MONITORING VLIVU VYUŽITÍ ÚZEMÍ A ODVODŇOVACÍCH SYSTÉMŮ NA HYDROLÓGII A JAKOST VODY V MALÝCH ZEMĚDĚLSKÝCH POVODÍCH

Zdeňka Burešová, Milan Čmelík, František Doležal, Peter Fučík, Zbyněk Kulhavý, Tomas Kvítek, Jana Peterková, Eva Pilná, Mojmír Soukup, Martin Tippl

VÚMOP Praha dlouhodobě provozuje několik experimentálních povodí (Cerhovický potok, Černičí, Kopaninský potok, Žejbro) souběžně s řadou dílčích sledování na dalších plochách. Cílem těchto aktivit je kvantifikace hydrologické bilance, srážko-odtokových vztahů a mechanismů tvorby odtoku a jakosti vod v podmínkách převážně zemědělsky využívaných malých povodí v parovinných a pahorkatinných oblastech ČR. Ve výzkumných projektech je na těchto povodích zkoumán vliv využití území (zejména stupně zornění a zatravnění) i funkce řízených či tradičních odvodňovacích systémů. Metody monitoringu reflektují současné trendy výzkumu i rozvoj automatizace měření, správy a přenosu dat. Jsou sledována nejen povodí jako celek, ale i jejich dílčí součásti, v souladu s moderním trendem výzkumu vnořených povodí. Relativní různorodost přírodních a zemědělsko-hospodářských podmínek jednotlivých lokalit umožňuje realizovat srovnávací analýzy a zobecňovat navržené analytické postupy. Vedle interní spolupráce jednotlivých výzkumných týmů při využívání experimentálních povodí jsou tato povodí systematicky včleňována do celostátních i mezinárodních výzkumných programů.

Klíčová slova: experimentální povodí, monitoring, vnořená povodí

Monitoring of landuse and drainage systems influence on hydrology and water quality in the small agriculture basins. *RISWC (Research Institute for Soil and Water Conservation) in Prague has operated a number of experimental watersheds (Cerhovický stream, Černičí, Kopaninský stream, Žejbro river) in parallel with range of partial observations in another sites. The aim of these activities is quantification of hydrological balance, precipitation – runoff relations and mechanisms of runoff formation and water quality at conditions of small watersheds used mainly by agriculture and located in peneplain and hilly regions of the Czech Republic. Influence of landuse (especially tilling and grassing level) and function of controlled and traditional drainage systems are explored in watersheds mentioned above in the frame of the research projects. Methods of monitoring reflect today´s trends of research, development of measuring automation, data management and data transport.*

The watersheds are observed not only as a whole, but as a complex of their partial components in accordance with the advanced trend of nested watersheds research. Relative heterogeneity of the natural and agro–economic conditions of the individual locations make possible to realize comparative analysis and to generalize proposed analytical processes. In addition to the internal cooperation among the separate research teams at experimental watersheds utilization, there are these watersheds incorporated systematicly into the national and international research programmes.

Key words: experimental catchments, monitoring, nested catchments

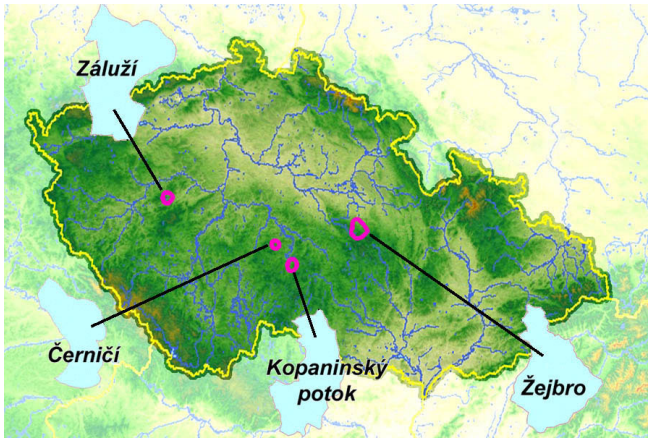
---

ÚVOD

Hydrologický monitoring je při Výzkumném ústavu meliorací a ochrany půdy Praha orientován na podporu řešení úkolů, souvisejících s vodním režimem zemědělských půd (odvodnění, závlahy, protierozní opatření, využití půdního fondu a pozemkové úpravy). Experimenty byly v minulosti realizovány na celé řadě povodí a dílčích ploch, v posledním desetiletí se z praktických důvodů zúžil počet těchto povodí na několik hlavních, které vyhovují většině řešeným úkolům a přitom nabízí dlouhodobou řadu základních pozorování i zázemí ověřených popisných a dalších informací. Neméně důležité je i místní povědomí a technické zázemí experimentální plochy, otevřená komunikace s uživateli či majiteli dotčených pozemků. Mezi hlavní, dlouhodobě systematicky měřená povodí náleží experimentální povodí: Cerhovického potoka, Černičí, Kopaninského potoka a Žejbra. Pro tato povodí byla zpracována v předchozích dvou letech jednotná metadata, která jsou východiskem účelného využívání měřených dat a zachování vazeb na již ukončené studie a experimenty. Jednotnost zpracování umožňuje využít podklady pro presentaci těchto povodí vně organizace, pro navazování nových spoluprací a vícenásobné využívání dat, což přináší spektrum pohledů na procesy v povodí probíhající, jejichž základem je hydrologický režim.

STRUKTURA EXPERIMENTÁLNÍCH POVODÍ

Koncepce experimentálních povodí pro obory vodohospodářských meliorací a hydrologii malých povodí se vyvíjela s ohledem na řešená témata a materiální i personální zázemí. Redukce počtu výzkumných objektů a výzkumných stanic v 90.letech 20.století souvisela s restrukturalizací ústavu. Úkoly související s četnějším výskytem extrémních hydrologických jevů v povodích a potřeba popsat vliv jednotlivých antropogenních činitelů na odtokový proces včetně odhadu vývoje kvality vod v souvislosti se změnami zemědělsko-hospodářských podmínek vyvolal nutnost využívat numerické simulační modely. Pro jejich kalibraci jsou nezbytná experimentální data s dostatečně dlouhou řadou relevantních pozorování. Proto došlo k přehodnocení reprezentativnosti v minulosti vybudovaných experimentálních povodí či ploch a sdružením prostředků se podařilo stabilizovat hlavní experimentální základnu ústavu. Kritická byla z tohoto pohledu léta 1992-1995. Tímto opatřením se podařilo prodloužit řady měření na období 15-25 let a shromáždit unikátní data, platná pro malá zemědělsko-lesní povodí s rozlohami v řádu jednotek km^2. Význam spatřujeme také v kontinuitě předchozích výzkumů, které poskytují popis povodí z různých pohledů a jsou zdrojem cenných údajů, které slouží pro zařazení současných měření a pro jejich vzájemné srovnání.



Obr. 1 Lokalizace hlavních experimentálních povodí VÚMOP Praha

Fig. 1 Situation of main experimental catchments of RISWC Prague

V posledních deseti letech se koncepce hlavních výzkumných povodí VÚMOP Praha ustálila na čtyřech vyjmenovaných (Obr.1). V povodích se provádí monitoring základních hydrologických charakteristik, které slouží pro zpracování hydrologické bilance a pro popis vodního režimu půd i potřeb pěstovaných plodin resp. rostlinných společenstev. Na příkladu povodí Žejbro (okr. Chrudim) můžeme dokumentovat úspěšné uplatnění koncepce vnořených povodí, což snižuje rozsah monitoringu při zachování jeho reprezentativnosti. V závěrovém profilu povodí Žejbro (s plochou cca 50 km^2) využíváme měření průtoků, zajišťované ČHMÚ, které doplňujeme vlastními šetřeními (sledování kvality vod, kalibrace a měření extrémních průtoků atd.). Závěrné profily povodí nižších řádů (Dolský potok – 4,78 km^2, Kotelský potok – 3,21 km^2; viz Tab.1) jsou monitorována vlastními limnigrafickými stanicemi (Thompsonův přeliv a měrná trať) s intenzivnějším experimentálním provozem v povodí. Vedle srovnávací meteorologické stanice ČHMÚ (Svratouch), nalézající se poblíž jižní rozvodnice, je instalována ve střední části experimentálního povodí automatická stanice (VÚMOP), doplněná plošným monitoringem srážek a dalších veličin (viz Obr 2b).

Vlastní monitoring poskytuje experimentální data z období předcházející realizaci i po provedení souboru experimentů. Účelu využití naměřených podkladů je přizpůsoben rozsah a zaměření monitoringu, zejména s ohledem na speciální témata, jakými jsou například měření drenážních odtoků, jakosti vod a obsah nerozpuštěných látek v určujících profilech povodí, vlhkost půdy resp. charakteristiky pohybu vody půdním prostředím. Ústav disponuje poměrně dlouhými řadami režimových měření i množstvím speciálně zaměřených experimentů. Přehled těchto aktivit s odkazy

na literaturu, případně s převzatými hlavními výsledky poskytuje sjednocené zpracování metadat. K dispozici je v písemné podobě, v letošním roce je připravováno základní zpracování v digitální formě, které bude souhrnné informace o povodích poskytovat i prostřednictvím Internetu (rozšíření základní verze, publikované na http://www.hydromeliorace.cz/povodi/index.html).

V současnosti je zpracovávána 2. verze koncepce databáze o experimentálních povodích. Zahrnuje následující kapitoly:
- Geografie (obecné charakteristiky)
- Hydrologie (obecné charakteristiky)
- Monitoring (struktura a charakteristiky)
- Fotogalerie
- Aplikace .... představení souhrnných výsledků - tabulky, grafy, mapy
- Odkazy na literaturu s citací experimentálních povodí
- Administrace exp. povodí (kontaktní adresy, další informace)

UPLATNĚNÍ EXPERIMENTÁLNÍCH DAT

V souvislosti s útlumem zemědělské produkce v devadesátých letech jsou na experimentálních povodích studovány aktuálně následující témata:
- ochrana půd a hydrosféry jako základní princip realizovaného výzkumu;
- dopady restrukturalizace zemědělské výroby (změna využití půdy, delimitace kultur, snížení potřeby intenzit odvodnění, vliv těchto aspektů na kvalitu povrchových a podzemních vod);
- problematika vodní a větrné eroze, účinnost agrotechnických protierozních opatření, vliv erozních smyvů na kvalitu povrchových vod;
- hodnocení retenční kapacity půd a krajiny, uplatnění systémů retardace drenážních vod a řízení odtoku mělkých podpovrchových vod, transportní procesy v povodí (živiny a rizikové látky);
- zpřesnění složek hydrologické bilance a vyjádření podílu drenážních vod na celkovém odtoku z povodí (za běžných i extrémních situací).

PŘEDSTAVENÍ EXPERIMENTÁLNÍCH POVODÍ

Tab. 1 Základní charakteristiky hlavních experimentálních povodí VÚMOP Praha

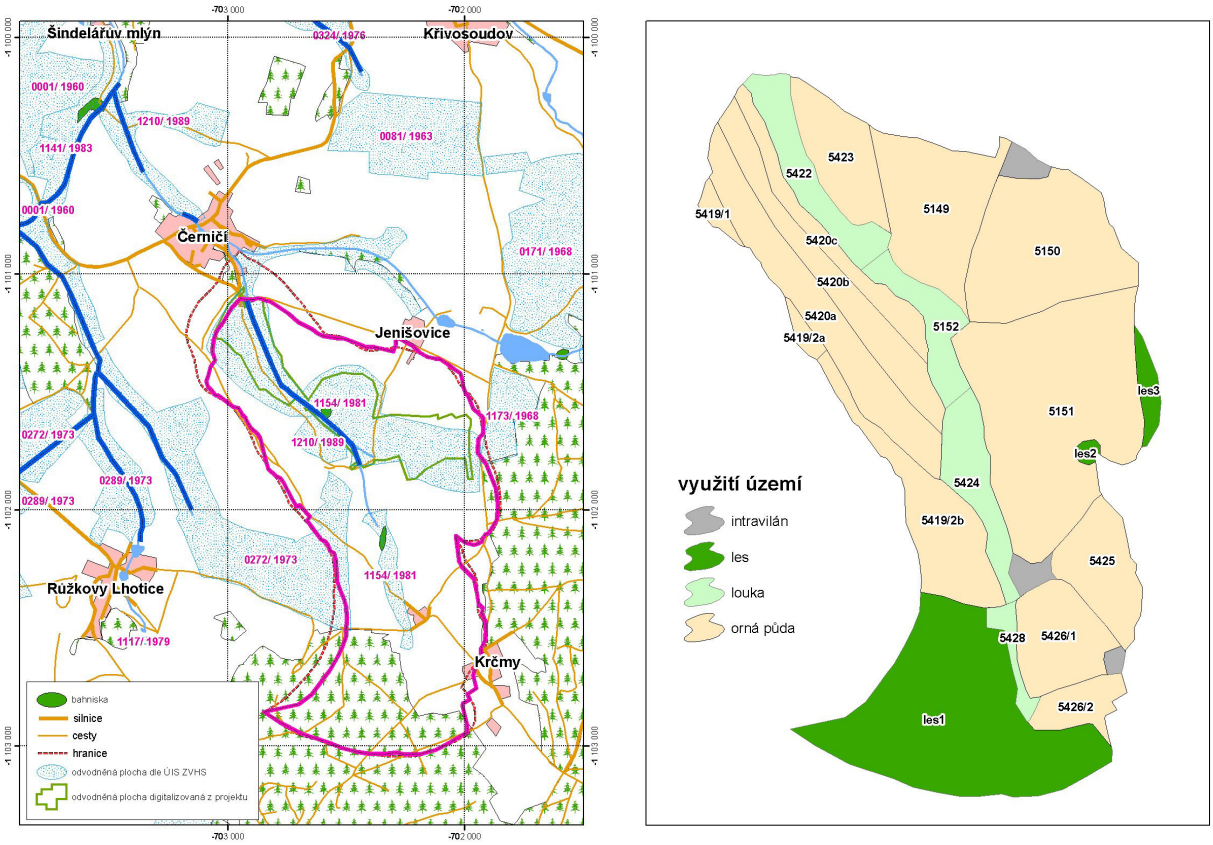
Tab. 1 Basic characteristics of the main RISWC experimental catchments

Jméno povodí	Cerhovický potok	Černičí	Dolský potok /*	Kopaninský tok	Kotelský potok /*	Žejbro /**
Prům.zem.šířka	49° 51' E	49° 37' N	49° 47' N	49° 28' N	49° 47' N	49° 48' N
Prům.zem.délka	13° 50' E	15° 04' E	15° 59' E	15° 17' E	15° 59' E	15° 59' E
Výšky (m n.m.) min – max (avg.)	390 – 572 (481)	448 - 543 (496)	456 - 676 (566)	467 - 578 (523)	438 - 663 (551)	355-676 (516)
Plocha (km^2)	7.36	1.42	4.78	6.69	3.21	48.3
% orné půdy	18 %	73 %	68 %	52 %	76 %	63 %
% louky	22 %	7 %	7 %	14 %	10 %	15 %
% les	60 %	17 %	1 %	30 %	3 %	16 %
% system.drenáž	16 %	17 %	22 %	10 %	38 %	23 %
Srážkový úhrn roční prům.(mm)	617	722	764	665	764	764
Prům. teplota vzduchu (°C)	7.5	7.5	6.3	7.0	6.3	6.3
Hlavní matečná hornina	svor	pararula	fylity	pararula	fylity	fylity, hlubinné vyvřeliny, křída

/ Dolský potok a Kotelský potok je dvojice povodí nižšího řádu v povodí vodního toku Žejbro*

*/** Měrná limnigrafická stanice ČHMÚ*

Experimentální povodí Černičí u Čechtic bylo založeno v roce 1990. Jde o typické malé povodí bez významných bodových zdrojů znečištění (komunálního či zemědělského). Původním účelem byl monitoring erozního smyvu a odnosu půdy spolu s hodnocením plošného znečištění vod zemědělskou výrobou v povodí VD Želivka - Švihov. Povodí bylo využíváno pro kalibraci modelů pohybu půdní vody a půdních roztoků, analyzován byl i chemizmus povrchové, podzemní a drenážní vody. Území je součástí paroviny Středočeské pahorkatiny, klimatická oblast mírně teplá, mírně vlhká. Geologické podloží je předprvohorního až prvohorního stáří (Moldanubikum), půdy jsou středně hluboké až hluboké, převážně středně těžké. Poměry povodí jsou znázorněny na Obr.2.



Obr. 2 Situace povodí Černičí: a/ rozsah odvodnění drenáží; b/ využití území

Fig. 2 Situations of Černičí basin: a/ drainage systems; b/ landuse

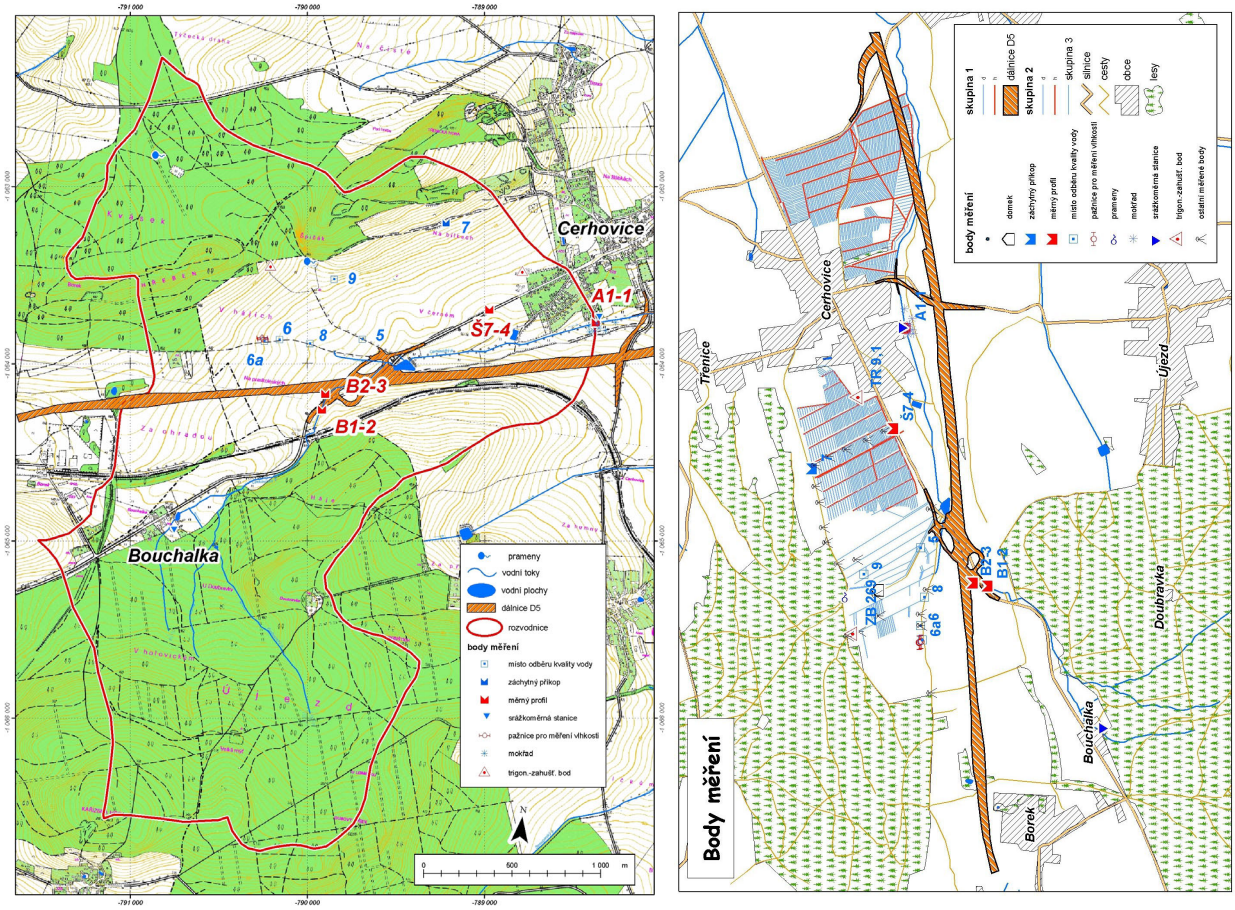
Experimentální plocha Záluží-Cerhovice byla založena v roce 1973/4 pro účely řešení problematiky funkce drenážního zásypu, obsypu a filtru. V roce 1977 bylo měření rozšířeno pro řešení úkolů, zabývajících se úpravou odtokových poměrů odvodňovacími zařízeními v malém povodí a studiem vlivu zemědělské činnosti na kvalitu podzemních vod. Výstavba dálnice v roce 1994 si vyžádala provedení řady opatření (přeložení závěrového profilu - redukce plochy z 8,98 km^2 na 7,36 km^2). Povodí patří do oblasti bramborářsko-pšeničné, klimatická oblast mírně teplá, mírně vlhká, zemědělské půdy zaujímají cca 286 ha; na 450 ha jsou smíšené lesy (smrk a dub). Povodí se nachází na území středočeské pánve (Barrandien) - komplex nejmladšího proterozoika. Situování objektů v povodí a kategorie využití území popisuje Obr.3. V současnosti se s ohledem k rozšiřování intravilánu obce a stavebním činnostem výrazně mění podmínky u závěrového profilu povodí.

Skupina pěti experimentálních povodí vodního toku Žejbro se nachází v okrese Chrudim. V posledním desetiletí byl monitoring soustředěn vedle uceleného povodí Žejbro na dvě dílčí povodí: Dolský a Kotelský potok. Experimentální provoz byl zahájen v roce 1981 s účelem měření průtoků před chystanou stavbou velkoplošných odvodnění zemědělských půd. Geologicky je povodí součástí hlinecké zóny - spodní paleozoikum (kambrium až devon) a svrchní proterozoikum. S ohledem na

velikost povodí se jednotlivé charakteristiky (geologické poměry, klima, půdní poměry) mění v poměrně širším rozmezí a vhodněji je proto popisují mapové přílohy (viz literatura). Odlišnost vnitřních povodí Dolského a Kotelského potoka je dána zejména existencí sídel a vodních nádrží i rozsahem ploch odvodněných drenáží. Na povodích byly řešeny výzkumné projekty, související s úpravou odtokových poměrů v malém povodí v důsledku odvodnění půd a úprav malých toků. Řešena byla problematika regulace odtoku povrchové a půdní vody, i vliv změn zemědělského hospodaření. Data o průtocích v uzavíracím profilu povodí Žejbra jsou přebírána od ČHMÚ. Situace využití území a rozmístění měrných objektů je znázorněna na Obr.4.

Obr. 3 Situace povodí Cerhovice: a/ měřící objekty; b/ rozsah odvodnění drenáží

Fig. 3 Situation of Cerhovice basin: a/ object of measurements; b/ localization of drainage systems



Tab. 2 Podíl ploch zemědělských půd, odvodněných drenáží (povodí Žejbro)

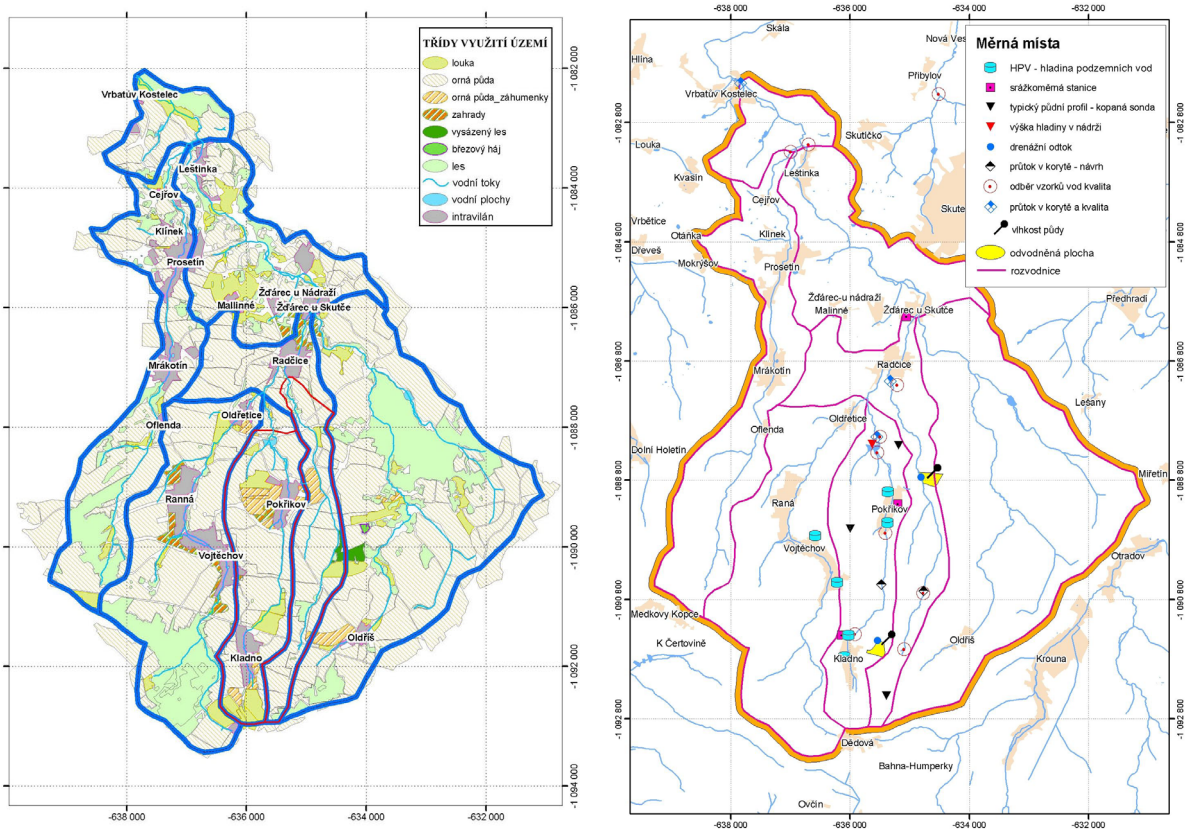
Tab. 2 Portion of agriculture land with drainage systems (Žejbro catchment)

Číslo povodí	Plocha pozemků odvodněných drenáží [ha]	Podíl odvodněné plochy k ploše dílčího povodí [%]
1-03-03-069- Hesinský potok	556	39
1-03-03-070- Ranský potok	153	17
1-03-03-071- Dolský potok	151	30
1-03-03-072- Kotelský potok	299	54
1-03-03-073- Žejbro	72	13
1-03-03-074- Mrákotínský potok	154	22
1-03-03-075a- Žejbro	4	2

Intenzita zemědělského odvodnění plošnou drenáží je v povodí Žejbra poměrně vysoká (29%), pro jednotlivá povodí ji uvádí následující Tabulka 2 a graficky vyjadřuje mapa na Obr.5a.

Obr. 4 Povodí Žejbro: a/ využití území; b/ místa měření

Fig. 4 Situation of Žejbro basin: a/ landuse; b/ object of measurements

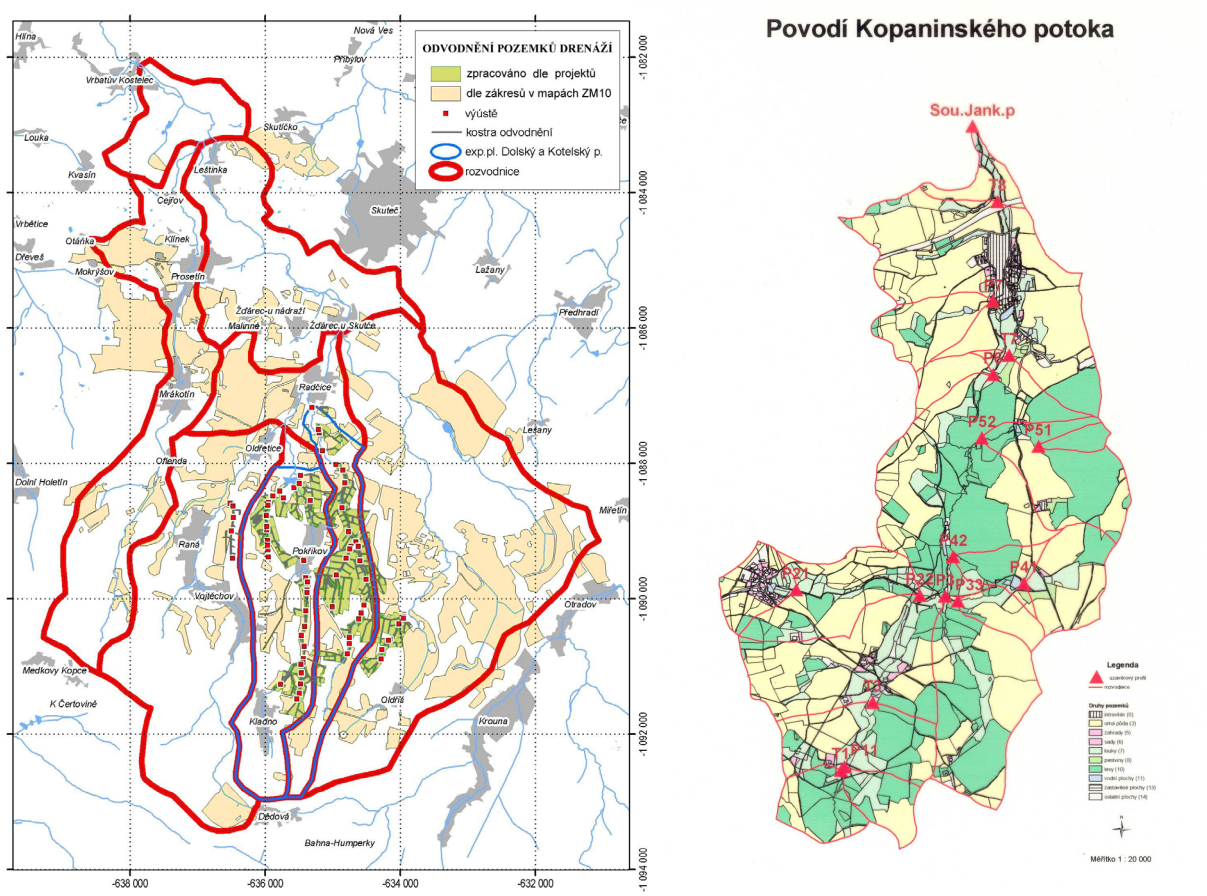


Pokusné plochy v povodí Kopaninského toku byly založeny v roce 1985, původně pro výzkum regulační drenáže na lučních stanovištích. Povodí se nachází mezi Humpolcem a Pelhřimovem v kraji Vysočina, geologickým podložím je krystalinikum, půdy jsou převážně kambizemě districké. Od roku 1992 je zde systematicky sledována kvalita vody nejen v hlavním toku, ale také na cca 17-ti přítocích (potocích, drenážích a pramenech), což umožňuje podrobné provedení bilance dusíku a identifikaci lokalit, které se nejvíce podílejí na odnosu tohoto nutrientu, tzv. zdrojových (infiltračních) oblastí povodí. Výsledky šetření slouží pro stanovení dopadu zatravnění na kvalitu vod a pro návrh rozsahu tohoto opatření k zajištění vyhovující jakosti vody. Využití území, tvar povodí a rozmístění měrných objektů vyjadřuje Obr. 5b.

ZÁVĚR

V průběhu posledních let se podařilo integrovat a koordinovat výzkum na experimentálních povodích do různých programů, napříč průběžně vznikajícími prostorovými a časovými zájmy. Podařilo se opakovaně porovnat a koordinovat výsledky činností, což vytvořilo ve vztahu k monitoringu pozitivně hodnocený efekt zpětné vazby. Data z komplexně sledovaných experimentálních ploch nachází využití v resortních i nadresortních projektech, současně se zvyšuje zájem o vnější i vnitřní spolupráci.
V posledních 5-ti letech byly na všech uvedených povodích monitorovací systémy modernizovány ve smyslu automatizace sběru dat, případně jejich distribuce k uživatelům bezdrátovými technologiemi či prostřednictvím Internetu (archivace dat na zabezpečeném serveru). Reprezentativnost měřících

profilů byla zhodnocena vzhledem k mnohačetnému využívání dat, přitom byla iniciována doplnění řady nových měrných profilů.
Jak je uvedeno v závěrech prvního sborníku s tématikou pokusných povodí VÚMOP Praha (2002), srovnání a koordinace experimentálních činností na malých povodích ozřejmuje některé aspekty sledovaných jevů, které by jinak unikaly pozornosti nebo by byly považovány za samozřejmé. Takovými aspekty jsou např. značná převaha skutečné evapotranspirace nad odtokem v rovnici hydrologické bilance malých zemědělských povodí v podhorských oblastech středočeského krystalinika, zvláštní charakter drenážního odtoku ve srovnání s obvyklými složkami odtoku z povodí, chování vodních toků za extrémních situací, náchylnost jednotlivých povodí k erozi půdy, komplikované trendy vývoje jakosti vody v drobných vodních tocích a mechanismy tvorby jakosti vody v půdním profilu.



Obr. 5 *a/ Odvodnění zemědělských půd systematickou drenáží v povodí Žejbra*

b/ Využití území povodí Kopaninského potoka

Fig. 5 *a/ Situation of drainage systems on Žejbro catchment*

b/ Landuse on basin 'Kopaninský potok'

Závěrem bychom chtěli poděkovat za podporu provozu experimentálních povodí zejména z prostředků výzkumného záměru ústavu (do roku 2003: MZE-M07-99-01, po roce 2004: MZE0002704901), která se tak stává součástí trvalé a systematické péče o experimentální základnu výzkumu na malých zemědělsko-lesních povodích v podmínkách VÚMOP Praha.

Literatura

Burešová Z., Čmelík M., Eichler J., Kulhavý Z. (2003): Informační zpracování databází experimentálního povodí Žejbro. Samostatná část výstupu etapy 14 výzkumného záměru VÚMOP Praha MZE-M07-99-01, VÚMOP Praha, 18s + 66s příloh

Johanovský Z. (2004): Metadata výzkumného povodí Černičí. VÚMOP Praha, 55s + 13s příloh

Kolektiv autorů (2002): Pokusná zemědělsko-lesní povodí VÚMOP ve středočeském krystaliniku. Sborník z Workshopu Nové Hrady, editor Doležal F., VÚMOP Praha, 96 str.

Peterková J., Kvítek T. (2003): Experimentální povodí Kopaninský tok a Dehtáře – stav po vybavení novou přístrojovou technikou. In Zborník príspevkov na CD 11 Posterový deň s medzinárodnou účasťou „Transport vody, chemikálií a energie v systéme pôda – rastlina – atmosféra“. Bratislava, SR : ÚH SAV / GFÚ-SAV, s. 319-325. ISBN 80-89139-02-7.

Pilná E. (2002): Metadata výzkumné plochy Cerhovice. VÚMOP Praha, 55s + 20 s příloh

Pilná E. (2003): Metadata výzkumné plochy Kopaninský tok, VÚMOP Praha, 66 s. +13 s. příloh

http://www.hydromeliorace.cz/povodi/index.html (2003): Experimentální povodí VÚMOP Praha, 1.verze WEB-ové presentace

Autorský kolektiv

Zdeňka Burešová, Milan Čmelík, František Doležal, Petr Fučík, Zbyněk Kulhavý, Tomáš Kvítek, Eva Pilná, Jana Peterková, Mojmír Soukup, Martin Tippl

Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy Praha, Žabovřeská 250, 156 27 Praha 5 - Zbraslav, Česká republika

Tel: +420 257 921 640, E-mail: dolezal@vumop.cz; kulhavy@hydromeliorace.cz