

HYPOS – HYDROLOGICKÝ PREDPOVEDNÝ POVODŇOVÝ SYSTÉM POVAPSYS

Danica Lešková, Katarína Matoková, Michaela Mikuličková, Peter Smrtník, Valéria Wendlová

Cieľom a integrátorom všetkých informácií vstupujúcich a vystupujúcich do a z projektu POVAPSYS je **HYdrologický Predpovedný pOvodňový Systém (HYPOS)**. Takto vytvorený systém bude poskytovať informácie o aktuálnej hydrometeorologickej situácii a o jej vývoji spolu s generovaním výstražných hlásení, resp. upozornení v prípade prekročenia vopred definovaných prahových hodnôt. Prevádzka takéhoto systému vyžaduje nastavenie na vysokú prevádzkyschopnosť v kritických situáciách s minimalizáciou pravdepodobnosti výpadku jeho kľúčových častí. HYPOS tvorí integrálnu, jadrovú súčasť v rámci projektu POVAPSYS, je komplexným softvérovým riešením založeným na modulárnom princípe, poskytujúcom údaje, spracované informácie vrátane alarmov a v reálnom čase. Plná funkčnosť systému je nevyhnutná, a preto pri návrhu systému bol kladený dôraz na spoľahlivosť, robustnosť, dostupnosť a bezpečnosť.

KLÚČOVÉ SLOVÁ: POVAPSYS, HYPOS, predpoveď, povodeň, alarm, systém

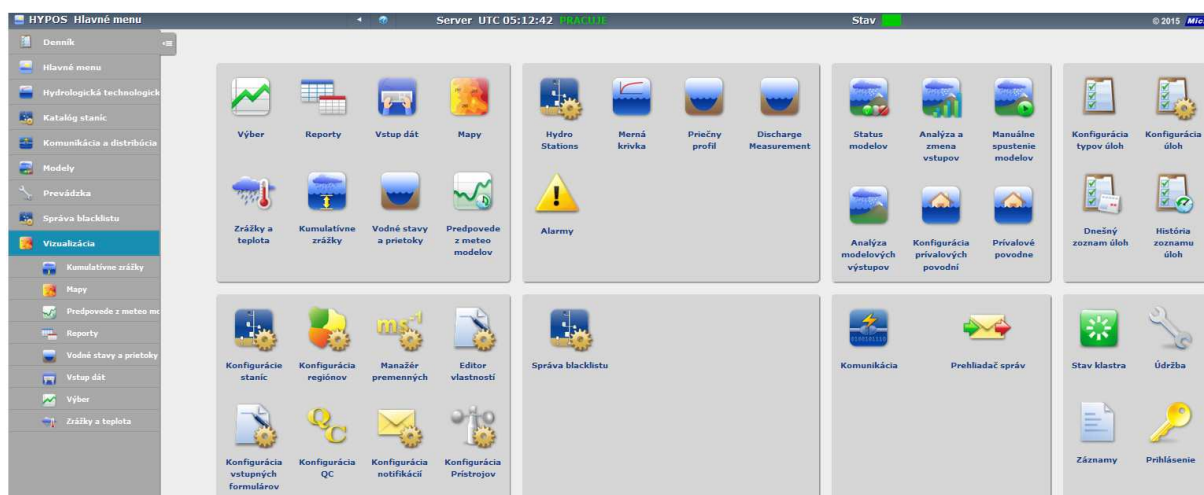
HYPOS - HYDROLOGICAL FLOOD FORECASTING SYSTEM POVAPSYS. Aim and integrator of all information entering and exiting to and from the project POVAPSYS is the Hydrological Flood Forecasting System (HYPOS). The system thus created provide information on current hydrometeorological situation and its evolution with the generation of alerts, or more precisely alerts in case of exceeding predefined thresholds. The operation of such a system requires setting the high operability in critical situations while minimizing the probability of failure of its key parts. HYPOS forms an integral part of the core of the project POVAPSYS, it is a comprehensive software solutions based on a modular principle, providing the data, processed information, including alarms in real time. Full functionality of the system is essential, therefore it was put the emphasis of the design on reliability, robustness, availability and security.

KEY WORDS: POVAPSYS, HYPOS, forecast, flood, alert

Úvod

Informačný systém HYPOS bol vytvorený na základe detailnej funkčnej špecifikácie SHMÚ so zameraním na potreby odboru Hydrologické predpovede a výstrahy. Obsahuje základné rozhranie, z ktorého je možné pristupovať k jednotlivým modulom systému. Moduly systému obsahujú rôzne nastavenia – systém si pamätá nastavenia pre každého používateľa a spustí modul v poslednom nastavenom stave konkrétneho používateľa. Moduly sú spúšťané buď zo základnej ponuky alebo prostredníctvom iných aplikácií. V oboch prípadoch zohľadňujú prístupové práva.

Konečný vzhľad hlavnej ponuky IS HYPOS, t. j. umiestnenie tlačidiel a zastúpenie funkcionality dostupnej z hlavného menu bol prispôsobený požiadavkám SHMÚ, ako je to zrejmé z nasledujúceho obrázka (Obr. 1).



Obr. 1. Hlavná obrazovka HYPOSU

Fig. 1. Dashboard of the HYPOS

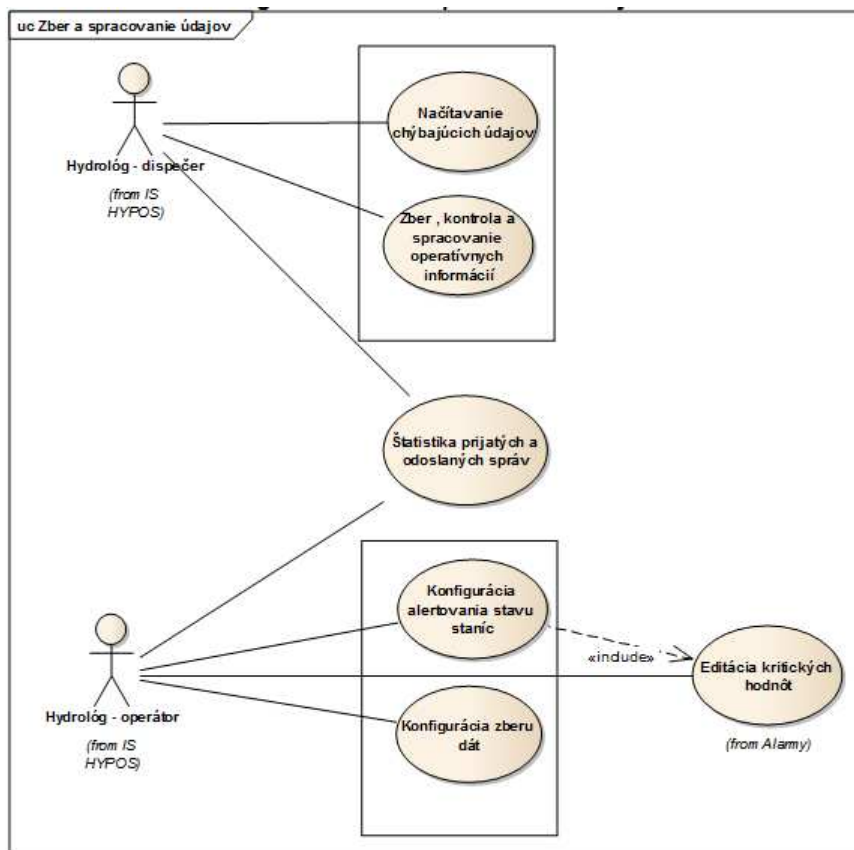
Štruktúra systému HYPOS je tvorená nasledovnými modulmi:

- Zber a spracovanie údajov
- Operatívna databanka

- Vizualizácia
- Alarmy
- Oprava vstupov
- Hydrologické modely
- Manažment spúšťania jednotlivých modulov
- Zmena vstupov
- Kontrola a analýza modelových výstupov
- Automatický updating
- Prívalové povodne
- Denník
- Distribúcia produktov
- Hydrologická technologická linka
- Meteorologická technologická linka

Tieto moduly sú navzájom poprepájané za účelom poskytovania komplexných informácií o aktuálnej hydrologickej a meteorologickej situácie a tendencii ich vývoja.

Zber a spracovanie údajov



Obr. 2. Schéma zberu a spracovania údajov
 Fig. 2. Scheme of data collecting and processing

Modul Zber a spracovanie dát zabezpečuje zber dát a ich spracovanie v reálnom resp. v takmer reálnom čase z rôznych zdrojov: - hydrologické, klimatologické, meteorologické a dištančné. V rámci zberu údajov je možné chýbajúce dáta načítavať automaticky alebo ručne. Systém monitoruje a na prehľadnej obrazovke zobrazuje stav meteorologických a hydrologických staníc na základe servisných údajov posielaných stanicami v prípade, že stavové informácie zo stanice sú dostupné. Súčasťou systému je aj archivácia a export dát pre ďalšie využitie.

Operatívna databanka

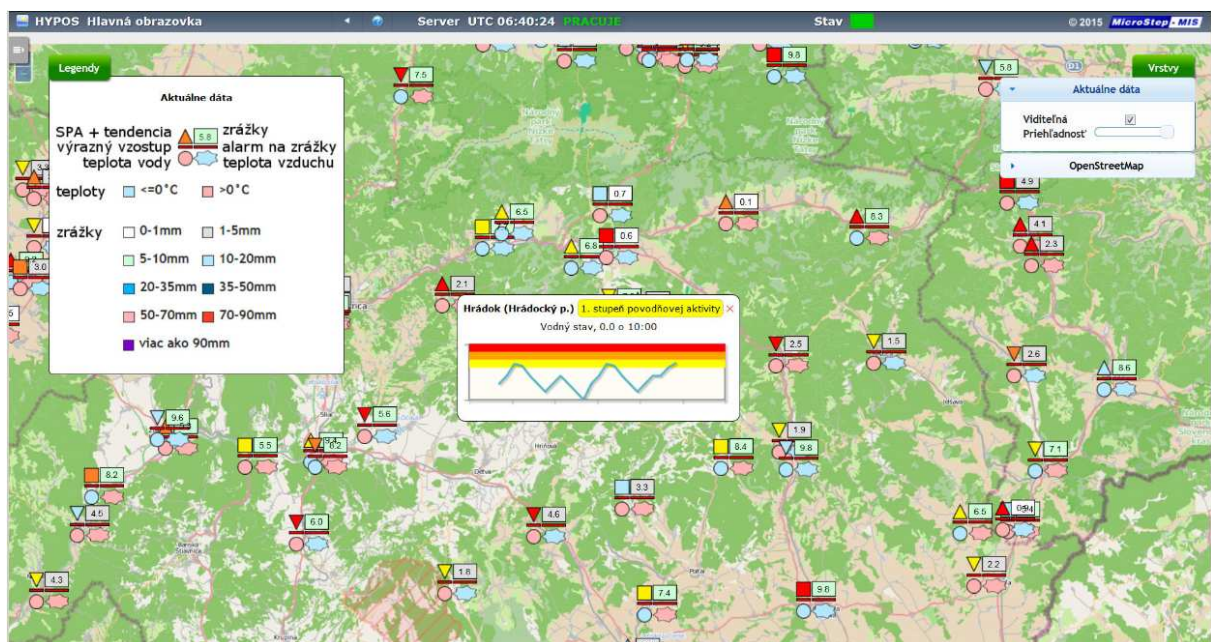
Operatívna databanka centralizuje nasledujúce údaje:

- metadáta vodomerných staníc v hydrologickej technologickej linke,
- hydrologické údaje z vodomerných staníc,

- hydrologické údaje zo zahraničných staníc,
 - hydrologické predpovedné údaje z modulu modelovanie,
 - hydrologické predpovedné údaje zo zahraničia,
 - meteorologické údaje zo slovenských aj zahraničných meteorologických a zrážkomerných staníc,
 - údaje z dištančných systémov,
 - výstupy z meteorologických modelov a predpovedných systémov – krátkodobé, strednodobé, nowcasting, deterministické predpovede, pravdepodobnostné predpovede
 - konfiguračné a geografické údaje,
 - metadáta meteorologických a zrážkomerných staníc,
 - metadáta premenných (údaje popisujúce merané veličiny, ich typ, rozsahy).
- Operatívna databanka komunikuje s modulmi systému HYPOS a ukladá ich operatívne údaje. Tie sú potom k dispozícii ďalším modulom a prostredníctvom štandardizovaných rozhraní aj externým aplikáciám.

Vizualizácia

Vstupné a výstupné dáta je v tomto systéme možné vizualizovať v tabuľkovej, grafickej a mapovej forme.



Obr. 3. Mapový výstup vstupných údajov
Fig. 3. A map output of input data

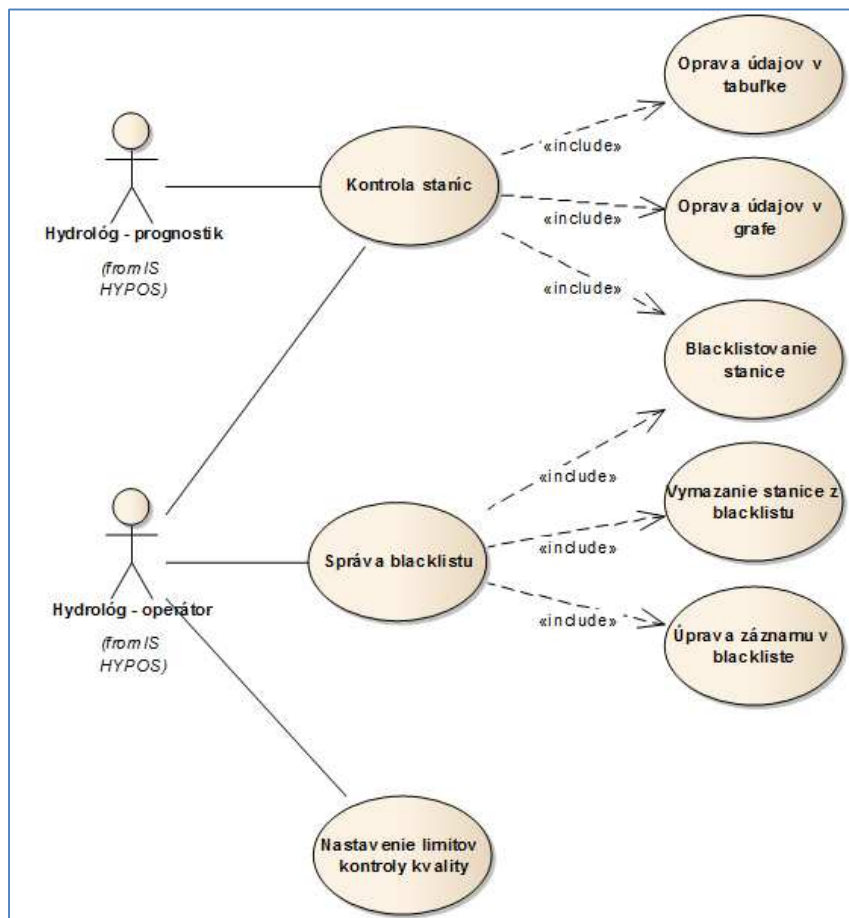
Alarmy

Systém poskytuje možnosť konfigurovať alarmy - zadefinovať typy alarmov, akcie pre jednotlivý typ alarmu a priradiť kontakty adresátov alarmu.

Druhy alarmov:

- hydrologický alarm na dosiahnutie SPA
- zrážkový alarm pri prekročení kritického úhrnu zrážok alebo intenzity zrážok
- alarm gradientu teplôt vzduchu
- alarm gradientu vzostupu vodnej hladiny
- alarmy z hydrologických predpovedných modelov na možnosť vzniku SPA
- radarové alarmy

Oprava vstupov



Obr. 4. Schematické zobrazenie opravy vstupných dát
Fig. 4. Scheme of the correction of input data

Hydrologické modely

Hydrologické predpovedné modely sú jednými z modulov Hydrologického predpovedného systému (HYPOS). Konečným cieľom bolo vytvoriť pre jednotlivé čiastkové povodia SR sústavy modelov tak, aby výsledkom boli hydrologické predpovede s dobou predstihu predpovedí najmenej na 48 hodín až 10 dní, prítokov do nádrží alebo objem vody v snehovej pokrývke pre cca 120 predpovedných profilov.

Vybrané predpovedné modely pre jednotlivé predpovedné profily budú po toku prepojené v závislosti od tvaru riečnej siete povodia, tzn. že výsledky predpovedného modelu pre horný profil budú vstupom do výpočtu pre profil nižšie po toku.

Sústava hydrologických modelov bude flexibilná tak, aby sa v prípade potreby (napr. zmena stanice) mohol jeden jej komponent nahradiť iným, prípadne aby bolo možné pridať inštanciu modelu, a zároveň nebude obmedzená len na jeden model.

Budú využité rôzne typy modelov jednak čo sa týka modelovaných javov (pohyb vody v riečnom koryte, zrážkovo-odtokové závislosti, odtok zo snehovej pokrývky), ako aj čo sa týka samotného riešenia.

Budú použité komerčné modely ako aj voľne dostupné modely a ich modifikácie a zároveň budú preprogramované/zaintegrované a v prípade potreby prekalibrované už používané jednoduchšie predpovedné metodiky uvedené v kapitolách 2.7.3.1 až 2.7.3.10 dokumentu Analýza riešenia.

Pre každý predpovedný profil bude možné nakonfigurovať viaceré modely alebo niekoľko variantov toho istého modelu s rôznymi vstupmi.

Do hydrologických modelov budú vstupovať bodové aj priestorové podkladové dáta, V závislosti od použitého výpočtu meteorologického modelu budú vstupom (aj výstupom) deterministické a ansámblové (pravdepodobnostné) predpovede. Zvolené modely budú adaptované pre miestne podmienky a kalibrované pre každé povodie.

Manažment spúšťania jednotlivých modulov

Manažment spúšťania modulov/modelov je aplikácia, prostredníctvom ktorej si môžeme k jednotlivým modulom/modelom nastaviť:

1. čas kedy sa daný modul/model spustí a ako často (v hodinovom kroku, raz denne, viackrát denne, len konkrétna hodina, týždenne, sezónne, atď.)
2. čas kedy sa daný model prepočíta na základe nových údajov (manuálne, automaticky)
3. čas kedy sa výsledky modelu zobrazia na webe (po každom spustení modelu, len 2x denne, len k 6:00 hod. atď.)
4. možnosť manuálneho zásahu do vstupov modelu

Zmena vstupov

Zmena vstupov umožní zistiť variabilitu predpovedaných prietokov a vodných stavov v závislosti od použitia rôznych úhrnov predpovedaných zrážok a teplôt, nakoľko najmä predpovedané zrážky predstavujú určitú variabilitu nepresnosti.

Kontrola a analýza modelových výstupov

Tento modul bude slúžiť k analýze modelových výstupov, podpore rozhodovania a k prípadnému viacnásobnému spusteniu modelov v prípade neuspokojivej predpovede.

Automatický updating

Pri používaní nakalibrovaného modelu v kontinuálnej prevádzke za účelom generovania predpovedí dochádza k odchýlkam simulovaného prietoku od reálne pozorovaného. Modely obsahujú nasledovné mechanizmy na riešenie tejto situácie:

- asimilácia dát resp. automatický updating – pred samotným výpočtom predpovede sa vykoná zmena hodnoty/hodnôt simulovaného prietoku tak, aby sa priblížila skutočne meranej hodnote
- autokalibrácia – úprava vnútorných parametrov modelu tak, že sa zabezpečí možná zhoda s meranými údajmi vo zvolenom predchádzajúcom období a s takto upravenými parametrami model vypočíta predpoveď

Prívalové povodne

Primárnym účelom systému je poskytovať službukonajúcemu hydroológovi produkty a informácie týkajúce sa prívalových povodní v reálnom čase využitím kombinácie dát zo zrážkomerov, dištančných systémov (radarov) a modelov (INCA za predpokladu existencie predpovednej verzie).

Navrhované riešenie je založené na metodike systému Flash Flood Guidance System (FFGS) vyvinutého v Hydrological Research Center, San Diego, CA USA a na základe dohody inštitúcií US Agency for International Development Office of Foreign Disaster Assistance (USAID/OFDA), World Meteorological Organization (WMO), National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), a Hydrologic Research Center (HRC) bol už implementovaný v podobe pilotných projektov vo vybraných oblastiach.

Systém je založený na pojmoch Flash Flood Guidance a Flash Flood Threat.

Flash Flood Guidance (FFG) je veličina charakterizujúca množstvo zrážok za predvolené časové obdobie (typicky 1 až 6 h, NWS používa až 24h) pre predvolené (mikro) povodie, ktoré je schopné spôsobiť povodňovú situáciu – vyliatie sa toku z brehov.

Flash Flood Threat je množstvo zrážok (spadnuté alebo predpovedané) za dané obdobie prekračujúce korešpondujúcu hodnotu Flash Flood Guidance. Flash Flood Threat v spojitosti so spadnutými alebo predpovedanými zrážkami indikuje oblasť, kde prebieha povodeň resp. kde sa dá povodeň očakávať.

Hodnota Flash Flood Guidance závisí od:

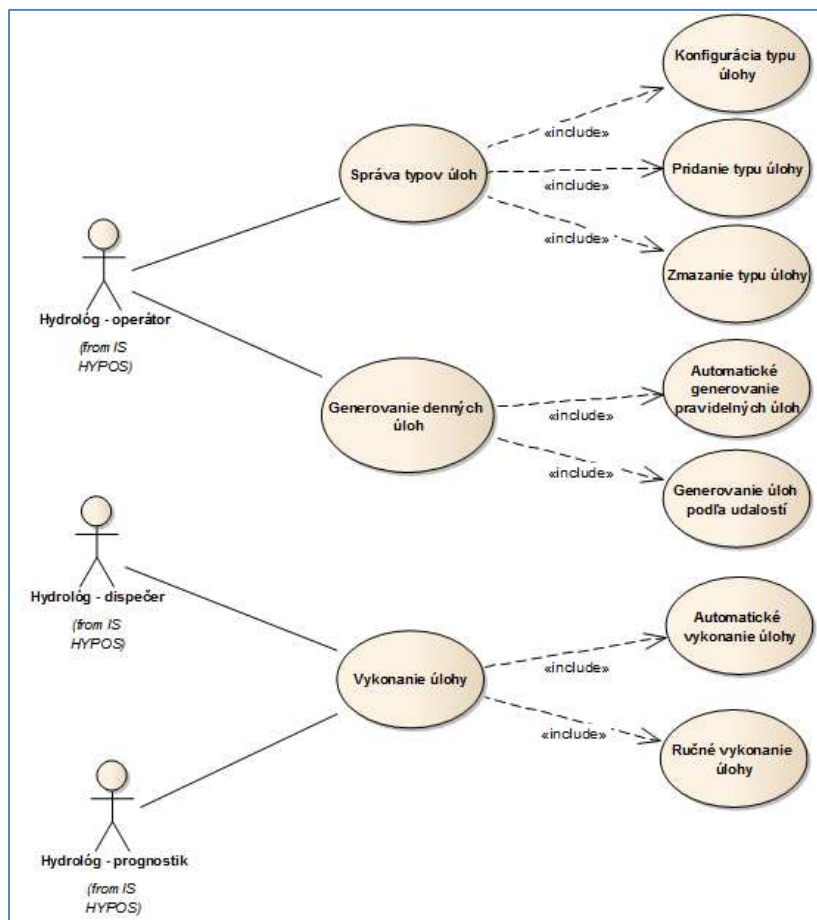
- geografických charakteristík mikropovodia (parametre reliéfu ako sklon svahu, využitie zeme, vlastnosti pôdno-horninového komplexu)
- predchádzajúcich zrážok
- pôdnej vlhkosti
- evapotranspirácie, infiltrácie, intercepcie
- charakteristík koryta daného toku v danom (mikro) povodí

Denník

Denník predstavuje zoznam všetkých úloh, ktoré má službukonajúci v daný deň vykonať. Tento zoznam sa automaticky generuje vždy na začiatku dňa (0:00 hod) a to podľa vopred zvolených nastavení. Užívateľ si môže zvoliť jedno stredisko, pre ktoré chce zoznam úloh zobraziť. V prípade, že bude potrebovať zoznam úloh z dvoch alebo viacerých stredísk, bude si môcť otvoriť nové okná, v ktorých si zvolí dané strediská.

Typy úloh v Denníku predstavujú zoznam parametrizovateľných úloh, ktoré hydroológ-operátor môže vybrať a zaradiť do denného plnenia. Obsahuje automaticky generované úlohy, ktoré do denníka zaraďuje systém podľa splnenia podmienok na zaradenie úlohy. Týmito podmienkami môže byť sezónnosť, pravidelnosť len v určité dni týždňa, či meteorologické/hydrologické podmienky, napr. len ak povodňová situácia.

Okrem automaticky generovaných úloh sa môžu v zozname vyskytnúť aj úlohy generované alarmami a inými súčasťami systému. Okrem toho si môže užívateľ do zoznamu úloh pridať aj vlastnú poznámku.



Obr. 5. Schéma Denníka

Fig. 5. Scheme of the Diary

Distribúcia produktov

V prostredí systémov SHMÚ na pracoviskách PPS vznikajú rôzne typy produktov, ktoré môžu byť distribuované ďalším externým subjektom (odberateľom).

Základné funkcie modulu Tvorba a distribúcia produktov sú:

- vytvoriť produkt, ak získané dáta z aplikácií nemajú finálnu podobu produktu,
- distribúcia produktov prostredníctvom publikačných webových služieb,
- užívateľské prostredie pre konfiguráciu distribúcie produktov.

Používateľ môže nastaviť, ktoré produkty v akej forme a kam pôjdu.

Na pomoc mu slúžia nasledovné filtre:

- čas : od, do
- status: neodoslané, odoslané

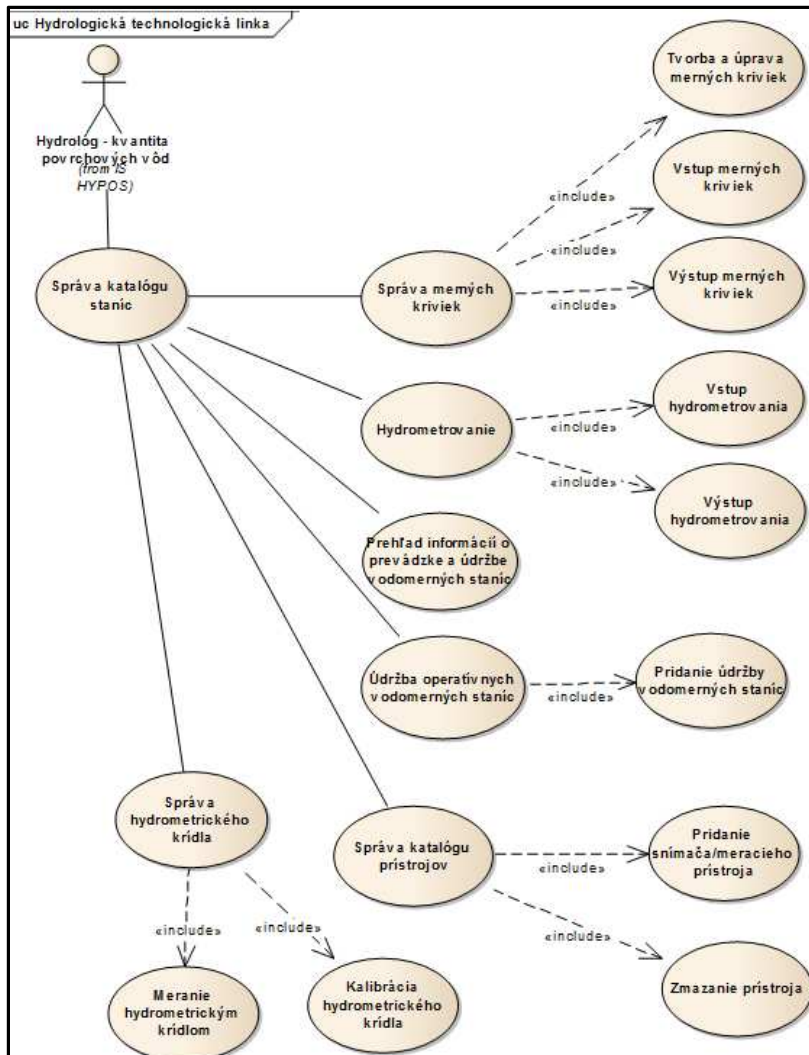
- typ: vyfiltruje všetky produkty daného typu
- - verzia: priebežná, konečná

Pre každý produkt používateľ nastaví množinu adresátov z tabuľky adresátov.

V prípade, že má produkt viacero foriem, tak pre každého adresáta daného produktu vie užívateľ nastaviť aj formu v akej sa mu má produkt odoslať.

Hydrologická technologickej linka

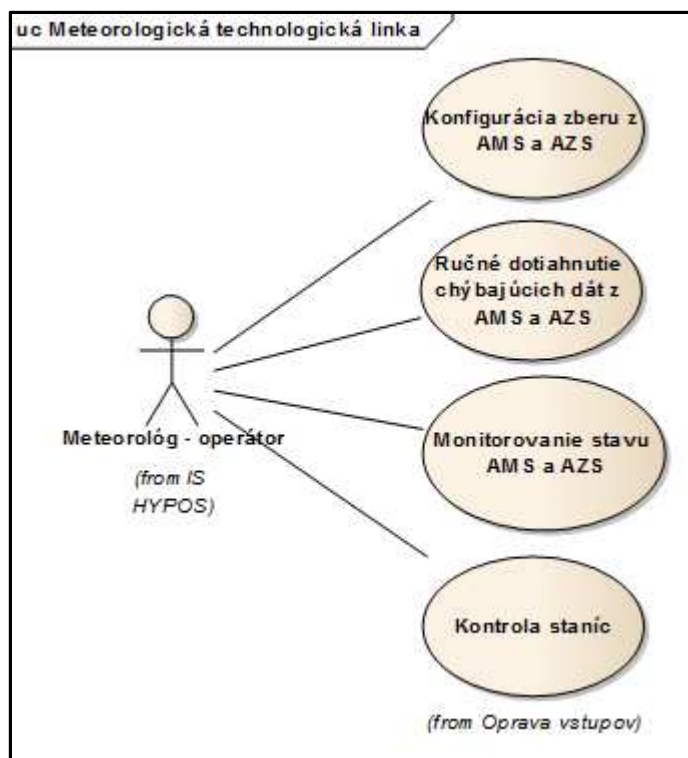
Účelom hydrologickej technologickej linky je vzájomné prepojenie všetkých činností súvisiacich so zberom a spracovaním hydrologických údajov za účelom skvalitnenia ich základného spracovania.



Obr. 6. Schéma hydrologickej technologickej linky
Fig. 6 Scheme of the Hydrological technologic line

Meteorologická technologickej linka

Účelom meteorologickej technologickej linky je taktiež vzájomné prepojenie všetkých činností súvisiacich so zberom a spracovaním meteorologických údajov za účelom skvalitnenia ich základného spracovania.



Obr. 7. Schéma meteorologickej technologickej linky
 Fig. 7. Scheme of the Meteorological technologic line

Záver

Cieľovým stavom HYPOSu a teda aj POVAPSYSu ako celku je dostupnosť a interoperabilita jednotlivých systémov monitoringu, varovania predpovedných služieb v režime online a intervencie, ako predpoklad na zabezpečenie štandardnej kvality intervenčných kapacít a služieb záchranných zložiek.

HYPOS - HYDROLOGICAL FLOOD FORECASTING SYSTEM POVAPSYS

Information system HYPOS was created on the basis detailed specification of SHMU aimed on the needs of Hydrological forecasting and warning department. It contains main interface with possibility of access to single modules of system. Single module includes different settings- system can remember settings for each user and launch module in last-time set status for that user. Modules are launched from the main menu or via other applications. In both cases it is adjusted according to access rights.

HYPOS system structure is made of following modules: data collecting and processing, operative database, visualisation, alarms, correction of input, hydrological models, module launching management, input changes, module output analysis and verification, automatic updating, modelling of flash floods, diary, product distribution, hydrological technologic line, meteorological technologic line. These modules are connected to each other in purpose of providing complex information about actual hydrological and meteorological situation and tendency of its growth. The main goal of HYPOST and so POVAPSYS as well is availability and interoperability of each monitoring system, forecasting service warnings in online mode and intervention, as an assumption for securing standard quality of intervention capacities and rescue services.

Informácie o autoroch:

Danica Lešková, Ing., PhD

Katarína Matoková, Ing

Michaela Mikuličková, Mgr.

Peter Smrtník, Mgr

Valéria Wendlová, Ing.

Adresa pracoviska: Slovenský hydrometeorologický ústav, Jeséniova 17, 833 15 Bratislava

Tel.: +421-2-59415412

Fax: +421-2-594152019

E-mail: danica.leskova@shmu.sk; katarina.matokova@shmu.sk; michaela.mikulickova@shmu.sk; peter.smrtnik@shmu.sk; valeria.wendlova@shmu.sk;