

SNEHOVÝ MODEL DUNAJ

Vlastimil Žáček, Danica Lešková

Jedny z najčastejších povodní sú povodne z topiaceho sa snehu a zrážok. Zrážkovo-odtokové modely prevažne riešia odtok z topiaceho sa snehu z modelovanej akumulácie. Snehový predpovedný model pre Dunaj sa opiera o informácie o území, ktoré je pokryté snehom (hypsografická krivka), resp. o výške snehovej čiary, nulovej izotermy, teda nadmorskej výške a zrážkach, či už spadnutých, alebo predpovedaných (pre väčší predstih predpovede). Základný princíp metódy spočíva v grafickom viacnásobnom regresnom vzťahu medzi priemerným úhrnom zrážok v rakúskom a nemeckom povodí Dunaja za posledných 24 hodín, aktuálnym rozdielom medzi výškou nulovej izotermy a výškou snehovej čiary v danom povodí a prírastkom vodného stavu H v stanici Devín za obdobie do nasledujúcich 24 až 36 hodín.

SNOW MODEL FOR DANUBE

Principle of the method is based on graphic regression relation between average rainfall in Austrian and German catchment area of Danube during last 24 hours, current difference between high of zero isotherm and high of down snow line in this catchment area and increase of water stage in water gauging station Bratislava – Devín during next 24 – 36 hours.

1 Základný princíp metódy

Základný princíp metódy určenia odtoku zo snehu na slovenskom úseku Dunaja a následného predpovedania vodných stavov spočíva v grafickom viacnásobnom regresnom vzťahu medzi priemerným úhrnom zrážok v rakúskom a nemeckom povodí Dunaja za posledných 24 hodín, rozdielom medzi výškou nulovej izotermy a výškou snehovej čiary v danom povodí a prírastkom vodného stavu delta H v stanici Devín za obdobie do nasledujúcich 24 až 36 hodín.

Informácie o zrážkových úhrnoch v synoptických staniaciach a ich priemery za jednotlivé povodia a taktiež informácie o výške nulovej izotermy a výške snehovej čiary sú k dispozícii v 6 – hodinových intervaloch.

Prírastok vodného stavu delta H v stanici Devín je potrebné predpokladať v časovej následnosti od začiatku a ukončenia zrážok, pričom nástup – pätu vlny a kulmináciu vlny je treba očakávať s časovým odstupom od začiatku a ukončenia zrážok podľa nasledujúcej tabuľky:

Tab.1 Čas nástupu vlny a reakcie na zrážky pre Devín

Typ zrážok	Nástup od začiatku zrážok v hod.	Doznievanie od ukončenia zrážok v hod.
Rovnomerné	24	24 – 30
Jadro v Nemecku	24 – 36	24 – 36
Jadro v Rakúsku	16 – 24	24

Snehový model pre Dunaj má priamu platnosť do 24 hodín trvania zrážok, resp. následne do 24 až 36 hodín stúpania hladiny v Devíne.

Pri pretrvávajúcich zrážkach presahujúcich časové obdobie 24 hodín sa ďalší parciálny prírastok vodného stavu v Devíne pripočíta k aktuálnemu vodnému stavu vo vodomernej stanici Devín. Parciálny prírastok vodného stavu H sa získa podľa uvedeného grafického regresného vzťahu, pričom za zrážkový úhrn sa dosadí parciálny úhrn, ktorý spadne v ďalšom 24 hodinovom intervale. Pri vodnom stave nad 600 cm v Devíne sa Dunaj nad Viedňou rozlieva do inundácie, vzostup v Devíne sa zmiernuje a použitie tohto vzťahu sa relativizuje. V tomto prípade možno použiť iný predpovedný model.

Ak začne hladina stúpať z poklesu, prírastok hladiny pripočítame k predpokladanej klesajúcej vetve hydrogramu, teda výtokovej čiary.

Pri predpovedi vodného stavu v Devíne na 6:00 hod. zajtra uvažujeme nasledujúce informácie:

- Priemerný úhrn zrážok z nemeckého a rakúskeho povodia Dunaja zo synoptických staníc z „dnešnej“ 6:00 hod. (príp. z „včerajších“ synopov o 18:00 hod. a o 24:00 hod.).
- Výšku snehovej čiary zo synopov zo „včerašnej“ 6:00 hod.

- Výšku nulovej izotermy zo „včerajších“ synopov z termínu výskytu dažďových zrážok a najväčšieho oteplenia. (do úvahy berieme predovšetkým rakúske povodie Dunaja).

Pri dvojdňovej predpovedi vodného stavu v Devíne na 6:00 hod na „pozajtra“ uvažujeme:

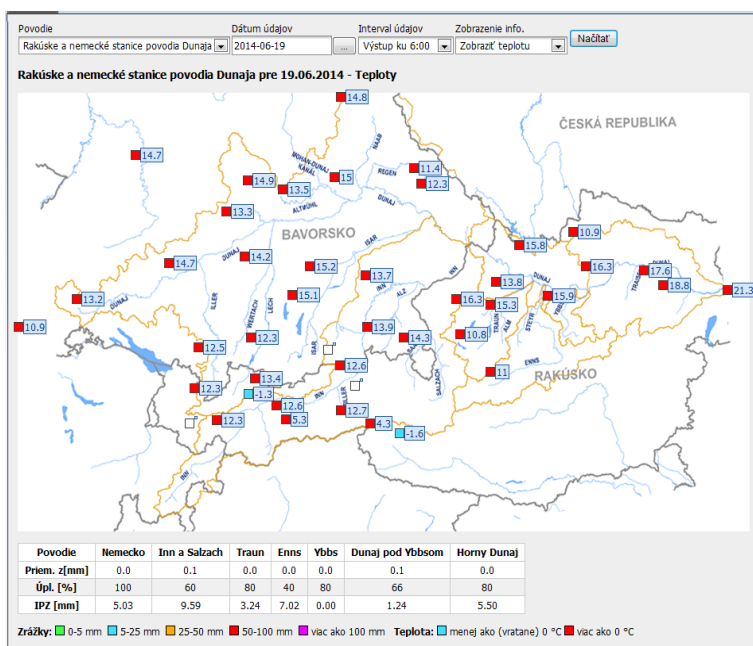
- Predpovedaný priemerný úhrn zrážok pre nemecké a rakúske povodie Dunaja od „dnešnej“ 6:00 hod. do „zajtrašnej“ 6:00 hod. (príp. od „dnešnej“ 6:00 hod. do „dnešnej“ 24:00 hod.).
- Výšku snehovej čiary zo synopov z „dnešnej“ 6:00 hod. (Všimame si najmä rakúske povodie Dunaja).
- Predpovedanú výšku nulovej izotermy na dnes pre termíny výskytu dažďových zrážok a najväčšieho oteplenia(do úvahy berieme rakúske povodie Dunaja).

2 Vstupné údaje do modelu

Vstupnými údajmi sú:

- Priemerný úhrn zrážok v rakúskom a nemeckom povodí Dunaja za posledných 24 hodín
- Výška nulovej izotermy v rakúskom a nemeckom povodí Dunaja.
- Výška snehovej čiary v rakúskom a nemeckom povodí Dunaja.
- Predpoveď zrážok a teplôt v rakúskom a nemeckom povodí Dunaja (ktorá slúži pre väčší predstih predpovede)

Základným vstupom sú informácie zo 43 synoptických staníc (synopy) z horného Dunaja, pričom 13 staníc je umiestnených nad 900 m n.m. a 9 staníc v nadmorskej výške medzi 700 až 900 m n. m. Z väčšiny staníc máme k dispozícii denné informácie o výške snehovej pokrývky. Podľa záznamov o snehu sa odhadom určí výška snehovej čiary.



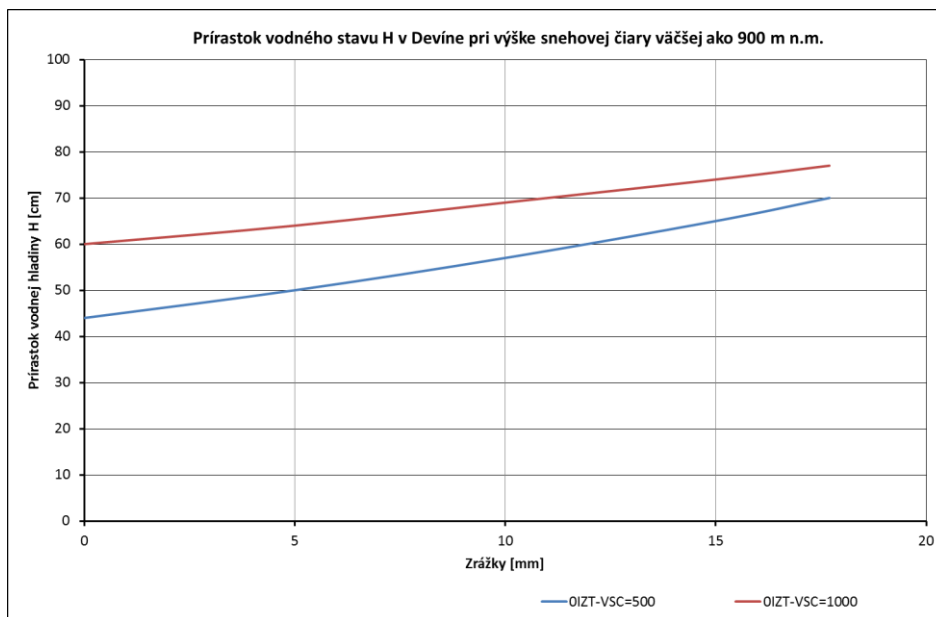
Obr.1 Prehľad synoptických staníc na hornom Dunaji.

Aj keď je, vzhľadom na plochu povodia, počet staníc na analýzu stavu snehovej pokrývky malý, dlhodobými pozorovaniami a ich analýzou možno prijať stanice za reprezentatívne na riešenie väčšiny hydroprognózných úloh týkajúcich sa slovenského úseku Dunaja.

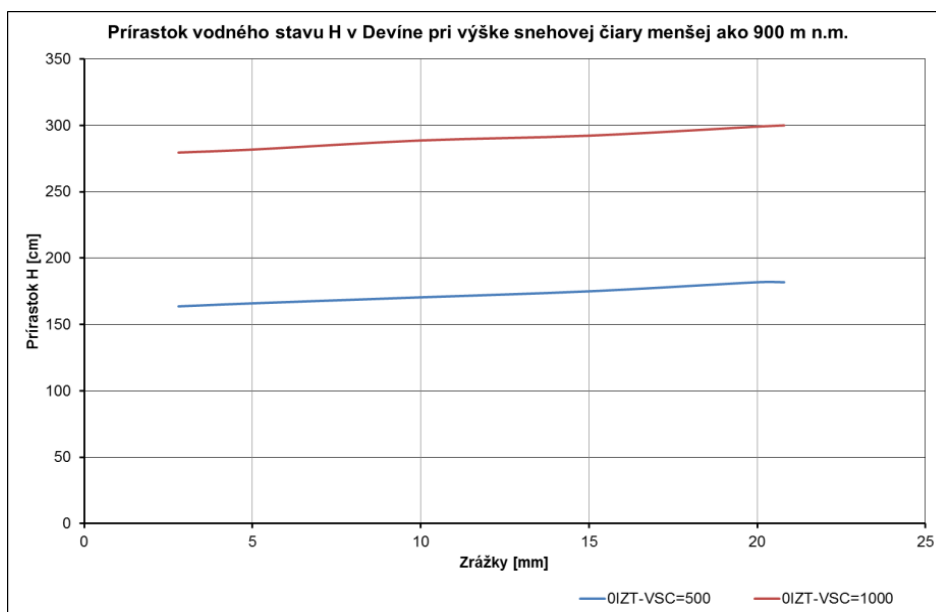
3 Postup výpočtu

Podľa bodu 1 a grafického viacnásobného regresného vzťahu (medzi priemerným úhrnom zrážok v rakúskom a nemeckom povodí Dunaja za posledných 24 hodín, rozdielom výšky nulovej izotermy a výšky snehovej čiary v tomto povodí a prírastkom vodného stavu v Devíne) sa určí prírastok vodného stavu v Devíne a výsledný vodný stav. Prírastok vodného stavu v Devíne sa pripočíta

k aktuálnemu vodnému stavu v stanici Devín, resp. pri predchádzajúcom poklese k predpokladanej klesajúcej vetve hydrogramu. Podľa tabuľky časovej následnosti uvedenej v bode 1 sa určí doba nástupu a doba kulminácie vlny. Ak trvanie zrážok prekročí interval 24 hodín, hydrológ použije opätovne ďalší postup podľa bodu 1.

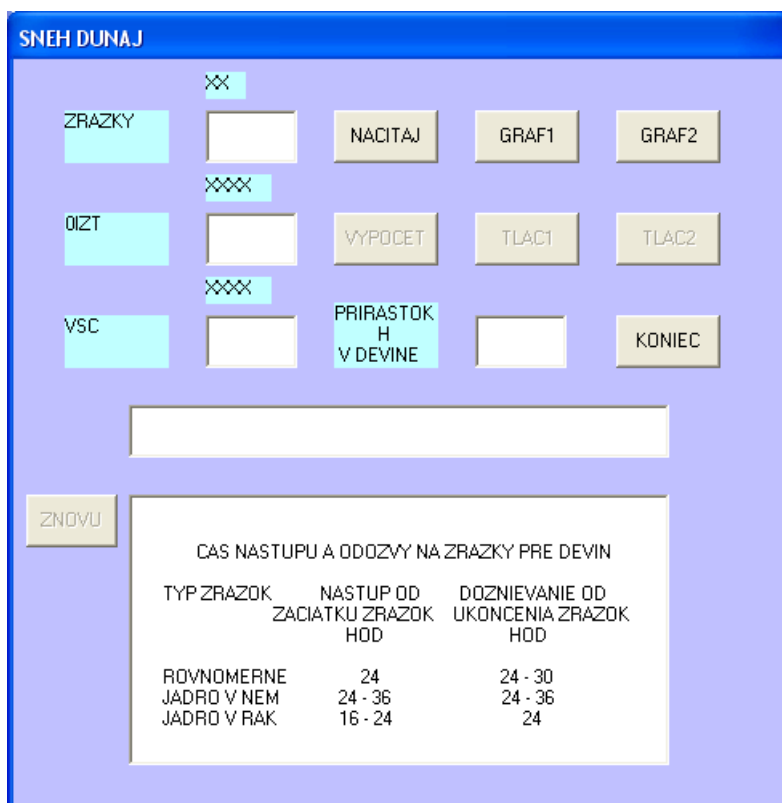


Graf1 Prírastok vodného stavu na Dunaji pri výške snehovej čiary nad 900 m n. m
 OIZT – nulová izoterma v m n. m.
 VSC – výška snehovej čiary



Graf2 Prírastok vodného stavu na Dunaji pri výške snehovej čiary pod 900 m n m

Prírastok vodného stavu v Devíne môže hydrológ odčítať z pripojených grafov, alebo cez program SNEHDUN1, v ktorom je táto metodika naprogramovaná. V programe si môžeme vyskúšať viacero scenárov, meniť množstvo zrážok a sledovať, ako prírastok vodného stavu stúpa. Podľa kulminácie a priebehu vlny v Devíne sa stanoví kulminácia a priebeh vlny v nasledujúcich staniach – v Bratislave, v Medvedove, v Komárne a v Štúrove.



Obr.1 SNEHDUN1

4 Výstupy

- Prírastok vodného stavu H v Devíne v nasledujúcich 24 až 36 hod. v závislosti od priemerného úhrnu spadnutých zrážok za posledných 24 hodín v rakúskom a nemeckom povodí Dunaja a rozdielu výšky nulovej izotermy a výšky snehovej čiary v uvedenom povodí.
- Časová následnosť päty a kulminácie vlny vzhľadom na začiatok a ukončenie zrážok.

5 Príklady overenia metódy

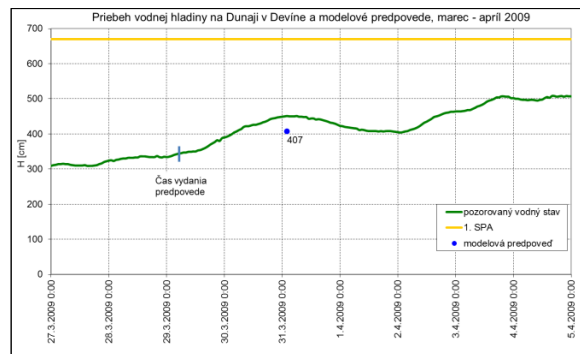
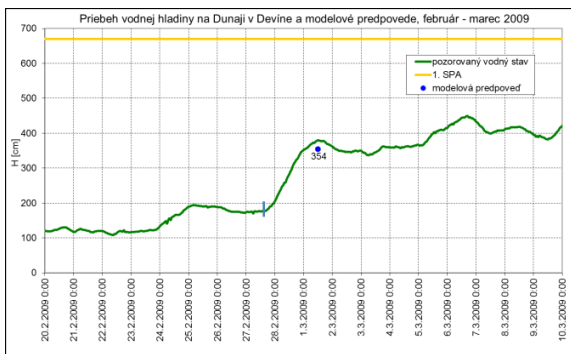
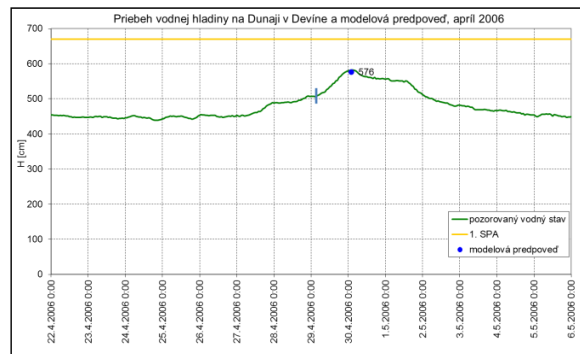
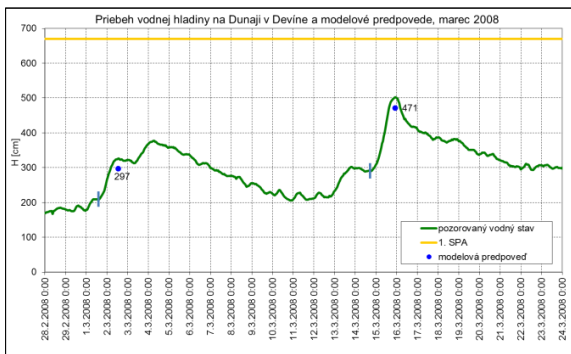
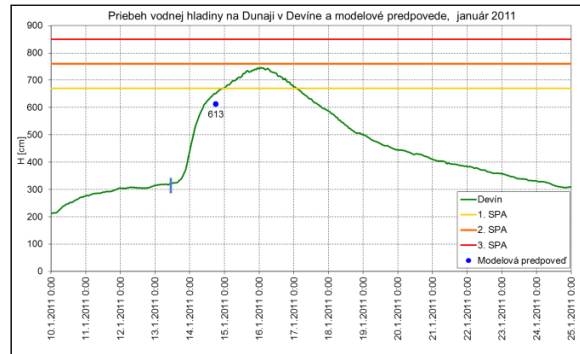
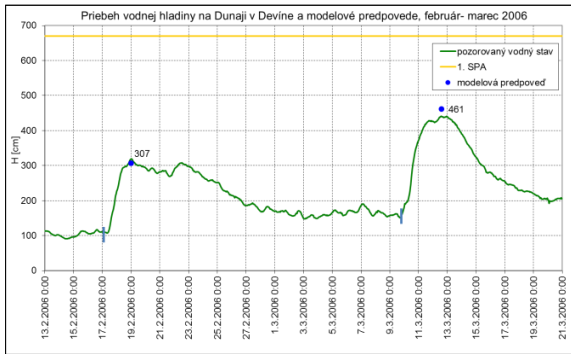
Ako každá predpovedná metóda, aj táto je citlivá na kvalitu vstupných informácií. Na niekoľkých prípadoch poukážeme jej použitie. Pri hodnotení predpovede sme sa opierali o dovolenú chybu podľa OTN ŽP 3105:05

Tab.2 Overenie predpovedného modelu Dunaj

dátum	spadnuté zrážky	pozorovaný prírastok H	modelovaný prírastok H	úspešnosť predpovede
veľa snehu a výrazné oteplenie				
11.3.06	21,3 mm	280 cm	300 cm	vyhovujúca
16.1.11	21,0 mm	338 cm	300 cm	vyhovujúca
veľa snehu a mierne oteplenie				
18.2.06	17,1 mm	190 cm	178 cm	vyhovujúca
15.3.08	21,1 cm	214 cm	183 cm	vyhovujúca
01.3.09	10,7 mm	200 cm	174 cm	vyhovujúca
málo snehu a výrazné oteplenie				
30.4.06	12,9 mm	78 cm	72 cm	vyhovujúca
02.3.08	11,9 mm	100 cm	71 cm	nevyhovujúca
31.3.09	16,5 mm	120 cm	76 cm	nevyhovujúca

Situácie, kedy bolo veľa snehu a nastalo výrazné oteplenie

11.3.06 pri zrážkach 21,3 mm nastal vzostup o prírastok vodného stavu o 280 cm, modelová predpoveď bola 300 cm, podľa hodnotenia predpovede je táto predpoveď vyhovujúca. V tabuľke Tab.2 sú ďalšie príklady dobrého použitia predpovedného snehového modelu. I keď v posledných dvoch prípadoch predpoveď nespĺňala požadovanú presnosť, predsa len naznačila možný scenár vývoja odtoku z topenia snehu. Predpoveď odtoku zo snehu keď je malá, respektíve nesúvislá snehová pokrývka, nepresná predpoveď môže vychádzať z nedostatočného množstva informácií.



6 Záver

Snehový predpovedný model pre Dunaj slúži pre praktické účely Predpovednej povodňovej služby na Odbore Hydrologické predpovede a výstrahy SHMÚ. Na základe informácií zo synoptických staníc o snehovej čiare, nulovej izoterme, spadnutých, resp. očakávaných dažďových zrážkach je možné predpovedať vzostup ako prírastok vodného stavu pre Devín. Relatívne jednoduchá metóda založená na meteorologických informáciách ukazuje proces topenia snehu pri spolupôsobení dažďa a jeho následný odtok. Predpovedná povodňová služba denne vydáva hydrologické predpovede vo vybraných staniciach v rámci preventívnych protipovodňových opatrení v zmysle zákona 7/2010 Z.z. o ochrane pred povodňami.

Ing. Vlastimil Žáček, Ing. Danica Lešková, PhD., Slovenský hydrometeorologický ústav
vlastimil.zacek@shmu.sk, danica.leskova@shmu.sk