

Opdrachtgever:

DG Rijkswaterstaat, RIZA

FEWS Maas

Versie 1.0

Rapport

november 2004

Opdrachtgever:

DG Rijkswaterstaat, RIZA

FEWS Maas

Versie 1.0

Marcel Ververs en Micha Werner

Rapport

november 2004

Inhoud

1	Inleiding	1—1
1.1	Huidige status	1—1
2	Algemene Configuratie	2—1
2.1	Locaties.....	2—1
2.2	Parameters	2—2
2.3	Filters	2—2
2.4	Importeren	2—3
2.5	Validatie	2—4
2.6	Interpolatie.....	2—5
2.7	Modellen.....	2—6
2.7.1	HBV model	2—6
2.7.2	SOBEK model	2—10
3	Workflows.....	3—1
3.1	Inleiding.....	3—1
3.2	Maas_ImportExternal.....	3—2
3.3	Maas_Interpolate.....	3—4
3.4	Maas_Update.....	3—8
3.5	Maas_Forecast_	3—13
3.6	Maas_Forecast.....	3—13
3.7	Report	3—13

4	Voorspellingen.....	4—1
4.1	Inleiding.....	4—1
4.2	Maas_Forecast_HIRLAM.....	4—1
4.3	Maas_Forecast_DWD-GME.....	4—7
4.4	Maas_Forecast_DWD-LM	4—8
4.5	Maas_Forecast_ECMWF-Det	4—8
4.6	Maas_Forecast_ECMWF_EPS.....	4—8

Bijlagen

A	Locaties	A—1
B	Parameters.....	B—1

I Inleiding

Dit document beschrijft de configuratie van het prototype FEWS Maas. Dit prototype heeft als doel een eerste stap te maken naar een operationeel voorspellingsmodel van de Maas. Het project wordt uitgevoerd in het kader van een door RIZA met WL | Delft Hydraulics gesloten overeenkomst RI-4147 (WL project nummer Q3831).

Dit rapport beschrijft de status van het prototype Delft FEWS zoals geconfigureerd voor de Maas. De huidige versie van het Delft FEWS voor de Maas is een *stand-alone* versie. Met deze *stand-alone* versie kan op basis van gemeten hydrologische en meteorologische randvoorwaarden, als ook de meteorologische voorspellingen, een voorspelling van afvoer en waterstand gemaakt worden voor de Maas bij Borgharen. Hierbij wordt gebruik gemaakt van gekalibreerde neerslag-afvoer modellen (HBV) en een hydraulisch model van de Maas (SOBEK).

In dit rapport wordt de configuratie van FEWS Maas kort beschreven. In het tweede hoofdstuk worden de gebruikte data en modellen kort beschreven. In het derde hoofdstuk worden de workflows zoals gedefinieerd in FEWS Maas toegelicht. Voor elke workflow worden de taken die de workflow uitvoert beschreven. In het vierde hoofdstuk worden de workflows voor de voorspellingen afzonderlijk behandeld. Het rapport geeft alleen een overzicht van de configuratie van FEWS Maas. Voor een beschrijving hoe alle opties in Delft FEWS te gebruiken wordt naar de handleiding/Help verwezen.

I.1 Huidige status

In de huidige status bevat het FEWS Maas de volgende systeemcomponenten:

- een module voor het importeren van data in verschillende formaten (ASCII, CSV, GRIB, GME, LM);
- een module voor de validatie van de geïmporteerde data;
- een aantal modules voor het interpoleren en verwerken van de data voordat deze in de hydrologische/hydraulische modellen wordt gebruikt;
- een HBV-model van het Maasstroomgebied tot aan Borgharen;
- een SOBEK model van de Maas van Chooz tot Borgharen;
- een module voor het maken van rapporten; en;
- een aantal grafische modules om de voorspelde en gemeten gegevens weer te geven.

2 Algemene Configuratie

2.1 Locaties

De locaties die gebruikt worden in het FEWS voor de Maas zijn opgenomen in het bestand 'Locations 1.00 default.xml'. Locaties bestaan uit hydrologische en meteorologische stations en centropunten van HBV-stroomgebieden. Een aantal fictieve locaties zijn aan het FEWS toegevoegd om bijvoorbeeld de beschikbaarheid van voorspellingen van het KNMI en ECMWF voor neerslag en temperatuur te kunnen weergeven. De voor de Maas gebruikte locaties zijn gegeven in de tabel in appendix A.

Locaties kunnen gegroepeerd worden tot locatiesets. Hiermee kan in het FEWS eenvoudige gebruik worden gemaakt van handelingen die meerdere locaties moeten meenemen. Deze locatiesets geven in het FEWS de locaties ook overzichtelijk weer en maken het selecteren eenvoudiger. De locatie sets zijn geconfigureerd in 'LocationSets 1.00 default.xml'. De gebruikte locatiesets zijn weergegeven in Tabel 2-1.

Tabel 2-1 Lijst met gebruikte locatiesets

Locatie sets	Beschrijving
RainGauges	Alle locaties met gemeten neerslag reeksen
FluvialGauges	Alle locaties met gemeten afvoer reeksen
MSWStations	Alle MSW-meetstations (zowel de Met-Sethy stations in België als de MSW stations in Nederland)
RainKNMI	Alle locaties met gemeten neerslag reeksen van het KNMI
RainMetSethy	Alle locaties met gemeten neerslag reeksen van MET Sethy
FluvialMetSethy	Alle locaties met gemeten afvoer reeksen van MET Sethy
FluvialRWS	Alle MSW locaties met gemeten afvoeren of waterstanden van RWS in Nederland
HBVcentroids	Centrumpunten van HBV-stroomgebieden
HBOuput	Uitvoerlocaties van HBV-stroomgebieden
SBKInflows_simulated	Locaties voor invoer voor SOBEK die niet door AR module gecorrigeerd worden.
SBKInflows_updated	Locaties voor invoer voor SOBEK die wel door AR module gecorrigeerd worden.
SBKResults	Locaties voor uitvoer van SOBEK

Aan elke locatieset kan ook een eigen icoon worden gekoppeld via het bestand 'LocationIcons 1.00.xml' in de system config folder. De configuratie van de iconen voor de locatiesets is in onderstaande tabel gegeven.

Tabel 2-2 Lijst met locatie (sets) en de gebruikte iconen

Beschrijving	Icoon GIF bestand	GIF
Afvoer stations Met Sathy	fluvial_site_data	
Neerslag stations KNMI	meteo_site_data	
Neerslag stations Met Sathy	coastal_site_data	
Afvoer stations RWS	fluvial_site_data	
Locatie ECMWF Grid	nwp_forecast_data	
Locatie HIRLAM Grid	nwp_forecast_data	
Locatie DWD Grid	nwp_forecast_data	
Centrumpunten van HBV-stroomgebieden	catchment_centre_point_data	

2.2 Parameters

Voor de Maas worden dezelfde parameters gebruikt als in het FEWS voor de Rijn en het FEWS voor Zwitserland om tot een standaardisatie te kunnen komen. De gebruikte parameters zijn terug te vinden in appendix B.

2.3 Filters

Met behulp van filters kan de gebruiker eenvoudig sets van locaties en parameters selecteren. Via deze filters kan men locatiesets groeperen en koppelen aan parameters. Vervolgens wordt voor elke locatie bepaald of er recente data beschikbaar is of niet en zichtbaar gemaakt via het icoontje. Met deze filters worden locaties(ets) en parameters overzichtelijk gegroepeerd. De gedefinieerde filters zijn in Tabel 2-3 gegeven.

Tabel 2-3 Lijst met gebruikte filters

Filter	Groep	Beschrijving
Hydro measurements	Maas	Alle locaties met hydrologische reeksen
Meteo measurements	Maas	Alle locaties met meteorologische reeksen
Hydro updates	Maas	• Uitstroompunten van de HBV Modellen voor de Update periode • Debiet- en waterstands locaties van het SOBEK model voor de Update periode
HBV catchments	Maas	Centrumpunten van HBV-stroomgebieden
Hydro forecasts	Maas	• Uitstroompunten van de HBV Modellen voor de voorspelperiode • Debiet- en waterstands locaties van het SOBEK model voor de voorspelperiode
ECMWF	Meteo Forecasts	'Locatie' van ECMWF voorspelling grid
DWD	Meteo Forecasts	'Locatie' van DWD voorspelling grid
KNMI-HIRLAM	Meteo Forecasts	'Locatie' van KNMI-HIRLAM voorspelling grid

2.4 Importeren

Data van hydrologische en meteorologische stations wordt geïmporteerd via een import module. Deze import module importeert data in ASCII formaat (bijvoorbeeld MSW data en KNMI data) of in GRIB formaat (door de Grid import module, bijvoorbeeld HIRLAM en ECMWF voorspellingen) en plaatst deze data in de database. Omdat de database alleen SI-eenheden ondersteunt, wordt de data eerst geconverteerd via 'UnitConversionFiles'. De vlaggen die aangeven wat de kwaliteit van de geleverde data is, worden geconverteerd naar de voor het Delft FEWS gestandaardiseerde vlaggen met behulp van 'FlagConversionFiles'. De ID's die gebruikt worden in de externe bestanden moeten geconverteerd worden naar ID's die in het Delft FEWS gebruikt worden. Hiervoor wordt gebruik gemaakt van *ID-mapping* configuratie bestanden.

De te importeren data is afkomstig van verschillende bronnen (zie Tabel 2-4).

Tabel 2-4 Overzicht invoergegevens FEWS-Maas

Beschrijving	Type	Bron	Resolutie	Aantal Stations	Formaat
Rivier meetstations	Historisch	MSW	1 uur	4-10	CSV
Neerslagmeetstations	Historisch	MSW	1 uur	6	CSV
Synoptisch Neerslag ¹	Historisch	KNMI	6/12 uur	ca. 20	ASCII
Synoptisch Temperatuur ¹	Historisch	KNMI	12 uur	ca. 20	ASCII
DWD-GME	Voorspel.	DWD	3 uur	GRID	GME (ASCII)
DWD-LM	Voorspel.	DWD	1 uur	GRID	LM (ASCII)
KNMI-HIRLAM	Voorspel.	KNMI	1 uur	GRID	GRIB
ECMWF-Deterministisch	Voorspel.	ECMWF	12 uur	GRID	GRIB
ECMWF-Ensemble	Voorspel.	ECMWF	12 uur	GRID	GRIB

¹ De synoptische data van KNMI worden vier keer per dag geleverd. Deze bevat om 07:00 de minimum en om 19:00 de maximum temperatuur data over de laatste 24 uur; en voor beide tijdstippen de neerslag over de laatste 12 uur. Om 13:00 en 01:00 worden alleen de neerslagdata over de laatste 6 uur geleverd.

Bij het importeren worden alle bestanden uit een opgegeven locatie (folder) ingelezen, ongeacht de naam of extensie van het bestand. Voor elke bron wordt gebruik gemaakt van een aparte invoerfolder. Er is een onderverdeling gemaakt in te importeren grids en te importeren tijd serie data. De folders die gebruikt zijn voor elk te importeren type data zijn gegeven in onderstaande tabel. Hierbij is <FEWS-Maas> het pad waar het FEWS geïnstalleerd is (bijvoorbeeld D:\fews\Maas\).

Tabel 2-5 Overzicht invoergegevens FEWS-Maas

Beschrijving	Folder
Rivier meetstations	<FEWS-Maas>\Import\MSW
Neerslagmeetstations	<FEWS-Maas>\Import\MSW
Synoptisch Neerslag	<FEWS-Maas>\Import\KNMI_Synoptic
Synoptisch Temperatuur	<FEWS-Maas>\Import\KNMI_Synoptic
DWD-GME	<FEWS-Maas>\Import\DWD_GME
DWD-LM	<FEWS-Maas>\Import\DWD_LM
KNMI-HIRLAM	<FEWS-Maas>\Import\KNMI_HIRLAM
ECMWF-Deterministisch	<FEWS-Maas>\Import\ECMWF_DET
ECMWF-Ensemble	<FEWS-Maas>\Import\ECMWF_EPS

2.5 Validatie

Data die in FEWS Maas geïmporteerd of gegenereerd wordt, moet worden gevalideerd. Hiervoor zijn in overleg met de opdrachtgever validatieregels opgesteld. Deze validatieregels zorgen ervoor dat fouten en ongeloofwaardige uitschieters opgespoord worden. Ongeloofwaardige of vreemde waarden krijgen een vlaggetje dat aangeeft dat er iets vreemds met de data is. De gebruiker kan dan kiezen of die data gebruikt moet worden of niet. Echte fouten, boven absoluut maximum en onder absoluut minimum, worden via de validatieregels uit de meetreeks gehaald. Deze worden weliswaar opgeslagen in het FEWS, maar zullen nooit worden doorgegeven aan modellen. In de tijdserie tabel wordt door een gele achtergrond kleur aangegeven dat de waarden zijn afgekeurd. Tabel 2-6 geeft de validatieregels voor de verschillende stations met verschillende type data. Het FEWS kent naast maximum en minimum waarden ook validatieregels die de snelheid van stijging/daling controleren. Deze grenzen zijn voor de meetlocaties in FEWS Maas echter niet voorhanden en daardoor ook niet geconfigureerd. Voor de data waar validatieregels zijn gedefinieerd, zullen deze altijd worden toegepast voordat die data in de database worden geschreven. Validatie hoeft daarom niet als aparte actie te worden uitgevoerd in een workflow.

Tabel 2-6 Validatieregels voor verschillende typen data

Type data	Station	Herkomst	Min	Soft max	Absoluut max
afvoer	Amay	MET Sethy	8*	2250	3400
afvoer	Angleur	MET Sethy	2	1000	1500
afvoer	Chaudfontaine	MET Sethy	0,2	170	300
afvoer	Chooz	MET Sethy	6 **	1575	2500
afvoer	Floriffoux	MET Sethy	0,5	424	650
afvoer	Gendron	MET Sethy	0,3	448	700
afvoer	Haccourt	MET Sethy	-50	100	150
afvoer	Lanaye	MET Sethy	-20	20	40
afvoer	Lixhe	MET Sethy	5*	3050	4600
afvoer	Martinrive	MET Sethy	0,5	297	500
afvoer	Membre pont	MET Sethy	0,5	550	850
afvoer	Salzannes	MET Sethy	0,5	424	650
afvoer	Tabreux	MET Sethy	0,3	427	650
afvoer	Treignes	MET Sethy	0,2	273	450
afvoer	Vise	MET Sethy	5*	3050	4600
afvoer	St Pieter	RWS stations	5*	3050	4600
afvoer	Borgharen Dorp	RWS stations	5*	3050	4600
neerslag	synop. stations	KNMI 6 uur	0	50	150
neerslag	synop. stations	KNMI 12 uur	0	60	200
neerslag	neerslag stations	Met	0	20	50

* Door de werking van de stuwen kunnen afvoerwaarde ook tijdelijk 0 of zelfs negatief zijn.

** Om het Sobek model te draaien is minimaal 30 m³/s bij Chooz vereist

2.6 Interpolatie

Interpolatie van reeksen

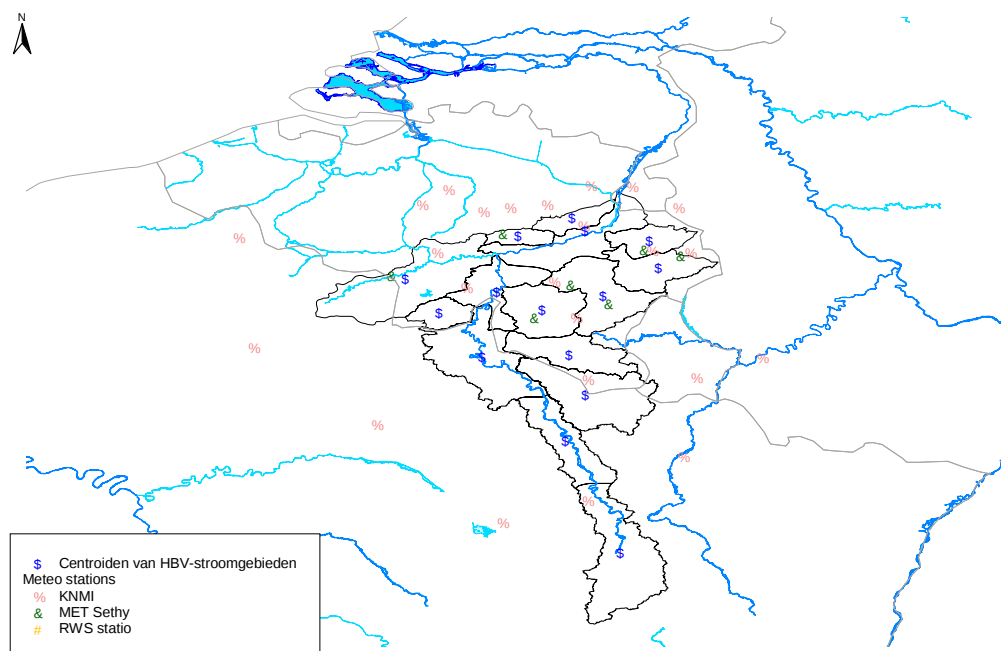
Data die aan het SOBEK of HBV-model wordt aangeboden, moet eerst worden geïnterpoleerd om perioden met ontbrekende waarden op te vullen. Voor de parameters temperatuur en neerslag moeten de gaten worden gevuld met behulp van interpolatie. De methode die hiervoor gebruikt is, wordt verder toegelicht in paragraaf 3.3.

Ruimtelijke interpolatie

De bewerkte neerslag- en temperatuurreeksen van meetstations moeten worden vertaald naar invoerreeksen voor HBV-stroomgebieden door middel van een ruimtelijke interpolatie.

Neerslag

Voor het stroomgebied van de Maas bovenstrooms van Borgharen beschikken we voor neerslag over 24 KNMI meetstations en 6 Met Sethy meetstations. Deze neerslag gegevens moeten aan de 15 HBV-stroomgebieden gekoppeld worden. In Figuur 2-1 worden de locaties van de KNMI meetstations, de Met Sethy meetstations, de middelpunten van de stroomgebieden en de grenzen van de stroomgebieden weergegeven.



Figuur 2-1 Gebruikte meteo stations in FEWS Maas en centrupunten van stroomgebieden

Om van de tijdreeksen met verschillende tijdschalen van verschillende meetstations tot een ruimtelijk geïnterpoleerde neerslagreeks voor elk HBV-stroomgebied te komen, moet een aantal stappen doorlopen worden die verder worden toegelicht in paragraaf 3.3.

Temperatuur

Voor het stroomgebied van de Maas bovenstrooms van Borgharen zijn er voor 24 KNMI meetstations temperatuurgegevens beschikbaar. Deze temperatuur gegevens moeten aan de 15 HBV-stroomgebieden gekoppeld worden. Om van de invoer tijdreeksen tot een ruimtelijk geïnterpoleerde temperatuurreeks voor elk HBV-stroomgebied te komen, moet een aantal stappen doorlopen worden die verder worden toegelicht in paragraaf 3.3.

Voorspellingen

De voorspellingen voor neerslag en temperatuur worden geleverd als gebiedsdekkende informatie in de vorm van grids. Om deze informatie te kunnen koppelen aan de centropunten van de HBV-stroomgebieden wordt afhankelijk van de grootte van de grid cellen op twee manieren een neerslagreeks afgeleid:

- Voor voorspellingen waarbij de grid cellen groot zijn in vergelijking met de grootte van de HBV-stroomgebieden wordt gebruik gemaakt van bi-lineaire interpolatie. Dit geldt voor de ECMWF voorspellingen als ook voor de DWD-GME voorspellingen;
- Voor voorspellingen waarbij de grid cellen klein zijn in vergelijking met de grootte van de stroomgebieden wordt gebruik gemaakt van een zogenaamde “cookie cutter”. Hierbij wordt vooraf bepaald welke grid cellen in het stroomgebied vallen. Cellen die gedeeltelijk in het ene en gedeeltelijk in het andere stroomgebied vallen worden normaliter aan slechts één gebied toegekend. De neerslagreeks voor het stroomgebied wordt dan bepaald aan de hand van het gemiddelde van de cellen die tot het stroomgebied behoren.

2.7 Modellen

Hydrologische en hydraulische berekeningen worden uitgevoerd met de gekalibreerde HBV en SOBEK modellen van de Maas. Het HBV model is onderverdeeld in een aantal deelstroomgebieden, waaronder de Maas bovenstrooms van Chooz en de belangrijke zijrivieren van de Maas (bijvoorbeeld Ourthe, Semois, enz.). De voor deze zijrivieren berekende hydrografen worden als randvoorwaarde in het SOBEK model gebracht. Ook zijn er een aantal (kleinere) deelstroomgebieden die het aan de Maas aanliggende gebied beschrijven. Deze worden als diffuse toestroom in het SOBEK model gebracht.

2.7.1 HBV model

Voor de berekening van afvoer uit de deelstroomgebieden van de Maas wordt gebruik gemaakt van het hydrologisch model HBV. Dit is een conceptueel model dat voor elk deelstroomgebied aan de hand van waargenomen en/of voorspelde neerslag en temperatuur de afvoer voor dat deelstroomgebied berekent.

Voor FEWS Maas is een HBV schematisatie gebruikt die het gehele stroomgebied van de Maas bovenstrooms van Borgharen beschrijft in 15 deelstroomgebieden. Het model dat voor de Maas wordt gebruikt rekent met een tijdstap van 1 uur, en is afgeleid van een gekalibreerd HBV model voor de Maas dat met een tijdstap van 1 dag rekende. Voor de applicatie in FEWS Maas zijn de volgende aanpassingen aan dit model verricht:

- Voor het voorspelmodel zal HBV draaien met een tijdstap van een uur. Hiervoor zijn de tijdsafhankelijke parameters MAXBAS en HQ aangepast. De overige parameters hoeven niet te worden aangepast. De aanpassing van HQ betreft een systematische (delen door 24). De aanpassing van MAXBAS is gebaseerd op ervaringen met het omzetten van het HBV model van een 24-uurs resolutie naar een 6-uurs resolutie tijdens een eerdere studie. Uit een eerdere studie bleek tevens dat de modelresultaten van HBV niet erg gevoelig zijn voor het aanpassen van MAXBAS. RIZA is zich ervan bewust dat het omzetten van HBV-dag naar HBV-uur enkele onzekerheden met zich mee brengt. In een volgende fase zal het HBV-uur model nader gevalideerd worden;
- Tijdens het gebruik van HBV voor operationele voorspellingen zijn in tegenstelling tot de analyse voor 1968-1998 geen gemeten verdampingsreeksen beschikbaar. De potentiële verdamping wordt daarom in het voorspelmodel berekend op basis van een tabel van gemiddelde waarden per locatie per kalendermaand. Deze waarden zijn berekend op basis van de 1968-1998 dataset, en worden in de HBV schematisatie vastgelegd (in het bestand evap.dat).

Om binnen FEWS Maas de afvoeren te berekenen worden eerst voor alle 15 deelstroomgebieden de neerslag en temperatuur voor elk van de zwaartepunten berekend. Afhankelijk van de berekening kunnen deze worden afgeleid van de historische temperatuur en neerslagreeksen of de voorspelde temperatuur en neerslagreeksen. De door HBV berekende afvoeren worden bepaald voor de uitstroomlocaties van de deelstroomgebieden. Deze komen voor de grotere zijrivieren overeen met rivier meetstations. Voor een aantal kleinere stroomgebieden, als ook voor de aan de Maas grenzende laterale stroomgebieden zijn er geen meetstations beschikbaar. De HBV afvoer wordt voor deze deelstroomgebieden berekend op de locatie van de zwaartepunten van die gebieden. Een andere uitzondering is dat voor de meeste HBV deelstroomgebieden bovenstrooms van Chooz waar geen meetstation beschikbaar is alleen de afvoer te Chooz wordt gegeven.

Onderstaand tabel en figuur geven een overzicht van de HBV deelstroomgebieden, als ook overeenkomende locaties van de zwaartepunten en de uitstroomlocaties (zie ook figuur 2-1). De tabel geeft ook aan het stationsnummer zoals die in de HBV schematisatie wordt gebruikt (opgenomen in het koppelingsbestand "FEWSPTQ.KEY").

Tabel 2-7 Randvoorwaarden en laterale debieten

HBV deelstroomgebied	Locatie zwaartepunt (FEWS ID)	Locatie uitstroom (Naam)	Locatie uitstroom (FEWS ID)	Station- nummer HBV	Beschrijving
Lorraine Sud (HBV01)	HBV.cent.1	-	-	1	Bovenstrooms van Chooz
Chiers (HBV02)	HBV.cent.2	-	-	2	Bovenstrooms van Chooz
Lorraine Nord (HBV03)	HBV.cent.3	-	-	3	Bovenstrooms van Chooz
Bar etc (HBV04)	HBV.cent.4	Chooz	H-MS-00011	4	
Semois (HBV05)	HBV.cent.5	Membre Pont	H-MS-00018	5	Bovenstrooms van Chooz
Viroin (HBV06)	HBV.cent.6	Treignes	H-MS-00021	6	Bovenstrooms van Chooz
Maas Chooz-Namur (HBV07)	HBV.cent.7	Maas Chooz- Namur-	HBV.cent.7	7	aangrenzend deelstroomgebied
Lesse (HBV08)	HBV.cent.8	Gendron	H-MS-00013	8	
Sambre (HBV09)	HBV.cent.9	Salzinnes	H-MS-00019	9	
Ourthe (HBV10)	HBV.cent.10	Tabreux	H-MS-00020	10	
Ambleve (HBV11)	HBV.cent.11	Martinrive	H-MS-00017	11	
Vesdre (HBV12)	HBV.cent.12	Chaud- fontaine	H-MS-00010	12	
Mehaigne (HBV13)	HBV.cent.13	Mehaigne	HBV.cent.13	13	
Maas Namur- Monsin (HBV14)	HBV.cent.14	Maas Namur- Monsin	HBV.cent.14	14	aangrenzend deelstroomgebied
Jeker (HBV15)	HBV.cent.15	Jeker	HBV.cent.15	15	

*Naast de aangrenzende deelstroomgebieden zijn er twee deelstroomgebieden die de alleen voor de samenvloeiing van bovenstrooms gelegen deelstroomgebieden dienen. In de berekening hebben deze wel neerslag en temperatuur reeksen nodig. De waarden voor HBV deelstroomgebied 15 wordt aan deze doorgegeven. In FEWS Maas zijn voor deze stroomgebieden geen locaties opgegeven, en de locaties worden daarom niet in de tabel opgenomen.



Figuur 2-1 Ligging HBV deelstroomgebieden

Begintoestanden

Voor HBV worden begin en eindtoestanden door Delft-FEWS beheerd. De berekeningen verlopen in twee stappen; een update run waarin met behulp van de historische gegevens de toestand wordt geactualiseerd, en een voorspel run waarin op basis van de meest actuele toestand een voorspelling wordt gemaakt. Voor het model geldt dat een “Default” toestand gebruikt wordt voor een koude start, terwijl voor “warme” starts de meest geschikte toestand gebruikt wordt. Het systeem wordt zo ingericht dat de te gebruiken toestand tussen 1 dag oud en ca. 8 dagen oud is voor het HBV model. Op deze wijze worden de doorlooptijden van modelruns beperkt, terwijl er wel ruimte is om invoerdata handmatig te controleren en eventueel aan te passen.

Naast de “default” toestand voor de koude start, kunnen meerdere “koude start” begintoestanden worden gedefinieerd, bijvoorbeeld een natte, een droge, of een gemiddelde toestand. Bij het uitvoeren van een koude start berekening kan de gebruiker vooraf een keuze maken. Indien geen keuze wordt gemaakt zal de default koude start begintoestand worden gebruikt.

Foutcorrectie HBV afvoeren

Voor een aantal uitstroompunten van het HBV model zijn naast de door HBV berekende afvoeren eveneens “gemeten” debiet waarden beschikbaar over de historische periode. Door een vergelijking te maken van deze twee afvoeren kan een statistisch (ARMA) model worden opgesteld voor de te verwachten fout in de voorspelling. De voorspelling kan dan met deze verwachte fout gecorrigeerd worden. Dit wordt gedaan door middel van de “Error Correction” module, een integraal onderdeel van DELFT-FEWS. De gecorrigeerde gegevens worden gebruikt als invoer voor het SOBEK model.

2.7.2 SOBEK model

Het SOBEK model loopt van Chooz (de Frans/Belgische grens) tot Borgharen. De benedenrand bij Borgharen is gegeven als een Q-h relatie die de waterstand randvoorwaarde geeft als functie van het debiet. Deze kromme is in het SOBEK model ingebouwd en is derhalve niet in FEWS beschikbaar. De invoer in het SOBEK model zijn de (gecorrigeerde) afvoeren uit de HBV modellen. Voor een aantal van de invoerpunten vanuit de zijrivieren wordt de HBV afvoer berekend voor het meest benedenstrooms gelegen meetpunt in de zijrivier. Voordat de afvoeren uit het (gecorrigeerde) HBV model in SOBEK worden ingevoerd wordt voor deze punten een tijdvertraging ingebouwd om rekening te houden met de looptijd tussen die stations en de Maas. De uitvoer van het SOBEK model zijn debieten en waterstanden op een aantal punten langs de Maas.

Op een vijftal locaties worden de door SOBEK berekende debieten uitgevoerd. Waar voorhanden kunnen deze dan met de beschikbare metingen vergeleken worden.

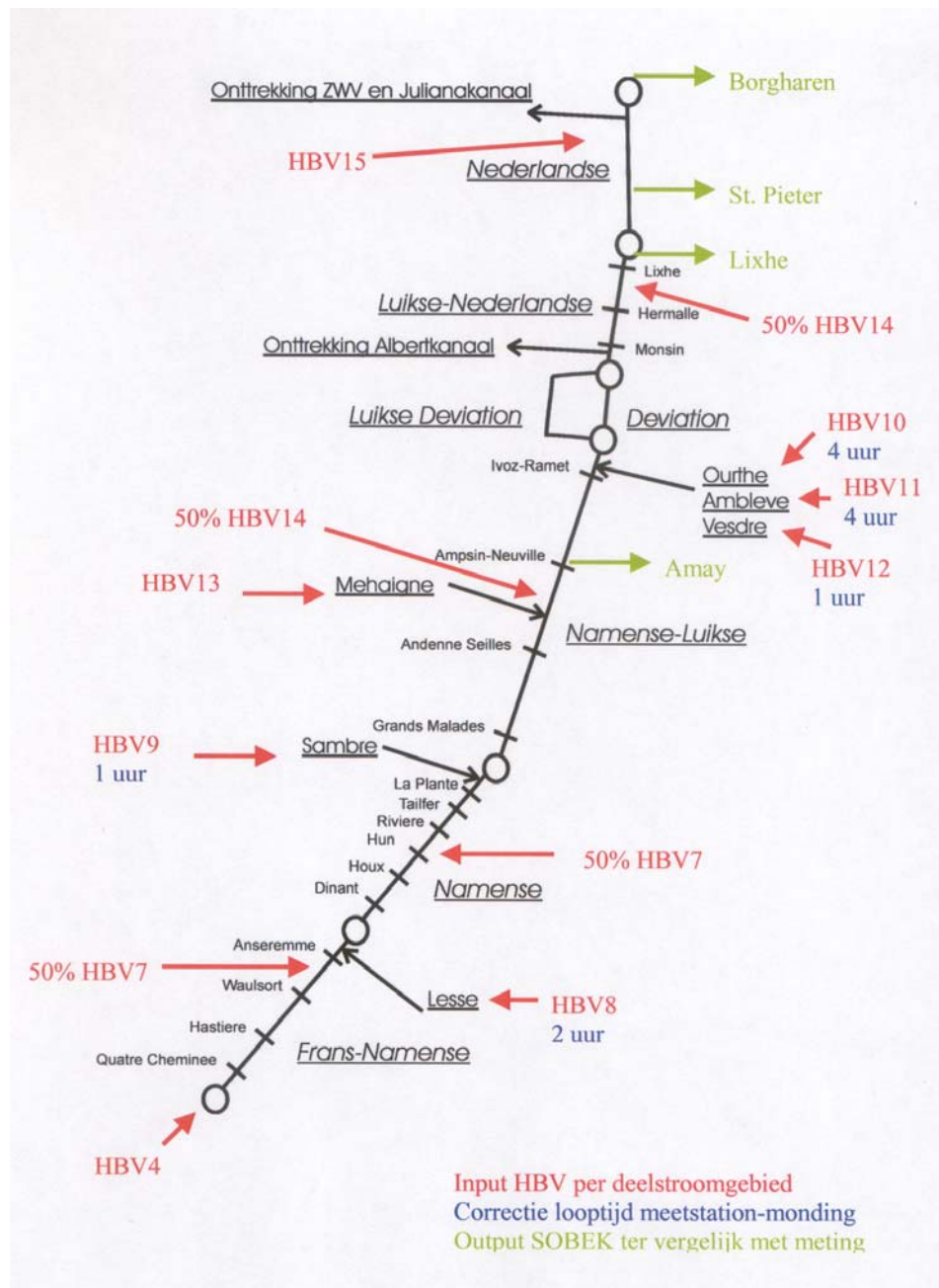
Tabel 2-8 Randvoorwaarden en laterale debieten

SOBEK randvoorwaarde	Minimum debiet (m ³ /s)	FEWS Maas ID	Beschrijving
Chooz	30.00	H-MS-00011	Chooz
HBV07_1_50	0	HBV07_1_50	HBV07 is het aan de Maas grenzend stroomgebied tussen Chooz en de Sambre. Deze wordt verdeeld over twee instroompunten. De locaties zijn fictieve locaties
HBV07_2_50	0	HBV07_1_50	zie hierboven.
HBV08_Lesse	10.00	H-MS-00013	Gendron
HBV09_Sambre	10.00	H-MS-00019	Salzinnes
HBV10_Ourthe	10.00	H-MS-00020	Tabreux
HBV11_Ambleve	10.00	H-MS-00017	Martinrive
HBV12_Vesdre	10.00	H-MS-00010	Chaudfontaine
HBV13_Mehaigne	0	HBV.cent.13	Mehaigne. De afvoer voor dit deelstroomgebied wordt bij de afvoer van HBV14_1_50 geteld en als één laterale instroomlocatie in SOBEK ingevoerd.
HBV14_1_50	0	HBV14_1_50	HBV14 is het aan de Maas grenzend stroomgebied tussen de Sambre en Lixhe. Deze wordt verdeeld over twee instroompunten. De locaties zijn fictieve locaties
HBV14_2_50	0	HBV14_1_50	Zie boven
HBV15_Jeker	0	HBV.cent.15	Borgharen
ZuidWillemsvaart			Dit is een constant debiet van -18 m ³ /s . Er vind hier geen uitwisseling met FEWS plaats
Albertkanaal			Dit is een constant debiet van -15 m ³ /s . Er vind hier geen uitwisseling met FEWS plaats
Borgharen			Deze rand is een Q-h randvoorwaarde. Er worden geen series vanuit FEWS voor Borgharen doorgegeven

*Opmerking. Voor HBV13_Mehaigne is er in het SOBEK model geen laterale randvoorwaarde beschikbaar. De afvoer wordt dan ook op dit moment niet in het SOBEK model gebruikt.

Tabel 2-9 Overzicht SOBEK uitvoerlocaties

Locatie	SOBEK Locatie	FEWS MaasID
Chooz	Frans-Namense_.00	H-MS-00011
Amay	Namense-Luikse_37700	H-MS-00008
Lixhe	Nederlandse_.00	H-MS-00016
St. Pieter	Nederlandse_8700.00	H-MS-SINT
Borgharen	Nederlandse_12850.00	H-MS-BORD



Figuur 2-2 Schematisch overzicht SOBEK model van de Maas.

Beigintoestanden

Net als in het HBV model worden begin- en eindtoestanden voor het SOBEK model door Delft-FEWS beheerd. De berekeningen verlopen in twee stappen; een update run waarin met behulp van de historische gegevens de toestand wordt geactualiseerd, en een voorspel run waarin op basis van de meest actuele toestand een voorspelling wordt gemaakt.

Voor het model geldt dat een “Default” toestand gebruikt wordt voor een koude start, terwijl voor “warme” starts de meest geschikte toestand gebruikt wordt. Het systeem wordt zo ingericht dat de te gebruiken toestand tussen 1 dag oud en 10 dagen oud. De eerste twee dagen van deze koude start worden gevormd door een “opstart” waarin het model langzaam van de “Default” toestand naar de huidige toestand wordt gebracht. Dit is om eventuele instabiliteit te voorkomen. Deze “Default” toestand aan de randen van het model komen overeen met het minimum debiet zoals in bovenstaand tabel gegeven.

Net als voor het HBV model kan naast de “default” toestand voor de koude start, kunnen meerdere “koude start” beigintoestanden worden gedefinieerd. De keuze wordt voor beide modellen hetzelfde uitgevoerd. Gezien de looptijden zal voor het SOBEK model deze keuze echter weinig uitmaken.

3 Workflows

3.1 Inleiding

Alle activiteiten die door FEWS-Maas worden uitgevoerd, worden gedraaid als zogenaamde “workflows”. Deze beschrijven de logische volgorde waarin de verschillende modules worden uitgevoerd. Workflows kunnen individueel worden uitgevoerd, maar een overkoepelende workflow kan eveneens gedefinieerd worden die andere workflows weer aanroept.

In Tabel 3-1 worden de in FEWS Maas gebruikte workflows beschreven.

Tabel 3-1 Definitie van voorgestelde workflows

Naam	Beschrijving
ImportExternal	Workflow om alle beschikbare externe data te importeren.
Maas_Interpolatie	Workflow om de ruimtelijke neerslag & temperatuur interpolatie uit te voeren.
Maas_Update	Workflow om de toestanden van de modellen te actualiseren
Maas_Forecast_HIRLAM	Workflow om een voorspelling te maken met de KNMI-HIRLAM voorspelling als invoer.
Maas_Forecast_DWD_GME	Workflow om een voorspelling te maken met de DWD-GME voorspelling als invoer
Maas_Forecast_DWD_LM	Workflow om een voorspelling te maken met de DWD-LM voorspelling als invoer
Maas_Forecast_ECMWF_DET	Workflow om een voorspelling te maken met de deterministische ECMWF voorspelling als invoer
Maas_Forecast_ECMWF_EPS	Workflow om een voorspelling te maken met de Ensemble ECMWF voorspelling als invoer
Maas_Forecast	Workflow die alle ongenoemde Forecast workflows sequentieel aanroept.
Maas_Report	Workflow om rapportages op te stellen.

De gedefinieerde workflows kunnen allemaal onafhankelijk uitgevoerd worden. Bij normaal gebruik zal het uitvoeren van workflows echter een logische volgorde hebben;

1. Eerst wordt de meest recent beschikbare data in FEWS Maas geïmporteerd door de workflow *ImportExternal* uit te voeren. Voorafgaand moet eventueel gezorgd worden dat de te importeren data in de juiste importfolders gekopieerd word. Tijdens de import worden de gegevens automatisch volgens de gedefinieerde validatieregels gecontroleerd. Eventueel kan met FEWS Maas een visuele inspectie worden uitgevoerd, en waar nodig kunnen gegevens handmatig gecorrigeerd worden.

2. Na importeren, worden de gegevens voorberekt voor gebruik in de modellen. Deze voorbereking bestaat met name uit het interpoleren van de beschikbare neerslag en temperatuur data. Deze stap wordt uitgevoerd door de workflow “Maas_Interpolate”
3. Nadat de data voorberekt is kan deze in de modellen worden ingezet. In de eerste model stap worden de modeltoestanden met de recente data zoveel mogelijk bijgewerkt. Deze modeltoestand zal dan later als basis dienen voor de te maken voorspellingen. De workflow “Maas_Update” voert deze stap uit, gebruik makend van de meest recent beschikbare (bewerkte) historische data. Het is hierbij wel van belang dat de data van de zojuist gemaakte Update run als “Approved” wordt geaccepteerd. Indien dit niet gedaan wordt kan deze niet door een voorspel run worden gebruikt. De resultaten van de run kunnen eveneens niet worden bekeken. Na het uitvoeren van de run moet die run als “Approved” aangestipt worden. De resultaten kunnen dan worden bekeken. Indien deze op orde zijn kan met de voorspelling worden doorgegaan. Eventueel kan de run worden overgedaan nadat aan de invoerdata iets is aangepast (indien nodig). Door deze run vervolgens weer als “Approved” aan te duiden wordt gezorgd dat deze in de daaropvolgende voorspellingen wordt gebruikt.
4. De volgende stap is het maken van de voorspelling. Er is een aantal voorspellingen gedefinieerd, afhankelijk van de meteorologische voorspelling die wordt gebruikt. Hierop wordt in het volgende hoofdstuk uitvoerig op ingegaan. Net als bij de update run kan de voorspelling als “Approved” worden aangeduid. Een run die deze vlag nog niet heeft kan echter worden geopend en bekeken worden (of vergeleken met de “approved” run in het geval van een scenario run). De meest recente “approved” voorspelling wordt door het systeem automatisch getoond.
5. Als laatste stap is het opstellen van rapportage van de “approved” voorspellingen. Deze rapportage wordt als HTML beschikbaar gesteld.

3.2 Maas_ImportExternal

Met het uitvoeren van deze workflow wordt alle beschikbare externe data geïmporteerd. Verschillende typen data kunnen in het FEWS geïmporteerd worden. Op dit moment worden bestanden met meetresultaten van neerslag, temperatuur, afvoer en waterstanden in ASCII formaat ingelezen. Daarnaast worden voorspellingen van neerslag en temperatuur in grid-vorm geïmporteerd in het FEWS. Grids in zowel GRIB-formaat als in ASCII-formaat worden in het FEWS ondersteund. Een meer uitgebreide beschrijving van het importeren van data is al gegeven in hoofdstuk 2.4. De taken die worden uitgevoerd in deze workflow zijn:

ImportMSW

Deze import taak importeert alle CSV bestanden afkomstig van Rijkswaterstaat en MET Sethy via het MSW. Dit zijn gemeten afvoeren en waterstanden op een aantal rivierlocaties en gemeten neerslag op een 7-tal neerslaglocaties. De data worden in uur-tijdstappen geleverd. Een uitzondering hierop is de data van Borgharen die een interval van 10 minuten hebben.

ImportKNMI

Deze import taak importeert alle data bestanden afkomstig van het synoptische netwerk van KNMI. De data wordt in vier keer per dag geleverd, om 01:00; 07:00; 13:00 en 19:00 (CET). In de data van 01:00 en 13:00 worden de neerslagcijfers over de voorafgaande 6 uur gegeven. Op de andere tijden worden de neerslagcijfers over de laatste 12 uur gegeven. Om 07:00 wordt eveneens de minimum temperatuur van de afgelopen 24 uur gegeven, om 19:00 wordt de maximum temperatuur gegeven.

ImportECMWF-Det

Deze import taak importeert de deterministische weersvoorspelling afkomstig van ECMWF. Deze voorspelling worden in GRIB formaat ingelezen. De lengte van de voorspelling is 10 dagen, met een tijdstap van 12 uur.

ImportECMWF-EPS

Deze import taak importeert de Ensemble (EPS) weersvoorspelling afkomstig van ECMWF. Deze voorspellingen worden in GRIB formaat ingelezen. De lengte van de voorspelling is 10 dagen, met een tijdstap van 12 uur.

ImportKNMI-HIRLAM

Deze import taak importeert de HIRLAM weersvoorspelling van het KNMI. Deze voorspelling worden in GRIB formaat ingelezen. De lengte van de voorspelling is 48 uur met een tijdstap van 1 uur.

ImportDWD-LM

Deze import taak importeert de DWD voorspelling gemaakt met het Lokal Model. Deze voorspelling worden in het DWD ASCII Grid formaat ingelezen. De lengte van de voorspelling is 48 uur met een tijdstap van 1 uur.

ImportDWD-GME

Deze import taak importeert de DWD voorspelling gemaakt met het Global Model. Deze voorspelling worden in het DWD ASCII Grid formaat ingelezen. De lengte van de voorspelling is 7 ¼ dag met een tijdstap van 3 uur.

3.3 Maas_Interpolate

Deze workflow omvat alle bewerkingen die op de invoer data moeten worden gedaan om de workflows van *Update-run* en *Forecast-runs* te kunnen draaien. Dit omvat onder andere het opvullen, aftrekken, disaggregeren, interpoleren, transformeren en samenvoegen van reeksen. Deze workflow dient na het importeren van data uitgevoerd te worden, voordat men een *Update* of *Forecast* workflow gaat draaien. De uit te voeren taken worden in deze paragraaf verder toegelicht.

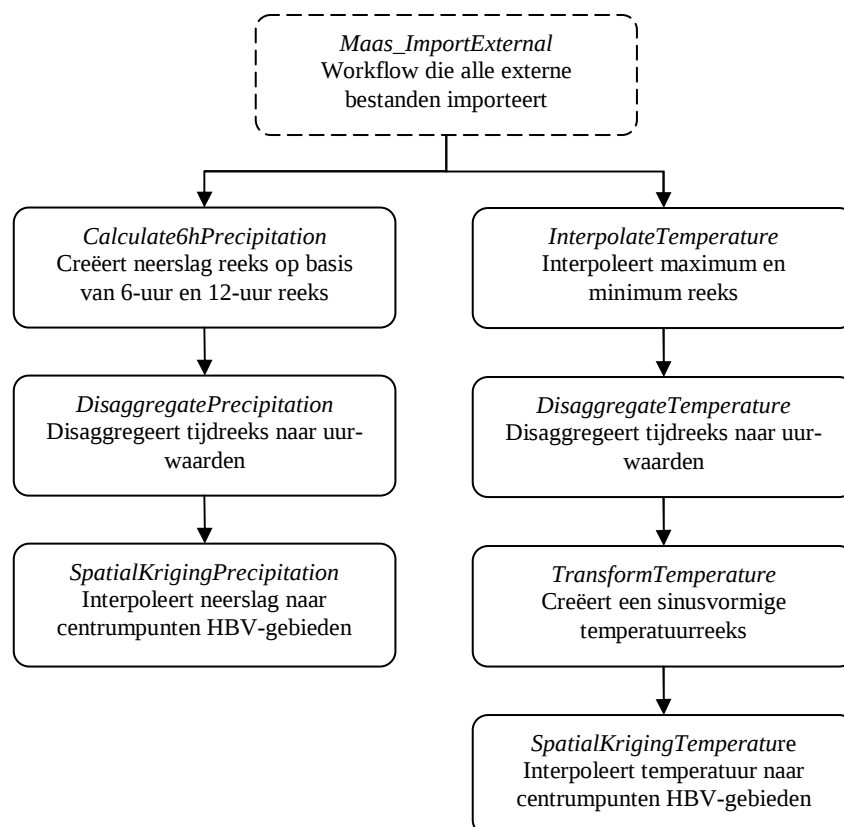


Figure 3-1 Schematische weergave van de uit te voeren taken voor de workflow *Maas_Interpolate*.

Calculate6hPrecipitation

Voor de 24 KNMI stations zijn gegevens beschikbaar op twee verschillende tijdschalen, namelijk cumulatieve neerslag voor een 6-uurs periode en voor een 12-uurs periode. De 6-uurs metingen worden gedaan om 01.00 uur en 13.00 uur en de 12-uurs metingen worden gedaan om 7.00 uur en 19.00 uur en overlappen dus een deel van de 6-uurs periode.

De twee geïmporteerde KNMI tijdreeksen van 6-uur en 12-uur worden samengevoegd door eerst van de 12-uur reeks de waarden van de (6-uur verschoven) 6-uur reeks af te halen, zodat bekend is hoeveel neerslag er is gevallen in de 6-uurs perioden tussen 7.00 uur en 13.00 en tussen 19.00 uur en 1.00 uur en vervolgens de twee 6-uur reeksen aan elkaar te plakken.

Invoer:

- Een historische cumulatieve 6-uur neerslagreeks voor alle KNMI-meetstations gemeten om 01.00 uur en 13.00;
- Een historische cumulatieve 12-uur neerslagreeks voor alle KNMI-meetstations gemeten om 07.00 uur en 19.00.

Uitvoer:

- Een historische cumulatieve 6-uur neerslagreeks voor alle KNMI-meetstations.

DisaggregatePrecipitation

Deze taak van de transformatie module zorgt ervoor dat de resulterende volledige 6-uur reeks van de KNMI stations wordt gedissaggregeerd naar een 1-uur reeks. Omdat de 6-uurreeks nog cumulatieve waarden bevat wordt gebruik gemaakt van een disaggregatie methode waarbij cumulatieve waarden omgezet worden naar instantane waarden.

Invoer:

- Een historische cumulatieve 6-uurreeks voor alle KNMI-meetstations.

Uitvoer:

- Een historische instantane 1-uurreeks voor alle KNMI-meetstations.

SpatialKrigingPrecipitation

De MET Sathy 1-uur reeks en de gedissaggregeerde KNMI 1-uur reeks wordt met behulp van de interpolatie module via Kriging in één slag geïnterpoleerd naar de middelpunten van de HBV-stroomgebieden. De voor Kriging benodigde parameters worden afgeleid van een variogram die gemaakt is met behulp van het hydrologisch tijdserie analyse pakket, HYMOS voor een zo volledig mogelijke neerslagreeks. Tabel 3-1 geeft de parameters die in FEWS Maas gebruikt zijn voor de ruimtelijke interpolatie.

Tabel 3-1 Gebruikte parameters voor Kriging methode (de exacte parameters in de configuratie kunnen nog wijzigen)

parameters	neerslag
type	spherical
nugget	0
sill	10
range	5000

Invoer:

- Een historische instantane 1-uurreeks voor alle KNMI-meetstations;
- Een historische instantane 1-uurreeks voor alle MET Sethy meetstations.

Uitvoer:

- Een ruimtelijk geïnterpoleerde 1-uurreeks voor alle centrapunten van HBV-stroomgebieden.

InterpolateTemperature

Voor de 24 KNMI stations zijn gegevens beschikbaar in de vorm van twee reeksen:

- 24-uurs reeks met maximum temperatuur tussen 7.00 uur en 19.00 uur
- 24-uurs reeks met minimum temperatuur tussen 19.00 uur en 7.00 uur

De geïmporteerde reeksen moeten aangevuld worden met waarden, zodat een volledige reeks ontstaat. Het vullen van gaten kleiner dan 3 dagen voor de maximum reeks vindt plaats op basis van een interpolatie van de maximumtemperaturen en voor de minimumreeks op basis van een interpolatie van de minimumtemperaturen. Voor gaten groter dan 3 dagen wordt een *default* waarde ingevuld, namelijk 10°C voor de maximum temperatuur en 5°C voor de minimum temperatuur.

Invoer:

- Een 24-uurs reeks voor alle KNMI-meetstations met maximum temperatuur gemeten tussen 7.00 uur en 19.00 uur;
- Een 24-uurs reeks voor alle KNMI-meetstations met minimum temperatuur gemeten tussen 19.00 uur en 7.00 uur.

Uitvoer:

- Een geïnterpoleerde 24-uurs reeks voor alle KNMI-meetstations met maximum temperaturen;
- Een geïnterpoleerde 24-uurs reeks voor alle KNMI-meetstations met minimum temperaturen.

DisaggregateTemperature

Deze taak van de transformatie module zorgt ervoor dat de geïnterpoleerde minimum temperatuurreeks en de geïnterpoleerde maximum temperatuurreeks worden gedissaggregeerd van 24-uurs reeks naar 1-uurs reeks. Bij de disaggregatie wordt in deze stap een constante temperatuur voor de hele 12-uurs periode gegenereerd. Dit is een tussenstap, en in de volgende stap wordt deze constante temperatuur naar een sinusvormig temperatuurverloop over de dag getransformeerd.

Invoer:

- Een geïnterpoleerde 24-uurs reeks voor alle KNMI-meetstations met maximum temperaturen;
- Een geïnterpoleerde 24-uurs reeks voor alle KNMI-meetstations met minimum temperaturen.

Uitvoer:

- Een gedisaggregeerde 1-uurs reeks voor alle KNMI-meetstations maximum temperaturen;
- Een gedisaggregeerde 1-uurs reeks voor alle KNMI-meetstations met minimum temperaturen.

TransformTemperature

Met behulp van de transformatie module zorgt deze taak ervoor dat er een 24-urige sinusfunctie gecreëerd wordt met een maximum (om 15.00 uur) van 1 en een minimum (om 3.00 uur) van 0. Vervolgens wordt deze sinusfunctie gebruikt om samen met de gedisaggregeerde maximum- en minimumreeks tot één totale reeks te komen met de maximum temperatuur als top en de minimum temperatuur als dal. Hierbij wordt het verschil tussen de maximum en minimum temperatuur vermenigvuldigd met de sinusfunctie, waarbij vervolgens nog de minimum temperatuur wordt opgeteld.

Invoer:

- Een gedisaggregeerde 1-uurs reeks voor alle KNMI-meetstations maximum temperaturen;
- Een gedisaggregeerde 1-uurs reeks voor alle KNMI-meetstations met minimum temperaturen.

Uitvoer:

- Een 'sinusvormige' volledige 1-uurs temperatuurreeks voor alle KNMI-meetstations.

SpatialKrigingTemperature

De getransformeerde KNMI 1-uur reeks wordt met behulp van de interpolatie module via Kriging geïnterpoleerd naar de middelpunten van de HBV-stroomgebieden. De voor Kriging benodigde parameters worden afgeleid van een variogram die gemaakt is met behulp van HYMOS voor een zo volledig mogelijke temperatuurreeks. Tabel 3-1 geeft de parameters die in FEWS Maas gebruikt zijn voor de ruimtelijke interpolatie.

Tabel 3-2 Gebruikte parameters voor Kriging methode (de exacte parameters in de configuratie kunnen nog wijzigen)

parameters	temperatuur
type	spherical
nugget	0
sill	10
range	5000

Invoer:

- Een ‘sinusvormige’ volledige 1-uurs temperatuurreeks voor alle KNMI-metstations.

Uitvoer:

- Een ruimtelijk geïnterpoleerde 1-uurs temperatuurreeks voor alle centrapunten van HBV-stroomgebieden.

3.4 Maas_Update

In deze workflow worden de modeltoestanden van het HBV-model en het SOBEK-model geactualiseerd op basis van historische gegevens. Hierbij kan men een onderscheid maken in een ‘koude’ start en een ‘warme’ start. Een koude start maakt gebruik van een *default* toestand, terwijl voor een ‘warme’ start de meest geschikte toestand gezocht wordt. Voor het HBV-model zoekt het systeem een te gebruiken toestand die tussen de 1 en 8 dagen oud is en voor het SOBEK-model een toestand die tussen de 1 en 10 dagen oud is.

Deze workflow maakt gebruik van de workflow *Maas_Interpolate*, waarin de geïmporteerde gegevens voorbewerkt worden. De tijdens de update workflow geproduceerde toestand wordt door de verschillende *Forecast* workflows gebruikt. De specifiek door deze workflow uitgevoerde taken worden in deze paragraaf verder uitgewerkt.

HBV_Maas_Interpolate_Update

Wanneer er helemaal geen neerslag gegevens zijn voor alle meetstations zorgt deze taak van de interpolatie module ervoor dat de neerslag reeks aangevuld wordt met de default-waarden, waarvoor de waarde 0 gebruikt wordt. Wanneer er helemaal geen temperatuur gegevens zijn voor alle meetstations zorgt deze taak van de interpolatie module ervoor dat de reeks aangevuld wordt met de default-waarden, waarvoor de waarde 8 gebruikt wordt.

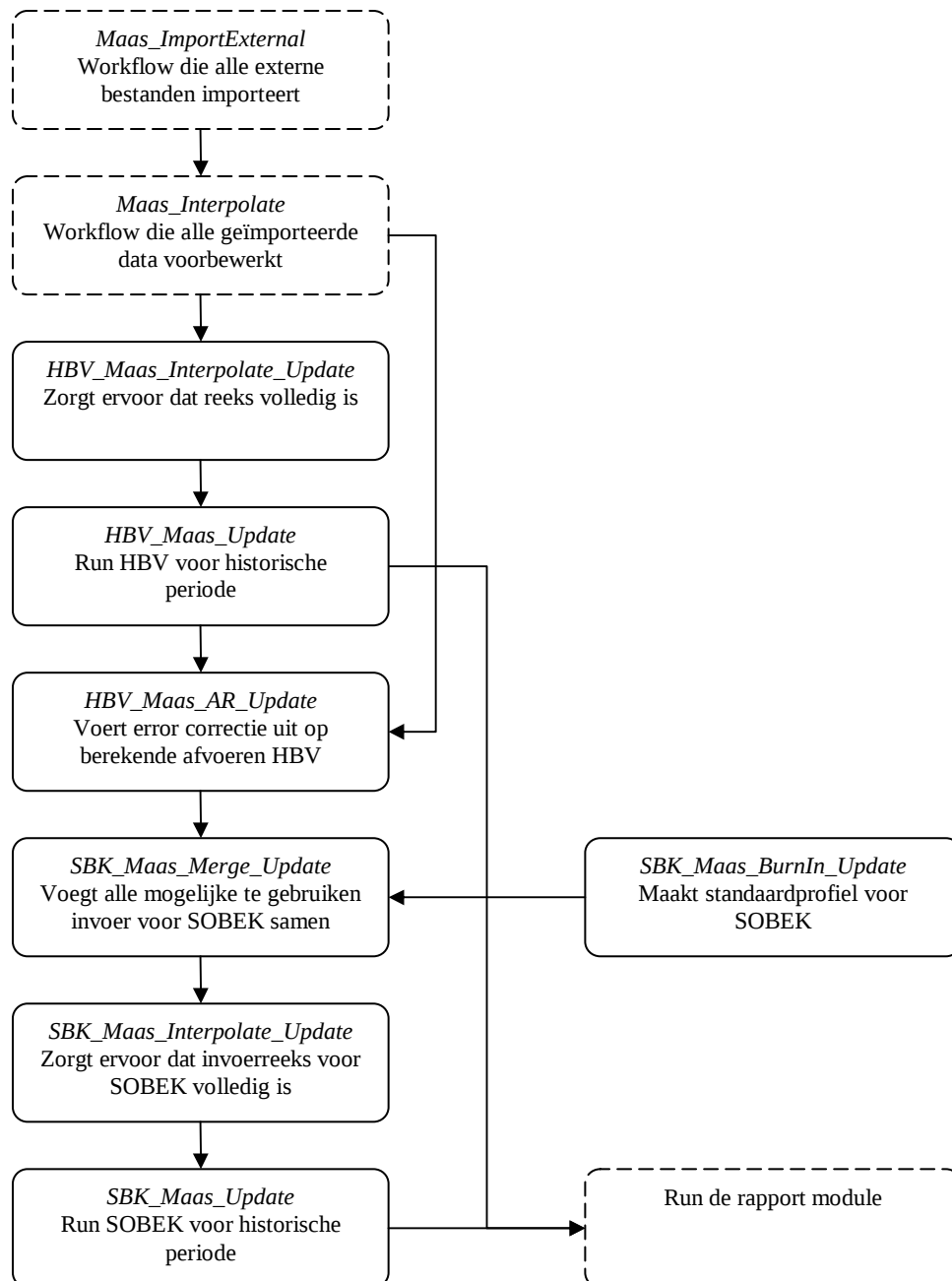
Hiermee kan er altijd een volledige temperatuur en neerslag reeks aan het HBV-model toegeleverd worden.

Invoer:

- Een ruimtelijk geïnterpoleerde 1-uur neerslagreeks voor alle centrapunten van HBV-stroomgebieden;
- Een ruimtelijk geïnterpoleerde 1-uur temperatuurreeks voor alle centrapunten van HBV-stroomgebieden.

Uitvoer:

- Een volledige 1-uur neerslagreeks zónder missende waarden voor alle centrumpunten van HBV-stroomgebieden;
- Een volledige 1-uur temperatuureeks zónder missende waarden voor alle centrumpunten van HBV-stroomgebieden.



Figuur 3-2 Schematische weergave voor de uit te voeren taken voor de workflow *Maas_Update*

HBV_Maas_Update

Deze taak van de *General Adapter* zorgt ervoor dat het HBV-model gedraaid wordt met een historische reeks als invoer. Als eerste wordt de meest geschikte initiële conditie gezocht. Voor het HBV-model zoekt het systeem een te gebruiken toestand die tussen de 1 en 8 dagen oud is. De invoerreeksen voor het HBV-model worden geëxporteerd naar een bestand in XML-formaat. De temperatuur en neerslag reeksen worden om en om in het uitvoerbestand gezet, waarbij een volgorde van de HBV-stroomgebieden wordt gehanteerd, zoals is geconfigureerd in het bestand 'FEWSPTQ.key'.

Vervolgens wordt de HBV-preprocessor aangeroepen, die het uitgevoerde XML -bestand omzet naar een voor HBV leesbaar formaat. Daarna wordt het model zelf gedraaid en vervolgens de HBV-postprocessor die de resultaten van het HBV-model weer omzet naar XML-formaat, waarna het vervolgens geïmporteerd wordt in de FEWS database. Bij het omzetten van de HBV resultaten in en XML-formaat wordt gebruik gemaakt van het bestand 'FEWSRES.key', waarin de koppeling van HBV-uitvoer met FEWS locaties wordt gelegd. Als laatste worden de HBV resultaten weer vanuit dit XML bestand ingelezen in FEWS. De modeltoestand voor elk deelstroomgebied wordt eveneens na de run door het FEWS ingelezen en in de database opgeslagen.

Invoer:

- Een geïnterpoleerde volledige historische neerslagreeks per uur voor elk HBV-stroomgebied;
- Een geïnterpoleerde volledige historische temperatuurreeks per uur voor elk HBV-stroomgebied.

Uitvoer:

- Voor elk HBV deelstroomgebied een uurreeks met de berekende afvoeren op de uitstroompunten van de HBV-stroomgebieden.

HBV_Maas_AR_Update

Met deze taak van de *ErrorModule* wordt de uitvoer van het HBV model zoals net berekend vergeleken met de beschikbare metingen. Een statistisch AR model wordt opgesteld van deze verschillen en de HBV uitkomsten worden aangepast met de door het AR model voorspelde verschillen. Aangezien in deze stap volledig met historische gegevens wordt gewerkt zal de gecorrigeerde HBV voorspelling overeenkomen met de waargenomen afvoeren. Indien er echter ontbrekende waarden zijn in de waargenomen reeksen, dan zullen deze door de AR module eveneens worden opgevuld.

Invoer:

- Voor de HBV stroomgebieden, waar er een afvoer meetreeks beschikbaar is, een uurreeks met de door HBV berekende afvoeren;
- Voor de overeenkomende meetlocaties de uur reeks van gemeten afvoeren.

Uitvoer:

- Voor de HBV stroomgebieden waar er een afvoer meetreeks beschikbaar is een uurreeks met de gecorrigeerde HBV afvoeren.

SBK_Maas_BurnIn_Update

Deze taak van de transformatie module zorgt ervoor dat er indien een koude start wordt gemaakt met het SOBEK model, de eerste twee dagen van deze reeks een geleidelijk oplopende afvoer geven van de afvoer vastgelegd in de default koude start toestand en de werkelijke afvoer zoals berekend in de voorgaande stap. Dit stuk van de reeks heeft een lengte van twee dagen en begint bij de voor elke locatie bepaalde minimum afvoer. In deze stap wordt hiervoor een zogenaamde standaardprofiel gemaakt, met als eerste waarde dit minimum afvoer en vervolgens 47 negatieve waarden. Dit is een tussenstap, en de negatieve waarden zullen in de volgende stap worden verwijderd en in de daaropvolgende stap lineair worden geïnterpoleerd. Dit profiel wordt alleen gemaakt voor de bovenrandvoorwaarde Chooz en de grotere zijrivieren (Lesse, Sambre, Ourthe, Ambleve, en Vesdre).

Invoer:

- Geen.

Uitvoer:

- Standaardprofiel voor Chooz en de grotere zijrivieren.

SBK_Maas_Merge_Update

Deze taak van de transformatie module zorgt ervoor dat alle mogelijk in de run te gebruiken invoerdata tot één reeks worden samengevoegd alvorens deze in SOBEK worden gebruikt. Voor elke locatie waar een afvoerreeks voor SOBEK wordt aangemaakt worden de volgende bron reeksen in volgorde van aflopende prioriteit beschouwd:

1. Het in de vorige stap gemaakte standaardprofiel;
2. De gecorrigeerde door HBV berekende afvoeren, indien voor die locatie beschikbaar. Indien voor die locatie de HBV afvoer niet gecorrigeerd wordt, wordt de door HBV berekende afvoer beschouwd;
3. De voor de locatie gemeten afvoerreeks (indien beschikbaar).

Alle tijdseries worden over een tijdbestek van -8 dagen tot T_0 beschouwd. Het meenemen van de standaardprofielen in deze hiërarchie zorgt ervoor dat deze standaardreeks aan het begin van de tijdserie altijd beschikbaar is indien een koude start gemaakt moet worden.

Nadat de reeksen zijn samengevoegd wordt gecontroleerd of er geen waarden zijn kleiner dan de voor elke locatie gedefinieerde minimumafvoer. Indien dit het wel het geval is, dan worden die waarden altijd (en zonder waarschuwing) vervangen met de minimum afvoer. Dit minimum is niet het minimum zoals gebruikt in de validatieregels. Deze wordt gebruikt om de stabiliteit van het SOBEK model te waarborgen.

De laatste stap in deze module is het berekenen van de afvoer van afvoer voor de SOBEK randvoorwaarden HBV07_1_50, HBV07_2_50, HBV14_1_50 en HBV14_2_50. Deze worden bepaald als 50% van de door HBV berekende afvoer van deelstroomgebied HBV07 of HBV14. Als laatste wordt de afvoer berekend voor het deelstroomgebied Mehaigne bij HBV14_1_50 opgeteld.

Invoer:

- Voor de HBV stroomgebieden waar er een afvoer meetreeks beschikbaar is een uurreeks met de gecorrigeerde HBV afvoeren;
- Voor de HBV stroomgebieden waar er geen afvoer meetreeks beschikbaar is de door HBV berekende afvoeren;
- Waar beschikbaar de standaardprofielen voor de koude start;
- Waar beschikbaar uur reeksen met de gemeten afvoer.

Uitvoer:

- Voor alle SOBEK randvoorwaarden uurreeksen met samengevoegde debieten.

SBK_Maas_Interpolate_Update

Deze taak van de interpolatie module zorgt ervoor dat er geen ontbrekende waarden zijn in de reeksen die aan SOBEK doorgegeven zullen worden. De interpolatie wordt uitgevoerd in een aantal stappen; eerst wordt een lineaire interpolatie uitgevoerd om in het standaardprofiel van de beginwaarde naar de “echte”afvoer geleidelijk over te gaan. Vervolgens worden nog resterende gaten lineair geïnterpoleerd dan wel geëxtrapoleerd. Indien er helemaal geen gegevens beschikbaar zijn, wordt een default waarde ingevuld die voor elke locatie overeenkomt met het minimum debiet.

Invoer:

- Voor alle SOBEK randvoorwaarden uurreeksen met samengevoegde debieten.

Uitvoer:

- Voor alle SOBEK randvoorwaarden uurreeksen met samengevoegde debieten, zónder ontbrekende waarde.

SBK_Maas_Update

Deze taak van de *General Adapter* zorgt ervoor dat het SOBEK-model gedraaid wordt met een historische reeks als invoer. Als eerste wordt de meest geschikte initiële conditie gezocht. Voor het SOBEK-model zoekt het systeem een te gebruiken toestand die tussen de 1 en 10 dagen oud is. De invoerreeksen voor het SOBEK-model worden geëxporteerd naar een bestand in XML-formaat.

Vervolgens wordt de SOBEK-preprocessor aangeroepen, die het uitgevoerde XML -bestand leest en in de SOBEK Database (NEFIS) schrijft op de juiste locatie. De locatienamen in het geëxporteerde XML bestand komen overeen met de in het SOBEK model gehanteerde naamgeving voor de bovenstroomse- en laterale randvoorwaarden. Een parameter “Q” geeft aan dat een rand een debietrand is, een “L” geeft aan dat het een lateraal debiet betreft en een “S” geeft aan dat het een Sample is voor in het Kalman filter (niet van toepassing voor de Maas). Daarna wordt het SOBEK model zelf gedraaid en vervolgens de SOBEK-postprocessor die de resultaten van het SOBEK-model weer omzet naar XML-formaat, waarna ze vervolgens geïmporteerd wordt in de FEWS database.

Invoer:

- Een geïnterpoleerde volledige historische afvoerreeks voor de boven- en laterale randvoorwaarden van het SOBEK model.

Uitvoer:

- Voor elk SOBEK uitvoerlocatie de door SOBEK berekende debieten en waterstanden.

3.5 Maas_Forecast_<bron>

Deze workflows zijn opgezet om voor elke databron een aparte voorspelling te kunnen maken. Elke workflow gebruikt de data van de bron voor een voorspelling als invoer en voert alle benodigde taken uit om tot een voorspelling te kunnen komen. Hieronder vallen de taken als het voorbereiden van de voorspelde data, het interpoleren, het disaggregeren, het draaien van de modellen en het produceren van rapporten.

Er zijn vijf onafhankelijke workflows gedefinieerd:

- Maas_Forecast_HIRLAM;
- Maas_Forecast_DWD-GME;
- Maas_Forecast_DWD-LM;
- Maas_Forecast_ECMWF-DET;
- Maas_Forecast_ECMWF-EPS.

Deze workflows worden uitgebreider beschreven in het volgende hoofdstuk.

3.6 Maas_Forecast

Deze workflow is opgezet om alle eerder genoemde voorspellingen met behulp van de invoer van verschillende bronnen sequentieel uit te voeren en daarbij voert het alle benodigde taken uit om tot deze volledige voorspelling te kunnen komen.

3.7 Report

Met deze workflow worden rapporten die bij elk van de voorspellingen worden aangemaakt vanuit de FEWS database geëxporteerd naar een locatie waar deze met een Web browser bekeken kunnen worden. Let wel dat de voorspellingen eerst als “Approved” moeten worden aangemerkt alvorens deze gepubliceerd zullen worden.

4 Voorspellingen

4.1 Inleiding

Voorspellingen worden gemaakt met behulp van een HBV-model en een SOBEK-model. De normale lengte van een voorspelling vanaf het moment T_0 (geselecteerde start tijd) is afhankelijk van de bron. Hierbij is wel de minimale lengte van een voorspelling 4 dagen (voor voorspellingen gebruik makend van HIRLAM & DWD-LM). De lengte van de voorspellingen die gebruik maken van de ECMWF data is 10 dagen. Voor voorspellingen die gebruik maken van de DWD-GME data is de lengte $7\frac{1}{4}$ dagen.

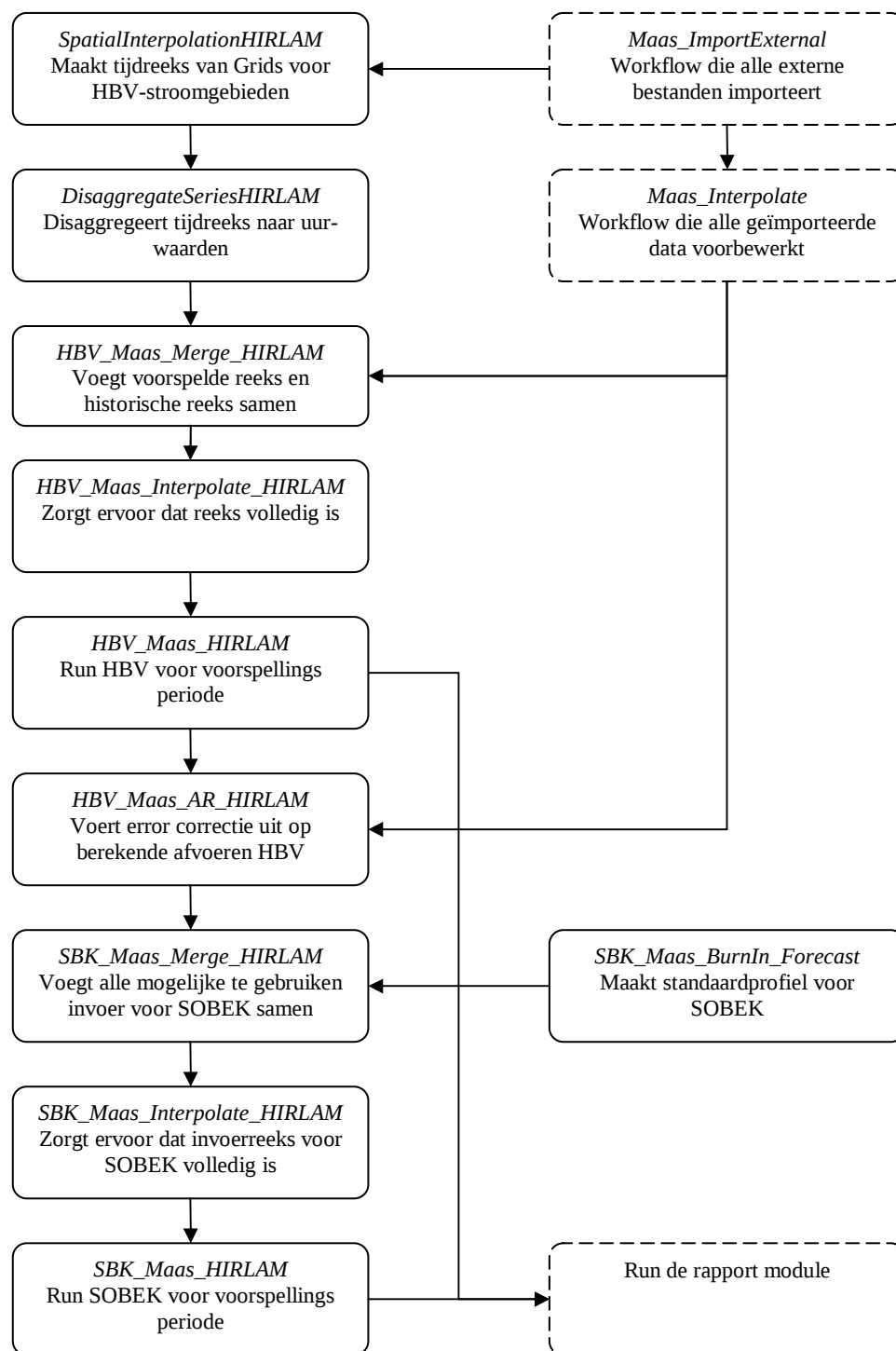
Een voorspelling maakt gebruik van de historische *run* die in principe loopt tot T_0 , waarmee de toestand van de modellen geactualiseerd worden. Er zijn vijf data bronnen waarmee voorspellingen gemaakt worden. Voor elke databron wordt apart een voorspelling gemaakt, zodat er dus vijf workflows gedefinieerd zijn. Tevens is er nog een workflow gedefinieerd die alle andere workflows van voorspellingen sequentieel aanroept. In dit hoofdstuk worden deze workflows beschreven. Omdat alle workflows van voorspellingen grotendeels gelijk zijn, wordt slechts één workflow (Maas_Forecast_HIRLAM) uitgebreid beschreven, waarna voor de andere workflows wordt aangegeven wat er anders is ten opzichte van de uitgebreid beschreven workflow.

De volgende stappen worden specifiek voor het maken van een voorspelling doorlopen:

1. ruimtelijke interpolatie data voorspellingsmodel;
2. disaggregatie geïnterpoleerde reeks;
3. samenvoegen van voorspellingsreeks met geïnterpoleerde historische reeks;
4. opvullen van samengevoegde reeks met behulp van interpolatie;
5. *Forecast* met behulp van HBV-model;
6. Correctie berekende HBV afvoeren met AR model;
7. aanmaken standaard profiel voor SOBEK;
8. samenvoegen van invoer voor SOBEK;
9. interpoleren van invoer voor SOBEK;
10. *Forecast* met behulp van SOBEK-model.

4.2 Maas_Forecast_HIRLAM

Alle benodigde stappen om een voorspelling op basis van HIRLAM data te kunnen maken zijn geconfigureerd in één workflow Maas_Forecast_HIRLAM. Deze workflow voert een aantal taken in een bepaalde volgorde uit via verschillende modules. In de volgende paragrafen worden deze taken beschreven, waarbij elke paragraaf de naam heeft van de uit te voeren geconfigureerde taak voor een module. In Figuur 4-1 wordt het stroomschema van de te doorlopen taken weergegeven.



Figuur 4-1 Schematische weergave voor de uit te voeren taken voor de workflow *Maas_Forecast_HIRLAM*

SpatialInterpolationHIRLAM

Deze taak van de *General Adapter* module zorgt ervoor dat er op basis van de voorspelde ruimtelijke verdeling van neerslag en temperatuur tijdreeksen aangemaakt worden voor de centrapunten van de HBV stroomgebieden.

Aangezien de HIRLAM voorspellingen een relatief hoge resolutie hebben wordt voor elke stroomgebied de neerslag bepaald als gemiddelde van de in het stroomgebied liggende grid cellen.

Invoer:

- Grid met voorspelde neerslag en temperatuur voor elk uur van het begin van de door KNMI aangemaakt voorspelling met een lengte van 48 uur.

Uitvoer:

- Voor elk HBV-stroomgebied per uur de voorspelde neerslag en temperatuur, gemiddeld naar de HBV centrapunten.

DisaggregateSeriesHIRLAM

Deze stap is voor de voorspelling met de HIRLAM data niet nodig (de data wordt al in tijdstappen van 1 uur geleverd), maar voor data van andere bronnen wel. Deze taak is dan ook niet geconfigureerd.

HBV_Maas_Merge_HIRLAM

Deze taak van de transformatie module zorgt ervoor dat de ruimtelijk geïnterpoleerde historische reeks en de (gedisaggregeerde) voorspellingsreeks samengevoegd worden. Dit wordt voor alle 15 HBV-stroomgebieden voor zowel de parameter neerslag als temperatuur apart uitgevoerd. Bij het samenvoegen wordt bij het in de tijd overlappen van reeksen voorrang gegeven aan de historische reeks. De historische reeks loopt van 8 dagen voor T_0 tot T_0 en de voorspellingsreeks loopt vanaf het begin van de HIRLAM voorspelling (X uur voor T_0) tot 48 uur na start van de HIRLAM voorspelling.

Invoer:

- Voor elk HBV-stroomgebied per uur de voorspelde neerslag en temperatuur gekoppeld aan de centrapunten;
- Voor elk HBV-stroomgebied per uur de historische neerslag en temperatuur gekoppeld aan de centrapunten.

Uitvoer:

- Een gecombineerde reeks bestaande uit deels historische waarden en deels voorspelde waarden per uur voor elk HBV-stroomgebied.

HBV_Maas_Interpolate_HIRLAM

Met behulp van de interpolatie module zorgt deze taak ervoor dat de eventueel aanwezige gaten in de gecombineerde reeks van historische en voorspelde data, opgevuld worden.

Hierbij wordt gebruik gemaakt van een lineaire interpolatie of extrapolatie methode voor de temperatuurreeks en een interpolatie met *default* waarden gelijk aan 0 voor de neerslagreeks. Voor de temperatuurreeks worden gaten in de reeks die langer zijn dan 24 tijdstappen opgevuld met *default* waarden gelijk aan 8.

Invoer:

- Een gecombineerde reeks bestaande uit deels historische waarden en deels voorspelde waarden per uur voor elk HBV-stroomgebied.

Uitvoer:

- Een geïnterpoleerde volledige reeks bestaande uit deels historische waarden en deels voorspelde waarden per uur voor elk HBV-stroomgebied.

HBV_Maas_HIRLAM

Deze taak van de *General Adapter* zorgt ervoor dat het HBV-model gedraaid wordt met de gecombineerde historische en voorspelde reeks als invoer. Als eerste wordt de meest geschikte initiële conditie gezocht. Voor het HBV-model zoekt het systeem een te gebruiken toestand die tussen de 0 en 8 dagen oud is. Indien de workflow *Maas_Update* is gedraaid en als “Approved” is geaccepteerd, dan zal de toestand die in die run bepaald is worden gebruikt.

De invoerreeksen voor het HBV-model worden geëxporteerd naar een bestand in XML-formaat. De temperatuur en neerslag reeksen worden om en om in het uitvoerbestand gezet, waarbij een volgorde van de HBV-stroomgebieden wordt gehanteerd, zoals is geconfigureerd in het bestand ‘FEWSPTQ.key’.

Vervolgens wordt de HBV-preprocessor aangeroepen, die het uitgevoerde XML-bestand omzet naar een voor HBV leesbaar formaat en die de een aantal andere invoer-bestanden aanpast. Daarna wordt het model zelf gedraaid en vervolgens de HBV-postprocessor die de resultaten van het HBV-model weer omzet naar XML-formaat, waarna het geïmporteerd wordt in de FEWS database. Bij het omzetten van de resultaten in en XML-formaat wordt gebruik gemaakt van het bestand ‘FEWRES.key’, waarin de koppeling van HBV-uitvoer met FEWS locaties wordt gelegd.

Invoer:

- Een geïnterpoleerde volledige reeks bestaande uit deels historische waarden en deels voorspelde waarden per uur voor elk HBV-stroomgebied.

Uitvoer:

- Reeksen met voorspelde afvoeren voor de uitstroompunten van de HBV-stroomgebieden.

HBV_Maas_AR_HIRLAM

Met deze taak van de ErrorModule wordt de uitvoer van het HBV model zoals net berekend over de update periode vergeleken met de beschikbare metingen. Een statistisch AR model wordt opgesteld van deze verschillen en de HBV uitkomsten over de voorspelperiode worden aangepast met de door het AR model voorspelde verschillen.

Invoer:

- Voor de HBV stroomgebieden waar er een afvoer meetreeks beschikbaar is een uurreeks met de door HBV berekende afvoeren over de update en voorspel periodes;
- Voor de overeenkomende meetlocaties de uur reeks van gemeten afvoeren.

Uitvoer:

- Voor de HBV stroomgebieden waar er een afvoer meetreeks beschikbaar is een uurreeks met de gecorrigeerde HBV afvoeren over de update en voorspel periodes.

SBK_Maas_BurnIn_Forecast

In het uitzonderlijke geval dat er geen update run voorafgaand aan de voorspelling wordt gedraaid, zal er eveneens met een koude start worden gerekend, met een historische periode van 10 dagen. Om onverwachte instabiliteit te vermijden wordt wederom een standaard opstart profiel aangemaakt.

Invoer:

- Geen.

Uitvoer:

- Standaardprofiel voor Chooz en de grotere zijrivieren.

SBK_Maas_Merge_HIRLAM

Deze taak van de transformatie module zorgt ervoor dat alle mogelijk in de run te gebruiken invoerdata tot één reeks worden samengevoegd, alvorens deze in SOBEK worden gebruikt. Voor elke locatie waar een afvoerreeks voor SOBEK wordt aangemaakt, worden de volgende bron reeksen in volgorde van aflopende prioriteit beschouwd:

1. Het in de vorige stap gemaakte standaardprofiel;
2. De gecorrigeerde door HBV berekende afvoeren (voor zowel de update als de voorspel periode), indien voor die locatie beschikbaar. Indien voor die locatie de HBV afvoer niet gecorrigeerd wordt, wordt de door HBV berekende afvoer beschouwd;
3. De voor de locatie gemeten afvoerreeks (indien beschikbaar).

Alle tijdseries worden over een tijdbestek van -8 dagen tot het eind van de voorspelling genomen (+4 dagen t.o.v. T_0 beschouwt). Het meenemen van de standaardprofielen in deze hiërarchie zorgt ervoor dat deze standaardreeks aan het begin van de tijdserie altijd beschikbaar is indien een koude start gemaakt moet worden.

Nadat de reeksen zijn samengevoegd, wordt gecontroleerd of er geen waarden zijn kleiner dan de voor elke locatie gedefinieerde minimumafvoer. Indien dit het wel het geval is dan worden die waarden vervangen door de minimum afvoer. Dit minimum is niet het minimum zoals gebruikt in de validatieregels. Deze wordt gebruikt om de stabiliteit van het SOBEK model te waarborgen.

De laatste stap in deze module is het berekenen van de afvoer van afvoer voor de SOBEK randvoorwaarden HBV07_1_50, HBV07_2_50, HBV14_1_50 en HBV14_2_50. Deze worden bepaald als 50% van de door HBV berekende afvoer van deelstroomgebied HBV07 of HBV14. Als laatste wordt de afvoer berekend voor het deelstroomgebied Mehaigne bij HBV14_1_50 opgeteld.

Invoer:

- Voor de HBV stroomgebieden waar er een afvoer meetreeks beschikbaar is een uurreeks met de gecorrigeerde HBV afvoeren;
- Voor de HBV stroomgebieden waar er geen afvoer meetreeks beschikbaar is de door HBV berekende afvoeren;
- Waar beschikbaar de standaardprofielen voor de koude start;
- Waar beschikbaar uur reeksen met de gemeten afvoer.

Uitvoer:

- Voor alle SOBEK randvoorwaarden uurreeksen met samengevoegde debieten.

SBK_Maas_Interpolate_HIRLAM

Deze taak van de interpolatie module zorgt ervoor dat er geen ontbrekende waarden zijn in de reeksen die aan SOBEK doorgegeven zullen worden. De interpolatie wordt uitgevoerd in een aantal stappen; eerst wordt een lineaire interpolatie uitgevoerd om in het standaardprofiel van de beginwaarde naar de “echte”afvoer geleidelijk over te gaan. Vervolgens worden nog resterende gaten lineair geïnterpoleerd dan wel geëxtrapoleerd. Indien er helemaal geen gegevens beschikbaar zijn, wordt een default waarde ingevuld die voor elke locatie overeenkomt met het minimum debiet.

Invoer:

- Voor alle SOBEK randvoorwaarden uurreeksen met samengevoegde debieten.

Uitvoer:

- Voor alle SOBEK randvoorwaarden uurreeksen met samengevoegde debieten, zonder ontbrekende waarde.

SBK_Maas_HIRLAM

Deze taak van de *General Adapter* zorgt ervoor dat het SOBEK-model gedraaid wordt met de gecombineerde historische en voorspelde afvoerreeks als invoer. Als eerste wordt de meest geschikte initiële conditie gezocht. Voor het SOBEK-model zoekt het systeem een te gebruiken toestand die tussen 0 en 10 dagen oud is.

Normaliter zal dit de toestand van de voor de voorspelling gemaakte update run zijn. De invoerreeksen voor het SOBEK-model worden geëxporteerd naar een bestand in XML-formaat.

Vervolgens wordt de SOBEK-preprocessor aangeroepen, die het uitgevoerde XML -bestand leest en in de SOBEK Database (NEFIS) schrijft op de juiste locatie. De locatienamen in het geëxporteerde XML bestand komen overeen met de in het SOBEK model gehanteerde naamgeving voor de bovenstroomse- en laterale randvoorwaarden. Een parameter “Q” geeft aan dat een rand een debietrand is, een “L” geeft aan dat het een lateraal debiet betreft en een “S” geeft aan dat het een Sample is voor in het Kalman filter (niet van toepassing voor de Maas). Daarna wordt het SOBEK model zelf gedraaid en vervolgens de SOBEK-postprocessor die de resultaten van het SOBEK-model weer omzet naar XML-formaat, waarna ze vervolgens geïmporteerd wordt in de FEWS database.

Invoer:

- Een geïnterpoleerde volledige historische en voorspelde afvoerreeks voor de boven- en laterale randvoorwaarden van het SOBEK model.

Uitvoer:

- Voor elk SOBEK uitvoerlocatie de door SOBEK berekende debieten en waterstanden.

4.3 Maas_Forecast_DWD-GME

In deze paragraaf worden alleen de veranderingen ten opzichte van de workflow Maas_Forecast_HIRLAM beschreven.

SpatialInterpolation DWD-GME

Deze taak van de interpolatiemodule module zorgt ervoor dat er op basis van de voorspelde ruimtelijke verdeling van neerslag en temperatuur tijdreeksen aangemaakt worden voor de centropunten van de HBV stroomgebieden. Aangezien de DWD-GME voorspellingen een relatief lage resolutie hebben, wordt vanuit de naastliggende cellen met bi-lineaire interpolatie geïnterpoleerd.

Invoer:

- DWD-GME Grids met voorspelde neerslag en temperatuur voor 3 uur waarden.

Uitvoer:

- Voor elk HBV-stroomgebied per 3 uur de voorspelde neerslag en temperatuur gekoppeld aan de centrumpunten.

DisaggregateSeriesDWD-GME

De data van DWD_GME moet gedisaggregeerd worden van 3-uurs waarden naar 1-uurs waarden. Omdat de 3-uurreeks van neerslag nog cumulatieve waarden bevat wordt gebruik gemaakt van een disaggregatie methode waarbij cumulatieve waarden omgezet worden naar instantane waarden. De 3-uurreeks van temperatuur wordt gedisaggregeerd door een constante waarde in te vullen voor de 3-uursperiode.

Invoer:

- Voor elk HBV-stroomgebied per 3 uur de voorspelde neerslag en temperatuur gekoppeld aan de centrumpunten.

Uitvoer:

- Voor elk HBV-stroomgebied per uur de voorspelde neerslag en temperatuur gekoppeld aan de centrumpunten.

4.4 Maas_Forecast_DWD-LM

De workflow voor DWD-LM is identiek aan die van de HIRLAM voorspelling.

4.5 Maas_Forecast_ECMWF-DET

In deze paragraaf worden alleen de veranderingen ten opzichte van de workflow Maas_Forecast_HIRLAM beschreven. De stappen die afwijken zijn dezelfde als voor de DWD-GME voorspelling.

4.6 Maas_Forecast_ECMWF-EPS

In deze paragraaf worden alleen de veranderingen ten opzichte van de workflow Maas_Forecast_HIRLAM beschreven. De stappen die afwijken zijn dezelfde als voor de DWD-GME voorspelling. Let wel dat in het geval van de Ensemble voorspelling elke bewerkingslag voor de elk lid van de ensemble wordt uitgevoerd.

BIJLAGEN

A Locaties

Lijst met in het FEWS Maas gebruikte locaties, zoals geconfigureerd in 'Locations 1.00 default'.

Locatie ID	Locatie naam	Type	x	y	Hoogte
M-06490	Spa (KNMI)	rain gauge	5.92	50.48	482
M-06380	Maastricht	rain gauge	5.78	50.92	116
M-06590	Luxemburg	rain gauge	6.22	49.62	379
M-07015	Lille	rain gauge	3.10	50.57	52
M-07090	Metz	rain gauge	6.13	49.08	191
M-07070	Reims	rain gauge	4.04	49.30	99
M-07169	St. Dizier	rain gauge	4.90	48.63	140
M-07061	St. Quentin	rain gauge	3.20	49.82	101
M-07179	Toul	rain gauge	5.48	48.78	298
M-10501	Aachen	rain gauge	6.10	50.78	205
M-10609	Trier	rain gauge	6.67	49.75	273
M-06458	Beauvechain	rain gauge	4.77	50.75	127
M-06478	Bierset	rain gauge	5.45	50.65	178
M-06451	Brussel	rain gauge	4.53	50.90	58
M-06449	Charleroi	rain gauge	4.45	50.47	192
M-06496	Elsenborn	rain gauge	6.18	50.47	570
M-06456	Florennes	rain gauge	4.65	50.23	299
M-06481	Genk	rain gauge	5.50	50.93	63
M-06463	Goetsenhoven	rain gauge	4.95	50.78	81
M-06473	Sinsin	rain gauge	5.25	50.27	244
M-06476	St. Hubert	rain gauge	5.40	50.03	557
M-06470	St. Truiden	rain gauge	5.20	50.80	75
M-06447	Ukkel	rain gauge	4.35	50.80	104
M-06480	Virton	rain gauge	5.48	49.60	252
H-MS-00001	Daverdisse	rain gauge	5.12	50.03	240
H-MS-00002	Eghezee	rain gauge	4.91	50.60	145
H-MS-00003	Marche-en-Famenne	rain gauge	5.37	50.25	200
H-MS-00004	Ortho	rain gauge	5.63	50.12	320
H-MS-00005	Robertville	rain gauge	6.12	50.45	535
H-MS-00006	Solre-sur-Sambre	rain gauge	4.15	50.31	130
H-MS-00007	Balmoral (Spa; Met Sathy)	rain gauge	5.87	50.49	260
H-MS-00008	Amay	fluvial gauge	5.31	50.53	0
H-MS-00009	Angleur	fluvial gauge	5.61	50.61	0
H-MS-00010	Chaufontaine	fluvial gauge	5.66	50.59	0
H-MS-00011	Chooz	fluvial gauge	4.81	50.09	0
H-MS-00012	Floriffoux	fluvial gauge	4.77	50.45	0
H-MS-00013	Gendron	fluvial gauge	4.97	50.21	0
H-MS-00014	Haccourt	fluvial gauge	5.68	50.74	0
H-MS-00015	Lanaye	fluvial gauge	5.69	50.78	0
H-MS-00016	Lixhe	fluvial gauge	5.68	50.76	0
H-MS-00017	Martinrive	fluvial gauge	5.64	50.48	0
H-MS-00018	Membre pont	fluvial gauge	4.91	49.87	0

Locatie ID	Locatie naam	Type	x	y	Hoogte
H-MS-00019	Salzannes	fluvial gauge	4.85	50.47	0
H-MS-00020	Tabreux	fluvial gauge	5.54	50.44	0
H-MS-00021	Treignes	fluvial gauge	4.69	50.09	0
H-MS-00022	Vise	fluvial gauge	5.69	50.74	0
H-MS-EIJS	Eijsden	fluvial gauge	5.69	50.78	0
H-MS-BORD	Borgharen Dorp	fluvial gauge	5.70	50.83	0
HBV.cent.14	Maas Namur-Monsi	centre subbasin	5.47	50.61	0
HBV.cent.15	Jeker	centre subbasin	5.38	50.70	0
HBV.cent.12	Vesdre	centre subbasin	5.91	50.54	0
HBV.cent.13	Mehaigne	centre subbasin	5.0	50.57	0
HBV.cent.9	Sambre	centre subbasin	4.24	50.29	0
HBV.cent.11	Ambleve	centre subbasin	5.97	50.36	0
HBV.cent.7	Maas Chooz-Namur	centre subbasin	4.86	50.19	0
HBV.cent.10	Ourthe	centre subbasin	5.59	50.17	0
HBV.cent.8	Lesse	centre subbasin	5.18	50.07	0
HBV.cent.6	Viroin	centre subbasin	4.47	50.05	0
HBV.cent.4	Bar etc	centre subbasin	4.77	49.75	0
HBV.cent.5	Semois	centre subbasin	5.36	49.77	0
HBV.cent.2	Chiers	centre subbasin	5.47	49.49	0
HBV.cent.3	Lorraine Nord	centre subbasin	5.33	49.18	0
HBV.cent.1	Lorraine Sud	centre subbasin	5.71	48.41	0
ECMWF	ECMWF	Grid ECMWF	4	50	0
KNMI-HIRLAM	KNMI HIRLAM	HIRLAM KNMI	5	52	0

B Parameters

Lijst met in het FEWS Maas gebruikte parameters, zoals geconfigureerd in 'Parameters 1.00 default'.

ParameterID	ParameterName	Unit	Measurement Type	Period	Description
H-0C.ifx	0°C Altitude (H-0C.ix)	m	Instantaneous	Forecast	Zero degree line generated from E-zones Temperature
H-0C.im	0°C Altitude (H-0C.im)	m	Instantaneous	Update	Zero degree line generated from E-zones Temperature
H.fh	Water level (H.fh)	m	Instantaneous	Forecast	Water Level (from HBV or Q-H relation)
H.flh	Water level upper lake	m	Instantaneous	Forecast	Water level Upper Lake from HBV (wcompul)
H.m	Water level (H.m)	m	Instantaneous	Update	Measured Water Level
H.uh	Water level (H.uh)	m	Instantaneous	Update	Water Level (from HBV or Q-H relation)
H.ulh	Water level upper lake	m	Instantaneous	Update	Water level Upper Lake from HBV (wcompul)
P.ffx	Precipitation (P.ffx)	mm	Instantaneous	Forecast	Forecasted Precipitation from last forecast
P.fg	Precipitation (P.fg)	mm	Accumalative	Forecast	Forecasted Precipitation from Grid
P.fh	Precipitation HBV	mm	Accumalative	Forecast	Precipitation used by HBV (cprec)
P.fx	Precipitation (P.fx)	mm	Accumalative	Forecast	Forecasted Precipitation at Support Stations
P.ifx	Precipitation (P.ifx)	mm	Accumalative	Forecast	Interpolated Forecasted Precipitation
P.im	Precipitation (P.im)	mm	Accumalative	Update	Interpolated Measured Precipitation
P.m	Precipitation (P.m)	mm	Accumalative	Update	Measured Precipitation at Meteo Station
P.ufx	Precipitation (P.ufx)	mm	Accumalative	Update	Forecasted Precipitation from last forecast
P.uh	Precipitation HBV	mm	Accumalative	Update	Precipitation used by HBV (cprec)
Q.ffh	Discharge (Q.ffh)	m3/s	Instantaneous	Forecast	Forecasted Discharge from last forecast
Q.fh	Discharge (Q.fh)	m3/s	Instantaneous	Forecast	Discharge from HBV (qcout)
Q.fhc	Discharge qcinfl	m3/s	Instantaneous	Forecast	Computed Reservoir Inflow from HBV (qcinfl)
Q.fhr	Discharge qrinfl	m3/s	Instantaneous	Forecast	Observed Reservoir Inflow from HBV (qrinfl)
Q.flh	Interlake Discharge	m3/s	Instantaneous	Forecast	Interlake Discharge from HBV (qcthrsh)
Q.m	Discharge (Q.m)	m3/s	Instantaneous	Update	Measured Discharge
Q.ufh	Discharge (Q.ufh)	m3/s	Instantaneous	Update	Forecasted Discharge from last forecast
Q.uh	Discharge (Q.uh)	m3/s	Instantaneous	Update	Discharge from HBV (qcout)
Q.uhc	Discharge qcinfl	m3/s	Instantaneous	Update	Computed Reservoir Inflow from HBV (qcinfl)

ParameterID	ParameterName	Unit	Measurement Type	Period	Description
Q.uhr	Discharge qrinfl	m ³ /s	Instantaneous	Update	Observed Reservoir Inflow from HBV (qrinfl)
Q.ulh	Interlake Discharge	m ³ /s	Instantaneous	Update	Interlake Discharge from HBV (qcthrsh)
RC.fh	Runoff coefficient	-	Instantaneous	Forecast	Runoff coefficient from HBV (rc)
RC.uh	Runoff coefficient	-	Instantaneous	Update	Runoff coefficient from HBV (rc)
S.fh	Snow Total water content	mm	Accumalative	Forecast	Snow Total water content from HBV (snow)
S.uh	Snow Total water content	mm	Accumalative	Update	Snow Total water content from HBV (snow)
SC.fh	Snow cover area	%	Instantaneous	Forecast	% Snow Cover of basin from HBV (snowcov)
SC.uh	Snow cover area	%	Instantaneous	Update	% Snow Cover of basin from HBV (snowcov)
T.fg	Temperature (T.fg)	°C	Instantaneous	Forecast	Forecasted Temperature from Grid
T.fx	Temperature (T.fx)	°C	Instantaneous	Forecast	Forecasted Temperature at Support Station
T.ifx	Temperature (T.ifx)	°C	Instantaneous	Update	Interpolated Forecasted Temperature
T.im	Temperature (T.im)	°C	Instantaneous	Update	Interpolated Measured Temperature
T.m	Temperature (T.m)	°C	Instantaneous	Update	Measured Temperature at Meteo Station
VP.fg	Vapour pressure (VP.fg)	kPa	Instantaneous	Forecast	Forecasted Vapour Pressure from Grid
VP.fx	Vapour pressure (VP.fx)	kPa	Instantaneous	Forecast	Forecasted Vapour Pressure at Support Station
VP.ifx	Vapour pressure (VP.ifx)	kPa	Instantaneous	Forecast	Interpolated Forecasted Vapour Pressure
VP.im	Vapour pressure (VP.im)	kPa	Instantaneous	Update	Interpolated Measured Vapour Pressure
VP.m	Vapour pressure (VP.m)	kPa	Instantaneous	Update	Measured Vapour Pressure at Meteo Station
WS.fg	Wind speed (WS.fgx)	m/s	Instantaneous	Forecast	Forecasted Wind Speed from Grid
WS.fx	Wind speed (WS.fx)	m/s	Instantaneous	Forecast	Forecasted Wind speed at Support Station
WS.ifx	Wind speed (WS.ifx)	m/s	Instantaneous	Forecast	Interpolated Forecasted Wind Speed
WS.im	Wind speed (WS.im)	m/s	Instantaneous	Update	Interpolated Measured Wind Speed
WS.m	Wind speed (WS.m)	m/s	Instantaneous	Update	Measured Wind Speed at Meteo Station