

Kvantifikace účinků opatření v krajině na hydrologický režim

Ladislav Kašpárek a Roman Kožín

VÚV T.G.Masaryka, v.v.i.

Možnosti změn infiltrace změnou orné půdy na les

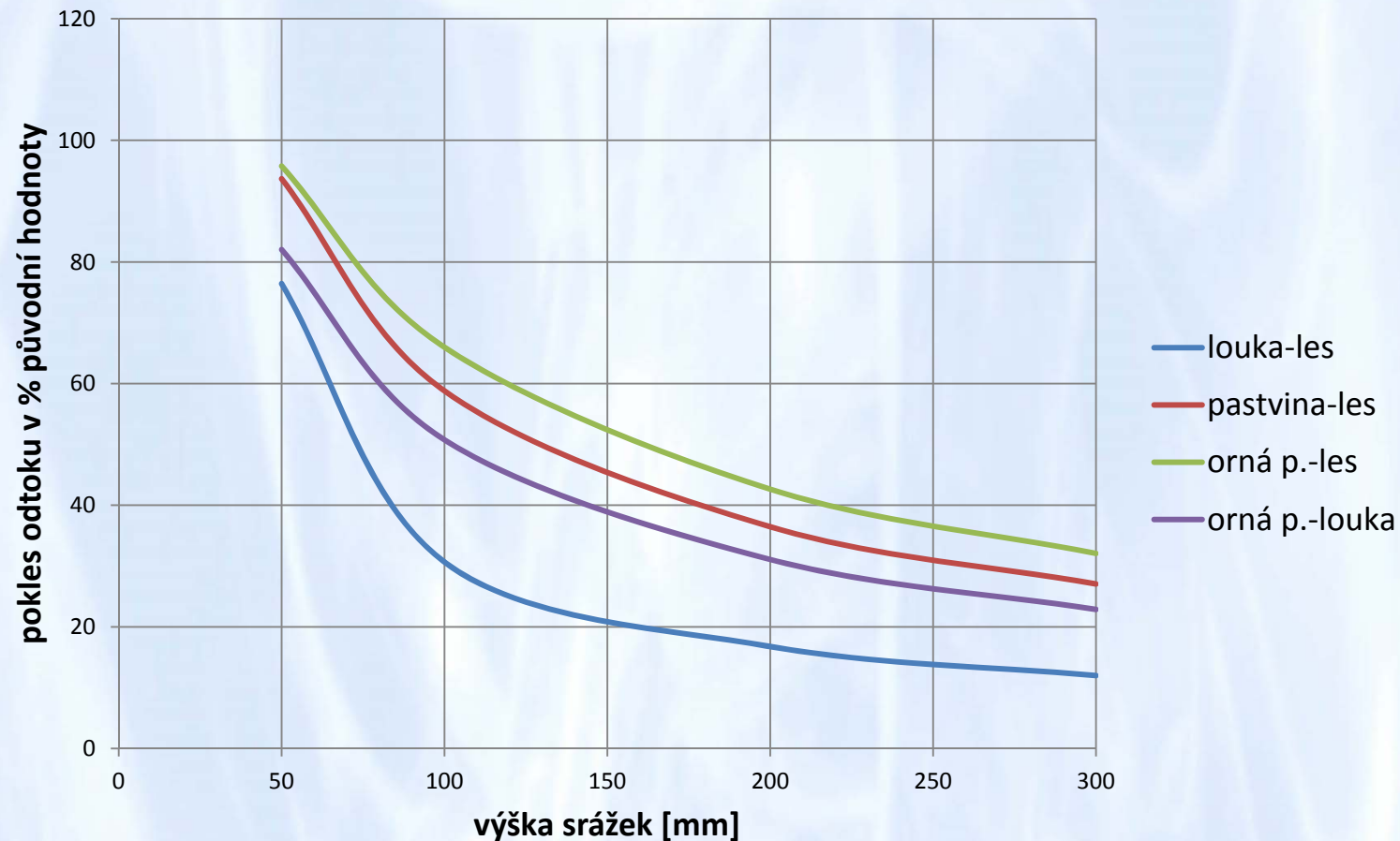
Pro odhad toho, jak se projeví změna využití pozemků na objem přímého povodňového odtoku, se v ČR i v dalších zemích používá metoda čísel odtokových křivek (CN – Curve Number).

- Metoda byla odvozena v USA pro potřeby Služby na ochranu půdy (SCS – Soil Conservation Service).
- Postup je použitelný pro stanovení objemu přímého odtoku (součet povrchového a hypodermického odtoku) v zemědělsky využívaných povodích s velikostí do 10 km².
- Základním vstupem metody odtokových křivek je srážkový úhrn deště za předpokladu jeho rovnoměrného rozdělení na ploše povodí. Výška srážek je přepočtena na výšku odtoku pomocí čísel odtokových křivek – CN. Jejich hodnoty jsou závislé zejména na hydrologických vlastnostech půd a vegetačním pokryvu a jsou transformovanými hodnotami potenciální velikostí retence.
- U srážko-odtokové události se pro daný čas předpokládá, že poměr mezi aktuální a maximální potenciální retencí na povodí je stejný jako poměr mezi objemem odtoku a objemem srážky redukováným o počáteční ztrátu.

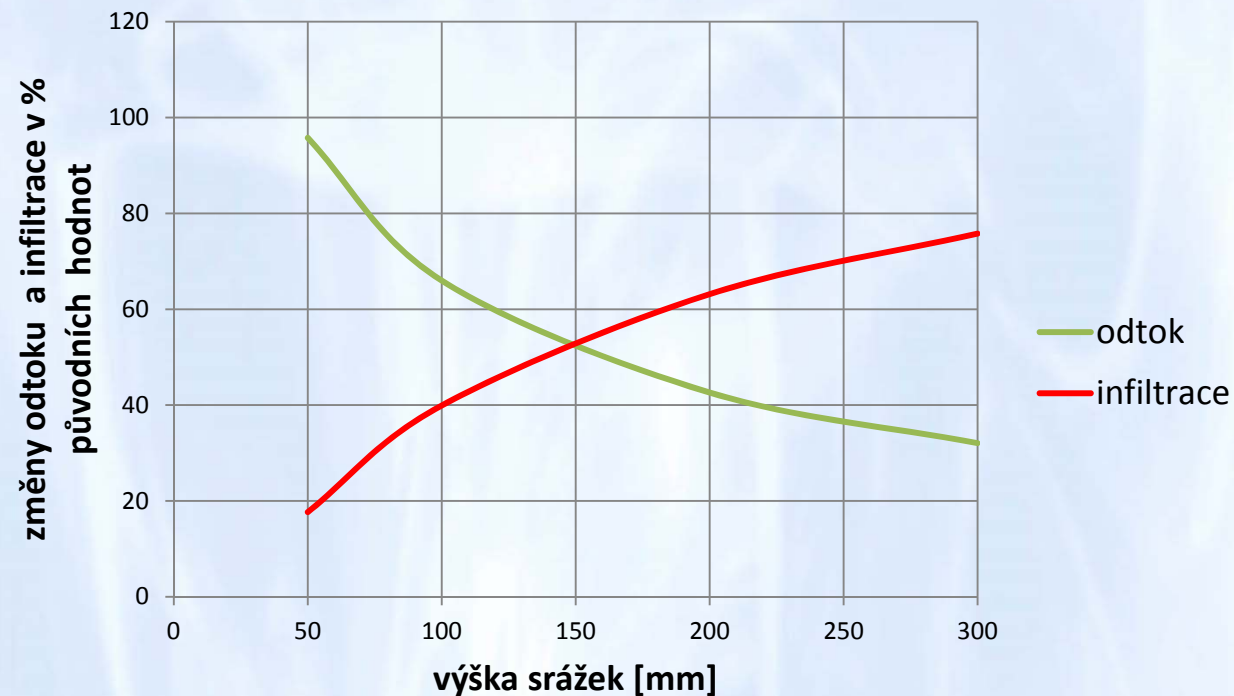
Čísla odtokových křivek (CN) jsou určena podle:

- Hydrologických vlastností půd rozdělených do 4 skupin - A, B, C, D, na základě minimálních rychlostí infiltrace vody do půdy bez pokryvu
Skupiny půd jsou seřazeny od nejpropustnějších A po nejméně propustné D.
- Vlhkosti půdy na počátku události.
- Využití půdy, charakteristik vegetačního pokryvu, způsobu obdělávání a uplatnění protierozních opatření.

Rozbor citlivosti změn přímého odtoku na změnách využití pozemků byl proveden pomocí metody CN, s omezením na kategorie půd B a C, které pokrývají většinu území ČR a na kategorie využití pozemků Orná půda, Louky a pastviny, Přirozené louky a Les.

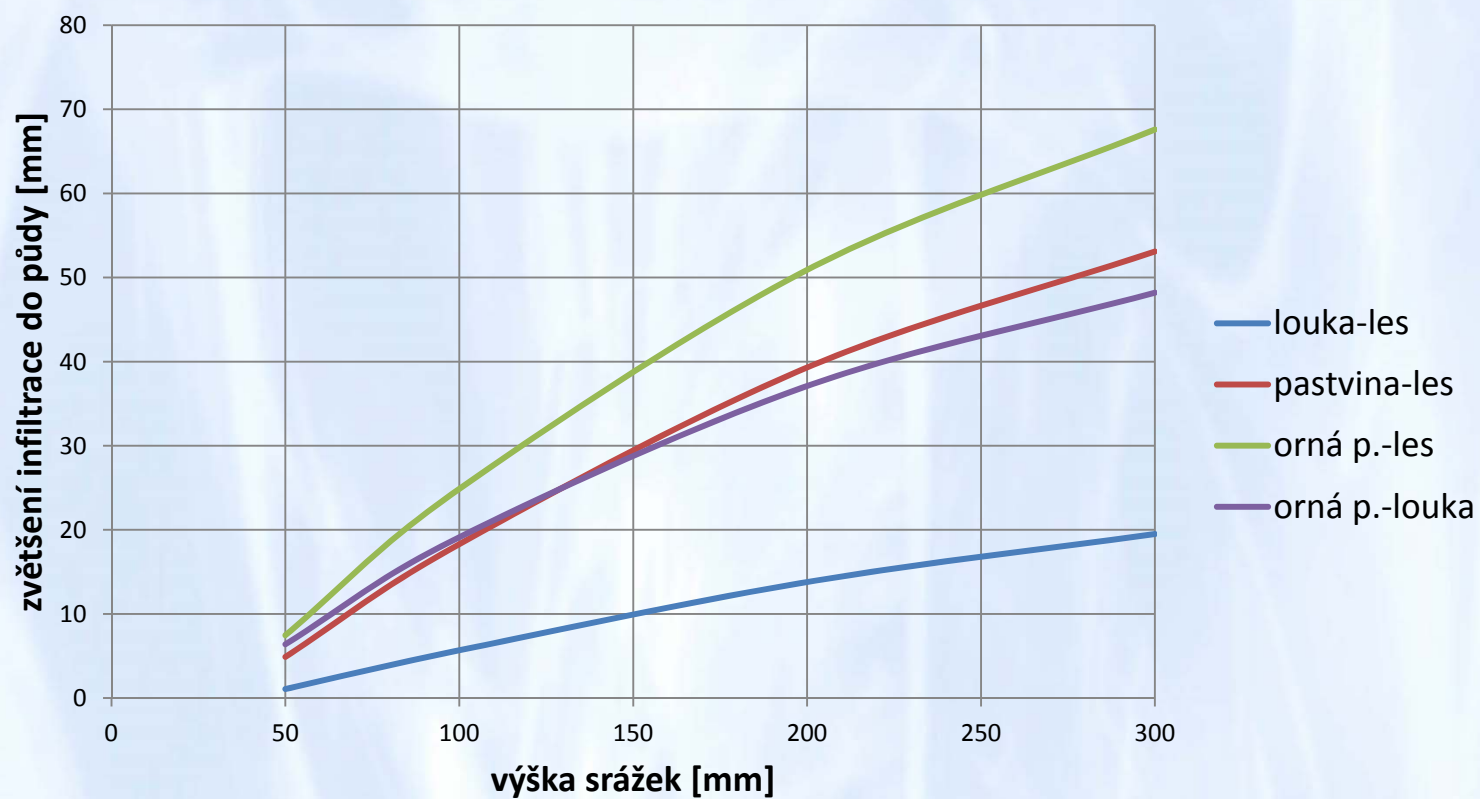


Odhad zvětšení infiltrace do půdy vlivem změn využití pozemků metodou čísel odtokových křivek (CN)



Zvětšení infiltrace vlivem změny orné půdy na les v závislosti na velikosti srážky má podle metody CN opačný trend než pokles výšky odtoku.

Největší změny infiltrace do půdy se dosahuje změnou orné půdy na les, graf je pro kategorii půd B.



Rámcový odhad možností změn infiltrace změnou orné půdy na les v reálných podmínkách, pro následující předpoklady

- výška srážky 50 mm
- zvětšení infiltrace o 19% srážky (průměr hodnot pro kategorie půd B a C podle metody CN)
- srážkové události, při kterých se změna využití pozemků uplatní, jsou ty, v kterých je denní úhrn srážek větší než 20 mm. Podle provedených výpočtů tvoří roční úhrn těchto srážek pro nížinné oblasti ČR cca 10 % celoročního úhrnu, v horských oblastech dosahuje hodnot až cca 35 %
- podíl orné půdy na ploše povodí klesá se zvětšující se průměrnou srážkou (tj. nadmořskou výškou)

Následující tabulka ukazuje orientační výsledky pro rozsah průměrných ročních srážek od 550 do 900 mm.

Rámcový odhad zvětšení výšky infiltrace (INF) změnou orné půdy (o. p.) na les v reálných povodích.

Srážka roční	průměrná dotace podz. vod	průměr srážek nad 20 mm	změna INF na ploše o. p. po zalesnění	podíl orné půdy	změna INF na povodí při změně celé o. p.		změna INF na povodí při změně desetiny o. p.	
					[mm]	% dotace podz. vod	[mm]	% dotace podz. vod
550	31.1	82.5	15.6	50	7.8	25.2	0.78	2.52
600	46.2	120	22.8	40	9.1	19.7	0.91	1.97
700	85.5	175	33.2	30	9.9	11.7	0.99	1.17
800	136.8	240	45.6	20	9.1	6.7	0.91	0.67
900	200	315	59.8	10	5.9	3.0	0.59	0.30

Zvětšení infiltrace na ploše orné půdy stoupá se srážkou v rozmezí cca 15 až 60 mm. Zvětšení infiltrace vztažené k celému povodí se redukuje do rozmezí cca 6 až 10 mm. Proti trendu zvětšování změn infiltrace se vzrůstající srážkou působí pokles podílu orné půdy s narůstající srážkou. Při předpokladu změny na desetinu orné půdy jsou změny infiltrace téměř zanedbatelné.

Výše uvedené výpočty ukazují, jak při uvážení podílu jednotlivých proměnných na celkové výsledné hodnotě se v měřítku celku radikálně zmenšuje kvantifikace účinku opatření. V uvedeném příkladu již součin podílu srážek nad 20 mm a podílu celkové orné půdy na ploše povodí je v rozsahu nadmořských výšek 550 až 70m n. m. 0,075 až 0,08. Obdobný přístup ke kvantifikaci účinku opatření je třeba používat a zvážit zejména při posuzování těch opatření v ploše povodí, která se týkají relativně malé části povodí, což jsou například zastavěné plochy (1,6%), vodní plochy (2,3%) a mokřady (v použité klasifikaci nebyly jako kategorie uvedeny). Procenta se vztahují k povodí Labe v Děčíně pro rok 2000, jsou převzata z publikace (Brázdil et al. 2012).

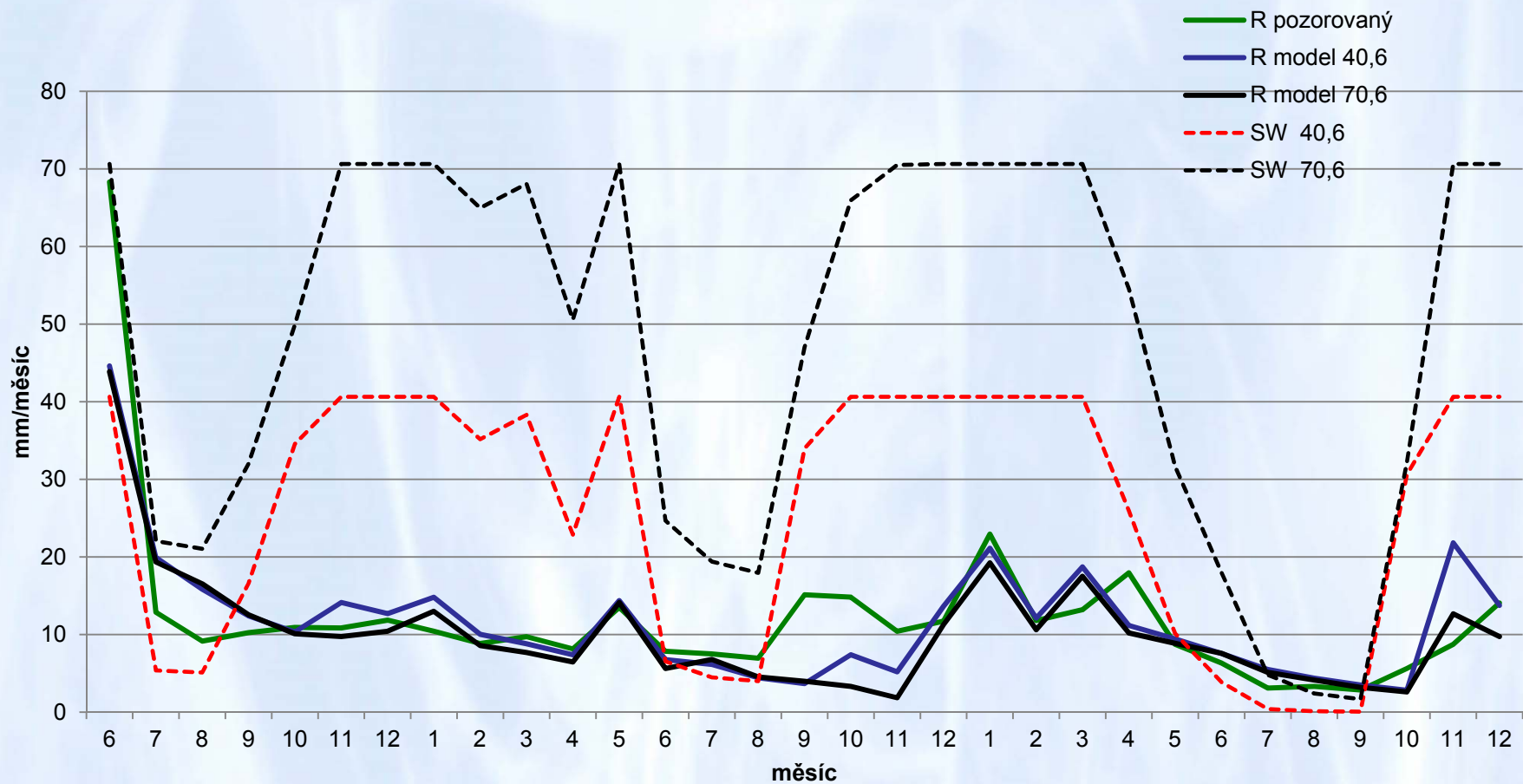
Poznatky:

- Zvětšení infiltrace, které při změně užití pozemků indikuje metoda CN, je pro srážky o velikosti několik desítek mm v měřítku roční dotace podzemních vod celého povodí poměrně malé.
- Vliv reálně proveditelných změn rozlohy orné půdy ve prospěch lesa a obdobných změn nemůže významně ovlivnit dotaci podzemních vod, z kterých je tvořen odtok v období hydrologického sucha.
- Dotaci podzemních vod by mohly znatelně zvětšit jen změny na velké části povodí. Ty by se projevily zejména při výskytu velkých výšek srážek, z oblasti 100 a více mm.
- Je třeba usilovat o to, aby na stávající orné půdě se v co největším rozsahu hospodařilo tak, aby byl zmenšován přímý odtok a zvětšována infiltrace do půdy.

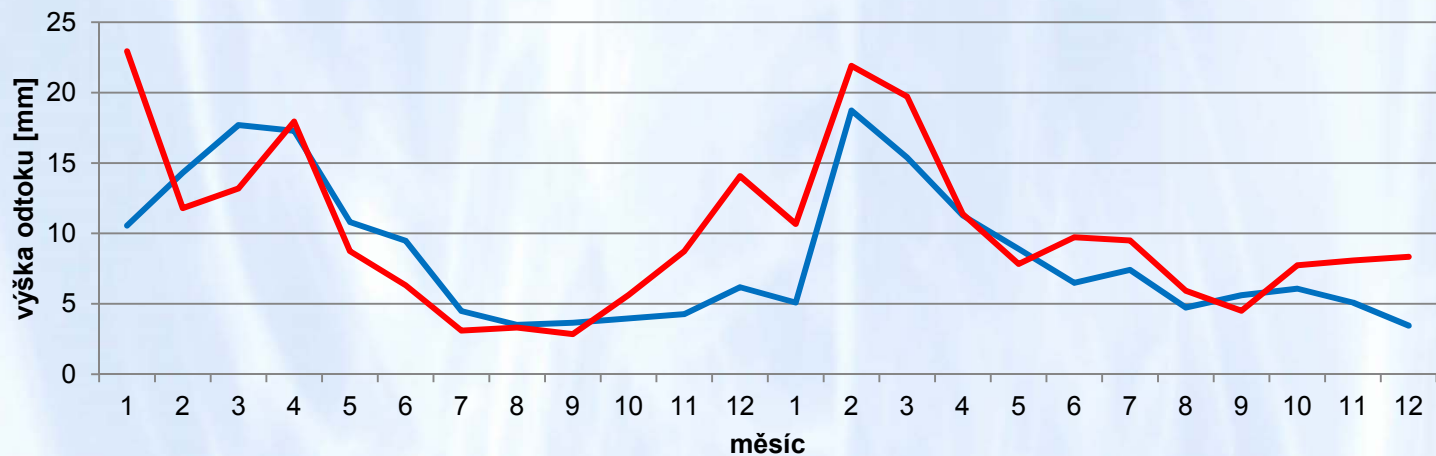
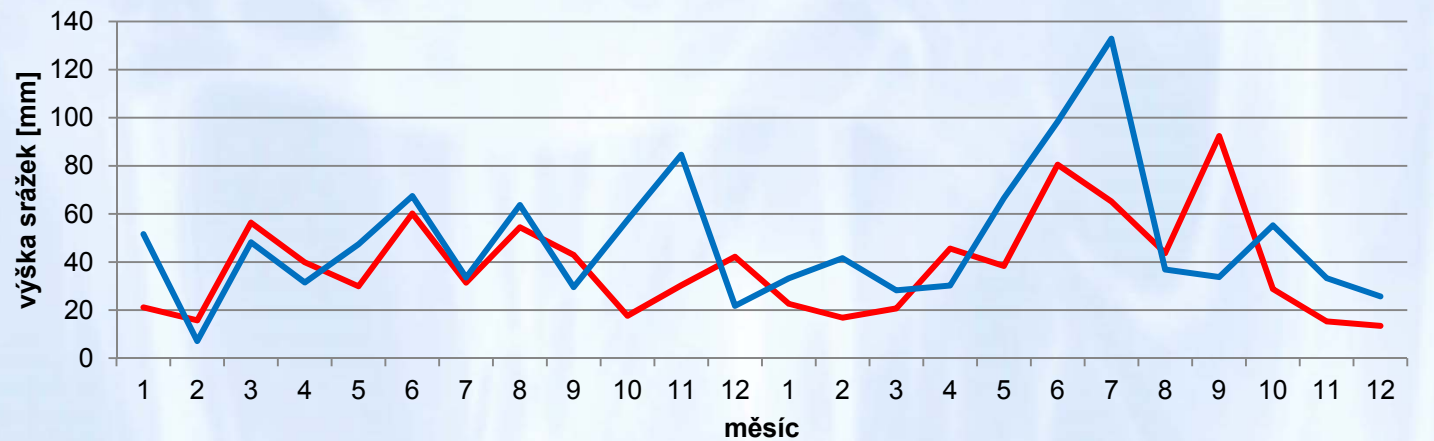
Důsledky změny retenční
schopnosti půd na zemědělské
sucho, odtok a dotaci
podzemních vod

Analýzou dat pomocí modelu hydrologické bilance povodí Labe v Děčíně z období 1851-2015 jsme v článku (Kašpárek, VizinaKožín,2017) prokázali pokles retenční schopnosti půdy o 30 mm, při porovnání období před rokem a po roce 1951, kdy v povodí došlo k zásadním změnám zejména ve způsobu využívání zemědělské půdy. Modelové výpočty také ukázaly, že pokud by se podařilo zvětšit retenční kapacitu půd o 30 mm, projevilo by se to při výskytu dlouhodobého poklesu srážek příznivě zmírněním a zkrácením délky důdního sucha. Důsledky pro odtok a dotaci podzemních vod jsou opačné. Půdou se zvětšenou retenční kapacitou prosákne méně vody do horninového prostředí a do zásob podzemní vody, takže by se zmenšil dlouhodobý roční průměr základního i celkového odtoku.

V podmínkách extrémního sucha 2015-2016 by se vliv rozdílné retenční schopnosti půd neprojevil, pro zachycení srážek postačuje i menší retenční kapacita půd



Porovnání srážek a odtoků v letech 2015-2016 (červené čáry) s hydrologickým suchem z let 1863- 1864, retenční kapacita půd ještě nebyla zmenšena



K podobným závěrům vedl i modelový příklad z povodí Trkmanky na jižní Moravě. Na 43 % plochy povodí byla navržena komplexní protierozní opatření, kromě ochrany před erozí zvětšují retenci povodí. Na povodí byla modelována hydrologická bilance modelem BILAN pro současný stav bez opatření a pro stav s navrženými opatřeními. Výsledkem byl pokles odtoku o 4 % a dotace podzemních vod o 6 %. Naopak zásoba vody v půdě se zvýšila o 4 %.

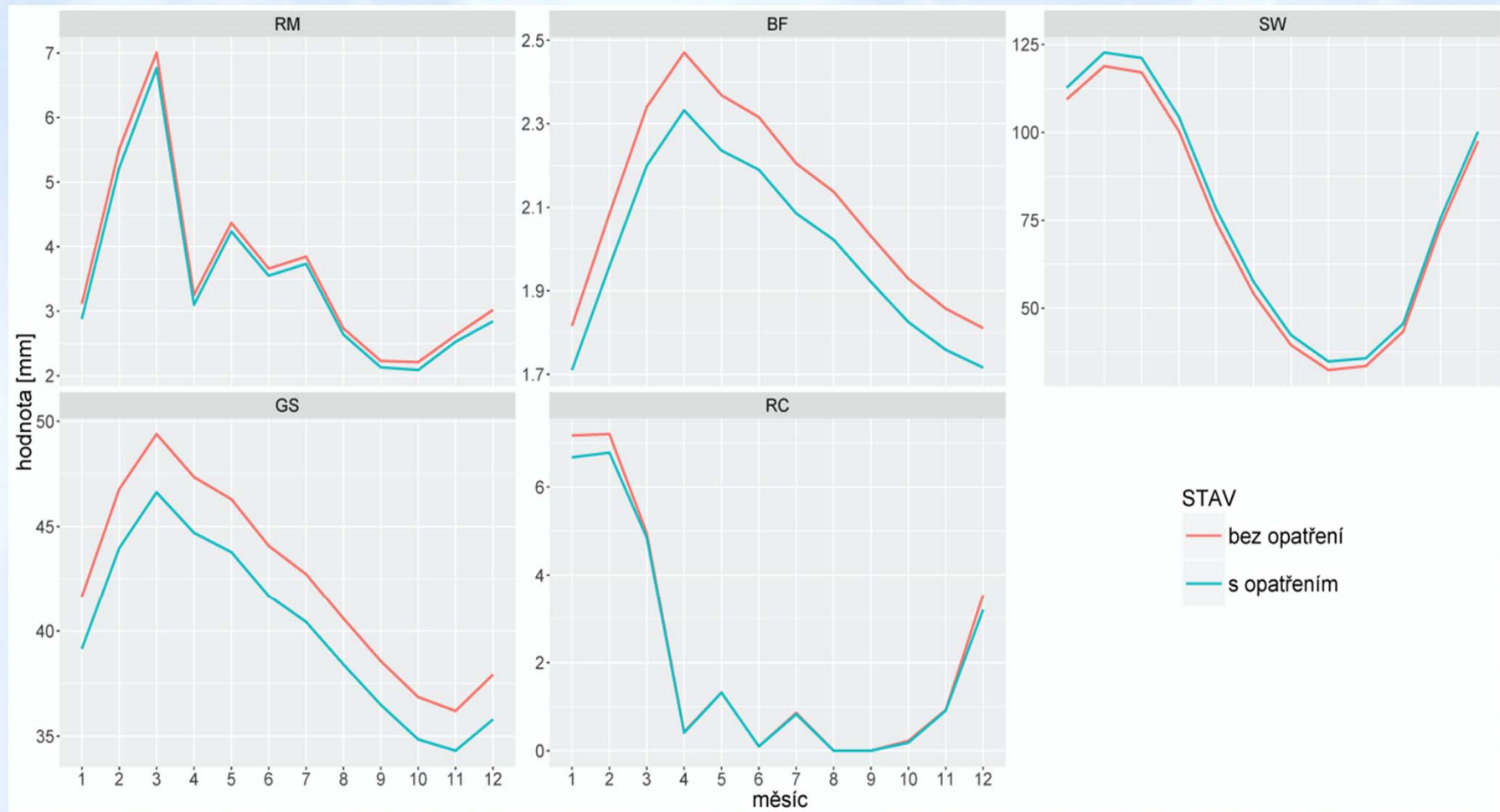


RM – modelovaný odtok, BF – základní odtok,
SW – zásoba vody v půdě, GS – zásoba podzemní vody, RC – dotace podzemní vody

Roční chod bilančních veličin

RM – modelovaný odtok, BF – základní odtok,

SW – zásoba vody v půdě, GS – zásoba podzemní vody, RC – dotace podzemní vody



Vliv rybníků na odtok a srážky

Pokud malé vodní nádrže nebudou určeny pro nadlepšování průtoků v obdobích hydrologického sucha, což neumožňuje jejich využití k intenzivnímu chovu ryb, bude jejich efekt na odtok z povodí závislý na tom, zda v období sucha srážky, které na hladinu spadnou, jsou větší, než výpar z hladiny. V opačném případě, tj. obvykle, rybníky v období sucha odtok z povodí vlivem intenzivního výparu zmenšují. Ukázala to studie (Kašpárek, Beran a Pistulka, 2017), která posoudila vliv rybníků v povodí Lužnice na zmenšení průtoků ve vodoměrné stanici Bechyně v roce 2015. Ztráta výparem z celkové plochy rybníků v povodí Lužnice redukována o srážky odpovídá poklesu průtoků srovnatelnou s úrovní 355 denního průtoků a násobně převyšovala minimální pozorovaný průtok ve vodoměrné stanici.

Posouzení vlivu výparu z rybníků na vznik srážek (součást tzv. malého hydrologického oběhu) - příklad. Z rybníků v povodí Lužnice se v červenci 2015 vypařovalo cca $3 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$. Podle (Bierkens, M. and Van der Hurk, 2008) se z výparu nad pevninou do tvorby srážek zapojí v pásu dlouhém 500 km 8,8 %. Při odhadnuté šíři pásu, v kterém se srážka z rybníční soustavy v povodí Lužnice uplatňuje hodnotou 20 km, by voda vypařená z rybníků zvětšila srážky v území 20x500 km o 0,06 mm/měsíc.

Při předpokladu, že srážka způsobená výparem z rybníků spadne ve vzdálenosti do 10 km, vyjde její úhrn shodným postupem výpočtu 0,11 mm za den. Tento údaj odpovídá poznatku z Atlasu podnebí, že v oblasti Třeboňské pánve je zvětšená jen četnost srážek větších než 0,1 mm. Rozdíly denních a nočních teplot patrně postačují k tomu, aby část vypařené vody kondenzovala ve formě horizontálních srážek v blízkém okolí rybníční soustavy.

K problematice uplatnění výparu k posílení srážek (tzv. malého oběhu vody) v reakci na článek „Dostatek kvalitní pitné vody zajišťují přirozené lesy, ne vodní nádrže“

se objevil výrok, že „výpar z našeho území má nezanedbatelný význam nadregionální a „naše voda je posouvána především na Ukrajinu.“ Při uplatnění poznatků z výše zmíněné literatury maximální vyhodnocený měsíční výpar z celého povodí Labe po Děčín, který byl 115 mm, přispěl v pásu o šíři 200 km a délce 500 km k zvětšení srážky 5,1 mm/měsíc, pro průměrný měsíční výpar 40,8 mm je výsledek 1,8 mm za měsíc. Význam je tedy spíše zanedbatelný.

Závěr

V laické i části odborné je rozšířen názor, že opatření spočívající ve změnách provedených v krajině, tj. v ploše povodí, mohou významně posílit odtok z povodí a zásoby podzemních vod. Výsledky studií VÚV T.G.M. tento názor nepotvrzují. Tím, že není rozlišováno zemědělské sucho (nedostatek vody v půdě) od sucha hydrologického (nedostatek vody v tocích a pokles zásob podzemní vody) se vnáší do diskuse o možných opatřeních neopodstatněné názory. Dobrý stav půdy přispívá ke zmírnění nedostatku vody pro vegetaci, zkrácení délky zemědělského sucha a spolu s technickými opatřeními v krajině zmenšuje erozi. Dotaci zásob podzemní vody ani velikost průtoků ve vodních tocích, tj. i akumulaci vody v nádržích zejména v suchých obdobích neposílí, zvětšená zásoba vody se z půdy využije pro transpiraci rostlin a výpar.