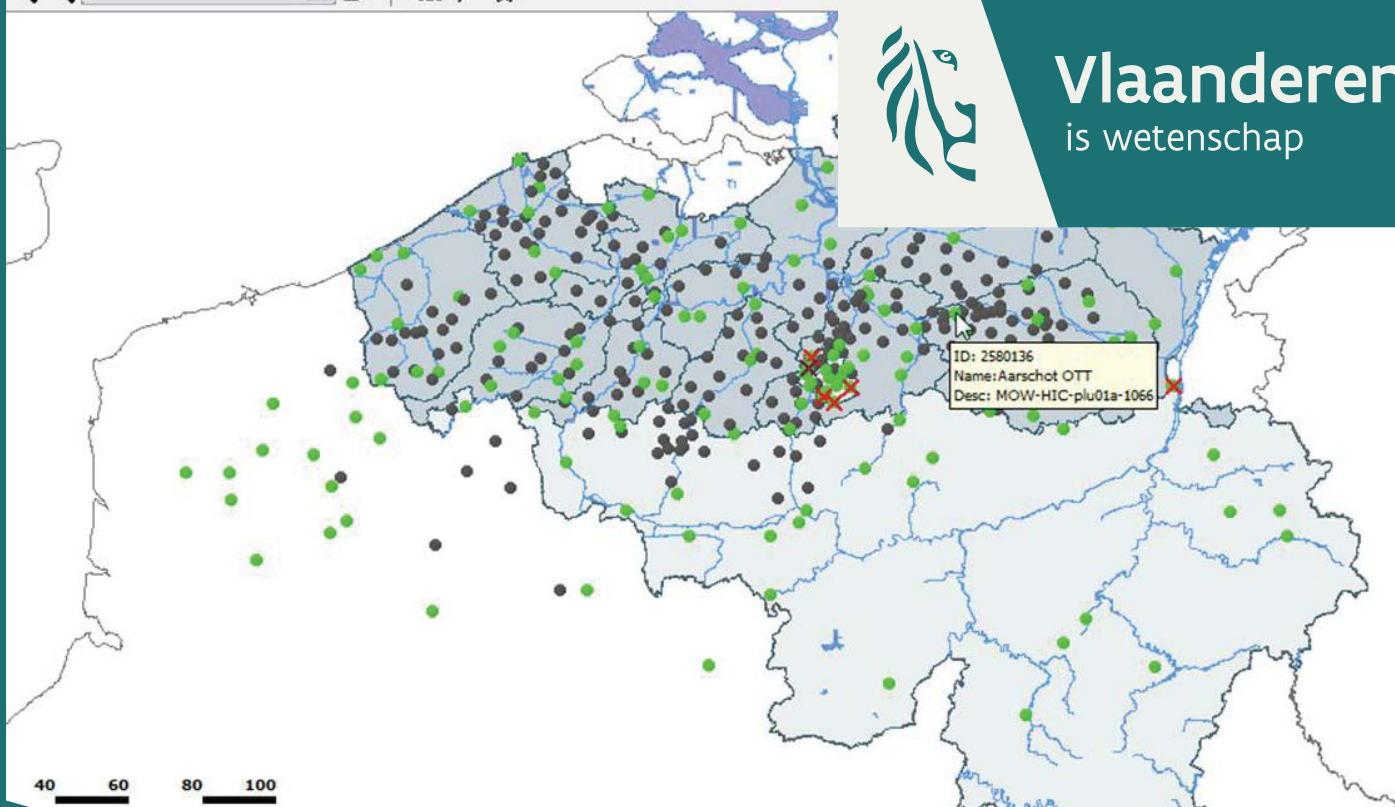


Zoom extents



Vlaanderen
is wetenschap



Spatial Display Manual Forecast Modifier Display Topology Forecast Management System Monitor

bewawlpmc00

14_056_2
WL rapporten

Configuratie voorspellingsysteem FEWS Vlaanderen

Deelrapport 2
Technisch rapport van de configuratie

DEPARTEMENT
MOBILITEIT &
OPENBARE
WERKEN

waterbouwkundiglaboratorium.be



Configuratie voorspellingssysteem FEWS Vlaanderen

Deelrapport 2 – Technisch rapport van de configuratie

Bogman, P.; Buitrago, S.; Smets, S.; Gullentops, C.; Boeckx, L.; Deschamps, M.; Verwaest, T.; Mostaert, F.

Augustus 2016

WL2016R14_056_2

Deze publicatie dient als volgt geciteerd te worden:

Bogman, P.; Buitrago, S.; Smets, S.; Gullentops, C.; Boeckx, L.; Deschamps, M.; Verwaest, T.; Mostaert, F. (2016). Configuratie voorspellingssysteem FEWS Vlaanderen: Deelrapport 2 – Technisch rapport van de configuratie. Versie 4.0. WL Rapporten, 14_056. Waterbouwkundig Laboratorium & IMDC: Antwerpen, België.

IMDC: I/RA/11466/16.093/PBO/



DEPARTEMENT **MOBILITEIT EN OPENBARE WERKEN**

Waterbouwkundig Laboratorium

Berchemlei 115, 2140 Antwerpen

T +32 (0)3 224 60 35

F +32 (0)3 224 60 36

waterbouwkundiglabo@vlaanderen.be

mow.vlaanderen.be

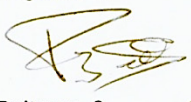


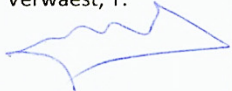
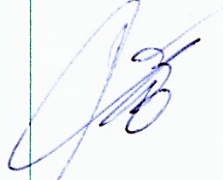
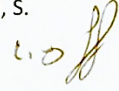

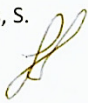
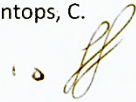
waterbouwkundiglaboratorium.be

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welk andere wijze ook zonder voorafgaande toestemming van de uitgever.

Documentidentificatie

| | | | |
|------------------------|---|---|---|
| Titel: | Configuratie voorspellingssysteem FEWS Vlaanderen: Deelrapport 2 – Technisch rapport van de configuratie | | |
| Opdrachtgever: | Vlaamse Overheid | Ref.: | WL2016R14_056_2 |
| Keywords (3-5): | DELFT FEWS; voorspellingssysteem; xml; workflows; modules; model adapters | | |
| Tekst (p.): | 31 | Bijlagen (p.): | / |
| Vertrouwelijk: | <input type="checkbox"/> Ja | Uitzondering: | <input type="checkbox"/> Opdrachtgever |
| | | | <input type="checkbox"/> Intern |
| | | | <input type="checkbox"/> Vlaamse overheid |
| | Vrijgegeven vanaf: / | | |
| | <input checked="" type="checkbox"/> Nee | <input type="checkbox"/> Online beschikbaar | |

Goedkeuring

| Auteur | Revisor | Projectleider | Coördinator Studie & Advies | Afdelingshoofd |
|---|--|---|---|--|
| Bogman, P.  | Boeckx, L.  | Deschamps, M.  | Verwaest, T.  | Mostaert, F.  |
| Buitrago, S.  | | | Verantwoordelijke (Steunpunt) HIC Deschamps, M.  | |
| Smets, S.  | | | | |
| Gullentops, C.  | | | | |

Revisies

| Nr. | Datum | Omschrijving | Auteur(s) |
|-----|------------|-----------------------|---|
| 1.0 | 22/03/2016 | Conceptversie | Bogman, P.; Buitrago, S.; Smets, S.; Gullentops, C. |
| 2.0 | 18/03/2016 | Inhoudelijke revisie | Deschamps, M. |
| 3.0 | 21/04/2016 | Revisie opdrachtgever | Deschamps, M. |
| 4.0 | 22/04/2016 | Definitieve versie | Bogman P. |

Abstract

Dit rapport geeft een technische beschrijving van de configuratie van de verschillende workflows en hun functionele eigenschappen in het nieuw opgebouwd FEWS Vlaanderen voorspellingssysteem. De belangrijkste stappen in het proces worden stap voor stap besproken met aandacht voor mogelijke knelpunten en potentiële verbeteringen. De configuratie werd uitgevoerd in een stand alone omgeving en daarna opgeladen naar een geautomatiseerde client-server omgeving. Beide omgevingen komen aan bod in dit rapport..

INHOUDSTAFEL

| | |
|--|-----|
| Inhoudstafel..... | I |
| Lijst van de tabellen..... | II |
| lijst van de figuren | III |
| 1 Inleiding | 1 |
| 1.1 Opbouw van het rapport..... | 1 |
| 1.2 Doel van de studie | 1 |
| 1.3 Korte beschrijving van de software Delft FEWS | 1 |
| 2 Implementatie FEWS Vlaanderen..... | 4 |
| 2.1 Structuur van het voorspellingssysteem | 4 |
| 2.2 Configuratie van systeem met de verschillende bekkens (stand alone)..... | 5 |
| 2.2.1 Algemeen..... | 5 |
| 2.2.2 Structuur van de folder en files..... | 6 |
| 2.2.3 Globale configuratie van het systeem | 7 |
| 2.2.4 Beschrijving van modules en hun functionaliteiten | 21 |
| 2.2.5 Beschrijving van de uit modules opgebouwde workflows | 26 |
| 2.3 Scheduling en werking van systeem in de client-server omgeving..... | 28 |
| 3 Conclusies en aanbevelingen | 30 |
| 4 Referenties | 31 |

LIJST VAN DE TABELLEN

| | |
|--|----|
| Tabel 1 – Eigenschappen van de te configureren xml files per folder | 6 |
| Tabel 2 – Beschrijving van belangrijkste attributen in de csv files..... | 9 |
| Tabel 3 – Beschrijving van de iconen..... | 12 |
| Tabel 4 – Dagschema FEWS Vlaanderen zoals ingesteld in client-server omgeving..... | 28 |

LIJST VAN DE FIGUREN

| | |
|--|----|
| Figuur 1 - IT infrastructuur van client-server systeem FEWS Vlaanderen | 3 |
| Figuur 2 - Globale flow van voorspellingssysteem FEWS Vlaanderen..... | 5 |
| Figuur 3 - Folderstructuur configuratie | 6 |
| Figuur 4 – Verdeling in groepen in LocationsSets.xml..... | 8 |
| Figuur 5 – Csv file met data per station..... | 9 |
| Figuur 6 – Overzicht van het hoofdmenu..... | 11 |
| Figuur 7 – Data Display van gemeten en voorspelde H op de Dender te Dendermonde (op- en afwaarts stuw) | 13 |
| Figuur 8 – Data Display van gemeten en voorspelde gebiedsgemiddelde N van hydrologisch bekken 34_Motte (V09MOT000260). | 13 |
| Figuur 9 – Spatial Display van gedeaccumuleerde voorspelde neerslag..... | 15 |
| Figuur 10 – Spatial Display van gebiedsgemiddelde neerslag voor heel Vlaanderen (3u moving average - labels actief)..... | 15 |
| Figuur 11 – Modifier Display FEWS Vlaanderen | 17 |
| Figuur 12 – Topology display FEWS Vlaanderen | 18 |
| Figuur 13 – Manual Forecast display | 19 |
| Figuur 14 – Forecast Management display | 20 |
| Figuur 15 – System Monitor display | 21 |
| Figuur 16 – Forecast tasks window van client-server systeem | 29 |

1 INLEIDING

1.1 Opbouw van het rapport

Dit rapport geeft een voornamelijk technisch overzicht van de opzet en configuratie van het voorspellingssysteem FEWS Vlaanderen. In het eerste inleidende hoofdstuk wordt een kort overzicht gegeven van de gebruikte software en het doel van de studie. Het tweede hoofdstuk geeft een gedetailleerde beschrijving van het systeem, de folderstructuur en de specifieke configuratie van de verschillende modules en workflows. Het derde hoofdstuk bevat de voornaamste conclusies en aanbevelingen.

1.2 Doel van de studie

Het doel van deze studie, uitgevoerd door IMDC in opdracht van het Waterbouwkundig Laboratorium (WL), is het ontwikkelen van een voorspellingssysteem, voor de Vlaamse hoofdwaterlopen, gebruik makend van de Delft-FEWS software. Deze Software kan globaal beschouwd worden als een platform die data inleest, doorgeeft aan modellen (via model adapters) en de modelresultaten (hindcast en forecast) visualiseert in een grafische interface.

De globale flow kan als volgt samengevat worden:

Data wordt via webservices (KIWIS) uit de huidige WISKI database van het WL geïmporteerd, gevalideerd en bewerkt (data transformaties). Vervolgens worden de gegevens ter beschikking gesteld aan de modellen die hun output opnieuw teruggeven aan het systeem. Via een grafische interface kunnen metingen en modelresultaten op een intuïtieve manier getoond en geanalyseerd worden.

Het nieuwe systeem dient de functionaliteiten van het huidig voorspelsysteem zo goed mogelijk te benaderen en waar mogelijk te verbeteren en uit te breiden. Gezien het huidige Floodwach systeem (DHI) en het nieuw te implementeren FEWS systeem (Deltares) niet identiek zijn kunnen bepaalde wijzigingen in systematiek en opbouw van de workflows lichtjes afwijken. In deze studie wordt dus de vervanging van het huidig voorspelsysteem voorzien. Naar de toekomst toe kan het nieuw systeem nog geoptimaliseerd en uitgebreid worden. De basisfunctionaliteit, namelijk het automatiseren van het draaien van modellen, is voorzien inclusief een goede visualisatie van de input (metingen, neerslagvoorspellingen) en de output (resultaten van de modelsimulaties).

1.3 Korte beschrijving van de software Delft FEWS

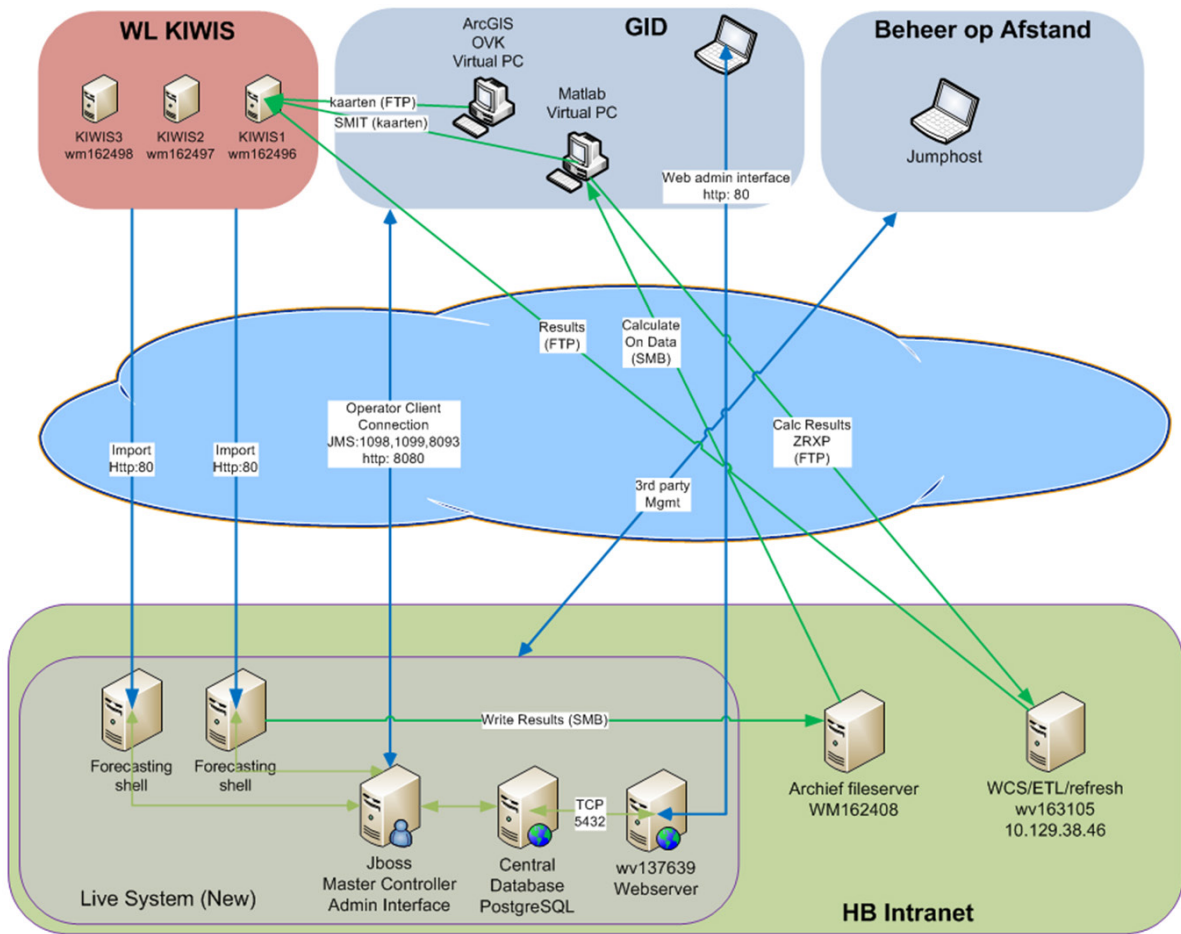
Delft-FEWS is ontwikkeld als een verzameling van allerlei afzonderlijke modules die gecombineerd worden tot een geïntegreerde management tool voor operationeel waterbeheer. Het kan op een flexibele manier worden opgebouwd en uitgebreid in overeenstemming met de specifieke eisen van een organisatie. Oorspronkelijk werd het ontworpen voor hydrologische voorspellingen en waarschuwingen, maar tegenwoordig kan het ook gebruikt worden voor operationeel beheer (opvolging van watersystemen maar ook windmolenparken), real-time control, voorspellingen en waarschuwingen in andere disciplines zoals waterkwaliteit en navigatie.

De filosofie van het systeem is een open en flexibel platform te bieden voor het beheren van data flows en forecasting processen. Er zijn een groot aantal modules beschikbaar voor het bewerken van data en het converteren en doorgeven van data formaten naar modellen (via model adapters). Voor Mike11 is er reeds een adapter beschikbaar. Indien er geen adapter voor een specifiek rekenmodel beschikbaar is kan deze dankzij de open interface zelf ontwikkeld worden. De publieke interface, de taal die gebruikt wordt voor de configuratie en waarmee als het ware gecommuniceerd wordt met de JAVA backend is xml. Xml is een wijd verspreide standaard taal (W3C) waarmee men gestructureerde gegevens kan weergeven in de vorm van platte tekst. Deze is zowel machine leesbaar als leesbaar voor de mens.

Het modulaire karakter en de grote mate van configureerbaarheid zorgt er voor dat het systeem kan gebruikt worden voor zowel eenvoudige als zeer complexe systemen. Het onderliggende systeem 'FEWS Vlaanderen' kan beschouwd worden als een behoorlijk complex systeem dat op termijn nog verder kan geoptimaliseerd/uitgebreid worden. Delft-FEWS kan zowel uitgerold worden als een manueel bediend stand alone systeem dat eventueel via windows task scheduler kan geautomatiseerd worden of als een volledig geautomatiseerd client-server systeem. Het onderliggend systeem zal draaien in een client-server omgeving. Figuur 1 geeft een schematisch overzicht van de IT infrastructuur van het client-server systeem zoals voorzien door het WL.

De belangrijkste componenten wat betreft het FEWS-Vlaanderen systeem zijn de volgende:

1. De **Forecastings shells**: in de huidige configuratie zijn er 2 windows-servers voorzien waarop telkens 2 Forecastings shells zijn geconfigureerd.
2. De jboss **Master controller**: dit is het centrale systeem wat zorgt voor de interactie met de client en alle taken van het FEWS-systeem monitort en stuurt. De master controller draait op een virtuele linux machine.
3. De **centrale databank**: dit is een postgresdatabank die ook op een virtuele linux machine is geïnstalleerd. In deze databank worden alle gegevens van het FEWS-systeem opgeslaan.
4. De **webserver**: om het systeem op te volgen en te configureren is een webinterface ter beschikking die draait op een webserver. Via deze web-interface wordt ingelogd op de mastercontroller.
5. **Archief fileserver** (wm162408): Naar deze fileserver worden alle resultaten van de modellen geëxporteerd. Zodoende zijn deze ter beschikking van andere tools zoals de ovkaarten-tool (voor de opmaak van overstromings- en vrijboordkaarten – Zie **ArcGIS OVK Virtual PC**) of poema (dat zorgt voor de export van de voorspellingen naar de wiski-databank – Zie **Matlab Virtual PC**).
6. Via een **client** kan ingelogd worden op de mastercontroller. Bij de client dient enkel een map met de nodige FEWS-bestanden gekopieerd te worden. Een client werkt altijd met een lokale datastore (firebird), in onderstaand overzicht wordt de client als een laptop in GID voorgesteld.
7. Beheer van het FEWS-systeem kan vanop afstand via de **BOA-toegang** (= toegang via een jumphost)
8. **WLKIWIS** : alle metingen worden geïmporteerd via de eigen KIWIS-webservices.



Figuur 1 - IT infrastructuur van client-server systeem FEWS Vlaanderen

2 IMPLEMENTATIE FEWS VLAANDEREN

2.1 Structuur van het voorspellingssysteem

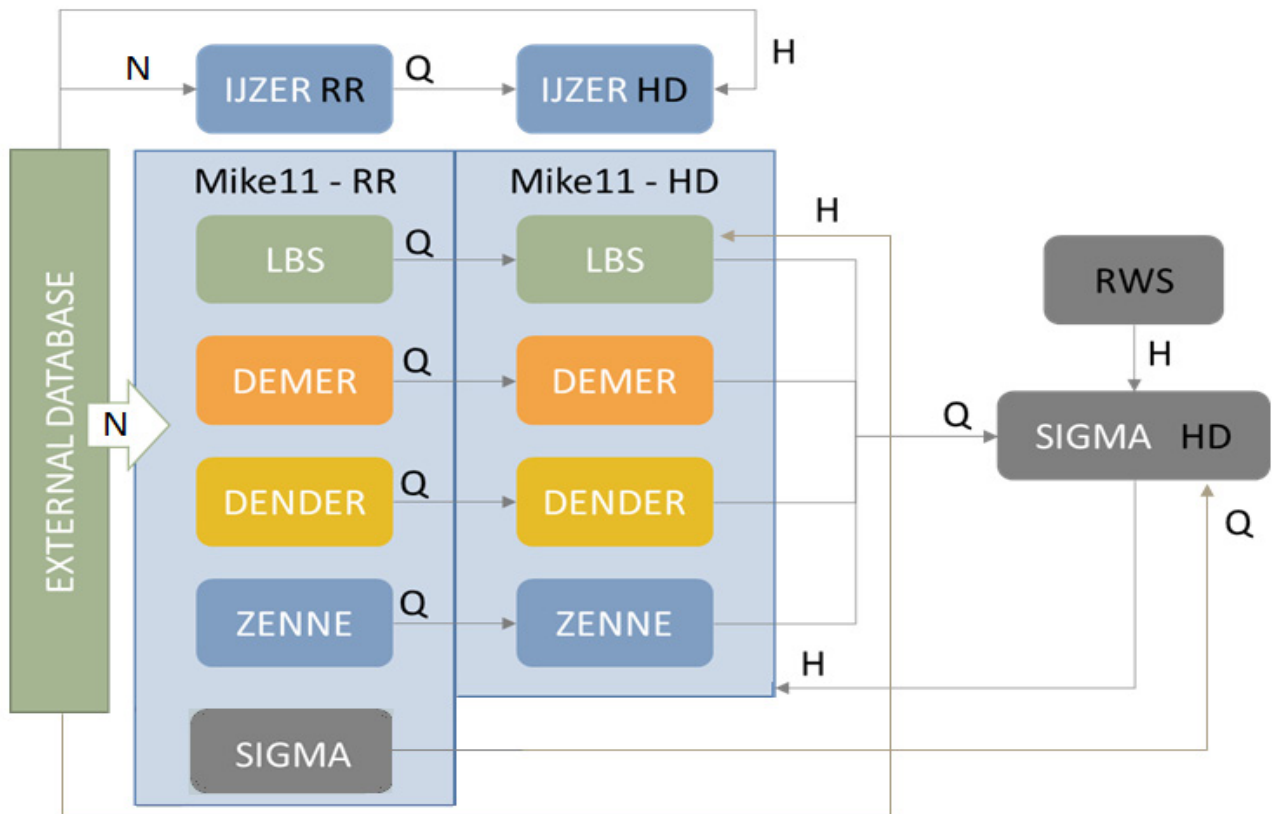
De globale workflow van het systeem kan als volgt (in chronologische volgorde) samengevat worden:

1. Gemeten en voorspelde station data (H, Q en N) wordt geïmporteerd via Kiwis-calls*. De data wordt gevalideerd, indien nodig getransformeerd (gap filling) en gebruikt in het systeem als modelrand, voor data assimilatie, als neerslaginput voor de hydrologische (NAM) modellen (N) of eenvoudigweg ter validatie van de voorspellingen.
2. Voorspelde neerslag (N) van het KMI (Alaro model) wordt geïmporteerd in GRIB formaat (structured grid). De data wordt getransformeerd en gebruikt als neerslaginput voor hydrologische modellen.
3. De state run (historical run) van alle NAM modellen wordt gerund. Dit om goede initiële condities te creëren voor de forecast run.
4. De state run (historical run) van alle HD modellen wordt gerund. Dit om goede initiële condities te creëren voor de forecast run.
5. De forecast run van alle modellen worden gedraaid. Deze flow bestaat uit:
 - a. Draaien van de NAM forecast modellen.
 - b. Transformatie van de data [samenvoegen hindcast en forecast NAM, voorzien van goede HD modelranden (verlengen, data-merging) en transfers van boundary data tussen de HD modellen (Sigma draait telkens eerst in de keten - Sigma geeft H door aan opwaartse modellen – opwaartse modellen geven Q door aan Sigma)].
 - c. Draaien van de HD modellen. Eerst Sigma (Tijgebied) daarna de opwaartse modellen. IJzer ontvangt geen data van Sigma model en draait autonoom.

De juiste opeenvolging van de workflows in de forecast run staat vermeld onder paragraaf 2.2.5 (punt 10).

Figuur 2 geeft een schematisch overzicht van de globale workflow van het systeem.

Uit bovenstaande structuur blijkt tevens de noodzaak van het ontkoppelen van hydrologisch en hydrodynamisch model. Deze ontkoppeling werd uitgevoerd en beschreven in deelrapport 1 van dit project (Bogman et al., 2016).



Figuur 2 - Globale flow van voorspellingsysteem FEWS Vlaanderen

*Kiwis-calls: WISKI voorziet via een API de mogelijkheid om data te bevragen (query) via url's. Deze query's worden uitgevoerd op de server en geven data terug in verschillende formaten, waaronder ook het WML2-formaat waar FEWS gebruik van maakt. De query's bieden de mogelijkheid om allerlei zaken uit de database te bevragen waaronder het timeseries ID (TS id) dat uniek is voor elke tijdreeks.

2.2 Configuratie van systeem met de verschillende bekken (stand alone)

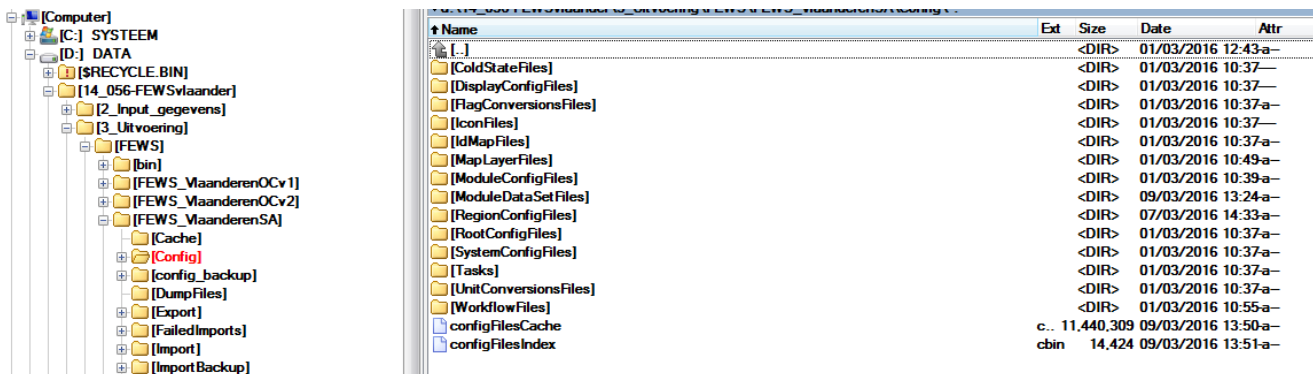
2.2.1 Algemeen

De configuratie van het systeem gebeurt aan de hand van een set van xml files. Een goed begrip van deze xml files en hoe ze interageren is cruciaal voor het begrijpen en aanpassen van de configuratie. Voor een gedetailleerde uitleg en achtergrondinformatie van allerlei modules kan beroep gedaan worden op de wiki pagina van Deltares <https://publicwiki.deltares.nl/display/FEWSDOC/Home>. Elke xml file dient volgens een vastgelegd xml schema (xsd file) te worden opgesteld. Wanneer dit schema niet gevolgd wordt, zal de file niet kunnen opgeslagen worden. Deze validatie is een belangrijk gegeven in de DELFT-FEWS configuratie om foute syntax in de configuratie te vermijden (Deltares, 2013). De xml files worden ingelezen door het systeem bij het opstarten en het refreshen en beschrijven nagenoeg de volledige structuur en werking van het voorspellingsysteem. Sommige workflows (xml-bestanden) bepalen de configuratie van functionele zaken zoals import, transformatie, interpolatie, basis processing, koppelen, export, etc. Andere xml-bestanden bepalen de configuratie van de grafische interface van het systeem (front-end) zoals achtergrondlagen, iconen, lijn- en polygoonkleuren, ...

Een set van shape files en database files (csv file) vullen de xml files aan en communiceren hiermee. Zij bevatten geografische informatie en informatie om stations op te delen in groepen (location sets) met specifieke eigenschappen (type meting, tijdstap meting, drempelpeilen, bekken ligging, DA, randen) om de data in het systeem te structureren. Deze files zijn terug te vinden onder folder MapLayerFiles in de FEWS Vlaanderen configuration folder (=Region Home (hieronder "FEWS_VlaanderenSA-folder")).

2.2.2 Structuur van de folder en files

Figuur 3 toont de folderstructuur van de config folder waarin de systeemconfiguratie vervat zit. De configuratie zit dus vervat in verschillende sets van xml files onder sub folders van deze root config file.

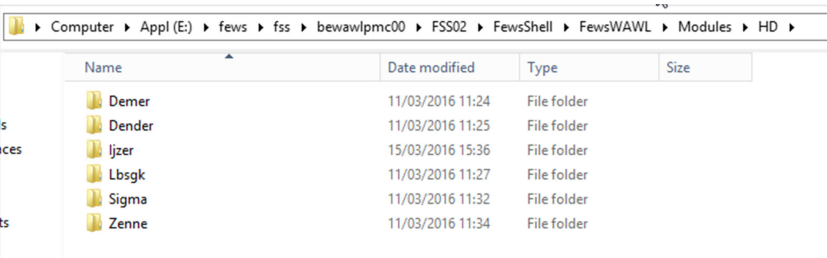


Figuur 3 - Folderstructuur configuratie

De specifieke eigenschappen/functionariteiten van de xml files vervat in de verschillende sub folders worden beschreven in Tabel 1.

Tabel 1 – Eigenschappen van de te configureren xml files per folder

| Folder Naam | Eigenschappen en functionaliteiten |
|---------------------|---|
| RegionConfigFiles | Bevat de regionale, geografisch gebonden configuratie met inbegrip van alle locaties, parameter validatie, drempelpeilen, etc. |
| SystemConfigFiles | Bevat de systeem configuratie items, met inbegrip van de beschikbare plug-ins voor het system, definities, iconen etc. Hier worden voornamelijk front-end zaken geconfigureerd. |
| ModuleConfigFiles | Bevat de configuratie van de modules voor data handling (import, preprocessing, transformaties) en het draaien van de modellen (model adapters). |
| WorkflowFiles | Bevat de beschrijving van alle workflows en bundelen van bepaalde workflows tot grotere gehelen. |
| IdMapFiles | Bevat de mapping van ID's en parameters tussen externe bronnen en de interne DELFT-FEWS public interface. |
| UnitConversionFiles | Bevat de omzettingen van eenheden tussen externe bronnen (vb. telemetry, modules) en deze gebruikt in DELFT-FEWS. |
| FlagConversionFiles | Beschrijving van de omzetting tussen vlaggen gebruikt bij externe bronnen (vb. telemetry, modules) en de interne DELFT-FEWS vlaggen. |
| DisplayConfigFiles | Bevat de layout van de user displays, met inbegrip van What-if scenarios, Grid Display, Modifiers etc. |

| Folder Naam | Eigenschappen en functionaliteiten |
|--------------------|--|
| ModuleDataSetFiles | <p>Bevat zip files met datasets gebruikt voor het draaien van de model run. Deze bevat enkele xml files en eventueel ook de modelfiles tenzij er gekozen wordt om deze rechtstreeks op de FSS-servers te zetten onder de Modules folder. Dit laatste werd toegepast in FEWS Vlaanderen. Alle modelbestanden staan dus lokaal op iedere FSS.</p>  |
| MapLayerFiles | <p>Bevat enerzijds shape files gebruikt in de Map display interface en bij de spatial interpolation en anderzijds csv files gebruikt als lokale station databases.</p> |
| IconFiles | <p>Bevat de Iconen die gebruikt worden in Map display interface en button bar.</p> |
| ColdStateFiles | <p>Bevat de output data van de cold state runs. Voor FEWS Vlaanderen gaat het om res11 files. Wordt gebruikt wanneer geen warm state beschikbaar is.</p> |
| RootConfigFiles | <p>Bevat de configuratie van zaken die belangrijk zijn bij gebruik op verschillende machines en dus een verschillende root hebben (vb. global.properties, splash, etc.).</p> |

Op hetzelfde niveau van deze root config file staan nog een aantal andere folders. De LocalDataStore (Firebird – stand alone) en de Modules folder waarin de modelruns terecht komen. Vooral bij de stand alone configuratie worden vaak nog een aantal extra folders (Import, Export, ImportBackup, DumpFiles, etc.) op deze hoogte geplaatst, voornamelijk om de mogelijkheid te bieden lokaal te importeren of exporteren. Deze folders kunnen zich ook op andere locaties/servers bevinden (zie Client-server systeem). Deze paden moeten dan gespecificeerd worden in de global properties file. Afhankelijk van de gebruikte machine: sa_global.properties; fss_global.properties; oc_global.properties.

De DumpFiles worden meteen aangemaakt bij een falende activiteit en kunnen gebruikt worden voor foutdetectie en debugging. De naam van de zip file krijgt een tijdsaanduiding met het tijdstip van aanmaak.

2.2.3 Globale configuratie van het systeem

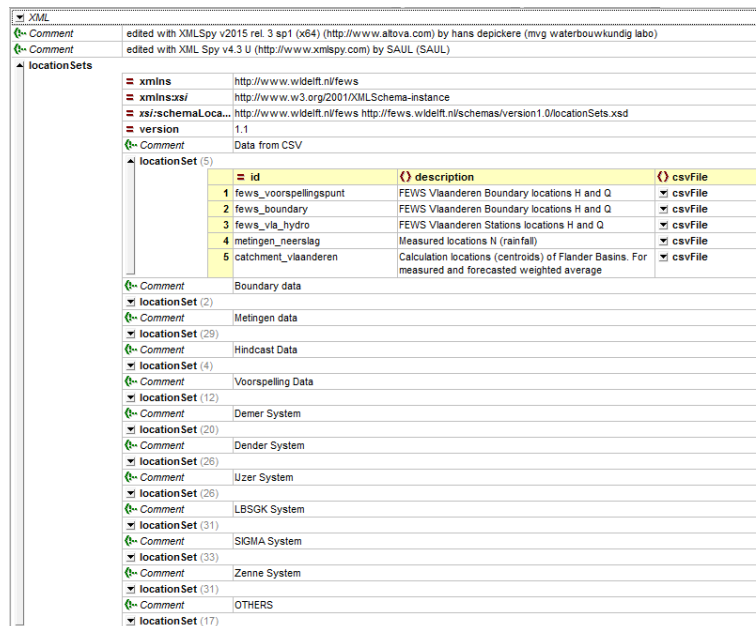
De globale configuratie en logica van het systeem vertrekt vanuit informatie (data) die geografisch gebundeld wordt in stations en opgedeeld in verschillende groepen op basis van locatie, type, tijdstap, boundary, meting, external forecast, etc... Dit wordt besproken onder 2.2.3.1 Stations.

Een ander deel van de globale configuratie is de opmaak van de explorer en visual displays. Hier kan de front-end van de FEWS-applicatie worden aangepast. Dit wordt besproken onder 2.2.3.2 FEWS Explorer en 2.2.3.3 Displays.

2.2.3.1 Stations

Het bundelen van de stations in verschillende groepen gebeurt in de LocationSets. Figuur 4 toont de LocationsSets.xml file. Er wordt eerst een onderverdeling gemaakt in een aantal basissets. Deze basissets die elk een csv file (MapLayerFiles) hebben waaraan ze in de xml gelinkt worden zijn:

- fews_voorspellingspunt
- fews_boundary
- fews_vla_hydro
- metingen_neerslag
- catchment_vlaanderen



Figuur 4 – Verdeling in groepen in LocationsSets.xml

Vervolgens worden de basissets verder logisch ingedeeld in kleinere subsets op basis van de combinatie van tal van attributen uit deze csv files (Figuur 5).

- Boundary data
- Metingen data
- Hindcast data
- Voorspelling data
- Demer System
- Dender System
- IJzer System
- LBSGK System
- Sigma System
- Zenne System
- OTHERS (drempelpeilen, modifiers)

Deze opdeling maakt het makkelijk om in de configuratie allerlei modules te gaan uitvoeren op volledige sets in plaats van op individuele stations, hetgeen veel tijd bespaart. Anderzijds is de opdeling ook cruciaal om een duidelijke front-end structuur op te kunnen bouwen met verschillende iconen voor Q/H stations, neerslagstations, modeloutput, drempelpeilen, modifiers etc.

| | A | B | C | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O | P |
|----|---------|-----------------------------------|---------------------|------------|------------|----------|-----------|-----------|----------|-----------|-------|-------|-------|---------|---------|
| 1 | FEWS_ID | FEWS_Naam | FEWS_Desc | FEWS_X_lam | FEWS_Y_lam | EXT_FCST | FEWS_FCST | FEWS_HCST | FEWS_OBS | FEWS_FREQ | CTR_H | CTR_Q | CTR_V | CTR_DIR | WISKI_H |
| 2 | 3072691 | Aalst Opwaarts/Dender | MOW-HIC-den05e-1066 | 127344.516 | 180864.313 | 0 | 1 | 1 | 1 | 15 | 1 | 0 | 0 | 0 | 3072758 |
| 3 | 2329545 | Aalter/Kl Gent - Oostende | MOW-HIC-kg08a-1066 | 84612 | 200067 | 0 | 1 | 1 | 1 | 15 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2329724 |
| 4 | 2427475 | Aarschot R25/Demer | MOW-HIC-dem02m-1066 | 183193 | 186194 | 0 | 1 | 1 | 1 | 15 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2427654 |
| 5 | 2284632 | Aarschot/Demer | MOW-HIC-dem02a-1066 | 181847 | 186477 | 0 | 1 | 1 | 1 | 15 | 1 | 1 | 0 | 0 | 3104405 |
| 6 | 2332679 | Adegem-Balgerhoeke EMT/Akl | MOW-HIC-OW005-1073 | 90368 | 210992 | 0 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2458684 |
| 7 | 2330466 | Adegem-Balgerhoeke Opwaarts/Akl | MOW-HIC-aki03e-1066 | 90365 | 210950 | 0 | 1 | 1 | 1 | 15 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2330645 |
| 8 | 2331272 | Antwerpen Bonapartedok/Zeeschelde | MOW-HIC-ANTW-1060 | 152176.998 | 213063.231 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2781666 |
| 9 | 2799023 | Antwerpen tijl/Zeeschelde | MOW-HIC-zes21a-1066 | 152176.401 | 213059.526 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2799302 |
| 10 | 2331893 | Asper Opwaarts/Bovenschedde | MOW-HIC-bos03e-1066 | 100899.575 | 178513.35 | 0 | 1 | 1 | 1 | 15 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2332072 |

Figuur 5 – Csv file met data per station

Tabel 2 geeft een beschrijving van de belangrijkste attributen in de csv files.

Tabel 2 – Beschrijving van belangrijkste attributen in de csv files

| Attributen | Beschrijving |
|-------------|---|
| FEWS_ID | Intern FEWS ID |
| FEWS_Naam | Interne FEWS naam |
| FEWS_Desc | Interne FEWS beschrijving |
| FEWS_PARID | FEWS parent ID (gebruikt voor H stations met meerdere reeksen vb. Op en Af) |
| FEWS_X_lam | X-coördinaat van station in Lambert 1972 |
| FEWS_Y_lam | Y-coördinaat van station in Lambert 1972 |
| EXT_FCST | Externe forecast reeks |
| FEWS_FCST | Voor selectie resultaten forecast run |
| FEWS_HCST | Voor selectie resultaten state run |
| FEWS_OBS | Voor selectie meetstations |
| FEWS_FREQ | Voor onderscheid in frequentie tijdreeksen |
| CTR_H | Voor H-reeksen |
| CTR_Q | Voor Q-reeksen |
| CTR_V | Voor windsnelheid |
| CTR_DIR | Voor windrichting |
| WISKI_H | Timeseries ID van het H station uit WISKI |
| WISKI_Q | Timeseries ID van het Q station uit WISKI |
| VMM_DTM | Omrekening relatieve naar absolute niveaus VMM stations |
| DEMER_sys | Voor selectie stations in Demer bekken |
| IJZER_sys | Voor selectie stations in IJzer bekken |
| DENDER_sys | Voor selectie stations in Dender bekken |
| LBSGK_sys | Voor selectie stations in LBSGK bekken |
| ZENNE_sys | Voor selectie stations in Zenne bekken |
| SIGMA_sys | Voor selectie stations in Sigma bekken |
| FEWS_tPRE | Drempelwaarde pre-waak |
| FEWS_tALE | Drempelwaarde waak |
| FEWS_tALA | Drempelwaarde alarm |
| FEWS_vRCH_H | Drempelwaarde Rate of change H stations |
| FEWS_vRCH_Q | Drempelwaarde Rate of change Q stations |

| | |
|-------------|---|
| FEWS_vHMN_H | Drempelwaarde Hard MIN H stations |
| FEWS_vHMX_H | Drempelwaarde Hard MAX H stations |
| FEWS_vHMN_Q | Drempelwaarde Hard MIN Q stations |
| FEWS_vHMX_Q | Drempelwaarde Hard MAX Q stations |
| FEWS_THRS | Voor selectie stations met drempelwaardes |
| BND_DW | Voor selectie stations als afwaartse randen |
| FEWS_eM11 | Voor selectie van naar Mike11 te exporteren data (voor DA) |
| FEWS_iHM11 | Voor selectie naar FEWS te importeren modeldata H |
| FEWS_iQM11 | Voor selectie naar FEWS te importeren modeldata Q |
| FEWS_GLmod | Voor selectie stations waar modifiers aanwezig zijn |
| ASTRO | Voor selectie stations die gebruik maken van Astronomische voorspellingen |

2.2.3.2 FEWS Explorer

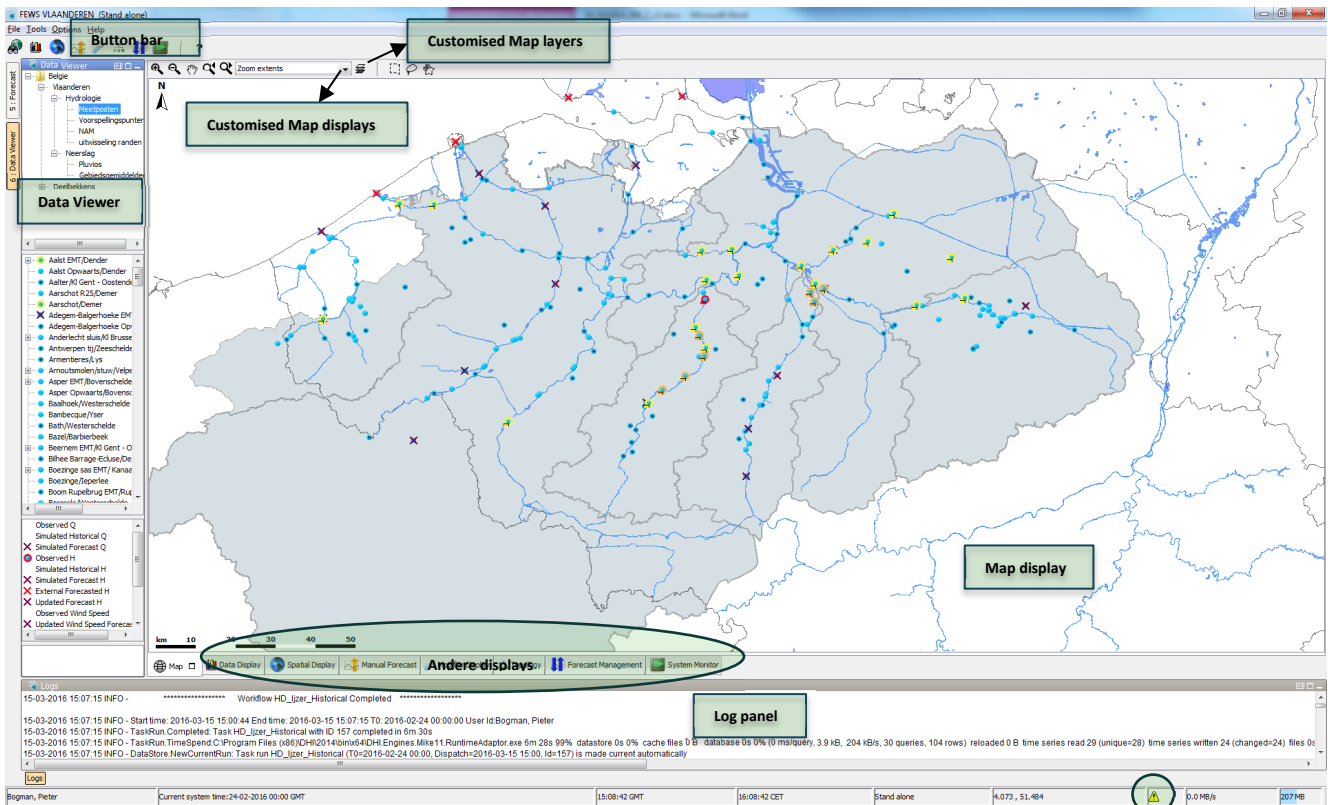
De FEWS Explorer is de basis front-end applicatie van Delft FEWS. Het is opgebouwd uit verschillende menu's, zie Figuur 6. De configuratie van de explorer gebeurt voornamelijk op basis van de Explorer.xml in de SystemConfigFiles folder en de Filters.xml in de RegionConfigFiles folder. De in vet aangeduide zaken in onderstaande tekst zijn aangeduid in Figuur 6.

De **Map display** geeft een geografisch overzicht van de beschikbare locaties in de vorm van gekleurde bollen. Indien gewenst kunnen meerdere **Map layers** aan of afgezet worden. Via het pull-down menu kunnen meerdere **Map displays** geconfigureerd worden. Configuratie gebeurt in de Explorer.xml. Meest gebruikelijk is om hier verschillende zoomniveaus in te stellen. Dit werd ook zo geconfigureerd in FEWS Vlaanderen. Naast de Map display zijn er nog enkele **andere displays** die in 2.2.3.3 worden toegelicht.

De **Data Viewer** is een keuzelijst die als het ware een afspiegeling vormt van de verschillende location sets. Verschillende zaken kunnen bevraagd worden volgens een boomstructuur. Hoe verder men in de vertakking gaat hoe specifiek de bevraagde data. Wanneer men bepaalde stations en meeteenheden uit de lijsten selecteert kan een grafiek bevraagd worden van deze selectie door op het grafiek icoontje in de **Button bar** te klikken. Configuratie gebeurt in de Filters.xml. De Button bar geeft snelle toegang tot vaak gebruikte tools en windows.

Het **Log panel** bevindt zich onderaan het scherm en geeft de belangrijkste logs weer van de actieve systemen. Meer gedetailleerde logs zijn terug te vinden in de log browser in de system monitor display. In de log browser kunnen de weergegeven errors geaccepteerd (acknowledge) worden door de gebruiker. Wanneer alle errors door de gebruiker geaccepteerd worden zal het **gevaar symbool** onderaan in de statusbalk, dat duidt op errors, wijzigen in een groene bol. Het is bedoeld om de gebruiker te wijzen op mogelijke problemen.

De **status bar** bevindt zich helemaal onderaan het scherm en bevat belangrijke systeem informatie.



Figuur 6 – Overzicht van het hoofdmenu

2.2.3.3 Displays

De grafische interface van FEWS bestaat uit een set van displays in combinatie met de FEWS Explorer. Er zijn heel wat displays die kunnen geconfigureerd worden in FEWS. FEWS Vlaanderen omvat volgende displays:












- Map Display
- Data Display
- Spatial Display
- Modifier Display
- Topology
- Manual Forecast
- Forecast Management
- System Monitor

De eerste 5 zijn in grote mate in deze studie/project geconfigureerd. De laatste 3 werden niet aangepast. Ze zijn een vast onderdeel van FEWS en houden verband met de forecasting en systeem status.

- Map Display

Zoals reeds vermeld vormt dit het geografische overzicht van het systeem. Er werden verschillende iconen gebruikt om een onderscheid te maken tussen de data en om drempelpeilen te onderscheiden. Tabel 3 geeft een beschrijving van de verschillende iconen. Wanneer geen data beschikbaar is staat er een donker rood kruis door het station icon. Wanneer er wel data is maar niet in de betreffende view period staat er een licht rood kruis. De iconen werden zelf aangemaakt in GIMP 2 en geplaatst in de IconFiles folder. De configuratie gebeurt in de LocationIcons.xml in de SystemConfigFiles folder.

Tabel 3 – Beschrijving van de iconen

| ICON | beschrijving |
|---|---|
|  | Station (H, Q, modelresultaten) |
|  | Station waar tijdreeks geëxporteerd wordt voor DA. Staat niet altijd actief in model. |
|  | Station Pluvios (N) |
|  | Station met gebiedsgemiddelde neerslag en NAM output |
|  | Station met externe forecast (waterpeil en wind) |
|  | Licht grijze kleur voor alle stations wanneer de specifiek opgevraagde serie niet |
|  | Geen data in de database voor dit station data never written to database |
|  | Geen data binnen een bepaalde view period voor dit station. |
|  | Threshold geel: prewaak (indicatoren eronder staan voor hindcast/forecast) |
|  | Threshold oranje: waak (indicatoren eronder staan voor hindcast/forecast) |
|  | Threshold rood: alarm (indicatoren eronder staan voor hindcast/forecast) |

- Data Display

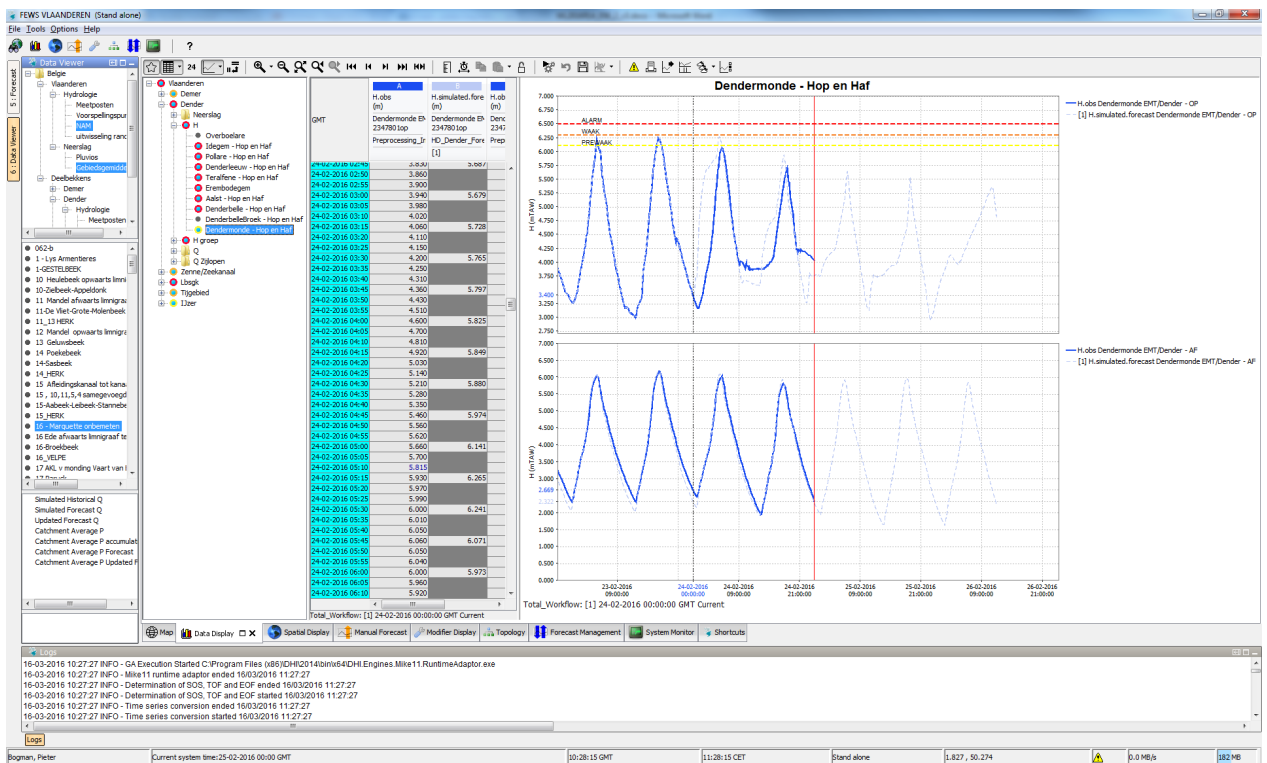
De Data Display kan beschouwd worden als een collectie van favoriete grafieken. Er wordt getracht de belangrijkste data te bundelen die een snelle evaluatie van de toestand mogelijk maken. Er wordt opnieuw gewerkt vanuit een boomstructuur. Indien drempelpeilen overschreden worden nemen de threshold icoontjes de plaats in van het standaard mapje. De drempels zijn zo ingesteld dat steeds de kleur van de ergste wordt weergegeven. Naast de grafiek is er steeds ook de mogelijkheid om de tabellen van de reeksen te bekijken. Volgende zaken werden opgenomen in de Data Displays, gestructureerd per hydraulisch bekken:

- H grafieken met meting vs. forecast (hindcast + forecast) van een groot aantal stations langs de hoofdwaterlopen.
- H groepsgrafieken met meting vs. forecast (hindcast + forecast) van de belangrijkste hoofdwaterlopen.
- Q grafieken met meting vs. forecast (hindcast + forecast) van een groot aantal stations langs de hoofdwaterlopen.
- Q grafieken met meting vs. forecast (hindcast + forecast) van enkele stations langs de belangrijkste zijwaterlopen.
- N grafieken met gebiedsgemiddelde neerslag (hindcast + forecast) per hydrologisch bekken, en de accumulatie hiervan in de tijd.

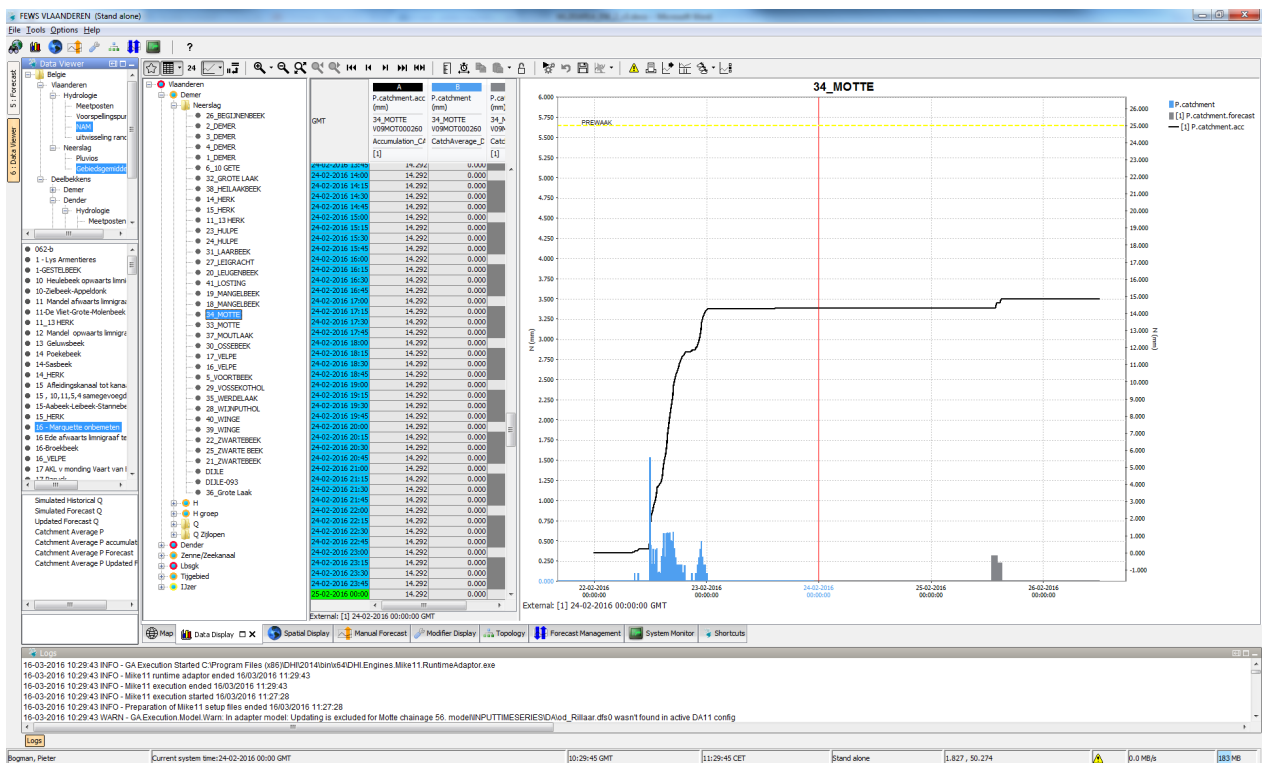
Figuur 7 toont een voorbeeld van een Data Display van gemeten en voorspelde H op de Dender te Dendermonde (op- en afwaarts stuw).

Figuur 8 toont een voorbeeld van een Data Display van gemeten en voorspelde gebiedsgemiddelde N van hydrologisch bekken 34_Motte (V09MOT000260).

De configuratie gebeurt in de DisplayGroups in de SystemConfigFiles folder. In deze xml kan ook de opmaak grotendeels bepaald worden. De opmaak kan eventueel ook gedaan worden in de TimeSeriesDisplayConfig.xml waar aan elke parameter een specifieke kleur en lijnstijl kan gekoppeld worden. De kleuren van de drempelpeilen (geel, oranje,rood) werden eveneens geconfigureerd in de TimeSeriesDisplayConfig.xml.



Figuur 7 – Data Display van gemeten en voorspelde H op de Dender te Dendermonde (op- en afwaarts stuw)



Figuur 8 – Data Display van gemeten en voorspelde gebiedsgemiddelde N van hydrologisch bekken 34_Motte (V09MOT000260).

- Spatial Display

De Spatial Display kan gebruikt worden om allerlei tijdreeksen te visualiseren: scalar, polygon of grid. De display heeft gelijkenissen met de Map Display maar heeft enkele bijkomstige kenmerken. De Spatial Display is opgebouwd uit:

- Filters window om selecties te maken.
- Control Toolbar met volgende opties:
 1. Manuele zoom and zoom next/previous buttons.
 2. Geconfigureerde pull-down met verschillende zoomniveaus.
 3. Play, pause, stop, step forward, step backward and record buttons.
 4. Grid lines selector die de contouren van grid of shapefiles highlight.
 5. Labels button die de neerslag hoeveelheid aanduidt.
 6. Time slider met zelf in te stellen view period. De slider kan automatisch of handmatig worden afgespeeld.
 7. Data availability and maximum value indicator.
- Moving average slider.
- Legende.

Deze Display is vooral handig om data weer te geven die ruimtelijk verdeeld is en variërend in de tijd. Volgende zaken worden weergegeven in de Data Displays:

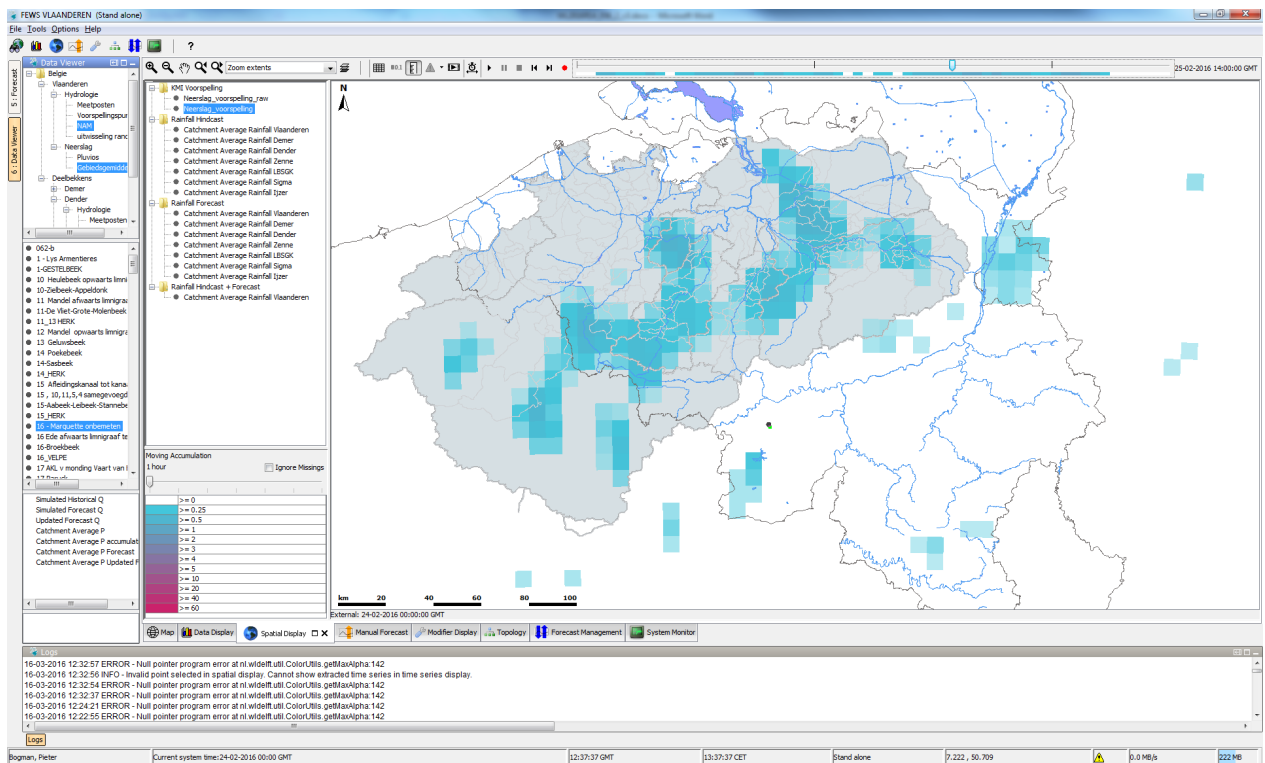
- Voorspelde neerslag van het KMI Alaro model (ruwe data en gedeaccumuleerde data)
- Gebiedsgemiddelde neerslag per bekken of voor heel Vlaanderen voor hindcast, forecast en hindcast + forecast.

Hierbij kan telkens de moving accumulation aangepast worden van 15 min naar 1u, 3u, 6u, 12u, 1d of 2d.

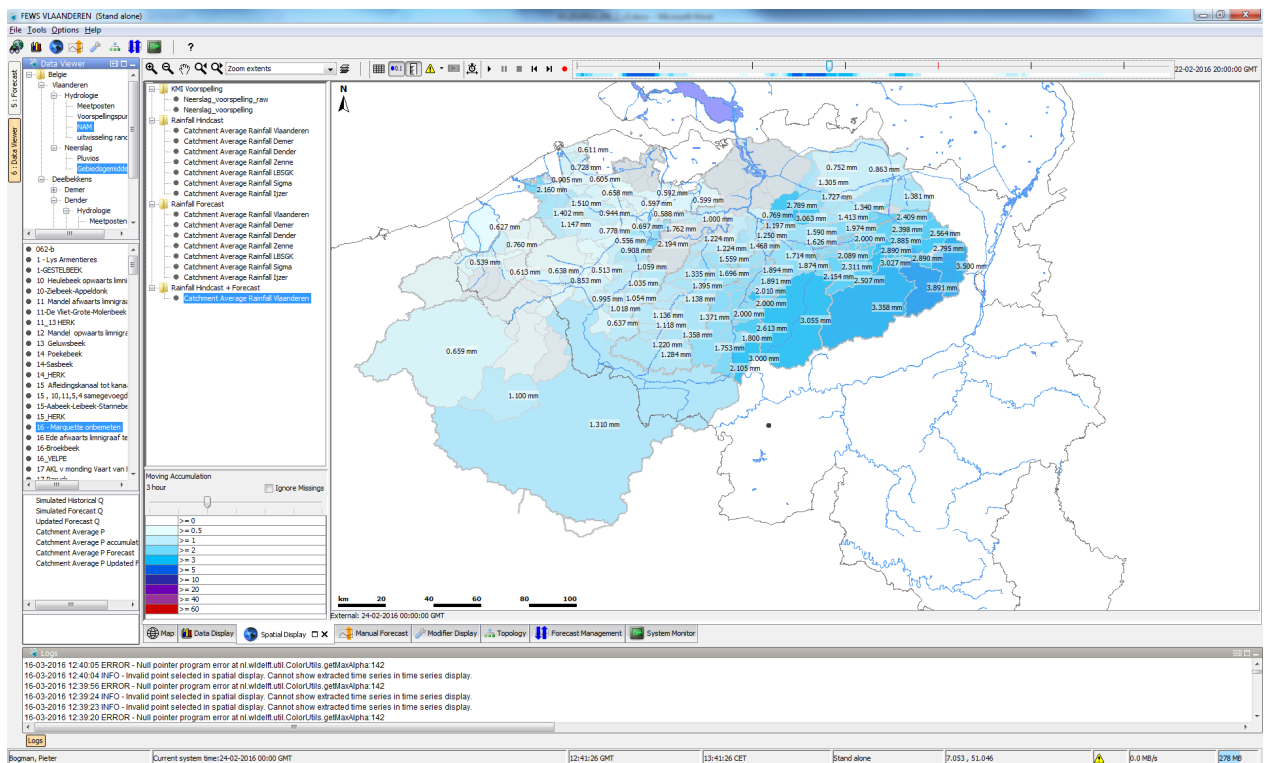
De Spatial Display wordt geconfigureerd in de SpatialDisplay.xml in de DisplayConfigFiles folder. De styling van de classbreaks (= legende) van de gebiedsgemiddelde neerslag werd geconfigureerd in de TimeSeriesDisplayConfig.xml in de SystemConfigFiles folder.

Figuur 9 toont een Spatial Display van gedeaccumuleerde voorspelde neerslag.

Figuur 10 toont een Spatial Display van gebiedsgemiddelde neerslag (forecast + hindcast) voor heel Vlaanderen. Hier werden de labels actief gezet wat bijkomende info geeft.



Figuur 9 – Spatial Display van gedeaccumuleerde voorspelde neerslag.

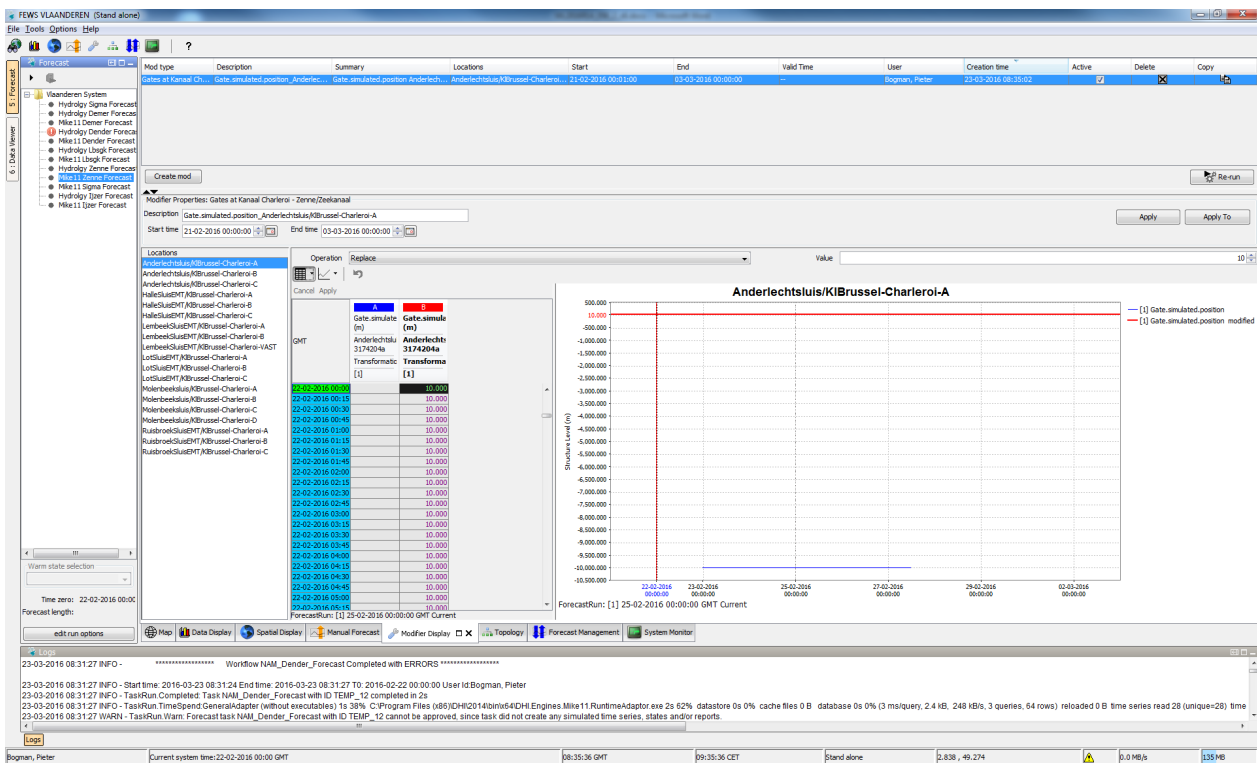


Figuur 10 – Spatial Display van gebiedsgemiddelde neerslag voor heel Vlaanderen (3u moving average - labels actief).

- Modifier Display

De Modifier display werd geconfigureerd voor FEWS Vlaanderen en biedt de mogelijkheid om via een grafische display de hydrologische en hydraulische simulaties van alle afzonderlijke modellen te herdraaien met gewijzigde neerslag of gewijzigde klepregelingen. De wijzigingen worden handmatig bepaald door de operator via een IFD (Interactive Forecast Display). Wat betreft neerslag kan men de gebiedsgemiddelde neerslag voor alle hydrologische bekkens wijzigen. Voorlopig kan dit enkel met een constante waarde per bekken. Wat betreft de structuren zijn modifiers mogelijk wanneer in de regeling een tijdreeks is voorzien die de automatische regeling overruled. In deze gevallen wordt de tijdreeks aangepast, omgezet naar dfs0 formaat, en ingelezen door het model. Wanneer in Mike11 geen tijdreeks kan ingeladen worden, zoals bijvoorbeeld in het geval van pompwerking, kan geen modifier voorzien worden. De configuratie van de modifiers gebeurt grotendeels in de ModifierTypes.xml in de RegionConfigFiles folder. Verder dienden er ook specifieke location sets aangemaakt te worden en dienden de gewijzigde series opgenomen te worden in de modeladapters van de modellen voor omzetting van xml naar dfs0. Hieronder een lijst met de modifiers die geïmplementeerd zijn:

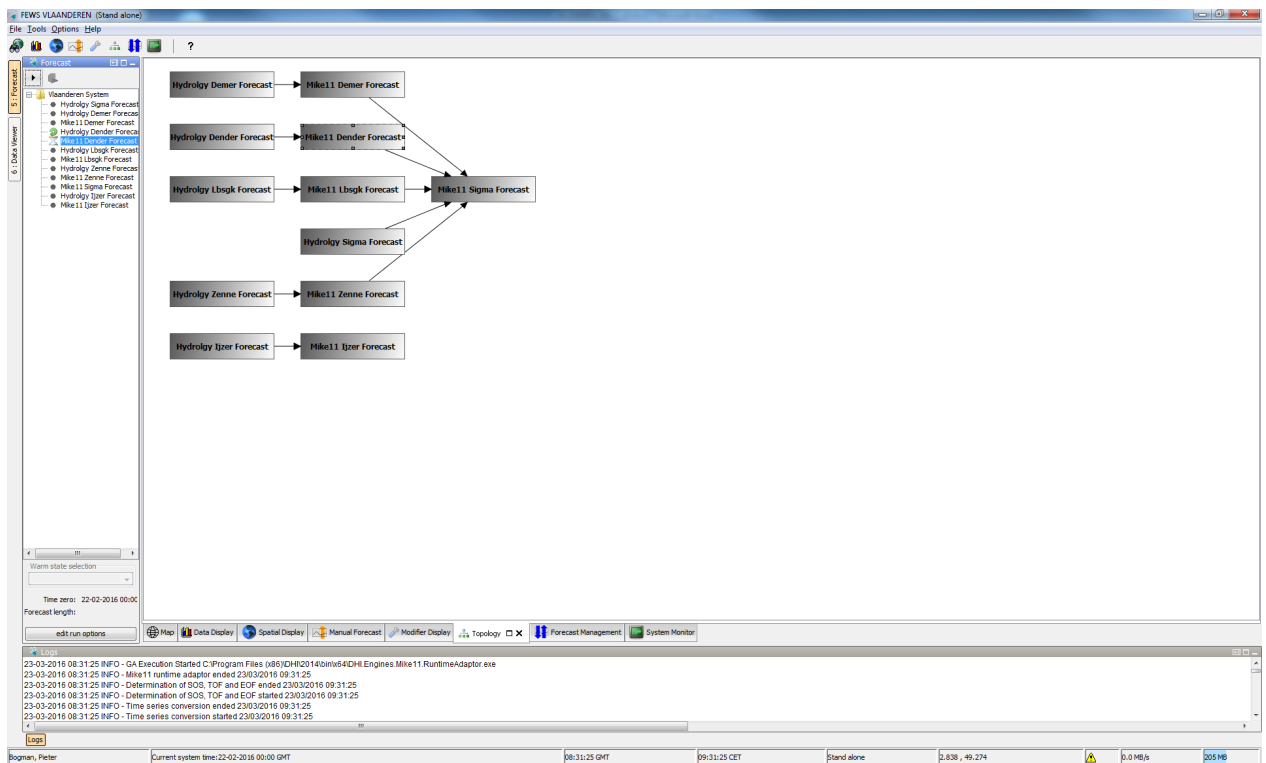
- IJzer model:
 1. Opening regeling gate (sluis) in Nieuwpoort [Verkeerdelijk werd deze op Kanaal Duinkerke-Nieuwpoort geïmplementeerd i.p.v. op IJzer – dit dient in een update van het systeem aangepast!]
 2. Wijzigen van regeling structuur op Lo-kanaal te Lo-Fintele
- LBSGK model
 1. Wijzigen regeling gate (keersluis) in Beernem
 2. Wijzigen regeling gate in Evergem
 3. Wijzigen regeling gate in Zwijnaarde (B4-stuw)
- Zenne-Zeekanaal model
 1. Wijzigen regeling van de gates langs het Kanaal naar Charleroi (Lembeek – Halle – Lot – Ruisbroek – Anderlecht – Molenbeek)
- Dender model
 1. Wijzigen regeling gate in Dendermonde [bevat nog een kleine bug waardoor niet actief]
 2. Wijzigen regeling gate in Denderbellebroek [bevat nog een kleine bug waardoor niet actief]
- Sigmamodel
 1. Wijzigen regeling gate in Mechelen (Mechelen Stuw)
 2. Wijzigen downstream forecasted H in Vlissingen



Figuur 11 – Modifier Display FEWS Vlaanderen

- Topology

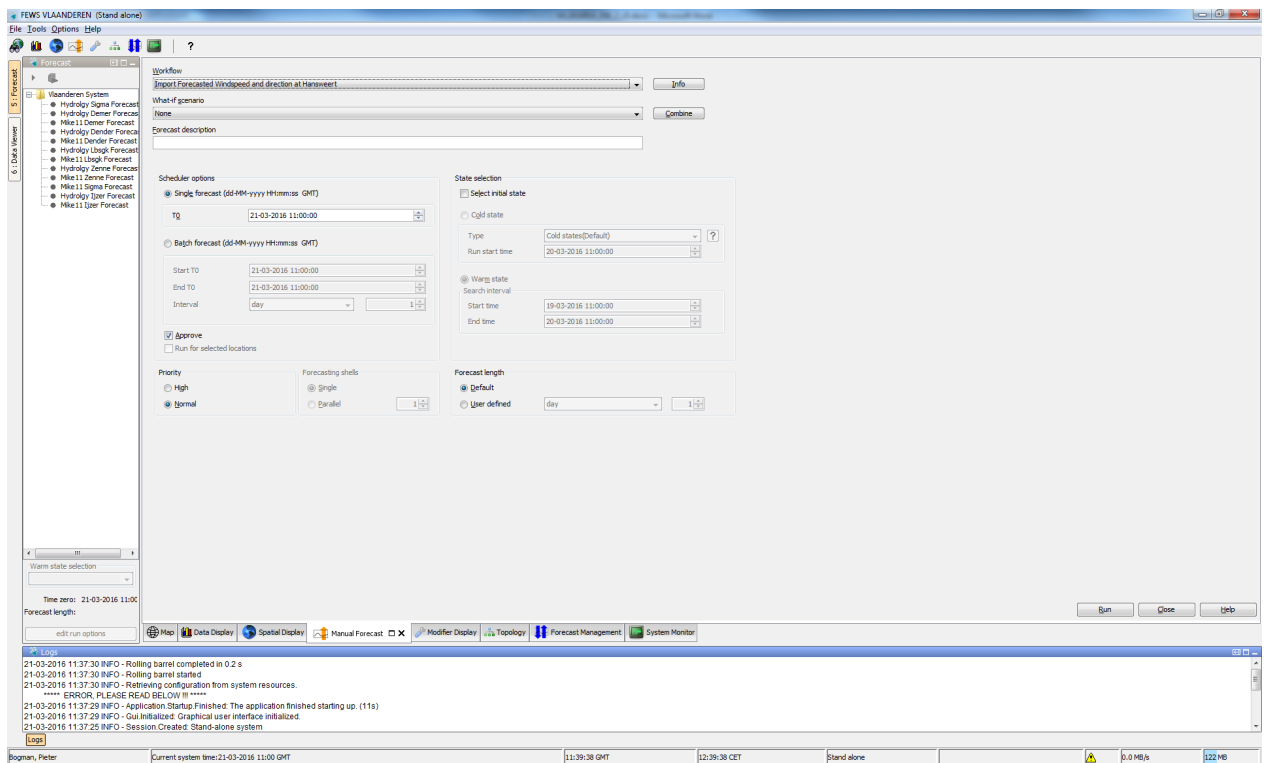
De Topology display is gekoppeld aan de modifiers en maakt deel uit van het IFD (Interactive Forecast Display). Het is een grafische representatie van het systeem (zie Figuur 12). Wanneer een bepaalde workflow geselecteerd wordt via het grafische schema zal deze ook oplichten in het Forecast menu aan de linkerzijde. Vervolgens kan in de Modifiers Display de juiste modifier gekozen worden. De Topology.xml configuratiefile (RegionConfigFiles folder) bepaalt via een link naar de workflowId welke workflows kunnen herdraaid worden met gewijzigde tijdreeksen. Hier wordt ook de afhankelijkheid van bepaalde workflows ingesteld (zie pijltjes in Figuur 12). Zo zal bijvoorbeeld telkens de HD herdraaid wordt ook de NAM herdraaid worden. Het wijzigen zelf van de tijdreeksen gebeurt in de Modifiers Display die geconfigureerd is in de ModifierTypes.xml. De link tussen Topology en Modifiers staat gedefinieerd in modifierDisplay.xml in de DisplayConfigFiles folder.



Figuur 12 – Topology display FEWS Vlaanderen

- Manual Forecast

De Manual Forecast display (Figuur 13) zit standard in de Delft-FEWS software en dient niet geconfigureerd. Dit venster laat toe om handmatig of in batch allerlei workflows te draaien. De time of forecast kan handmatig ingesteld worden. Vooral in stand alone modus, tijdens de implementatie of optimalisatie van het systeem, is dit interessant om testruns uit te voeren. Met de f5 toets kan geopteerd worden om in debug mode te runnen met een veel uitgebreidere logging als gevolg. Er wordt aangeraden om zo veel mogelijk kleinere modules binnen grotere flows als aparte deelflow te behouden zodat een snelle debugging mogelijk is. Dit werd ook zo uitgevoerd in FEWS Vlaanderen.

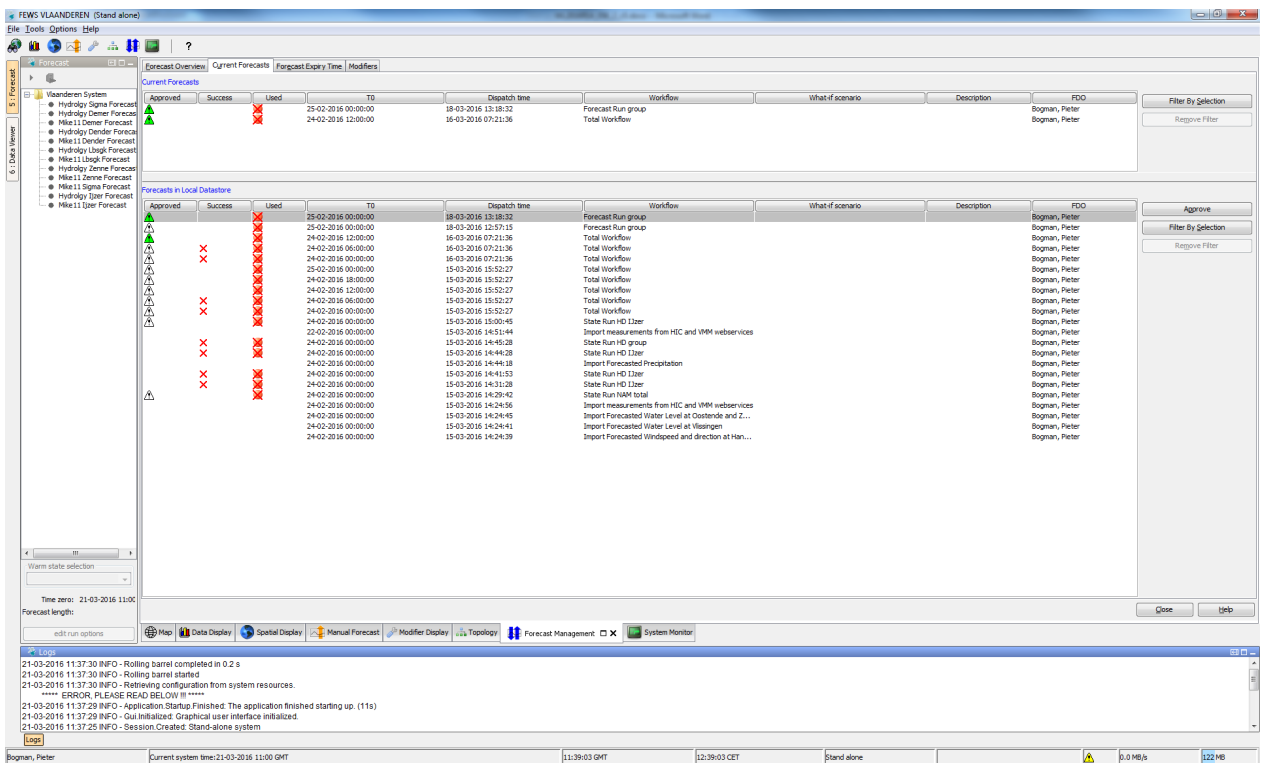


Figuur 13 – Manual Forecast display

- Forecast Management

De Forecast Management display (Figuur 14) zit standaard in de Delft-FEWS software en dient niet geconfigureerd te worden. Deze display toont globale informatie van de forecast runs en geeft antwoord op volgende vragen:

- Is de run goedgekeurd?
- Is de run met succes beëindigd of niet?
- Is er een cold start of hot start gebruikt?
- Wat was de T0, wat was de dispatch time?
- Welke workflow werd gerund, eventueel een beschrijving, wie was de operator, ...?

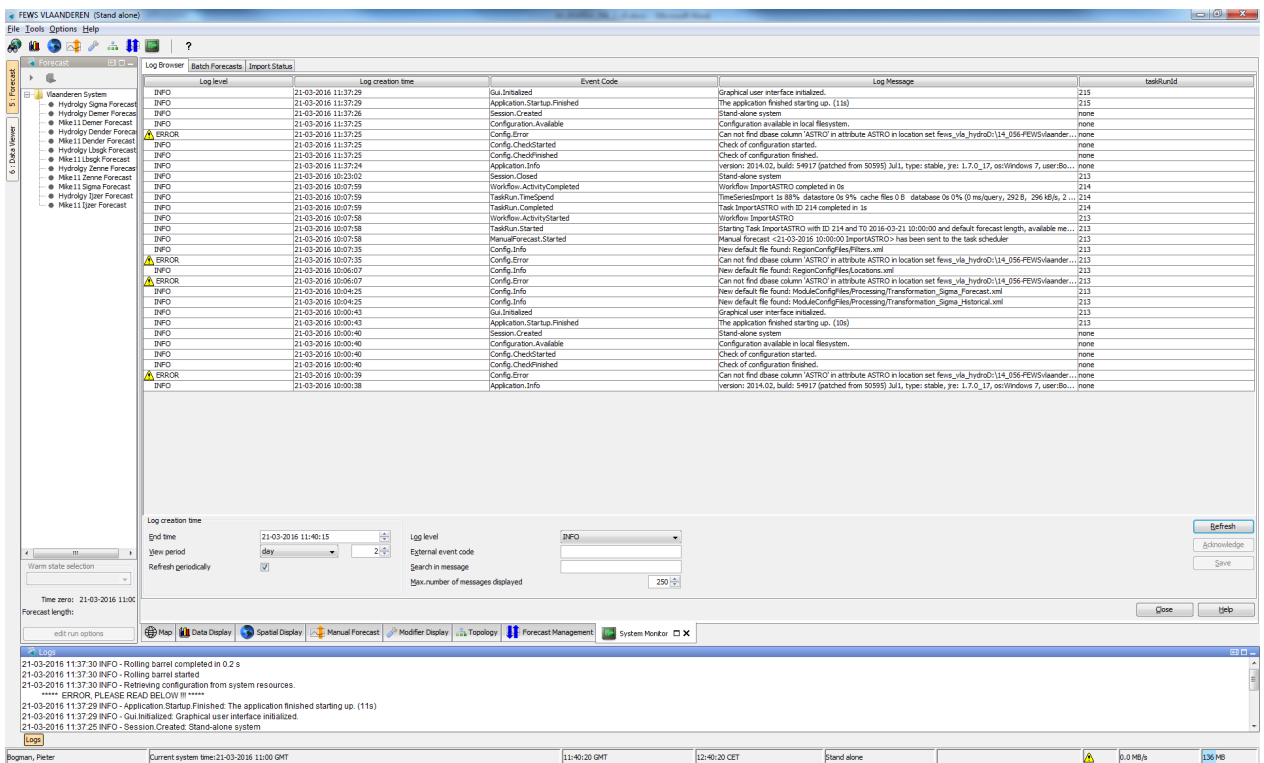


Figuur 14 – Forecast Management display

Verder kan gekozen worden welke forecast dient beschouwd als de huidige (current forecast) en kan de vervaldatum van de forecast gewijzigd worden. Er kunnen ook oudere workflows geopend worden om data hiervan te analyseren. Deze en nog meer functionaliteiten zijn allen ingebouwd in de software. Meer info hieromtrent kan teruggevonden worden op de public Delft-FEWS wiki page: <https://publicwiki.deltares.nl/display/FEWSDOC/Home>.

- System Monitor

De System Monitor display (Figuur 15) zit standaard in de Delft-FEWS software en dient niet geconfigureerd te worden. Hier worden een aantal zaken weergegeven die te maken hebben met de status van het systeem, zoals de import status en de log status. Errors worden aangeduid met een gevaar teken. De errors kunnen eventueel geaccepteerd worden indien van weinig belang en dan komt het systeem terug op groen te staan (zie statusbalk). De lay-out is lichtjes verschillend in stand alone t.o.v. client-server.



Figuur 15 – System Monitor display

Voor meer gedetailleerde info omtrent specifieke functionaliteiten van de displays wordt verwezen naar de public Delft-FEWS wiki page: <https://publicwiki.deltares.nl/display/FEWSDOC/Home>.

2.2.4 Beschrijving van modules en hun functionaliteiten

De globale configuratie, besproken in bovenstaand hoofdstuk, sluit hoofdzakelijk aan bij de grafische representatie (front-end) van het systeem. Het deel van de configuratie die in dit hoofdstuk beschreven wordt sluit meer aan bij de effectieve verwerking en processing van data en modellen door het systeem (backend).

Modules zijn deelprocessen met specifieke functionaliteiten die op een logische manier gebundeld worden tot workflows. Alle modules worden geconfigureerd aan de hand van xml files in de ModuleConfigFiles folder en dienen geïnstantieerd te worden in de ModuleInstanceDescriptors.xml in de RegionConfigFiles folder. Voor een goede werking van de modules is het correct linken van interne en externe parameters en locationid's belangrijk. Dit gebeurt in de IdMapFiles. In wat volgt worden de verschillende **modules** (opgedeeld in vier groepen) besproken. De volgorde van bespreken komt overeen met de chronologie van afhandelen.

2.2.4.1 Import van data

- **Import van gemeten data via Kiwis-call:**

In samenspraak met WL werden stations geselecteerd waar data import (H, Q, N en windsnelheid en -richting) vereist is. Deze data wordt geïmporteerd in WML2 formaat met behulp van Kiwis calls. Het omvat zowel data van HIC als van VMM. De data van HIC wordt gecalled op datasource 2 en gaat via volgende vaste server URL: <https://hicws.vlaanderen.be/KiWIS/KiWIS>. De data van VMM wordt gecalled op datasource 1 en gaat via volgende vaste server URL: <http://www.waterinfo.be/tsmpub/KiWIS/KiWIS>. De rest van de query bevat een aantal vaste velden en variabele velden 'starttime' en 'locationid'. Deze variabele velden worden dynamisch opgevuld. De locationid van elk station wordt

overgenomen uit de csv file via definitie van de locationSetId in de TimesSeriesSet. Volgende xml's horen tot deze familie:

- ImportWML_hic_h.xml
- ImportWML_hic_q.xml
- ImportWML_hic_n.xml
- ImportWML_vmm_h.xml
- ImportWML_vmm_q.xml
- ImportWML_vmm_n.xml
- ImportWML_wind.xml

○ **Import van externe forecasts:**

1. Als rand voor HD model

Astronomische reeksen:

Deze reeksen dienen beschouwd te worden als back-up voor het geval de externe deterministische modelvoorspellingen niet beschikbaar zijn of niet helemaal doorlopen tot het einde van de forecast periode (+60u). De data werd aangeleverd door het WL in csv formaat en gehanteerd voor posten Vlissingen, Terneuzen, Oostende, Zeebrugge, Nieuwpoort en Merelbeke. Ze fungeren als randen van modellen Tjigebied, IJzer en LBSGK. De Astronomische reeksen bevatten data van 1 jaar (in dit geval 2016). De import dient 1 maal per jaar te gebeuren bij voorkeur enkele weken voor de start van het nieuwe jaar. Dit dient automatisch gescheduled te worden (zie 2.3). De astronomische reeksen werden geconfigureerd als aparte stations in de locations.xml. Mits hanteren van de juiste syntax in de csv file kan FEWS dit formaat gewoon inlezen. De data dient geplaatst onder \\wlfserver\WLDDataSMB\dataex\ASTRO2FEWS. Er wordt een back-up van de data voorzien onder \\wlfloodwatch.vlaanderen.be\Floodwatch\FEWS\data\bewawlpmc00\fromfss\Import Backup\ASTRO. Zoals reeds eerder gezegd zal in stand alone de back-up lokaal gebeuren en wordt dit aangeduid in de global properties file. De import is geconfigureerd in volgende xml-file:

- ImportASTRO.xml

Deterministische modelvoorspellingen H en wind:

Eveneens met behulp van Kiwis-calls worden de voorspelde H-peilen van Vlissingen, Oostende en Zeebrugge geïmporteerd en de windrichting en –snelheid te Hansweert. Deze data komt van provider HIC, wordt gecalled op datasource 3 en gaat via volgende vaste server URL: <https://hicws.vlaanderen.be/KiWIS/KiWIS>. Volgende xml's horen tot deze familie:

- ImportWML_external_forecast_vlissingen.xml
- ImportWML_external_forecast_oostzeebr.xml
- ImportWML_external_forecast_wind.xml

2. Als rand voor NAM model

Deterministische modelvoorspellingen N:

De voorspelde neerslag is afkomstig van het fysisch deterministische ALARO-model van het KMI en wordt door hen aangeleverd in GRIB-formaat. De data komt binnen via een ftp-lijn en wordt geplaatst onder \\wlfserver\WLDDataSMB\dataex\KMIGRIB2FEWS.

Data in GRIB-formaat kan door FEWS eenvoudig ingelezen en indien nodig bewerkt worden. Deze data wordt gebruikt als rand voor de NAM voorspellingsmodellen. Er wordt een back-up van de data voorzien onder \\wlfloodwatch.vlaanderen.be\Floodwatch\FEWS\data\bewaw\lpmc00\fromfss\Import Backup\GRIB. In stand alone zal de back-up lokaal gebeuren en wordt dit aangeduid in de global properties file. De import is geconfigureerd in volgende xml-file:

- ImportGRIB.xml

2.2.4.2 Processing van geïmporteerde data (catch averaging, transformations, ...)

- **Processing van gemeten data:**

De geïmporteerde data wordt eerst gevalideerd via de ValidationRuleSets.xml in de RegionConfigFiles folder. Hier worden op de H, Q en N tijdreeksen checks gedaan op Hard MIN, Hard Max, Rate of change en sameReading. Wanneer limieten overschreden worden zal de data verworpen worden. Vervolgens wordt de verworpen data opnieuw geïnterpoleerd (=gap-filling) indien de gaten kleiner zijn dan opgegeven maxima. Dit gebeurt in de xml:

- Preprocessing_Import.xml

Meestal worden slechts gaten van 1 uur getolereerd. Gezien de slechte kwaliteit van heel wat 5-minutenlijkse data (EMT data op en afwaarts structuren) wordt de tolerantie voor gaten in H-reeksen van deze posten hoger ingesteld om frequente gaten te vermijden. Dit levert stabielere reeksen voor de data-assimilatie die op een groot aantal van deze stations gebeurt. Ook voor de 15 minuten data wordt de tolerantie hoger ingesteld tot 12 uur. Het gaat hier om niet tij-gebonden posten die minder snel fluctueren. De ingestelde tolerantie kan makkelijk en snel aangepast worden in de configuratie. Naast de gap-filling worden in de Preprocessing_Import.xml ook de tijdreeksen verlengd met een constante waarde en worden de relatieve peilen van VMM stations via een eenvoudige sommatie omgezet naar absolute peilen in mTAW.

Vervolgens wordt op basis van de bewerkte N reeksen en de hydrologische bekkens de gebiedsuitmiddeling van de neerslag gedaan (catchment averaging). Dit wordt geconfigureerd in volgende xml files:

- CatchAverage_Demer_Hindcast.xml
- CatchAverage_Dender_Hindcast.xml
- CatchAverage_Ijzer_Hindcast.xml
- CatchAverage_LBSGK_Hindcast.xml
- CatchAverage_Sigma_Hindcast.xml
- CatchAverage_Zenne_Hindcast.xml

- **Processing van externe forecasts:**

1. **Als rand voor HD model**

Astronomische reeksen:

Hierop wordt geen validatie of processing uitgevoerd.

Deterministische modelvoorspellingen H en wind:

Op deze externe voorspellingen wordt geen validatie gedaan. Wel wordt net zoals hierboven gap-filling gedaan. De tolerantie voor de gaten bedraagt 1 uur voor peilen en 5 uur voor windrichting en windsnelheid. De betreffende xml files zijn:

- Preprocessing_Import_vlissingen.xml
- Preprocessing_Import_oostzeebr.xml
- Preprocessing_Import_wind.xml

In tegenstelling tot de processing van de gemeten data worden deze externe voorspellingen niet verlengd met een constante waarde. De reden is dat voor deze randstations de laatste uren zullen opgevuld worden met voorspelde astronomische waarden om tot betere modelvoorspellingen te komen (zie transformaties hieronder).

1. Als rand voor NAM model

Voor de gebiedsuitmiddeling van de voorspelde neerslag dient deze eerst gedeaccumuleerd te worden. De ruwe GRIB data komt namelijk binnen in geaccumuleerd formaat. De deaccumulatie leidt ook tot een betere representatie in de Spatial Display (neerslag_voorspelling_raw vs. neerslag_voorspelling). De gebiedsuitmiddeling van de voorspelde neerslag gebeurt op basis van het gedeaccumuleerd neerslag grid en de hydrologische bekkens. Deaccumulatie en gebiedsuitmiddeling zijn geconfigureerd in xml files:

- Deaccumulation_GRIB_Forecast.xml
- CatchAverage_Forecast.xml

Om een idee te hebben van de gebiedsgemiddelde geaccumuleerde neerslag voor de periode -48 tot +60 u worden nog twee bijkomende xml files geconfigureerd. Een eerste die de gebiedsgemiddelde hindcast en forecast samenvoegt en een tweede die de accumulatie doet:

- Merge_CA_Hindcast_Forecast.xml
- Accumulation_CA_rainfall.xml

Het is uiteindelijk ook de samengevoegde gebiedsgemiddelde hindcast en forecast die door FEWS zal omgezet worden naar dfs0 en als modelrand zal dienen voor de NAM forecast runs, die draaien van -48 tot +60 u.

○ Transformaties met betrekking tot modelruns:

Om de meest optimale randvoorwaarden voor de modellen samen te stellen zijn voor elk model transformaties geconfigureerd. Het algemene principe is dat het Sigma model eerst draait en vervolgens zijn waterpeil doorgeeft aan de opwaartse modellen. Daarna draaien de opwaartse modellen die hun debieten doorgeven aan de volgende run van het Sigma model (6u later). Hierdoor zullen de laatste 6 uur deze inloopdebieten ontbreken. Dit wordt opgelost door de laatste waarde constant te verlengen gedurende 6 uur. Het IJzer model staat los van het Sigma model en draait onafhankelijk. De configuratie gebeurt in volgende xml files:

- Transformation_Sigma_Historical.xml
- Transformation_Sigma_Forecast.xml
- Transformation_LBSGK_Forecast.xml
- Transformation_Zenne_Forecast.xml
- Transformation_Dender_Forecast.xml
- Transformation_IJzer_Forecast.xml
- Transformation_Demer_Forecast.xml

Het gaat dus om het samenstellen van reeksen door samenvoegen van hindcast (metingen) en forecast (externe forecasts [deterministisch model/astronomisch] of output van andere

modelforecast). Om zeker data te hebben tot het einde van de forecast run worden de reeksen constant verlengd met de laatst beschikbare waarde.

2.2.4.3 Model adapters voor hydrologische en hydraulische modellen

De communicatie tussen FEWS en de modellen gebeurt aan de hand van model adapters. Voor mike11 is de model adapter die de omzetting doet (van xml naar dfs0 en van res11 terug naar xml) reeds in FEWS aanwezig. Wel dient de informatie die getransformeerd moet worden specifiek voor elk model geconfigureerd worden. De geconfigureerde xml files zijn per model ook verschillende voor NAM en HD runs en voor Historical (state runs) en Forecast runs. Het betreft volgende files:

- NAM_Demer_Historical.xml
- NAM_Demer_Forecast.xml
- NAM_Dender_Historical.xml
- NAM_Dender_Forecast.xml
- NAM_Ijzer_Historical.xml
- NAM_Ijzer_Forecast.xml
- NAM_Lbsgk_Historical.xml
- NAM_Lbsgk_Forecast.xml
- NAM_Sigma_Historical.xml
- NAM_Sigma_Forecast.xml
- NAM_Zenne_Historical.xml
- NAM_Zenne_Forecast.xml
- HD_Demer_Historical.xml
- HD_Demer_Forecast.xml
- HD_Dender_Historical.xml
- HD_Dender_Forecast.xml
- HD_Ijzer_Historical.xml
- HD_Ijzer_Forecast.xml
- HD_Lbsgk_Historical.xml
- HD_Lbsgk_Forecast.xml
- HD_Sigma_Historical.xml
- HD_Sigma_Forecast.xml
- HD_Zenne_Historical.xml
- HD_Zenne_Forecast.xml

In deze xml files wordt onder andere de state search period voor de warm state gedefinieerd. Indien geen warm state beschikbaar wordt de default cold state genomen in de ColdStateFiles folder. Verder dient een default exportDataSetActivity gedefinieerd. Dit is een link naar de zipfiles die in de ModuleDataSetFiles folder zitten. Deze zipfile bevat static modelfiles en een set config files die nodig zijn voor de communicatie met de pre- post- en runadapter en die op hun beurt model specifiek dienen geconfigureerd te worden. Het gaat om volgende xml files:

- config_Demer.xml (NAM Historical en NAM Forecast)
- config_demer_hist.xml (HD Historical)
- config_demer_frcst.xml (HD Forecast)
- config_dender.xml (NAM Historical en NAM Forecast)
- config_dender_hist.xml (HD Historical)
- config_dender_frcst.xml (HD Forecast)
- config_ijzer.xml (NAM Historical en NAM Forecast)
- config_ijzer_hist.xml (HD Historical)
- config_ijzer_frcst.xml (HD Forecast)
- config_lbsgk.xml (NAM Historical en NAM Forecast)
- config_lbsgk_hist.xml (HD Historical)

- config_lbsgk_frcst.xml (HD Forecast)
- config_sigma.xml (NAM Historical en NAM Forecast)
- config_sigma_hist.xml (HD Historical)
- config_sigma_frcst.xml (HD Forecast)
- config_zenne.xml (NAM Historical en NAM Forecast)
- config_zenne_hist.xml (HD Historical)
- config_zenne_frcst.xml (HD Forecast)

Tijdens de pre-, post- en runadapter wordt de dataset in de zipfile gekopieerd naar de Modules folder (zelfde niveau als Config folder) en worden hier de nieuwe files gegenereerd en modelfiles dynamische aangepast met de juiste tijdstippen. In deze Modules folder draaien de runs, wordt de res11 output weer omgezet naar xml formaat en geïmporteerd in FEWS. Dit telkens wel op basis van hoe het precies geconfigureerd is in de hierboven vermelde config files. Het is ook mogelijk om de modelfiles niet in de zipfile te zetten maar rechtstreeks in de Modules folder. Voordeel is dat de config hierdoor veel kleiner wordt en de modelfiles niet telkens opnieuw dienen gekopieerd. Nadeel is dat men bij een modelwijziging op alle servers waar het model draait deze wijziging moet doorvoeren. In FEWS Vlaanderen werd deze laatste methode gehanteerd.

Wanneer het gaat om een forecast (NAM of HD) bevat de zipfile ook de bat file 'ExFolder.bat'. Dit script zorgt er voor dat alle files van de specifieke run worden weggeschreven naar een centrale locatie \\wlfloodwatch.vlaanderen.be\Floodwatch\FEWS\Simulations in een folder met syntax 'bekkennaam_HD/RR_aanmaakdatum' (vb. 'zenne_RR_2016-03-21-1430' of 'zenne_HD_2016-03-21-1434').

2.2.5 Beschrijving van de uit modules opgebouwde workflows

Workflows zijn opgebouwd uit verschillende modules met specifieke functionaliteiten. De bundeling van modules in workflows dient gedefinieerd te worden in een xml in de WorkflowFiles folder. Daarnaast dient de workflow zelf ook omschreven te worden in de WorkflowDescriptors.xml in de RegionConfigFiles folder.

Het is uiteraard de bedoeling om modules zoveel mogelijk op een logische en coherente wijze te bundelen in workflows. Voor FEWS Vlaanderen werden volgende workflows geconfigureerd:

1. importMeasured.xml opgebouwd uit modules:

- ImportMeasured_wind
- ImportMeasured_hic
 - ImportWML_hic_h
 - ImportWML_hic_q
 - ImportWML_hic_n
- ImportMeasured_vmm
 - ImportWML_vmm_h
 - ImportWML_vmm_q
 - ImportWML_vmm_n
- ThresholdsAnalysis
- Preprocessing_Import
- PreprocessingRR_Hindcast
 - CatchAverage_Demer_Hindcast
 - CatchAverage_Dender_Hindcast
 - CatchAverage_Zenne_Hindcast
 - CatchAverage_Ijzer_Hindcast
 - CatchAverage_LBSGK_Hindcast
 - CatchAverage_Sigma_Hindcast

2. importASTRO.xml opgebouwd uit modules:
 - ImportASTRO
3. importFrcstWL_OostZeebr.xml opgebouwd uit modules:
 - ImportWML_external_forecast_oostzeebr
 - Preprocessing_Import_oostzeebr
4. importFrcstWL_Vlissingen.xml opgebouwd uit modules:
 - ImportWML_external_forecast_vlissingen
 - Preprocessing_Import_vlissingen
5. importFrcstWind.xml opgebouwd uit modules:
 - ImportWML_external_forecast_wind
 - Preprocessing_Import_wind
6. importFrcstPrecip.xml opgebouwd uit modules:
 - ImportGRIB
 - Preprocessing_Precipitation_Forecast
 - Deaccumulation_GRIB_Forecast
 - CatchAverage_Forecast
 - Accumulation_CatchAv_rainfall
 - Merge_CA_Hindcast_Forecast
 - Accumulation_CA_rainfall
7. StateRun_NAM.xml opgebouwd uit modules:
 - NAM_Sigma_Historical
 - NAM_Zenne_Historical
 - NAM_Dender_Historical
 - NAM_Demer_Historical
 - NAM_Lbsgk_Historical
 - NAM_Ijzer_Historical
8. StateRun_HD.xml opgebouwd uit modules:
 - HD_Sigma_Historical
 - Transformation_Sigma_Historical
 - HD_Sigma_Historical
 - HD_Zenne_Historical
 - HD_Dender_Historical
 - HD_Demer_Historical
 - HD_Lbsgk_Historical
9. HD_Ijzer_Historical.xml opgebouwd uit modules:
 - HD_Ijzer_Historical
10. ForecastRun.xml opgebouwd uit modules:
 - NAM_Sigma_Forecast
 - HD_Sigma_Forecast
 - Transformation_Sigma_Forecast
 - HD_Sigma_Forecast
 - NAM_Zenne_Forecast
 - HD_Zenne_Forecast

- Transformation_Zenne_Forecast
- HD_Zenne_Forecast
- NAM_Dender_Forecast
- HD_Dender_Forecast
 - Transformation_Dender_Forecast
 - HD_Dender_Forecast
- NAM_Demer_Forecast
- HD_Demer_Forecast
 - Transformation_Demer_Forecast
 - HD_Demer_Forecast
- NAM_Lbsgk_Forecast
- HD_Lbsgk_Forecast
 - Transformation_LBSGK_Forecast
 - HD_Lbsgk_Forecast

11. Ijzer_Forecast.xml opgebouwd uit modules:

- NAM_Ijzer_Forecast
- Transformation_Ijzer_Forecast
- HD_Ijzer_Forecast

12. RollingBarrel.xml opgebouwd uit predefinedActivity:

- repair and defrag local data store

13. Database_Maintenance.xml opgebouwd uit modules:

- Amalgamate

2.3 Scheduling en werking van systeem in de client-server omgeving

Om tot een volautomatisch systeem te kunnen overgaan dienen de opgestelde workflows automatisch aangeroepen te worden volgens een vooropgesteld schema. Dit schema wordt opgesteld in functie van het beschikbaar komen van de data. Door deze op een logische wijze te schikken kan lengte en kwaliteit van de forecast geoptimaliseerd worden.

De scheduling kan enerzijds uitgevoerd worden in het stand alone systeem en anderzijds in het client-server systeem. In het stand alone systeem gebeurt dit door het definiëren van taskruns en het scheduleren van workflows via windows task scheduler. Voor FEWS Vlaanderen werd dit gedeeltelijk opgezet maar niet helemaal gefinaliseerd. Er werd beslist om de stand alone scheduling niet verder uit te werken en dit enkel finaal op te zetten in de client-server omgeving.

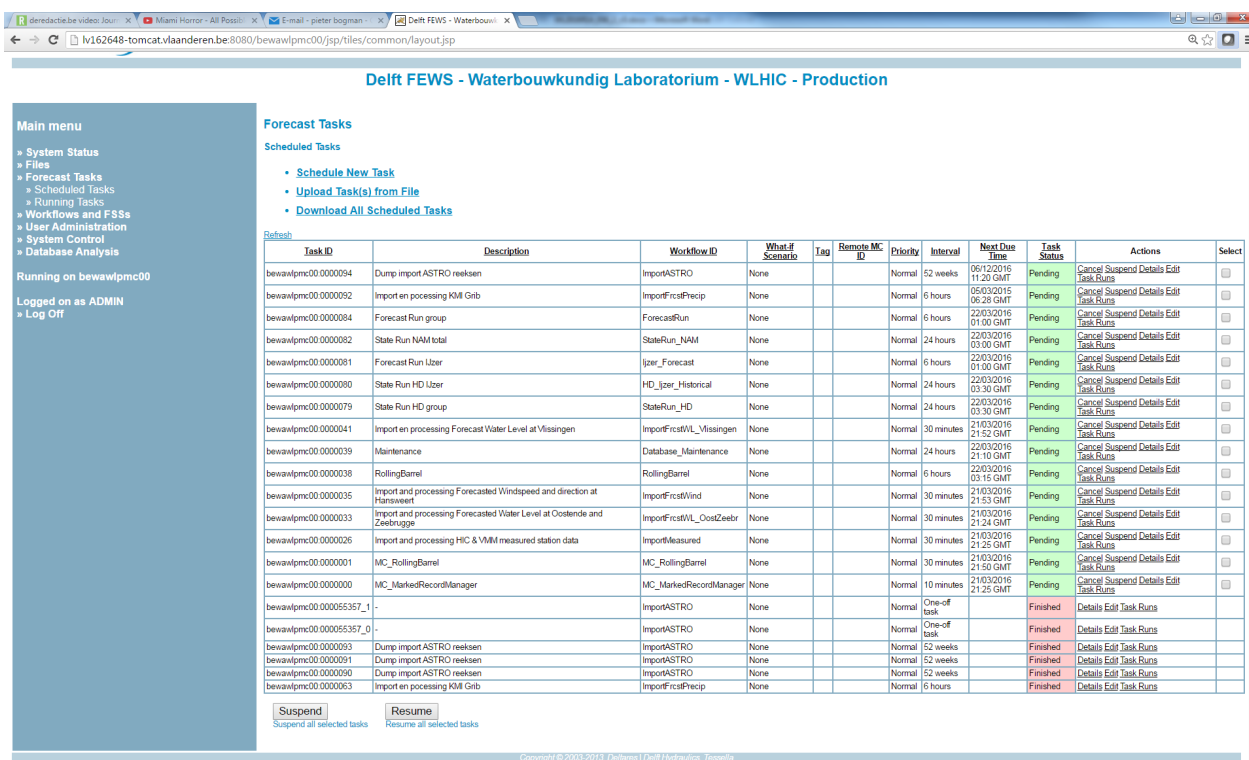
Het dagschema opgesteld voor FEWS Vlaanderen wordt weergegeven in Tabel 4.

Tabel 4 – Dagschema FEWS Vlaanderen zoals ingesteld in client-server omgeving

| tijd (GMT) | T0 | Herhalings frequentie | workflow | dedicated server | process time |
|------------|-----------------------|-----------------------|------------------------------|------------------|--------------|
| 00:22:00 | actual time | 30 min | importFrcstWL_Vlissingen.xml | any-one | seconden |
| 00:23:00 | actual time | 30 min | importFrcstWind.xml | any-one | seconden |
| 00:24:00 | actual time | 30 min | importFrcstWL_OostZeebr.xml | any-one | seconden |
| 00:25:00 | actual time | 30 min | importMeasured.xml | any-one | 2 min |
| 00:28:00 | actual time - 388 min | 360 min | importFrcstPrecip.xml | any-one | seconden |

| | | | | | |
|----------|-----------------------|----------|--------------------------|---------|----------|
| 01:00:00 | actual time - 420 min | 360 min | ForecastRun.xml | FSS01 | 1u |
| 01:00:00 | actual time - 420 min | 360 min | Ijzer_Forecast.xml | FSS00 | 5 min |
| 03:00:00 | actual time - 180 min | 1440 min | StateRun_NAM.xml | FSS00 | seconden |
| 03:15:00 | actual time | 360 min | RollingBarrel.xml | any-one | seconden |
| 03:30:00 | actual time - 210 min | 1440 min | StateRun_HD.xml | FSS01 | 45 min |
| 03:30:00 | actual time - 210 min | 1440 min | HD_Ijzer_Historical.xml | FSS00 | 3 min |
| 11:20:00 | actual time | 52 weken | importASTRO.xml | any-one | seconden |
| 21:10:00 | actual time | 1440 min | Database_Maintenance.xml | any-one | seconden |

Figuur 16 toont het schematisatie window met de forecast tasks in de admin interface van de client-server. Hier kan de schematisatie eenvoudig aangepast worden indien nodig.



Figuur 16 – Forecast tasks window van client-server systeem

3 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

In onderhavig rapport wordt een uiteenzetting gegeven van de configuratie van het nieuw te lanceren voorspellingsplatform FEWS Vlaanderen. Dit platform is opgebouwd in de Delft FEWS software en lijkt in grote mate in staat om de functionaliteiten van het huidige voorspellingssysteem (Floodwatch-DHI) te reproduceren.

Deze configuratie is een eerste try-out en zal in de toekomst verder geoptimaliseerd en uitgebreid dienen te worden. In tussentijd is het aangeraden het systeem gedurende meerdere maanden parallel te draaien aan het huidige systeem, voortdurend te monitoren en indien nodig bij te stellen en te verbeteren. Op termijn, wanneer het systeem voldoende robuust functioneert en de resultaten afdoende zijn, moet FEWS Vlaanderen het huidige voorspellingssysteem (Floodwatch-DHI) volledig kunnen vervangen.

Enkele bijkomende aanbevelingen naast dit continue monitoren zijn:

- Verder testen en indien nodig optimaliseren van de functionaliteiten van de Modifier en Topology Display. Voor het uitbreiden van sommige modifiers kunnen aanpassingen in het model vereist zijn.
- Uitbreiden van de grafische interface met schematic displays. Dit zijn figuren in svg formaat (xml afgeleide). Dit svg formaat kan data uit het FEWS systeem verwerken zodat dynamisch interagerende figuren kunnen opgemaakt worden (principe van scada displays). Dit zou bijvoorbeeld kunnen toegepast worden op de GOG/GGG werking in Vlaanderen. Een andere voorbeeld is een schematische weergave van debietsfluxen in Lei, Bovenschelde en Gentse kanalen. Dit moet een snellere en meer geïntegreerde beoordeling van het systeem mogelijk maken.
- Eventueel overwegen om de interne FEWS ID en andere naamgevingen op termijn beter te standaardiseren. Momenteel is het interne FEWS ID een cijfercode gelinkt aan het WISKI station ID. Dit is een weinig zelfverklarende code en vermoedelijk te zeer onderhevig aan verandering.
- Eventueel overwegen om een interne afgeschermd WISKI FEWS groep te maken die wordt beheerd door WL voorspellers. Dit om te vermijden dat ad hoc aanpassingen aan naar de website ontsloten timeseries het systeem zouden affecteren.

4 REFERENTIES

Bogman, P; Buitrago, S; Deschamps, M; Smets, S; Gullentops, C; Vanderkimpen, P; Mostaert, F (2016). Configuratie voorspellingsysteem FEWS Vlaanderen: Deelrapport 1 – Aanpassing operationele modellen voor implementatie in FEWS. Versie 4.0. WL Rapporten, 14_056. Waterbouwkundig Laboratorium & IMDC: Antwerpen, België.

DEPARTEMENT MOBILITEIT EN OPENBARE WERKEN

Waterbouwkundig Laboratorium

Berchemlei 115, 2140 Antwerpen
T +32 (0)3 224 60 35
F +32 (0)3 224 60 36
waterbouwkundiglabo@vlaanderen.be
mow.vlaanderen.be
waterbouwkundiglaboratorium.be



DEPARTEMENT **MOBILITEIT & OPENBARE WERKEN**
Waterbouwkundig Laboratorium

Berchemlei 115, 2140 Antwerpen

T +32 (0)3 224 60 35

F +32 (0)3 224 60 36

waterbouwkundiglabo@vlaanderen.be

www.waterbouwkundiglaboratorium.be