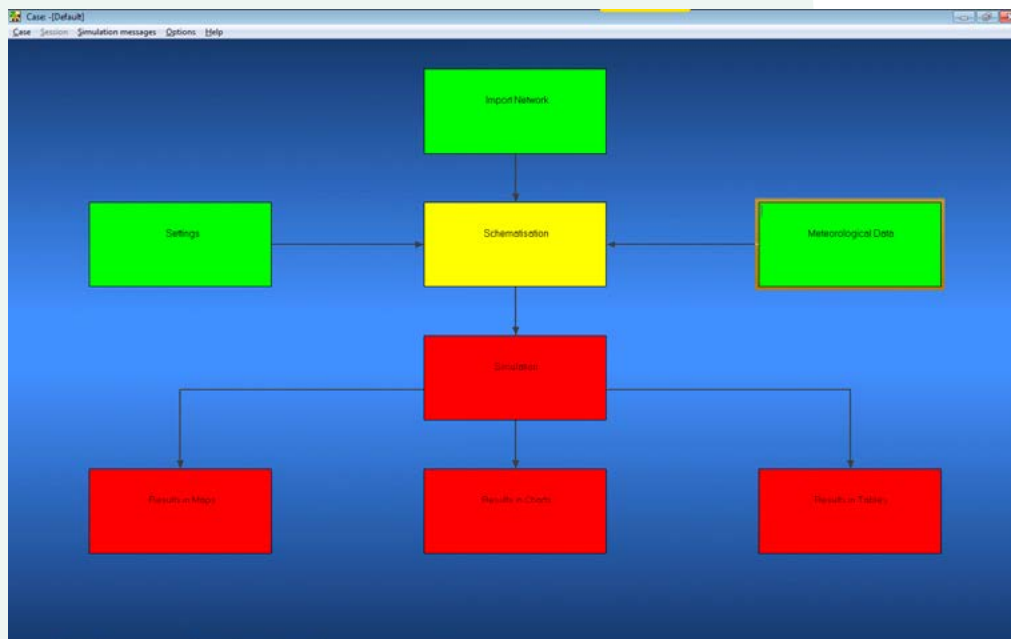
```

FIGUUR 5 Het bestand caselist.cmt geeft informatie over welke map welke case bevat.

Volgens het bestand caselist.cmt bevat map 1 de case getiteld "20150511_BOEZEM", map 2 de case "20140418_SCRef" etc.

3.2 De WORK-directory

Wanneer je met een case aan de slag gaat, zul je zien dat de inhoud van de case-directory wordt gekopieerd naar een tijdelijke werkmap, getiteld WORK. Zie het als een soort zandbak waarin je naar hartenlust zaken kunt aanpassen, zonder risico. Pas wanneer je de case opslaat, wordt de inhoud van de WORK-directory weer teruggekopieerd naar de casedirectory en zijn de aanpassingen definitief vastgelegd.



FIGUUR 6 Zodra de gebruiker hier op <Schematization> dubbelklikt, wordt de inhoud van de casedirectory gekopieerd naar de tijdelijke WORK-directory.

3.3 Gegevensbestanden

De attribootgegevens, dus data die horen bij modelobjecten zoals dwarsprofielen, stuwen, duikers en gemalen, zijn beschreven in bestanden in de casedirectory. De belangrijkste om te kennen zijn voor de hydrodynamische module:

- **Profile.dat**
bevat de namen van alle dwarsprofielen en een verwijzing naar de profieldefinitie die wordt toegepast
- **Profile.def**
bevat de profieldefinities, dus de daadwerkelijke vorm van een dwarsprofiel. Profieldefinities kunnen op verschillende manieren worden vastgelegd: in diepte als functie van de afstand tot de linker oever (YZ-profielen), in breedte als functie van de diepte (tabelprofielen), in trapeziumformaat (trapeziumprofielen) etc. etc.
- **Struct.dat**
bevat de namen en algemene bodemhoogtes van kunstwerken zoals duikers, stuwen en gemalen en de verwijzing naar de gebruikte kunstwerkdefinitie
- **Struct.def**
bevat de definitie van een kunstwerk. In het geval van stuwen bijvoorbeeld kruinhoogte en kruinbreedte. In het geval van gemalen het aan- en afslagpeil en pompcapaciteit etc.
- **Control.def**
bevat de definities van de actieve aansturing van kunstwerken (controllers), bijvoorbeeld hoe de klepstand van een stuw beweegt onder veranderende waterhoogtes.
- **Friction.dat**
bevat de definities van wandruwheid voor alle takken, dwarsprofielen en kunstwerken.

En voor de hydrologische (neerslag-afvoer) module:

- Unpaved.3b
bevat de knopen van het type onverhard en per knoop een verwijzing naar drainagedefinities, kweldefinities etc.
- Unpaved.alf
bevat de drainagedefinities voor de onverhard-knopen
- Unpaved.sep
bevat de kweldefinities voor de onverhard-knopen
- Unpaved.inf
bevat de infiltratiedefinities voor de onverhard-knopen
- Paved.3b
bevat de knopen van het type verhard en per knoop een verwijzing naar bergingsdefinities, droogweerafvoer, pompoevercapaciteit etc.
- Paved.sto
bevat definities van de bergingscapaciteit in de rioolstelsels
- Paved.dwa
bevat definities van de droogweerafvoer in de rioolstelsels
- Bound3b.3b
bevat de randvoorwaarden voor de hydrologische module.

4

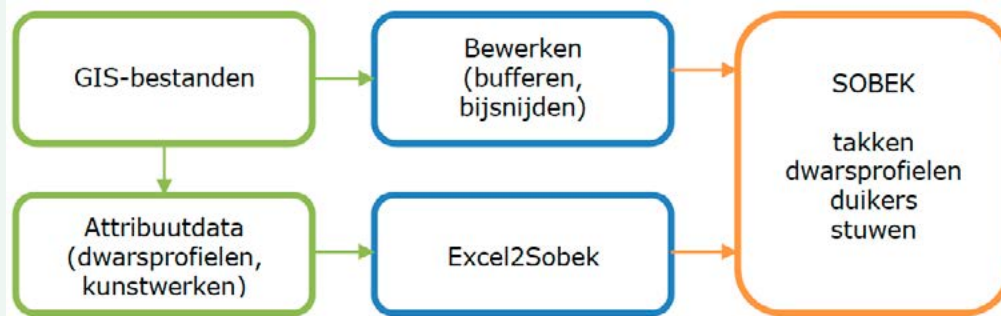
4. De hydrodynamische component

4.1 Inleiding

In dit hoofdstuk bespreken we hoe je de modelschematisatie voor de waterbeweging (hydrodynamica) moet bouwen. Dit model moet het systeemgedrag nabootsen van water in het riviertje de Leijgraaf en alle aantakkende watergangen.

Het bouwen van de modelschematisatie bestaat uit twee componenten: de topologie (het netwerk van knopen en takken) en de attribuutdata (parameterwaarden die bij de modelobjecten horen). De topologie kan vrij recht-toe-recht-aan vanuit GIS-bestanden in SOBEK worden geïmporteerd. Helaas geldt dat niet voor de attribuutdata. Daarom gebruiken we voor dat laatste een opensource conversietool: Excel2Sobek.

Het onderstaande diagram laat zien hoe gegevens vanuit GIS naar een hydraulische modelschematisatie in SOBEK kunnen worden vertaald. De topologie (het netwerk) wordt na een bewerking in GIS rechtstreeks in SOBEK geïmporteerd. De bijbehorende attribuutdata zoals informatie over dwarsprofielen vertalen we naar het SOBEK-bestandsformaat via een conversie met Excel2Sobek.



FIGUUR 7 De route van GIS naar een hydraulische modelschematisatie in SOBEK.

4.2 Modelbouw

Om de hydrodynamische modelschematisatie te kunnen bouwen, krijg je de beschikking over de volgende GIS-bestanden en een Excel-bestand met gegevens:

1. GAF_211H.shp
bevat het stroomgebied van de Leijgraaf, bovenstrooms van stuw 211H.
2. waterlopen.shp
bevat de belangrijkste waterlopen in de benedenloop van de Aa, waaronder de Leijgraaf
3. Stuwen.shp
Bevat alle stuwen binnen het beheersgebied van waterschap Aa en Maas.
4. Profielen.shp
Bevat de ligging van de ingemeten dwarsprofielen in een deel van het

beheersgebied

5. SobekData.xlsx
Bevat hoogtewaardes van de ingemeten dwarsprofielen en dimensies van duikers en stuwen.

De volgende zaken moet je uitvoeren om het model te kunnen bouwen:

- Als eerste is het noodzakelijk om de bestanden met de waterlopen, dwarsprofielen en de stuwen bij te snijden langs de randen van het stroomgebied van de Leijgraaf. Anders loop je het risico veel te veel objecten in SOBEK te importeren.



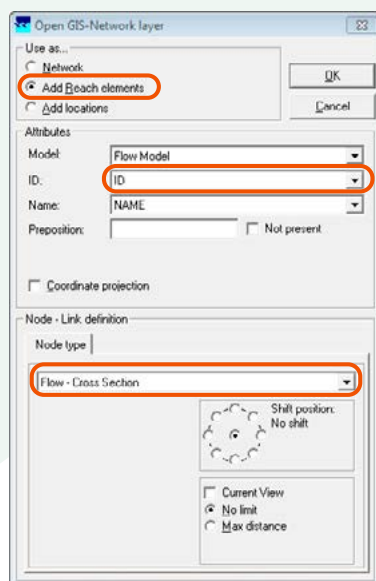
LET OP: als er onverhoopt gaten tussen de polygonen zitten, zorgen die ervoor dat je SOBEK-takken worden doorgeknipt op plaatsen waar dat niet moet. Daarom moet je eerst een gebufferde versie van de shapefile van de afwaterende eenheden maken. Neem een buffergrootte van 100m en gebruik het resulterende bestand om de bestanden met watergangen en kustwerken bij te snijden.

Voer dus eerst een buffer-actie uit op de shapefile GAF_211H, met een straal van bijvoorbeeld 100m. Snij daarna de bestanden met waterlopen, dwarsprofielen, duikers en stuwen bij (clip) langs de randen van de gebufferde shapefile.

- Daarna kan de bijgesneden shapefile met de waterlopen worden geïmporteerd in een nieuw SOBEK-project. Maak een nieuw project aan, ga naar NETTER (de kaart-editor van SOBEK) en importeer het bestand met de bijgesneden waterlopen via <file> - <import>.

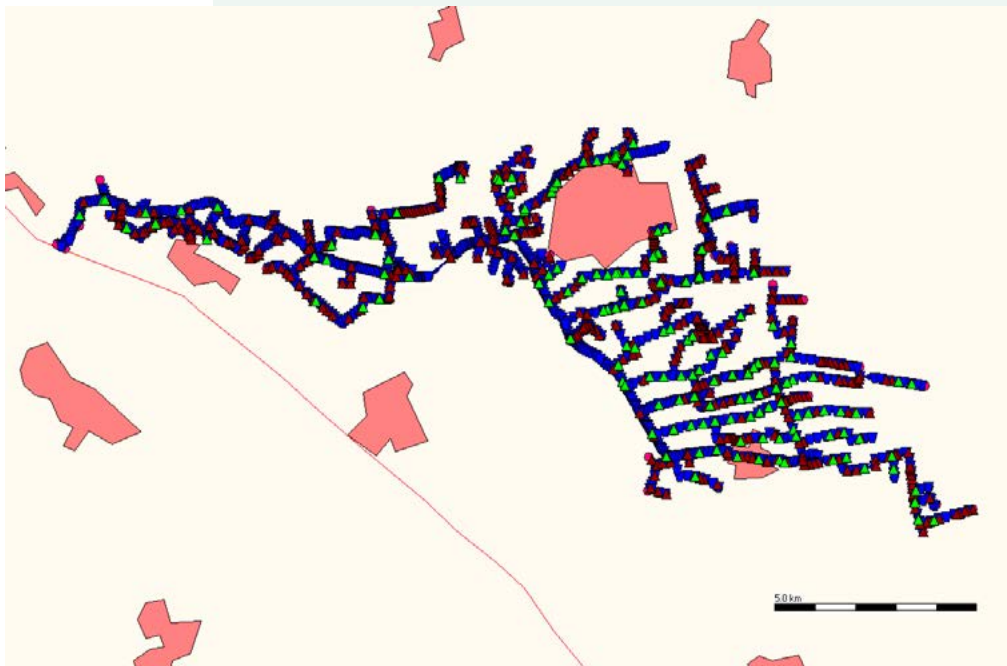
Verzeker je ervan dat alle waterlopen daadwerkelijk op elkaar aansluiten, dus dat er geen losse takjes 'zweven'. Maak verder van de benedenstroomse randknoop een knoop van het type "Flow- Boundary" en ken er een waarde aan toe die een stuk lager ligt dan de kruin van de stuw bij het lozingspunt (211_211H).

- Nu kan de shapefile met dwarsprofielen worden geïmporteerd. Kies daartoe de optie <file> - <import>, maar gebruik nu de optie "as reach elements". Alleen dan worden de objecten daadwerkelijk gekoppeld (snapping) aan de takken uit het model. Zorg dat de objecten worden geïnterpreteerd als "Flow Cross Sections" en dat de waarde uit het veld ID ook daadwerkelijk als ID wordt gebruikt in de modelschematisatie.



FIGUUR 8 Het importeren van takobjecten op een bestaande structuur van watergangen.

- Nu kan de shapefile met duikers worden geïmporteerd in de SOBEK-schematisatie.
- En tenslotte de shapefile met stuwen.



FIGUUR 9 Modelschematisatie van de Leijgraaf na importeren van takken, dwarsprofielen, duikers en stuwen.

Nu kun je de benedenstroomse connection node omzetten naar een boundary.

Nadat de topologie van alle hydraulische elementen (takken en takobjecten) is geïmporteerd, kunnen we de bijbehorende attribuuatdata gaan toevoegen. Zoals gezegd is dit niet zo eenvoudig als de topologie. De bestandsstructuur van SOBEK achter de schermen is tamelijk ingewikkeld, en daarom gaan we een externe tool hiervoor inzetten. Dit is het opensourceprogramma Excel2Sobek. Het is te vinden op excel2sobek.codeplex.com.

FIGUUR 10 Excel2Sobek op de website codeplex.com.

Opdracht 1. Download het programma Excel2Sobek van excel2sobek.codeplex.com

- Start het programma en zorg ervoor dat het macro's kan uitvoeren
- Activeer via het tabblad START de volgende opties:
 - dwarsprofielen van het type YZ en trapezium
 - stuwen
 - duikers.
- Vul de tabbladen met de data die je kunt vinden in het bestand SobekData.
- Leg op het tabblad START de gewenste uitvoerdirectory vast en exporteer de data naar het SOBEK-bestandsformaat.

Het programma heeft nu alle relevante gegevensbestanden weggeschreven:

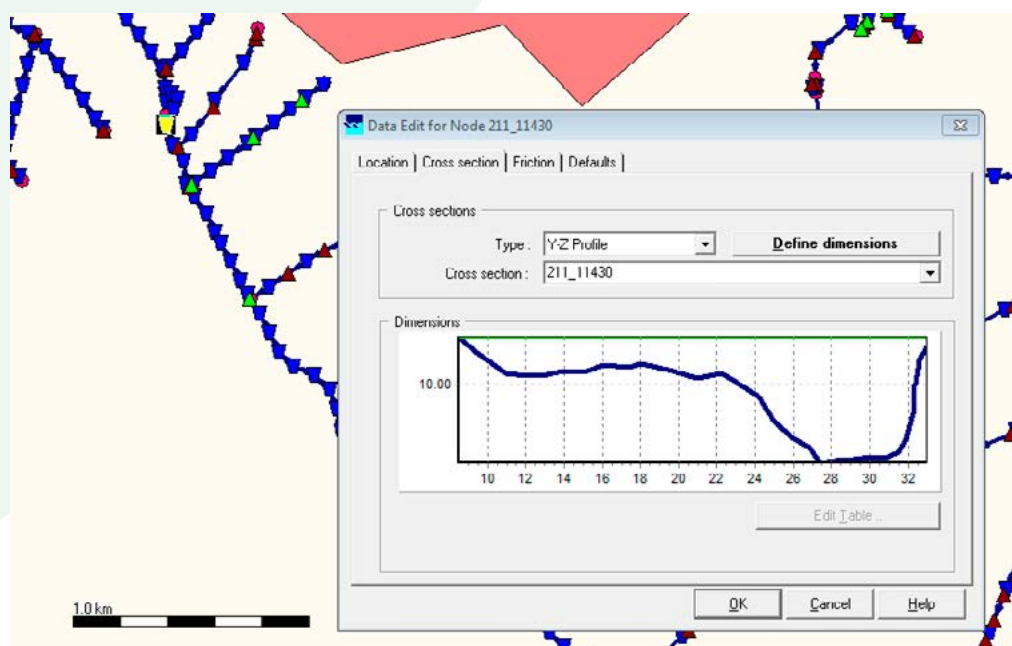
1. Profile.dat
2. Profile.def
3. Struct.dat
4. Struct.def
5. Friction.dat

Opdracht 2. Importeer de bestanden in SOBEK

- Kopieer deze vijf bestanden naar je SOBEK-case. Let op: het is verstandig als je dit doet wanneer de modelgegevens nog in de WORK-directory staan. Kopieer de gegevens daarheen. Zo weet je zeker dat je de oorspronkelijke case niet zomaar kunt vernielen. Bovendien kun je meteen controleren of de data goed zijn overgekomen.

Als alles goed is gegaan heb je nu een modelschematisatie die bestaat uit takken met dwarsprofielen, duikers en stuwen. Bovendien kun je voor alle objecten de attribuutdata opvragen.

- Vergeet niet de case op te slaan.

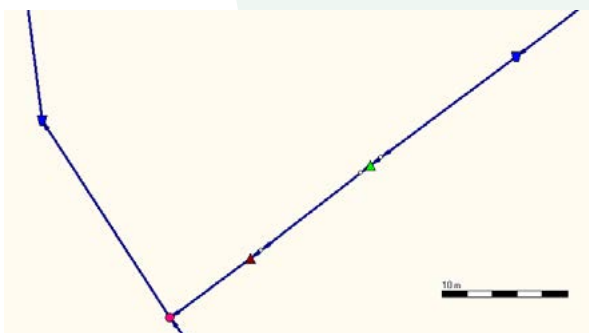


FIGUUR 11 Controle in de modelschematisatie laat zien dat het importeren van de attribuutdata is geslaagd.

De laatste stap is het aanmaken van een rekengrid. Hier zit echter een addertje onder het gras: het is verplicht om tussen twee kunstwerken een rekenpunt aan te brengen, maar SOBEK ondersteunt dat niet standaard.



Een manier om een goede ligging van rekenpunten af te dwingen wordt hier beschreven: http://hydroconsult.nl/pages/sub/3/20418/Automatisch_rekenpunten_om_kunstwerken.html Door deze techniek toe te passen, krijgt iedere duiker en stuw automatisch twee omringende rekenpunten, elk op 1m afstand van het kunstwerk.



FIGUUR 12 Detail van de modelschematisatie met rekenpunten op 1m rond kunstwerken.

Als alle gegevens nu goed in het model zitten, kun je met het model daadwerkelijk een simulatie uitvoeren. Natuurlijk heeft het nog geen neerslag-afvoercomponent, en dus ook nog geen aanvoer van water, maar je kunt het wel initiëel vullen met een grote waterdiepte, en bekijken hoe het in de loop van een simulatie leegloopt.

Vrijwel gegarandeerd is dat het model niet meteen zal draaien. Gebruik je kennis van foutopsporing in SOBEK om mogelijke ontbrekende gegevens te vinden, verkeerde randvoorwaarden te vinden of foutieve parameterinstellingen op te sporen.

Opdracht 3.

- Simuleer de modelschematisatie. Gebruik je kennis van foutopsporing in SOBEK om eventuele ontbrekende gegevens te vinden, verkeerde randvoorwaarden of foute parameterinstellingen op te sporen.
-

5

5. De modeltest

5.1 Inleiding

Nu de modelschematisatie draait, is het eerst zaak om hem aan een basale modeltest te onderwerpen. Daarin draaien we de modelschematisatie aan drie stationaire aanvoersituaties:

1. Een leeglooptest, met 0 mm neerslag
2. Een test met halve maatgevende afvoer (6,5 mm/d)
3. Een test met hele maatgevende afvoer (13 mm/d)

5.2 Implementatie

Op dit moment bevat de modelschematisatie echter nog altijd geen afvoerend oppervlak. Om de modeltest te kunnen uitvoeren gaan we hem daarom uitbreiden met knopen van het type Lateral Flow. Aan dit type knopen kan een afvoerend oppervlak worden gekoppeld, en neerslag worden toegekend.

Opdracht 4. Importeer de Lateral Flow-knopen

- Importeer het GIS-bestand GFE_211H_CENTROIDES in de SOBEK-schematisatie, op dezelfde manier als je met de takobjecten (profielen, duikers, stuwen) deed, dus met de optie "as reach elements".
 - Kies daarbij het knooptype Flow Lateral en neem als ID de waarden uit het veld GFEIDENT.
-

Nu moeten de lateral-knopen nog met attribuutgegevens worden gevuld: het oppervlak dat ze vertegenwoordigen.

Opdracht 5. Creëer de attribuutdata in Excel2Sobek

- Open Excel2Sobek en vink de optie "Lateral Flow" op het tabblad Start aan. Het bijbehorende tabblad zal zichtbaar worden. Plak de waarden uit het gegevensveld GFEIDENT van de shapefile in de kolom ID en waarden uit het veld AREA onder Rainfall Area (m2). Alle andere velden mogen leeg blijven.
 - Genereer de SOBEK-bestanden, en kopieer het bestand lateral.dat naar de modelschematisatie. Controleer of de gegevens goed zijn overgekomen
-

Tussen iedere Lateral-knoop en kunstwerk moet altijd een rekenpunt liggen. pas de modelschematisatie hierop aan en zorg dat hij draait.

5.3 De modeltest uitvoeren

Nu kunnen we de modeltest gaan uitvoeren. Zoals gezegd gaan we de modelschematisatie onderwerpen aan drie stationaire aanvoersituaties: 0 mm neerslag, 6,5 mm neerslag en 13 mm neerslag.

Opdracht 6. Genereer de SOBEK-buien

- Maak voor elk van de drie gebeurtenissen een SOBEK-bui aan die een maand duurt. Dit moet voldoende zijn om het model in evenwicht te laten komen.



Het draaien van de nulbui is bedoeld om te verifiëren dat de waterhoogtes allemaal op streefpeil eindigen. Daarom is het belangrijk om die simulatie te beginnen met een waterdiepte die in het hele model groter is dan bij streefpeil!

Opdracht 7. Simuleer de modelschematisatie met elk van de drie buien

- Bij de nulbui moet de waterhoogte eindigen op streefpeil
 - Bij halve en hele maatgevende afvoer moeten de waterhoogtes overal in het gebied een evenwichtswaterstand bereiken. Nergens mag het peil eeuwigdurend blijven stijgen. Controleer ook of er plaatsen zijn die totaal geïsoleerd zijn van de aanvoer van water.
-

6. De hydrologische component

6.1 Inleiding

wordt het tijd om hem uit te breiden met een component voor het neerslag-afvoerproces. Je hebt immers weinig aan een hydraulisch model wanneer dat niet gevoed wordt met instromingen uit het landelijk en/of stedelijk gebied.

Ook de bouw van het neerslag-afvoermodel bestaat uit twee componenten: het bouwen van het netwerk van knopen en takken (de topologie) en het toekennen van de attribuutdata. De topologie gaan we ditmaal echter niet importeren vanuit GIS maar, net als de attribuutdata, via Excel2Sobek. Om de hydrologische modelschematisatie te bouwen, krijg je de beschikking over de volgende GIS-bestanden:

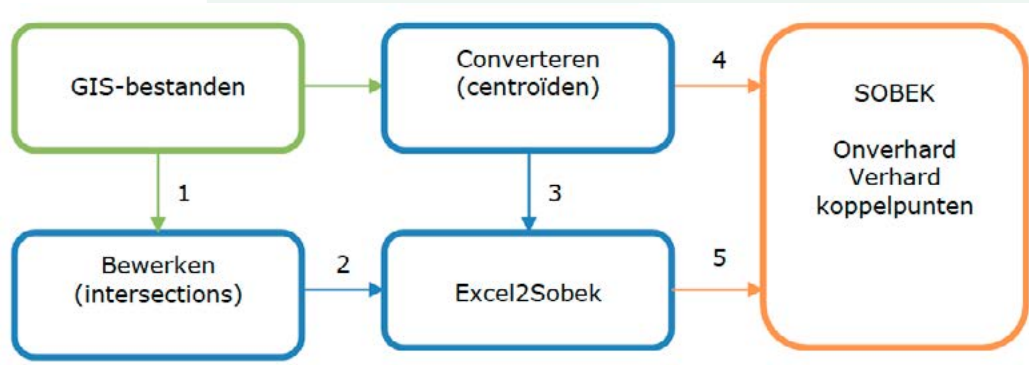
1. GFE_211H.shp
bevat de afwaterende eenheden binnen het stroomgebied van de Leijgraaf, bovenstrooms van stuw 211H
2. GAF_211H.shp
bevat het stroomgebied van de Leijgraaf, bovenstrooms van stuw 211H
3. BodemkaartBovenBenedenAa.shp
de bodemkaart van het stroomgebied en zijn omgeving.
4. LGN.shp
de landgebruikskaart van het stroomgebied en zijn omgeving.
5. AHNm.ASC
Het actuele hoogtebestand van het stroomgebied, met waarden in m + NAP.

Net als voor de modelbouw van de hydraulische component, gaan we gebruikmaken van Excel2Sobek. Maar voordat het zover is, moet er veel werk in GIS worden verricht. Zo hebben we coördinaten nodig voor de modelknopen van het type unpaved en paved, maar ook overzichten van de oppervlaktes van elk type landgebruik en maaiveldhoogtes binnen iedere afwaterende eenheid.

Opdracht 8. Onderzoek welke gegevens nodig zijn

- Open Excel2Sobek en activeer de opties Unpaved Nodes, Paved Nodes, RR-CF Connections & Boundaries, WWTP's en Network Files (.bbb).
 - Ga naar de tabbladen RR UNPAVED en RR PAVED die hierdoor zichtbaar zijn geworden.
 - Bekijk welke gegevens nodig zijn om een modelknoop van het type onverhard gebied op te bouwen, en doe hetzelfde voor het type verhard.
-

De onderstaande figuur toont welke werkzaamheden nodig zijn om vanuit GIS te komen tot een modelschematisatie voor neerslag-afvoer in SOBEK.



FIGUUR 13 Schema van de werkwijze om vanuit GIS de neerslag-afvoerschematisatie te bouwen.

Een korte uitleg van de stappen in het schema:

1. Intersection tussen gebiedenkaart, bodemkaart en landgebruikskaart
2. Met een draaitabel (pivot table) in Excel een overzicht maken van landgebruik en bodemtype voor iedere afwaterende eenheid.
3. De coördinaten van de centroïden gebruiken om de ligging van onverhard- en verhardknopen te bepalen
4. de centroïden van de afwaterende eenheden importeren als koppelpunten tussen de hydrologische en hydraulische module in SOBEK
5. Zowel de topologie (het netwerk) als de attribuutdata exporteren vanuit Excel2Sobek

6.2 Bouw topologie

De topologie is het netwerk van knopen en takken dat de ruimtelijke schematisatie van het model vormt. De topologie van de hydraulische module hebben we rechtstreeks in SOBEK opgebouwd door GIS-bestanden te importeren. Dit is echter een stuk minder eenvoudig voor de neerslag-afvoermodule, daarom doen we dat via Excel2Sobek. Om de unpaved- en pavedknopen van de afwaterende eenheden in de ruimte te kunnen plaatsen, gebruiken we de centroïden van iedere afwaterende eenheid als uitgangspunt.

Opdracht 9. Maak de ID's en XY-coördinaten voor alle afwateringseenheden aan

- Maak een shapefile aan met het centrumpunt van iedere afwaterende eenheid.
- Laat de X- en Y-coördinaat van iedere centroïd wegschrijven naar de gegevenstabel van de shapefile.
- Nu het geografische coördinaat van iedere afwateringseenheid bekend is, kunnen we de topologische data invoeren in Excel2Sobek.
- Kopieer het ID van de afwaterende eenheid (veld GFEIDENT) en de coördinaten naar de beide tabbladen RR_PAVED en RR_UNPAVED.
- Zorg ervoor dat de onverhard-knopen structureel een ander ID krijgen dan de verhard-knopen. Dit kan met een prefix. Bijvoorbeeld up_voor onverhard en pv_voor verhard.
- Maak ook een ID aan voor het koppelpunt met de hydraulische module en gebruik daarvoor een aparte prefix. Bijvoorbeeld rrcf_.

Met alle topologische gegevens ingevuld moeten de tabellen in Excel2Sobek er ongeveer zo uitzien:

Topology					Topology				
Node ID	Name	x	y	To Node	ID	Name	x	To Node 1	To Node 2
ncf_211_0	211_0	173941.6845	430702.6204	ref_211_0	pc_211_0	211_8	173946.5845	430702.6204	ref_211_0
ncf_211_1	211_1	172294.4818	430438.2344	ref_211_1	pc_211_1	211_1	172294.4818	430438.2344	ref_211_1
ncf_211_2	211_2	168977.8826	430528.2013	ref_211_2	pc_211_2	211_2	168977.8826	430528.2013	ref_211_2
ncf_211_3	211_3	168951.5313	430567.5053	ref_211_3	pc_211_3	211_3	168951.5313	430567.5053	ref_211_3
ncf_211_4	211_4	172845.1797	430479.4844	ref_211_4	pc_211_4	211_4	172845.1797	430479.4844	ref_211_4
ncf_211_5	211_5	168446.8538	430443.5408	ref_211_5	pc_211_5	211_5	168446.8538	430443.5408	ref_211_5
ncf_211_6	211_6	171196.2665	430708.977	ref_211_6	pc_211_6	211_6	171196.2665	430708.977	ref_211_6
ncf_211_7	211_7	170965.797	430543.3705	ref_211_7	pc_211_7	211_7	170965.797	430543.3705	ref_211_7
ncf_211_8	211_8	169161.8259	430723.7522	ref_211_8	pc_211_8	211_8	169161.8259	430723.7522	ref_211_8
ncf_211_9	211_9	169847.2439	430531.4844	ref_211_9	pc_211_9	211_9	169847.2439	430531.4844	ref_211_9
ncf_211_10	211_10	169159.5359	430703.7622	ref_211_10	pc_211_10	211_10	169159.5359	430703.7622	ref_211_10
ncf_211_11	211_11	167758.6575	430721.9315	ref_211_11	pc_211_11	211_11	167758.6575	430721.9315	ref_211_11
ncf_211_12	211_12	173304.3312	430438.2344	ref_211_12	pc_211_12	211_12	173304.3312	430438.2344	ref_211_12
ncf_211_13	211_13	172293.3281	430528.2013	ref_211_13	pc_211_13	211_13	172293.3281	430528.2013	ref_211_13
ncf_211_14	211_14	174715.199	430534.1552	ref_211_14	pc_211_14	211_14	174715.199	430534.1552	ref_211_14
ncf_211_15	211_15	173621.8541	430513.5627	ref_211_15	pc_211_15	211_15	173621.8541	430513.5627	ref_211_15
ncf_211_16	211_16	170484.9314	430689.922	ref_211_16	pc_211_16	211_16	170484.9314	430689.922	ref_211_16
ncf_211_17	211_17	170484.9314	430689.922	ref_211_17	pc_211_17	211_17	170484.9314	430689.922	ref_211_17
ncf_211_18	211_18	170484.9314	430689.922	ref_211_18	pc_211_18	211_18	170484.9314	430689.922	ref_211_18
ncf_211_19	211_19	169870.9141	430712.3886	ref_211_19	pc_211_19	211_19	169870.9141	430712.3886	ref_211_19
ncf_211_20	211_20	175116.9522	430623.2208	ref_211_20	pc_211_20	211_20	175116.9522	430623.2208	ref_211_20
ncf_211_21	211_21	172454.2180	430575.075	ref_211_21	pc_211_21	211_21	172454.2180	430575.075	ref_211_21
ncf_211_22	211_22	173937.7909	430555.9452	ref_211_22	pc_211_22	211_22	173937.7909	430555.9452	ref_211_22
ncf_211_23	211_23	174084.3781	430476.3125	ref_211_23	pc_211_23	211_23	174084.3781	430476.3125	ref_211_23
ncf_211_24	211_24	174084.3781	430476.3125	ref_211_24	pc_211_24	211_24	174084.3781	430476.3125	ref_211_24

Topology					Topology				
Node ID	Name	Node Type	Constant value	Time/Tabl ID	WQ User Defined Node Type Number	Node ID	Name	Node Type	Constant value
ncf_211_0	211_0	RR-CF Connection	173947	430702.6	0	pc_211_0	211_8	RR-CF Connection	173947
ncf_211_1	211_1	RR-CF Connection	172295	430438.2	0	pc_211_1	211_1	RR-CF Connection	172295
ncf_211_2	211_2	RR-CF Connection	168978	430528	0	pc_211_2	211_2	RR-CF Connection	168978
ncf_211_3	211_3	RR-CF Connection	168952	430567.5	0	pc_211_3	211_3	RR-CF Connection	168952
ncf_211_4	211_4	RR-CF Connection	172846	430479.6	0	pc_211_4	211_4	RR-CF Connection	172846
ncf_211_5	211_5	RR-CF Connection	168447	430443.6	0	pc_211_5	211_5	RR-CF Connection	168447
ncf_211_6	211_6	RR-CF Connection	171197	430709	0	pc_211_6	211_6	RR-CF Connection	171197
ncf_211_7	211_7	RR-CF Connection	170966	430543.4	0	pc_211_7	211_7	RR-CF Connection	170966
ncf_211_8	211_8	RR-CF Connection	169162	430723.8	0	pc_211_8	211_8	RR-CF Connection	169162
ncf_211_9	211_9	RR-CF Connection	169848	430531.5	0	pc_211_9	211_9	RR-CF Connection	169848
ncf_211_10	211_10	RR-CF Connection	169160	430703.8	0	pc_211_10	211_10	RR-CF Connection	169160
ncf_211_11	211_11	RR-CF Connection	167759	430721.9	0	pc_211_11	211_11	RR-CF Connection	167759
ncf_211_12	211_12	RR-CF Connection	173305	430438.2	0	pc_211_12	211_12	RR-CF Connection	173305
ncf_211_13	211_13	RR-CF Connection	172294	430528.2	0	pc_211_13	211_13	RR-CF Connection	172294
ncf_211_14	211_14	RR-CF Connection	174716	430534.2	0	pc_211_14	211_14	RR-CF Connection	174716
ncf_211_15	211_15	RR-CF Connection	173622	430513.6	0	pc_211_15	211_15	RR-CF Connection	173622
ncf_211_16	211_16	RR-CF Connection	170485	430689.9	0	pc_211_16	211_16	RR-CF Connection	170485
ncf_211_17	211_17	RR-CF Connection	170485	430689.9	0	pc_211_17	211_17	RR-CF Connection	170485
ncf_211_18	211_18	RR-CF Connection	170485	430689.9	0	pc_211_18	211_18	RR-CF Connection	170485
ncf_211_19	211_19	RR-CF Connection	169871	430712.4	0	pc_211_19	211_19	RR-CF Connection	169871
ncf_211_20	211_20	RR-CF Connection	175117	430623.2	0	pc_211_20	211_20	RR-CF Connection	175117
ncf_211_21	211_21	RR-CF Connection	172455	430575.1	0	pc_211_21	211_21	RR-CF Connection	172455
ncf_211_22	211_22	RR-CF Connection	173938	430555.9	0	pc_211_22	211_22	RR-CF Connection	173938
ncf_211_23	211_23	RR-CF Connection	174085	430476.3	0	pc_211_23	211_23	RR-CF Connection	174085
ncf_211_24	211_24	RR-CF Connection	174085	430476.3	0	pc_211_24	211_24	RR-CF Connection	174085

FIGUUR 14 Topologische gegevens ingevuld voor knopen van resp. de types onverhard, verhard en de koppelpunten.

Nu moeten alleen de koppelpunten met de hydraulische module nog worden geïmporteerd. SOBEK kan namelijk zelf het beste bepalen waar de dichtstbijzijnde watengang ligt waaraan een afwaterende eenheid aan gekoppeld kan worden.

Opdracht 10. Importeer de koppelpunten

- Importeer de shapefile met centroiden met de optie “as reach elements” (inmiddels welbekend) en als knooptype Flow-RR Connection on Channel.



Let op: omdat je in Excel2Sobek deze knopen een prefix hebt gegeven, moet je dat bij het importeren van de fysieke knopen ook doen! De knoop-ID's in netwerk en attribuutdata moeten immers overeenkomen.

Merk op dat de koppelpunten automatisch komen te liggen op de dichtstbijzijnde tak, gezien vanaf hun oorsprong (het centroid).

6.3 Modelbouw attribuutdata

Ook het bouwen van de attribuutdata vergt een aantal GIS-bewerkingen. De GIS-data zelf bevat informatie over de bodemsoort en het landgebruik in het gebied, maar die data sluit nog niet aan op de waarden die SOBEK vraagt.

Daarom voeren we allereerst een zogenoemde intersectie uit op de gebiedenkaart en de bodemkaart. Op die manier ontstaat een bestand met een polygoon voor iedere bodemsoort binnen een afwaterende eenheid.

Opdracht 11. Intersect de afwaterende eenheden met de landgebruikskaart

- Snij eerst de landgebruikskaart bij langs de randen van de gebiedenkaart
- Voer een intersectie uit tussen gebiedenkaart en de bijgeknipte landgebruikskaart.

Op het resultaat van deze intersectie voeren we opnieuw een intersectie uit: ditmaal met de bodemkaart. Let wel: deze bewerking kan enige tijd duren!

Opdracht 12. Maak een intersectie met de bodemkaart

- Snij eerst de landgebruikskaart bij langs de randen van de gebiedenkaart
- Voer een intersectie uit tussen het resultaat van de vorige stap en de bijgeknipte landgebruikskaart.

Deze bewerking resulteert in een shapefile met een gigantische hoeveelheid kleine polygoonen. Iedere polygoon vertegenwoordigt een unieke combinatie van peilgebied, landgebruik en bodemsoort. Nu moeten we alleen nog van iedere polygoon het oppervlakte weten.

Opdracht 13. Bereken het oppervlak van iedere polygoon

- Laat je GIS-software een gegevensveld vullen met het oppervlakte (m²) van iedere polygoon.

Vanaf deze situatie met maximaal opgesplitste data gaan we weer terugwerken naar een totaaloverzicht per afwaterende eenheid. Maar eerst moeten we de bodemsoorten uit de bodemkaart vertalen naar bodemtypes voor SOBEK. Ook gaan we de typen landgebruik uit het LGN vertalen naar het landgebruik volgens de SOBEK-codering.

Deze conversies voeren we uit met een Excel-macro. Jullie hebben allemaal het bestand `Excelfuncties.bas` gekregen. Dit is een blad met voorgeprogrammeerde functies voor Excel. Het bevat twee routines die we nodig gaan hebben: `LGN2SOBEK` en `BOD2CAPSIM`.

Opdracht 14. Start met het bewerken van de gebiedsgegevens

- Open de dbf-file die bij de laatste shapefile hoort (na de intersecties) in Excel
 - Sla het bestand op als een Excel-bestand met macro's (XLSM)
 - Zorg ervoor dat het Ontwikkelaars-tabblad (developer) in Excel actief is.
 - Open de Visual Basic Editor in Excel
 - Importeer het bestand `Excelfuncties v3.44.bas`.
-

Nu heb je de eerdergenoemde functies rechtstreeks in Excel tot je beschikking.

Opdracht 15. Converteer de codes voor landgebruik en bodemsoort naar SOBEK-nummers

- Typ in een nieuwe kolom achter de data de functie LGN2SOBEK in en verwijst naar de cel met de LGN-code (GRID_CODE). Je zult zien dat de routine automatisch het SOBEKlandgebruiksnummer wegschrijft in de nieuwe kolom.
 - Doe hetzelfde voor de bodemsoort met de functie BOD2CAPSIM (cel CODE).
-

Op dit moment hebben we verreweg de belangrijkste informatie die nodig is voor het SOBEK-model. De informatie moet alleen nog worden teruggeaggregeerd naar een totaaloverzicht per afwaterende eenheid. Daarvoor gaan we een draaitabel (pivot table) aanmaken in Excel.

Opdracht 16. Maak een draaitabel

- Selecteer het hele gegevensblok en voeg een draaitabel in. Zet het veld GFEIDENT in als rijen en het SOBEK-landgebruikstype als kolommen. Zet de som van alle oppervlaktes in de matrix. Nu heb je een compleet overzicht van alle types SOBEK-landgebruik voor iedere afwaterende eenheid.
 - Maak nog een draaitabel, maar kies nu voor het SOBEK-bodemtype als kolommen.
-

Voor het bodemsoort wil je nu alleen nog weten welke bodemsoort het vaakst voorkomt in iedere afwaterende eenheid.

Opdracht 17. Achterhaal de meest voorkomende bodemsoort per afwaterende eenheid

- Gebruik de functie HEADERBYMAXIMUMVALUE om uit de draaitabel te halen welke SOBEK-bodemsoort het meest voorkomt in iedere afwaterende eenheid.
-

De laatste actie die moet gebeuren is het bepalen van de gemiddelde maaiveldhoogte voor iedere afwaterende eenheid. Ook dit kan met verschillende GIS-tools.

Opdracht 18. Kopieer de relevante gegevens naar Excel2Sobek.

- Bereken voor iedere afwaterende eenheid het 50%-maaielddniveau. Dit kan met geostatistische tools of plugins in je GIS-programma.
 - Kopieer alle relevante gegevens uit GIS naar Excel2Sobek en vul de overige gegevens naar eigen inzicht in.
 - Exporteer de data en het netwerk.
 - Nu kunnen het netwerk en de gegevens worden geïmporteerd:
 - Importeer het .bbb-bestand in SOBEK (File – Import)
 - Kopieer de gegevens naar de casedirectory.
-



Let op: SOBEK zal bestanden van het type .bbb niet direct herkennen. Typ daarom in de selectiebox eerst *.bbb, gevolgd door <Enter>. Op dat moment zal het bestand worden herkend en kan het worden geïmporteerd.

Bijlage A Stappenplan modelbouw

A.1. Inleiding

In deze bijlage vatten we de stappen samen die gemoeid zijn met het bouwen van een modelschematisatie in SOBEK 0D-1D.

A.2. Hydraulische component

1. Bufferen van de shapefile met afwaterende eenheden om te zorgen dat er niet onverhoopt gaten tussen de shapes zitten die in stap twee onterecht de watergangen doormidden zouden snijden.
2. Bijsnijden shapefile met watergangen langs de rand van het (gebufferde) stroomgebied.
3. Bijsnijden shapefile met dwarsprofielen langs de rand van het stroomgebied
4. Bijsnijden shapefile met stuwen langs de rand van het stroomgebied
5. Bijsnijden shapefile met duikers langs de rand van het stroomgebied
6. Bijgesneden shapefile met watergangen importeren in SOBEK
7. Bijgesneden shapefile met dwarsprofielen importeren in SOBEK
8. Bijgesneden shapefile met stuwen importeren in SOBEK
9. Bijgesneden shapefile met duikers importeren in SOBEK
10. Gegevens dwarsprofielen kopiëren naar Excel2Sobek
11. Gegevens duikers kopiëren naar Excel2Sobek
12. Gegevens stuwen kopiëren naar Excel2Sobek
13. Attribuuatdata exporteren uit Excel2Sobek en kopiëren naar de SOBEK-case
14. Rekengrid aanmaken in SOBEK

A.3. Hydrologische component

1. Allereerst zorgen voor een uniek ID voor iedere afwaterende eenheid
2. Een shapefile met de centroiden van de afwaterende eenheden maken
3. Deze als "rr-on-flow connections" importeren in de SOBEK-schematisatie
4. De gemiddelde maaiveldhoogte per afwaterende eenheid berekenen uit het AHN
5. X- en Y-coördinaat per afwaterende eenheid achterhalen uit de centroiden
6. Maaiveldhoogtes en coördinaten kopiëren naar Excel2Sobek
7. Coördinaten per afwaterende eenheid kopiëren naar Excel2Sobek
8. De shapefile met afwaterende eenheden kruisen (intersection) met de bodemkaart
9. De resulterende shapefile op zijn beurt weer kruisen met de landgebruikskaart
10. De database-file (.dbf) van de resulterende shapefile importeren in Excel
11. Extra kolom toevoegen en daarin het SOBEK-landgebruiksnummer berekenen
12. Extra kolom toevoegen en daarin het SOBEK-bodemtypenummer berekenen
13. Met een draaitabel (pivot table) een overzicht genereren van het totaal oppervlak van elk SOBEK-landgebruik per afwaterende eenheid
14. Met een draaitabel (pivot table) een overzicht genereren van het grootste oppervlak van het SOBEK-bodemtype per afwaterende eenheid
15. De gegevens kopiëren en plakken in Excel2Sobek en Excel2Sobek aanvullen met standaardwaarden
16. Data én topologie exporteren vanuit Excel2Sobek
17. Topologie (.bbb-file) importeren in SOBEK
18. Attribuuatgegevens kopiëren naar de SOBEK-case



Bijlage B Gegevensbewerking

B.1. Inleiding

Om deze oefening tot een goed einde te brengen, heb je een grote hoeveelheid technieken nodig om gegevens te bewerken. Daarom geven we in deze paragraaf een paar tips. Let wel: voor de meeste bewerkingen bestaan meerdere mogelijkheden.

Voor wat betreft GIS-bewerkingen noemen we hier vooral de werkwijzen in opensourceprogramma's als QGis en MapWindow. Deze zijn gratis te gebruiken. Maar uiteraard zijn dergelijke bewerkingen ook te vinden in commerciële pakketten zoals MapInfo, ArcGis en Spatial Analyst.

B.2. GIS-bewerkingen

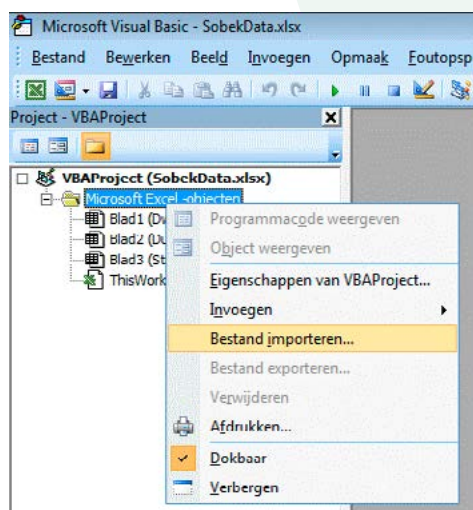
- Shapefile met centroiden maken
De meeste GIS-programma's hebben een functie om het centroid of het zwaartepunt van iedere polygoon op te slaan als een nieuwe shapefile.
 - in QGis: menu vector – geometrie-gereedschappen – zwaartepunt polygoon.
 - in MapWindow: via de toolbox met de optie standard – create centroids.
- Coördinaten punten toevoegen aan de gegevenstabel.
Het XY-coördinaat van een centroid kan in de meeste GIS-programma's worden toegevoegd aan de gegevenstabel via de data-calculator.
 - in QGis: open veldberekening, voer een naam van het veld in (resp. X en Y) en verwijst naar de geometriefuncties \$x en \$y.
 - in MapWindow: open het gegevensblad en dan de field calculator en maak een veld aan (resp. X en Y) en verwijst naar de Shapes-sectie – ShapeX en ShapeY.
- Intersection
Een intersection is een standaardfunctie in ieder GIS-programma:
 - in QGis: menu vector – geoprocessing-gereedschap-kruisen
 - in MapWindow: via de toolbox onder vector operations – overlays – intersection.
- Oppervlakte polygonen toevoegen aan de gegevenstabel
de volgende GIS-tools zijn bekend waarmee het oppervlakte van polygonen kan worden toegevoegd aan de gegevenstabel:
 - voor ArcGis 9.2 zijn een plugins beschikbaar, genaamd Hawth's tools en Xtools
 - in QGis kan het worden gedaan binnen de field calculator
 - in MapWindow Gis met de speciale plugin "Update" van Paul Meems

B.3. Gegevensconversies

Om codes van de bodemsoort te vertalen naar een corresponderende code voor SOBEK is een gegevensconversie nodig. Zo correspondeert bodemtype Mn22A met het SOBEKbodemtype 119 (klei op zand). Een vergelijkbare vertaalt routine bestaat voor de codes van het landgebruik. Zo converteren we landgebruikscade 36 (heide) naar landgebruikscade 13 in SOBEK (natuur).

Deze conversies hebben we al vastgelegd in een bestand met Excelfuncties: *Excelfuncties v3.44.bas*. Dit bestand kan worden geïmporteerd in Excel, waarna direct nieuwe functies beschikbaar komen in de cellen van het spreadsheet. Onder andere: BOD2CAPSIM (bodemsoort naar SOBEK) en LGN2SOBEK (landgebruik naar SOBEK).

Het bestand kan worden geïmporteerd in de Visual Basic Editor van Excel. Maak in Excel het tabblad 'ontwikkelaars' toegankelijk en open de editor. Importeer het bestand door met de rechtermuisknop op het VBA-project te klikken (zie afbeelding).



FIGUUR 15 .bas-bestand importeren in de Visual Basic editor van Excel.

