

VÝVOJ MATEMATICKÝCH MODELŮ HYDROLOGICKÉ BILANCE, IDENTIFIKACE JEJICH PARAMETRŮ A OVĚŘOVÁNÍ EXPERIMENTÁLNÍM VÝZKUMEM

Předmětem řešení je rozvoj modelovacích technik, jejich kalibrace a také ověřování, jehož součástí je i dlouhodobé experimentální sledování a vyhodnocování vývoje prvků hydrologické bilance v pozorovací soustavě povrchových a podzemních vod.

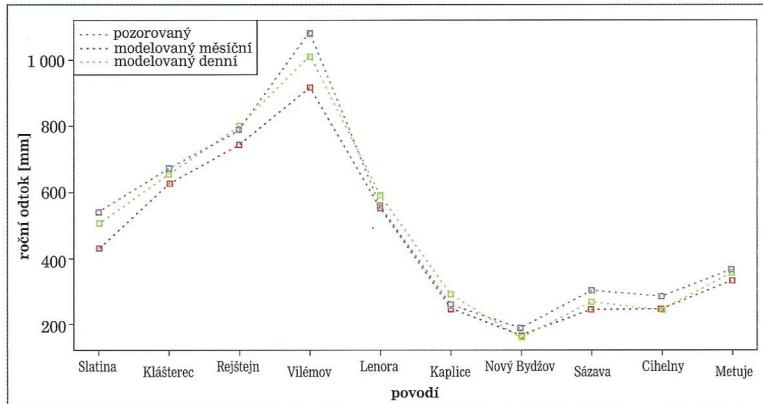
Model BILAN je celistvý model chronologické hydrologické bilance zkoumající vztahy podílející se na vodním režimu a je kontinuálně vyvíjen od devadesátých let. Model BILAN je běžně používaný pro simulaci hydrologické bilance v měsíčním a denním časovém kroku. Využívá se jak pro vyhodnocení současné bilance vycházející z pozorovaných dat, tak pro vyčíslení možného dopadu klimatické změny na hydrologický cyklus (při kterém se vychází z výsledků regionálních klimatických modelů) a následně na dostupnost povrchových zdrojů vody. Rozsah studií řešených pomocí modelu BILAN sahá od detailního posouzení několika profilů na vodních tocích až po komplexní vodohospodářské analýzy celých oblastí povodí. Výstupy z modelu jsou také využívány pro účely modelování proudění podzemní vody.

V posledních letech byly testovány také vývojové verze pracující v denním kroku. Základní struktura modelu a principy výpočtu jsou shodné v denní i měsíční verzi. Povodí je reprezentováno soustavou nádrží ve třech vertikálních úrovních, které jsou vzájemně propojeny toky řízenými algoritmy a parametry modelu. Obě varianty mají také společné odlišení tří režimů závisejících na teplotě (zimní, tání sněhu, letní). Nejvýznamnějším rozdílem je přístup k dělení odtoku a začle-

nění přímého odtoku. Zatímco měsíční verze uvažuje tři složky celkového odtoku (přímý povrchový, hypodermický a základní), v denní verzi je celkový odtok složen ze dvou částí odpovídajících výstupu z nádrže s rychlou (přímý odtok) a pomalou odezvou (základní odtok). Varianta s denním krokem obsahuje šest volných parametrů, což je ve srovnání s měsíční verzí o dva méně.

K testování a ověřování denní verze modelu sloužila odtoková a přepočtená klimatologická data (srážky, teplota vzduchu, vlhkost vzduchu) pro 10 povodí nacházejících se v Čechách, ve většině případů byl k dispozici záznam z let 1962–2006. Data byla poskytnuta ČHMÚ s výjimkou aktualizované řady (1981 až 2007) pro experimentální povodí horní Metuje (profil Metuje XII) a stanici Bučnice, které jsou spravované VÚV T.G.M., v.v.i. Pro stejná data byla modelována hydrologická bilance v podmírkách klimatické změny.

Model v denním kroku poskytoval uspokojivé výsledky při kalibraci parametrů a následné verifikaci, která proběhla vždy na závěrečném úseku pozorované řady o délce 5–10 let. Rozdíly mezi hodnotami optimalizačního kritéria pro kalibrovanou a validovanou část se pohybovaly ve stejných rozmezích jako rozdíly ve shodě mezi kalibrovanými a valido-



Obr. 1. Sledování průměrných ročních odtoků

vanými řadami modelovanými v měsíčním kroku. Optimalizační kritérium dosahovalo pro denní verzi zpravidla méně příznivých hodnot než pro měsíční verzi, a to z důvodu vyšší variability denních řad.

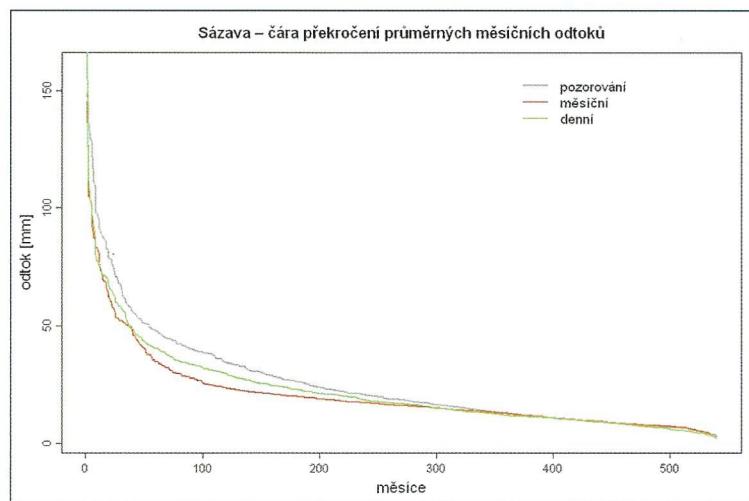
Za účelem srovnání výsledků z měsíční a denní verze byly vypočtené denní řady převedeny na měsíční. *Obrázek 1* ukazuje pro všechna vyhodnocená povodí srovnání průměrných ročních odtoků pozorovaných a modelovaných měsíční a denní verzí.

Model BILAN je určen k modelování především nízkých a středních průtoků, tento fakt je zřejmý ze srovnání čáry překročení modelovaných a pozorovaných hodnot (*obr. 2*). V oblasti vyšších průtoků se čáry překročení pro agregované denní modelované řady blíží

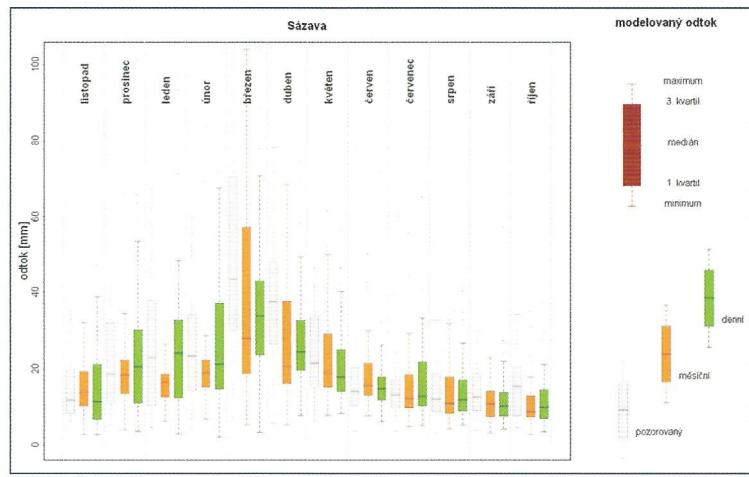
pozorovaným více než čáry pro měsíční modelované řady.

Variabilita průměrných měsíčních odtoků modelovaných denní verzí je vyšší než u měsíční, a celkově se tak více blíží variabilitě pozorovaných dat. Toto platí zejména pro zimní měsíce (*obr. 3*).

Ukázalo se, že denní verze modelu BILAN je použitelná pro rutinní výpočty a že její výsledky odpovídají výsledkům poskytovaným měsíční verzi. V dalsích letech proto bude nasazována při řešení podobných problémů, k jakým se používá měsíční verze, a umožní tak zpřesnit poznatky o chování povodí za současných i změněných klimatických podmínek.



Obr. 2. Čáry překročení průměrných odtoků



Obr. 3. Variabilita odtoků – pozorovaných a modelovaných

Kontakt:

Ing. Adam Vizina, Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, v.v.i.,
Podbabská 30, 160 00 Praha 6, tel.: 220 197 404, e-mail: adam_vizina@vuv.cz